

M A R I A H E L E N A D A C Â M A R A T O M É R O M E R O

**MÓDULO E
PROPORÇÃO
NA
ARQUITECTURA
MEDIÉVAL**

U N I V E R S I D A D E D E É V O R A
MESTRADO EM RECUPERAÇÃO DO PATRIMÓNIO ARQUITECTÓNICO E PAISAGÍSTICO
É V O R A . 1 9 9 7

AGRADECIMENTOS

Pretenderia agradecer em primeiro lugar, ao Professor Virgolino Ferreira Jorge, pela possibilidade de concretização deste trabalho que constituía um desafio antigo e que nunca teria sido concretizado sem a realização deste Mestrado, sem as aulas que nos ministrou, e sem o apoio que me forneceu na orientação desta tese.

Agradeço ainda à Professora Maria Emília Conde que há muitos anos atrás me indicou o caminho e aos então Professores Borges Coelho e Jorge Custódio que nos longínquos anos de 73 me fizeram apaixonar pela Idade Média.

Um agradecimento especial para todos os colegas de Mestrado com quem partilhei uma saudável e amigável relação e de quem sempre recebi apoio e incentivo e com quem partilhei dificuldades. Particularmente os colegas de grupo Ana Amendoeira, Desidério Baptista e Florinda Lixa pela disponibilidade, confiança, paciência e compreensão.

Aos meus colegas João Quartilho, Matos e Ana Bela pelo fornecimento respectivamente de materiais na área das Matemáticas e pelo interesse, preocupação, e debate de ideias com que foram acompanhando o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos de sempre, particularmente Fátima Cecílio, Maria Eugénia, Mila e Zé Manel, Fernanda Ribeiro, Luís e Rosa Ferreira deixo um agradecimento pelo apoio, ansiedade e exemplo. Particularmente à Fátima Cecílio pelo permanente empenhamento na pesquisa de nova bibliografia e revisão de textos.

À minha família, à Mariana, à minha mãe e ao Henrique que compreenderam as ausências e indisponibilidades e que sempre me apoiaram e incentivaram durante todo este processo.

*À memória de meu Pai
que sempre me explicou todas as coisas
desde o princípio e me obrigou a saber os porquês*

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	1
CRONOLOGIA	8
<u>I. CONVICÇÕES</u>	
I.1. FILOSOFIA	11
I.1.1 A Antiguidade Clássica	12
I.1.2 O Cristianismo	19
I.1.3 A Alta Idade Média	24
I.1.4 A Contribuição Árabe	29
I.1.5 Teologia Versus Filosofia	33
I.1.6 Portugal	34
I.2. SIMBÓLICA	37
I.2.1 O Triângulo e o Três	38
I.2.2 O Quadrado e o Quatro	39
I.2.3 O Círculo	41
I.2.4 O Doze	42
<u>II. SABERES</u>	
II.1. MATEMÁTICA	44
II.1.1 Numeração	46
II.1.2 As Operações Aritméticas	49
II.1.3 Geometria e Proporção	52
II.2. MÚSICA	64
II.3. ASTRONOMIA	72
II.3.1 Trigonometria	76
II.3.2 A Idade Média	78
II.3.3 Os Cálculos Matemáticos	80
<u>III. TÉCNICAS</u>	
III.1. Medir	85
III.2. Desenhar	92
III.3. Construir	99
<u>IV. MÓDULO E PROPORÇÃO</u>	107
IV.1. Síntese	108
IV.2. Medida Padrão	111
IV.3. Módulo e Proporção	112
<u>V. APLICAÇÕES</u>	
V.1. Sé de Lisboa	115
V.2. Santa Maria do Olival	122
V.3. Charola	130
CONCLUSÕES	136
BIBLIOGRAFIA	141

APRESENTAÇÃO

*"Levanta-te e mede o templo do Senhor".
Apocalipse, 11, 1*

“ O conhecimento e o respeito pelos princípios geométricos essenciais (regularidade, ordem e proporção), possibilita uma melhor compreensão da obra, fornece conclusões valiosas para o historial do monumento e ajuda a fixar os pontos essenciais para um eventual trabalho de restauro.”

Virgolino Ferreira Jorge¹⁰

A arquitectura erudita medieval repousa sobre a existência de uma estrutura modulada, ou malha, que determina as relações proporcionais entre todos os elementos.

Ao confrontarmo-nos com a necessidade de recuperação de monumentos deste período adivinhamos intervenções profundas, muitas delas recentes, com linguagens que pretenderam não deixar marcas, outras devidas a ampliações ou derrocadas.

A descodificação destes indícios e uma intervenção consciente, necessitam estar suportadas por um método que nos permita trabalhar com segurança e provar a verdadeira volumetria original do edifício medieval, de modo a que as opções posteriores possam ser justificadas. Este método só pode ser constituído a partir da (tentativa da) reformulação do respectivo processo projectual. Este trabalho pretende constituir-se como uma contribuição para a compreensão desta questão.

Dadas as características do território nacional no período anterior à reconquista, que apesar de integrado na Península Ibérica, cadinho de influências clássicas, bizantinas e muçulmanas, mantinha, em relação aos eixos de difusão cultural, uma posição periférica. Dado ainda o despovoamento e as fortes marcas trazidas pelos conquistadores/povoadores, balizaremos o nosso trabalho entre os sécs.XI e XIV.

Vocacionaremos preferencialmente a nossa investigação para a arquitectura religiosa, por esta se constituir como um universo coeso e representativo.

Para a prossecução destes fins consideramos necessário trabalhar da experiência europeia para a portuguesa por ser por demais conhecida a influência daquela.

Hoje qualquer acontecimento é estudado como uma totalidade histórica, tentando-se descodificá-lo nos seus diferentes aspectos e implicações e justificando-o dentro de um sistema estruturante ou de afinidades estruturais. A história factual não tem já qualquer sentido.

A contradição entre perfeição do Gótico e “Idade das Trevas”, que sistematicamente acompanha a Idade Média, constitui um paradigma interessante. A resolução dessa contradição é um desafio e pretende-se que este trabalho contribua para um modo de olhar mais analítico sobre este período, fornecendo informações sobre o modo como a cultura clássica, nas suas vertentes filosófica, científica e tecnológica era conhecida e determinava o “modus operandi”, logo a obra, do homem culto medieval. Pretende-se pois um olhar que transmita por um lado, a fixação de elementos adquiridos em civilizações ancestrais, como um contínuo cultural e por outro, a inovação e criatividade de um período histórico que

normalmente identificamos como violento, catastrófico ou na melhor das hipóteses esotérico.

A história da arte remete para a história geral, negando muitas das vezes os contributos que outras áreas de investigação podem aportar para uma mais profunda compreensão do seu âmbito e uma mais segura justificação das suas análises. Apesar de o afirmar inúmeras vezes, a história da arte esquece amiudadas vezes que cada objecto em estudo, só existe, porque corresponde homoteticamente aos anseios, saberes e competências inerentes ao tempo em que se integra, e portanto para o perceber torna-se necessário conhecer profundamente a sociedade que o produziu.

Na história da arte, as afirmações surgem frequentemente, poéticas e adjectivadas, suportadas por analogias superficiais, sem uma análise fundamentada, comparada e metódica da envolvente que as justifica e esgotando-se em semelhanças acidentais de carácter formal.

A história da arquitectura, por sua vez, constitui-se como uma vertente erudita da história da arte, mas nem por isso ultrapassa, muitas das vezes, a descrição e comparação dos monumentos, a enumeração (através de termos técnicos) dos seus elementos constituintes e a biografia dos seus autores. Como nos diz Bourdieu: “não é por acaso que a arquitectura Medieval tem, desde sempre, constituído um objecto de predilecção do fervor intuicionista”.⁽²⁾

Por tudo o que ficou dito, dividiremos o nosso trabalho em duas partes, na primeira trataremos das convicções, conhecimentos e técnicas caracterizadores do período em estudo, bem como da sua consubstanciação no referido método projectivo, e na segunda parte aplicaremos as conclusões encontradas, em edifícios religiosos portugueses, representativos das diferentes tipologias.

A primeira parte iniciar-se-á com uma cronologia, de modo a enquadrar o período em estudo e porque se considerou desnecessário um capítulo de introdução histórica (ou de história da arte), por se entender ser o tema por demais conhecido.

Considerou-se que o objectivo é justificar e compreender a “metodologia projectual” medieval a partir do sistema em que se integra. Uma cronologia com entradas tão díspares como religião, filosofia, ciências ou arquitectura, pensou-se que forneceria uma visão mais eficaz da continuidade histórica. A referida cronologia foi compilada a partir de diferentes fonte, reunindo informações em territórios que tradicionalmente não surgem cruzados, já que o mundo das ciências humanas tende a surgir num universo oposto ao das áreas propriamente científicas. Pensa-se assim, conseguir uma visão pragmática e globalizante de cada momento histórico. Esta rerenha inclui de uma forma sinóptica a informação desenvolvida em cada item deste trabalho.

No entanto, para se obviar a alguma eventual lacuna histórica, o primeiro tema do primeiro capítulo, que desenvolve as convicções filosóficas até ao período medieval, apresenta-se como uma súpula histórica. Assim enquadrar-se-á o tema nas correntes fundamentais e concomitantemente realizar-se-á um enquadramento temporal. Este capítulo incluirá ainda o desenvolvimento das questões da simbólica, que consideramos ser importante abordar, para uma correcta compreensão da época em estudo e também por constituírem, de facto, convicções.

No que se refere aos saberes, no segundo capítulo, tentou-se abarcar as áreas abrangidas pelas disciplinas do Quadrivium,⁽¹⁾ nomeadamente Geometria, Aritmética, Música e Astronomia. Apesar de todos estes conhecimentos terem sido entendidos como uma unidade indissociável, já que o

homem culto da antiguidade e do período medieval os abarcava como um todo uniforme, decidimos diferenciar as áreas de conhecimento distinguindo-as como acontece actualmente, para uma melhor e mais profíqua análise e compreensão. Os dois primeiros items, geometria e aritmética, aglomerámo-los sob a égide da matemática, como tradicionalmente surgem.

No terceiro capítulo tratamos das competências técnicas medievais: métrica, desenhos, utensílios e máquinas em obra, artes da construção e um depoimento vivo de técnicas recentes, da construção popular, que indiciam práticas ancestrais.

Por último, apresentam-se as conclusões das questões fundamentais de todos os capítulos, que considerámos suportar a forma de construir o módulo e a malha estrutural do esquema conceptual, "ad quadratum", da architectura medieval. Poderemos então passar à verificação da forma como o edifício medieval era construído, demonstrando que sendo ele essencialmente estrutura, esta tinha que ser ortogonal, segundo as medidas e as proporções comuns na época, seguindo, por força da simplicidade, um módulo quadrado que rodando sobre si, se desenvolvia e determinava toda a construção. Serão essas as conclusões deste trabalho.

Numa segunda parte aplicaremos, essas conclusões ao estudo de casos concretos da architectura religiosa portuguesa, do período em estudo. Dado que existem já alguns estudos deste tipo, realizados sobre edifícios religiosos portugueses de planta cruciforme,⁽⁴⁾ optou-se por trabalhar sobre a proposta elaborada pelo Arq^o António Couto para a cabeceira original da Sé de Lisboa, tentando elaborar uma aproximação à verificação da conformidade dessa mesma proposta à modulação original do templo. Essa proposta fundamentou-se em achados de escavação, realizados aquando das obras de intervenção realizadas no

edifício e coordenadas pelo referido arquitecto. Um segundo exemplo a trabalhar será a Igreja de St^a Maria do Olival, um edifício de três naves, sem transepto do início do período gótico. Por fim far-se-á o estudo de um edifício de planta radial, a Charola do Convento de Cristo em Tomar.

Como se pode verificar não se seguiu uma análise cronológica mas sim morfológica. O objectivo seria ir confirmando a justeza das conclusões na sequência do estudo efectuado.

Pensa-se assim ter contribuído para o entendimento essencial desses edifícios e eventualmente conseguir alertar para um método fundamental de análise no processo de intervenção.

NOTAS

(1) Virgolino Ferreira Jorge, "Space And Eurythmy In The Medieval Abbey Of Alcobaça", in *Studies in Cistercian Art and Architecture*, Vol.5,1994, p.10

(2) cf. Pierre Bourdieu, prefácio ao livro de Erwin Panofsky, *Architecture Gothique et Pensée Scolastique*, Paris, Editions de Minuit, 1967

(3) Uma das duas áreas em que se subdividiam os estudos universitários medievais, abrangendo as disciplinas de Aritmética, Geometria, Música e Astronomia que correspondiam às disciplinas das ciências. O Trivium correspondia à área das letras e compreendia a Gramática(estudo do Latim), a Retórica e a Lógica.

(4) A este respeito ver os estudos realizados por Virgolino Ferreira Jorge, "Módulo e Proporção na Igreja Cisterciense de S. João de Tarouca", in *Congreso Internacional sobre San Bernardo y el Cister en Galicia y Portugal*, Orense, 1992; do mesmo autor, "Measurement And Number In The Cistercian Church Of Alcobaça", *Arte Medievale*, 2^a série, anoVIII, nº1, tomo 2^o,1994; e ainda a obra citada na nota (1)

A este respeito foram ainda realizados inúmeros trabalhos na cadeira de Sistemática da Arquitectura deste mesmo Mestrado.

CRONOLOGIA

	HISTÓRIA	RELIGIÃO	FILOSOFIA	CIÊNCIAS	TÉCNICAS	ARQUITECTURA
				*2.300 - Astrónomos chineses *2.000 - Sacerdotes Astron. Babilónia	*Cunhagem de moedas em bronze na China	* Templo de Artemisa - Éfeso, uma das sete maravilhas do mundo
Séc. VI a.C.	* Babilónia destruída pelos Persas * Legislação de Sólon em Atenas	* Nascimento de <u>Buda</u>	* Tales de Mileto * Pitágoras * Nascimento de Confúcio	* <u>Thales de Mileto</u> - geometria	*Cunhagem das 1 ^{as} moedas europ. *Utensílios em ferro	
Séc. V a.C.	* Péricles em Atenas * Hegemonia de Esparta		* Heráclito * Nascimento de Sócrates * Protágoras * Nascimento de Platão	* <u>Pitágoras</u> - o mundo é o regido pelo número		* Construção da Acrópole - Atenas
Séc. IV a.C.	* Império de Alexandre da Macedónia		* Fundação da Academia - Platão * Nascimento de Aristóteles * Épicuro e Zenão fundam as suas escolas em Atenas	* <u>Platão</u> - poliedros regulares * <u>Eudoxe</u> - teoria das proporções * <u>Euclides</u> - escreve os <i>Elementos</i>	* Os persas constroem o 1º sistema de estradas * Introdução da escrita alfabética	* Teatro de Epidauro
Séc. III a.C.	* Unificação da China por Qin Shi Huangdi	* A Índia converte-se ao budismo	* Quatro escolas atenienses: Academia, Liceu, Jardim e Stoa.	* Arquimedes * Eratóstenes - perímetro da Terra	* Rede de estradas-China, uniformização da escrita, pesos e medidas * Grande Biblioteca de Alexandria	* Construção da muralha da China
Séc. II a.C.	* Os romanos destroem Cartago * Os chineses conquistam a Ásia central * Criação da Rota da seda		* Expulsão dos Epicuristas * Sincretismo na escola Estoica		* Invenção do cimento romano * Peças de uso corrente em vidro decorado - Roma * Uso do papel na China	
Séc. I a.C.	* Assassinato de César		* Acentuação do processo de sincretismo entre as escolas platónicas, aristotélicas e estoicas * Edição em Roma de Aristóteles	* Menelau - relação entre triângulos	* Primeiras peças de engenharia mecânica com rodas dentadas	* Na China divulga-se a utilização de tijolos e telhas para a construção
Séc. I		* Nascimento e morte de Cristo * Pergaminhos do Mar Morto	* Platonismo judaico: Filon de Alexandria * Platonismo médio: Plutarco * Estoicismo romano: Séneca			* Conclusão do Coliseu de Roma * Difusão da técnica do mosaico e do fresco a partir de Alexandria * Construção de aquedutos
Séc. II	* Adriano é imperador em Roma	* Unificação das igrejas católicas primitivas	* Platonismo anticristão - Celso * Pensadores cristãos: S. Justino, Tertuliano, Clemente de Alexandria	* Ptolomeu - teoria geocêntrica e início da trigonometria	* Criação do 1º sismógrafo-China	* Construção da muralha de Adriano na Grã-Bretanha * Arco de Trajano * Salas abobadadas em tijolo - Irão
Séc. III	* Fundação do estado Yamato-Japão	* Édito romano contra os cristãos	* Pensadores cristãos: Orígenes * Neoplatonismo: Plotino, Porfírio	* Diophante - equações do 2º grau	* Tecnologia germânica do ferro, utilização em arados, foices, armas	* Adopção de trompas para a construção de cúpulas sobre salas quadradas - Irão
Séc. IV	* Constantino - institui Constantinopla, antiga Bizâncio como capital cristã do império	* Édito da tolerância de Milão * Primeiros anacoretas, Pacómio funda o 1º mosteiro * 1º e 2º Concílios * Difusão do budismo na China	* Platonismo anticristão - Juliano	* Pappus - <i>Coleções Matemáticas</i>	* Criação do estribo * Utilização do pergaminho * Os romanos difundem o moinho de água	* Construção da Basílica Nova em Roma

	HISTÓRIA	RELIGIÃO	FILOSOFIA	CIÊNCIAS	TÉCNICAS	ARQUITECTURA
Séc. V	* Saque de Roma - Visigodos * Fim do Império Romano do Ocidente	* 3º e 4º Concílio - neste os bispos passam a dirigir os mosteiros * S. Bento funda o mosteiro Monte-Cassino e a Regulae Benedicti * O budismo é aceite no Japão	* Stº Agostinho * Proclo * Pseudo-Dionísio * Areopagita	* Proclus - <i>Comentários a Euclides</i>	* Utilização de pregos de ferro nos navios	* Construção de mosteiros budistas * Construção de S. Martin-Tours
Séc. VI	* S. Martinho de Dume chega à região de Braga	* Nascimento de Maomé	* Justiniano, imp. do oriente, fecha as escolas filosóficas atenienses * Boécio	* Na Índia inventa-se o zero	Produção de seda na Pérsia	* Construção de S. Vital de Ravena * Conclusão do Monte Cassino * Construção de Sta. Sofia
Séc. VII	* Os árabes conquistam: Síria, Irão, Egipto e Mesopotâmia	* Morte de Maomé * Difusão do Corão que aceita o Antigo e Novo Testam.			* Cunhagem de moedas islâmica	* Construção das primeiras mesquitas * Na Europa, construção de palácios e mosteiros em madeira
Séc. VIII	* Árabes conquistam a P. Ibérica * Renascimento Carolíngio	* Constantinopla adopta uma posição iconoclasta	* Beda o Venerável * Alcuino de York	* Os indianos desenvolvem a astronomia e a matemática, particularmente a álgebra * Objectos mecânicos - Bagdad	* Textos impressos chineses, xilogravura * Difusão na Europa da técnica chinesa de fazer papel	* Construção da Capela Palatina em Aix-la-Chapelle * Introdução dos mihrab nas mesquitas
Séc. IX	* Criação do reino normando da Irlanda * Independência da Bretanha * Coroação de Carlos o Calvo		* Alkindi - filósofo árabe * Escoto Eriúgena	* Al Khwarismi - <i>Trat. de Algebra</i> * Os árabes adoptam o zero	* Difusão, na Europa, de alfaias agrícolas em ferro * Na China, invenção da pólvora * Recuperação do astrolábio-árabes	* Construção do grande minarete em espiral da mesquita de Samarra *
Séc. X	* Proclamação do calif. de Córdova * 1ª utilização do termo Portucale * Otão imperador do Sacro Imperio Romano Germânico	* Fundação da Abadia de Cluny	* Alfarabi		* Rotação de culturas - Europa * Desbravamento de florestas para construção de aldeias	
Séc. XI	* Início do mov. comunal-Itália * Início da reconquista de Espanha * Conquista de Toledo * Tomada de Jerusalém-1ª Cruzad.	* Fundação da Ordem Cisterciense * Rota de peregrinação a Santiago de Compostela	* Avicena * Filósofos judeus: Maimónides e Avicebrón * Santo Anselmo	* Al Kharki - equações do 3º grau * Al Burini - noção de aceleração e velocidade instantânea * Ibn Al Haytan-soma potências	* A Índia produz aço de qualidade * A China cria a impressão móvel, a partir de caracteres de barro	* Arqª românica: Ripoll, Espanha * Const. da Catedral de Speyer
Séc. XII	* 2ª e 3ª Cruzadas * Muçulmanos reconquistam Jerusalem	* S. Bernardo - abade de Clairvaux * Criação das Ordens Mendicantes * Ordens dCavalaria: Hospitalários, Templários e Teutónicos	* Averróis e Algazel * Abelardo, Pedro Lombardo e Escola de Chartres	* Gerardo de Cremona - traduz os matemáticos árabes	* Difusão, na Europa, de moinhos de vento de velas verticais	* Arquitectura Gótica-Catedral de Amiens, Notre Dame de P., Saint-Denis * Pórtico da Glória - Compostela
Séc. XIII	* Marco Polo visita a China * Difusão do comércio marítimo mediterrânico e atlântico * Fundação da Sorbonne	* S. Francisco d'Assis-Franciscanos * Dominicanos, Clarissas, Carmelitas * Veneração de relíquias * Islamismo é religião no Irão	* Traduções latinas de Aristóteles * Ensino de S. Tomás de Aquino * Duns Escoto * R. Bacon	* Fibonacci - introduz a álgebra árabe no Ocidente * Levi ben Gerson-análise combin.	* Introdução da bússola na Europa * Introdução do tear horizontal indiano, na Europa * Adopção do alaúde árabe	* Construção de Chartres, Reims, * Construção d'Alhambra, Granada
Séc. XIV	* Dinastia Ming-expulsão dos mongóis * Peste negra * Grande Cisma		* Guilherme de Ockham	* Nicolau d'Oresme-números neg.	* Criação da perspectiva * Criação de relógios mecânicos	* Palácio Vecchio em Florença

I. CONVICÇÕES

I. 1. FILOSOFIA

*“ De facto, duvidando somos incitados a
procurar; procurando perceberemos a verdade.”
Abelardo, Sic et Non*

I.1.1. A Antiguidade Clássica

As civilizações primitivas organizavam-se e organizavam os seus saberes sob uma forma religiosa e não racional. As explicações dos acontecimentos eram fundamentadas em premissas mítico-religiosas e a organização social era hierarquizada tendo no topo sacerdotes e aristocracia de origem religiosa, o dogma prevalecia. Costuma dizer-se que a filosofia e a ciência surgem quando se abandona o mito, substituindo-o pela explicação racional. Ao procurar a verdade o homem coloca-se numa posição activa e interveniente.

Coube à civilização grega dar os primeiros passos nessa explicação racional do universo físico, da natureza humana, das questões de carácter político e moral, surgindo a filosofia como uma das fontes mais férteis do pensamento europeu, já que muitas das posições defendidas pelos filósofos gregos, constituíram verdades e bases de discussão e influência durante vários séculos.

Os avanços dos conhecimentos gregos far-se-ão sempre na tentativa da compreensão integrada do Universo e da essência das coisas, portanto as explicações terão de ser comuns às várias situações, os conhecimentos nas várias áreas auto-suportar-se-ão e estarão interdependentes dos mesmos princípios. "O Universo não pode ser concebido, em geral, pelos gregos segundo o modelo de uma máquina, (o modelo de uma máquina presidirá à concepção do Universo na Modernidade); terá de conceber-se segundo o modelo de um organismo vivo."(Cordon; 1983, 26). Ao contrário do que acontece hoje, as áreas de conhecimento não existirão diferenciadas, a sabedoria - sophia - abarcará áreas tão distintas como a astronomia, a geometria, a filosofia, a física ou a música. Se a "investigação" é realizada pela mesma pessoa em todas estas áreas, então as explicações e justificações encontradas terão de ser intercoerentes.

Assim, a procura do conhecimento é ao mesmo tempo a procura das leis da natureza, do universo e das leis do próprio conhecimento. É desligada de dogmas religiosos que se cria a via da filosofia, como

momento máximo da sabedoria, integradora deste todo.

Os primeiros filósofos surgem na Ásia Menor e são considerados como tal, não por possuírem já preocupações no âmbito do que entendemos hoje por filosofia, mas por tentarem encontrar as ideias de origem, *substracto* e *causa* da natureza (*physis*). As primeiras áreas de investigação serão a astronomia e a geografia. A reflexão incidiu primeiro nos fenómenos mais distanciados do humano, que pareciam mais estáveis e, portanto, de mais fácil inteligibilidade. Foi, muito provavelmente, essa a razão que levou a que a longa lista dos filósofos começasse com o nome de Tales de Mileto (séc.VII a.C.), que se ocupou fundamentalmente das coisas do céu e dos grandes ritmos do mundo físico.

Como dissemos, os pensadores gregos são concomitantemente astrónomos, geómetras, geógrafos e filósofos. Pitágoras (séc.VI a.C.) observa, na sequência dos estudos anteriores de astronomia que múltiplas propriedades e comportamentos dos seres reais poderiam ser formulados matematicamente e parte da hipótese que todos os seres do universo seriam analisáveis do mesmo modo. Considera como única explicação possível para o facto, os números constituírem a essência do Universo. "...a ordem dos corpos celestes, sejam quais forem as posições dos astros, as linhas das suas trajectórias apresentam relações constantes. Chegou-se assim, pouco a pouco, à concepção de uma estrutura matemática do universo e das coisas que o constituem - estrutura que é apreensível pela simples visão, pelo ouvido (como os sons das cordas de uma lira) ou pela reflexão pura" (Grimal; 1980, 143). Estes números seriam também observáveis noutros campos da natureza, como por exemplo na biologia, e aí a noção de número e proporção fundir-se-ia na geometria.⁽¹⁾

Sócrates (469-399 a.C.) instituiu o hábito de realizar os debates de ideias suportados numa pergunta inicial, à qual, através do referido debate, se vai dar resposta. Este "método" para pensar, estará na origem da lógica. Esta forma organizada de pensamento só chegou até nós através dos escritos de Platão, já que este seu discípulo ao escrever os "Diálogos", põe Sócrates como um dos personagens que neles tomam parte.

Platão é aliás o primeiro filósofo que ao instituir uma escola, a Academia, permite que os seus escritos cheguem aos nossos dias, dado terem eles constituído uma base de estudo e transmissão de conhecimentos. É provavelmente também que seja este facto que explica a forma sistemática como estes textos foram copiados, preservados e estudados e que permitiu a tão grande número ter chegado ao nosso conhecimento.

Na explicação que Platão (427 - 347 a.C.) elabora da natureza, no *Timeu*, conclui que a ordem não pode ser o resultado casual da desordem. A ordem só pode provir de uma Inteligência Ordenadora a que chama Demiurgo. Esta inteligência actua sobre uma matéria eterna e caótica dotada de movimento. Além destes dois princípios Platão define um terceiro princípio, fundamental na sua filosofia: o mundo das ideias ou do modelo essencial com o qual o Demiurgo constrói e modela a matéria.

"A doutrina central da filosofia platónica é a teoria das Ideias. Breve e categoricamente formulada, esta doutrina consiste na afirmação de que existem entidades imateriais, absolutas, imutáveis e universais independentes do mundo físico: por exemplo a Justiça em si, a Bondade em si, o Homem em si, as entidades e proporções matemáticas em si mesmas; delas derivam o ser, tudo o que é justo, tudo o que é bom, todos os homens, tudo o que é harmónico e proporcionado existente no mundo físico. O termo ideia (...) não trata de construções mentais, de objectos sem existência fora da mente que os concebe. Trata-se de realidades, mais ainda, das únicas realidades em sentido pleno, já que o que de realidade há no mundo físico deriva precisamente delas."(Cordon; 1983, 36)⁽²⁾

Platão considera o conhecimento sensível, aquele que conseguimos atingir a partir das sensações, como imperfeito e irreal por se fundamentar em circunstâncias efémeras. Conhecimento seguro é aquele que atingimos através do uso da razão, aquele que nos mostra as questões perenes e essenciais. Todo o sistema platónico se fundamenta, de facto sobre esta teoria das ideias, porém estas apresentam-se-nos hoje mais próximas de conceitos. Conceitos que são, segundo a sua perspectiva, os únicos seres reais e os únicos fiáveis, por serem eternos e imutáveis. Formam uma hierarquia dominada pela ideia do Bem. É também com o mesmo objectivo, de prossecução do Bem, que o Demiurgo cria o universo, mas

este encontra-se em permanente movimento, logo os números, as proporções e as formas geométricas primordiais (círculos e triângulos) com que foi formado, por serem o seu conceito essencial, constituem a única noção fixa que dele podemos apreender. Platão aceita ainda a doutrina corrente no seu tempo, segundo a qual o universo seria formado por quatro elementos, também eles primordiais e essenciais - terra, água, ar e fogo.

Por último, Platão no Fédon, não só defende a existência da alma como ainda aborda a sua imortalidade. Esta questão constitui-se como a essência humana, sendo a alma o suporte da razão, entidade capaz de prosseguir na demanda do Bem.

Aristóteles (384 - 322 a.C.), por sua vez, na sequência dos seus estudos de biologia, conclui que todos os seres naturais tenderiam a alcançar a perfeição que lhes é própria, ou seja que os processos biológicos seriam presididos por uma finalidade interna e eterna que os levaria a percorrer todo o seu desenvolvimento até alcançar a sua forma última e perfeita. Assim ao contrário de uma "ideia de bem" exterior, transcendente e que faz mover, existiria sim um fim interno e imanente que originaria o movimento. Elabora uma classificação tripartida das "ciências" definindo: a Física como a ciência que estuda os seres, que possuindo existência real, estão dotados de movimento; a Matemática como a ciência que se ocupa das entidades que não têm existência real nem estão submetidas ao movimento e por último a Teleologia que analisa as entidades com existência real e sem movimento.

"Aristóteles estabelece, pois, a primazia da forma sobre a matéria, estabelecendo além disso que acima das formas realizadas na matéria, existem formas imateriais cuja instância suprema é Deus. Estabelece igualmente a primazia do acto sobre a potência, vindo por esta via igualmente à afirmação da existência de uma realidade que é acto sem potência e, portanto, alheia a qualquer tipo de mudança ou movimento, já que estes apenas se podem produzir onde haja potência. É Deus, motor imóvel do universo. Com isto se atingem os limites da física (...) para entrarmos nos domínios da Metafísica, ciência que estuda entidades reais imóveis e a suprema de todas elas, Deus." (Cordon; 1983, 41)



Poromenor do quadro de Raffaello, A Escola de Atenas. Platão e Aristóteles.

Em contraste com o platonismo, Aristóteles (que foi médico de profissão) dedicava-se ao estudo da natureza observável e considerava a experiência dos sentidos como único conteúdo do pensamento e Deus como simples primeiro motor ou primeira causa da natureza. Criou o Liceu, espaço de cultura e investigação onde difundiu os seus ensinamentos.

Da análise destas duas correntes fundamentais da filosofia grega sobressai toda a forma de pensar da cultura europeia durante muitos séculos, revemos nelas justificações para muitos momentos históricos, nos mais diversos âmbitos científicos, bélicos, religiosos ou estritamente filosóficos. Percebe-se também porque é que a perspectiva platónica alimentará profundamente muitas das posições religiosas, enquanto a visão aristotélica exigirá uma postura bem mais abstractizante e moderna.

No entanto enquanto o momento mais fértil da filosofia grega produziu pensamento sobre a criação e organização do universo, o período seguinte, em que a civilização grega se fragmenta, exigirá dos filósofos um posicionamento antropológico. As questões morais e políticas ganharão peso, e é a forma do homem se posicionar perante o social que constituirá tema de reflexão.

Estas questões serão o reflexo de um tempo em que já não há o poder centralizador da cidade-estado grega e em que o império romano já se adivinha. Alexandre o Grande (356-323 a.C.) inicia o movimento que virá a ter a partir do séc. III a.C., em Alexandria o mais fabuloso polo difusor da cultura grega.

Durante o período helenístico foi fundada a cidade de Alexandria, este terá sido o local onde de uma forma mais sistemática se reuniram e guardaram os conhecimentos desenvolvidos nas mais diversas civilizações e culturas que dos mais diferentes modos tenham chegado ao Mediterrâneo. Na celeberrima biblioteca de Alexandria, existiam cerca de meio milhão de rolos de papiro, o Museu (espaço assim chamado por se localizar perto do templo das musas) era um espaço de características semelhantes ao Liceu de Aristóteles.

Neste período surgem Euclides (séc. IV a.C.) que escreve os seus 13 volumes dos Elementos (enciclopédia matemática, base de estudo até ao início do nosso século); Arquimedes (séc. III a.C.) que determina o perímetro e a área da circunferência e da esfera, bem como faz numerosos estudos de estática e Ptolomeu que escreve um tratado de Astronomia, a Syntaxe Matemática, adoptada pelos

árabes sob o nome de Almagesto (o muito grande). São também deste período o cálculo do perímetro do equador (6.370 Km) e a distância da terra à Lua (60 vezes o raio da Terra). Estes conhecimentos comprovam o fertilíssimo período cultural que a humanidade atravessou.

Às duas escolas existentes em Atenas, a Academia platónica e ao Liceu aristotélico, juntam-se o Jardim de Épicuro e a Stoa de Zenão, onde florescem as novas ideias do período helenístico.

Épicuro (341 - 270 a.C.) fundamenta a sua ética no prazer individual de cada homem, independente de qualquer intervenção divina. Não no sentido voluptuoso, como muitas vezes foi entendido, mas numa perspectiva de serenidade, em que a sabedoria só é possível quando se faz o exorcismo de todos os poderes da discórdia na alma, e antes de todos, do temor dos deuses, que provocaria a angústia

Por sua vez Zenão (341 - 261 a.C.), responsável pela corrente estóica, defende uma posição determinista em que a verdadeira sabedoria é saber aceitar o destino serena e racionalmente, já que o universo é regido por Deus e o destino é providência. Para o estoicismo a autêntica felicidade só pode consistir na virtude, no autodomínio e fortaleza de ânimo que tornam o sábio imperturbável face à desgraça e ao seu destino.

No séc.I a.C., Roma domina o Mediterrâneo e constrói o seu império. O espírito de cultura helenístico é absorvido e integrado, no entanto ao contrário da cultura romana, pragmática e eficaz, Alexandria permanecerá como um reduto, talvez o único, de cultura erudita e científica.

É importante perceber que durante a prevalência do Império Romano coexistiram as quatro correntes filosóficas fundamentais gregas: Platonismo, Aristotelismo, Epicurismo e Estoicismo. O espírito romano caracterizava-se, aliás, pela pluralidade. É portanto natural que novas correntes fossem aceites mas nenhuma que se arrogasse da verdade única. A perspectiva serena da discussão filosófica não se compadeceria com fanatismos.

Durante este período, como vimos, a moral absorveu as preocupações dos filósofos, mas também a tradição de transmissão serena de conhecimentos, se transformou em debate aguerrido na praça pública, desenvolvendo-se a eloquência, o prazer da palavra que levaria à admiração política dos oradores mais exímios. A filosofia caiu na sua própria teia de enebriação pela palavra e de

confusão da razão. “O espírito helénico, dividido contra si mesmo, seduzido pela magia da palavra, hábil no raciocínio, justo ou falso, mas de aparência verosímil, apto a fazer triunfar indiferentemente qualquer tese e a sua contrária (...), mostra-se ao mesmo tempo suspeito ante as suas próprias habilidades e receoso de se enganar a si mesmo.”(Grimal; 1980, 146). A filosofia chega a uma encruzilhada.

I.1.2 O Cristianismo

São por demais conhecidas as vicissitudes por que passam os primeiros tempos do cristianismo.

De facto o cristianismo definia-se como uma religião definitivamente monoteísta, cujo Deus criara o mundo a partir do nada e era onipotente. Podemos dizer que de um modo geral a filosofia grega havia relacionado Deus com o cosmo, mas o cristianismo ia muito mais longe, fundia religião com filosofia, e afirmava que Deus se tinha feito homem, fazendo coexistir a divindade e a sua encarnação. Este facto histórico, constitui o centro de toda a História na perspectiva cristã, desde a criação do mundo até ao juízo final.

Deus, que segundo o Cristianismo, se havia feito homem para salvar os homens, é pai de acordo com a doutrina cristã. Nunca a filosofia grega ousara formular semelhante afirmação. O único filósofo grego que remotamente se aproximou desta ideia foi Platão, o qual em dado momento qualifica o Demiurgo como “pai e feitor de tudo” (Timeu, 28c). As explicações da criação e constituição do universo, fornecidas pela filosofia grega, surgem, no cristianismo, de uma forma congruente e estruturada, transmitidas directamente por Deus e portanto inquestionáveis.

Deus havia falado aos homens, primeiro, através de certos homens no Antigo Testamento, e depois Ele mesmo, directamente encarnado em Cristo. Esta circunstância fazia com que o Cristianismo apresentasse uma atitude perante a verdade muito diferente da atitude da filosofia nessa época.

Embora o Cristianismo não fosse uma filosofia, nem pretendesse dialogar em pé de igualdade com os sistemas filosóficos desse tempo, o conteúdo da fé cristã, incluía doutrinas que podiam apresentar-se como respostas aos problemas tradicionalmente enfrentados por essa mesma filosofia (origem do mundo, natureza do primeiro princípio do real, essência e destino do homem, fundamento das normas politico-morais, etc.).

Podemos estabelecer paralelo entre estas posições e o que acima ficou dito sobre as questões defendidas por Platão. Quanto ao homem o cristianismo definia-o como feito à imagem e semelhança de Deus, possuindo uma alma imortal a qual ressuscitaria no fim dos tempos.

A influência das várias correntes filosóficas gregas obriga o Cristianismo a condensar-se num corpo doutrinal cujos conceitos serão basicamente platónicos. Não podia ser de outro modo, por duas razões fundamentais: em primeiro lugar, porque a corrente platónica - definitivamente impulsionada pelo neoplatonismo - era, então, a mais vigorosa e dominante; em segundo lugar, porque era a que oferecia mais pontos de contacto com a doutrina cristã.

O cristianismo, dir-se-ia, tem a sua outra fonte de inspiração no judaísmo, no entanto "o espírito dos escritos bíblicos, como o Génesis é, no fundo, muito platónico. Com efeito, como o próprio Platão, a Bíblia proclama que o mundo foi criado por um demiurgo bom e que ele é bom, dado que o próprio Deus o afirma (Gén.1,10.18.25.31,etc.). Quanto à queda, ela diz respeito ao homem na sua parte essencial, antes de ter sido coberto pela túnica de pele (Gén.3,21) que se pode facilmente interpretar como o corpo material que inclui a alma em vez de uma prisão (Platão, Crátilo, 400c)." (Eliade; 1989, 188)⁽³⁾

O cristianismo conservou do judaísmo uma característica fundamental: a sua intolerância. É uma intolerância que não era racial mas religiosa. O seu Deus cristão lançava a excomunhão e a maldição sobre todos os que não obedecesse à sua Lei. Semelhante atitude era contrário a todas as tradições religiosas de Roma.

Interessa-nos salientar, nos primeiros séculos da nossa era, o papel de Fílon de Alexandria (séc.I d.C.) filósofo judeu que analisa o antigo testamento à luz das premissas platónicas; Plotino (séc.III d.C.) fundador do neoplatonismo, que propõe um sistema filosófico-religioso em que, como no sistema de Fílon, explica como todas as realidades provêm do Uno e como se produz o regresso até ele;

e por último Proclo (séc.V), também ele neoplatónico e cujas teorias exerceram uma notável influência durante a Idade Média.

“A ortodoxia cristã é o resultado de um processo que dura três séculos e meio e se mostra como sendo um sistema de múltiplos subconjuntos independentes, cujo funcionamento provém quer de um mecanismo interno de dissociação das duas correntes no interior da teologia cristã (a corrente judaica e a platonizante), quer da interacção entre um subsistema central e todos os subsistemas que gravitam ao redor do Cristianismo (as suas heresias) sem serem propriamente cristãos.”(Eliade;1989, 89).⁽⁴⁾

Os textos fundamentais do cristianismo levam cerca de quatro séculos a consolidar-se no Novo Testamento e acabam por ser compostos pelos quatro Evangelhos, os quatro Actos dos Apóstolos, as Epístolas e o Apocalipse, ao todo vinte e sete textos. As cartas de Paulo, na medida em que são autênticas, representam o testemunho mais antigo, cerca de 50 d.C. Quanto aos evangelhos são um produto tardio, fundado em várias tradições. Os três primeiros são chamados sinópticos devido às semelhanças que existem entre eles, permitindo estabelecer paralelo entre as descrições. O Evangelho dito de João é mais esotérico e incorpora elementos platónicos muito marcados, sobretudo na assimilação de Cristo ao Logos de Deus, que é o plano divino da arquitectura do mundo.

Em 330 Constantino institui Constantinopla (antiga Bizâncio) como capital cristã do império e recebe o baptismo no seu leito de morte. Ao converter-se, Constantino, volta a fazer coincidir o poder civil com o religioso como já acontecera em civilizações mais antigas, mas abre também uma nova via em que o poder imperial vai ser transposto para o mundo religioso, situação sem precedentes na história da humanidade.

Essa decisão do imperador corresponde a uma situação de facto: a cristianização cada vez mais ampla dos povos do império. Além disso, arranca pela raiz a razão principal do velho antagonismo entre a subordinação oficial da majestade imperial à do Deus único, fazendo coincidir a sua investidura com o poder divino, os bispos são reconhecidos como juizes equiparando-se, deste modo, aos magistrados romanos.

O séc. IV corresponde a um momento de viragem na história da civilização ocidental. Após a morte de Teodósio (em 394) o velho império romano é partilhado pelos dois sucessores. Roma

permanecerá como sede do império ocidental até ao seu desmoronamento em 476.

Neste mesmo século nasce aquele que virá a ser Santo Agostinho, o primeiro grande teorizador da cristandade. No mesmo período em que o império romano sossobrava e que Roma caía, Santo Agostinho funde razão e fé criando as premissas teóricas da filosofia medieval que reinará até ao séc.XIII. Mas as suas convicções estão profundamente enraizadas nos princípios platónicos.

"Santo Agostinho (354-430) conheceu o platonismo fundamentalmente através de duas obras de Platão, o *Fédon* (dedicado ao tema da imortalidade da alma e da afinidade desta com as Ideias) e o *Timeu* (dedicado à exposição da origem do Universo e a sua formação). Conheceu também, embora não saibamos se na totalidade, as *Enéadas* de Plotino."(Cordon;1983,89).⁽⁵⁾

Para Santo Agostinho, no homem existem duas substâncias, uma material e outra espiritual. Esta é a essência do homem, aquela apenas o suporte. A alma contém duas razões, uma inferior que trata do conhecimento das coisas terrenas e outra que ascende à sabedoria, ao inteligível, a Deus. É esta aproximação da sabedoria de Deus, das ideias primordiais, perfeitas e imutáveis que prova uma das vertentes platónicas do agostinianismo. No contexto moral, o cristianismo adopta princípios estoicos, deixando ao homem a necessidade de se superar. Balizando o bem e o mal, de uma forma dramática, entre a corrupção da natureza, condensado no pecado original e a iluminação divina que impele para o bem, Santo Agostinho define a felicidade como a salvação e deixa ao homem a responsabilidade de se autotranscender.

Todas estas questões são verdades de fé, ou melhor são aceites e compreendidas através da fé e não através do conhecimento puramente racional. Esta atitude parece contraditória com todo o passado da filosofia grega, no entanto o conceito de Ideia em Platão exige já um acto de fé. A filosofia platónica processava-se já de cima para baixo, a partir de um reino de realidades imateriais, e que pressupunha que estas seriam objecto do conhecimento humano. Só será possível traçar limites à razão (e com isso delimitar a parte dos conteúdos da fé religiosa que lhe é acessível) se se partir da convicção de que o edifício do conhecimento se constrói de baixo

para cima, isto é a partir do conhecimento das realidades sensíveis. É esta atitude de revelação, em que num primeiro momento o conhecimento toma consciência da Verdade e depois a Fé reforça a necessidade da sua busca que vai reinar e justificar a maioria das atitudes dos cristãos, na sua necessidade de expansão e acolitagem. Verificamos inúmeras situações de identidade entre as teorias neoplatónicas e agustinianas: a existência de outro mundo para lá do mundo sensível; a existência de um Demiurgo/Deus onde nascem e se condensam as Ideias primordiais; a identificação entre esse Ente e a ideia primeira de Bem; criação deste mundo sensível por esse Deus segundo essas Ideias. No entanto no que concerne à alma há algumas posições não coincidentes: Platão define a alma como uma entidade eterna, portanto não criada, logo defende a reencarnação, ou seja o mesmo número de almas vão utilizando novos invólucros. Para o cristianismo a alma é criada por Deus, conjuntamente com o seu corpo e no fim dos tempos terá de ressuscitar. Aqui a posição cristã é estóica já que cada alma só possui uma "vida" para se superar.

Santo Agostinho defende que no domínio da filosofia como no da religião, razão e fé concorrem infatigavelmente: "é preciso crer para compreender e compreender para crer" (Pepin; 1972, 69)

A transcrição de um extracto de um texto de Santo Agostinho, onde estes ideais são defendidos, e a citação a Platão expressa, ilustrará convenientemente a identidade de pontos de vista:

" ... São as ideias certas formas principais ou razões permanentes e invariáveis das coisas, as quais não foram formadas, e por isso são eternas e permanecem sempre no mesmo estado, contidas na divina inteligência. E visto que elas não nascem, nem morrem, diz-se contudo, que está formado segundo elas tudo o que pode nascer e morrer e tudo o que nasce e morre.

Só à alma racional é dado conhecê-las com aquela parte sua que sobressai, isto é, a mente e razão, que é como verdadeiro semblante e olho seu, interior e espiritual.

E não qualquer alma racional, mas a que fôr santa e pura, se assegura que é idónea para ter visão delas; isto é, a que tiver o mesmo olho

interior com que estas coisas se vêem, são, limpo e sereno e semelhante à mesma realidade que pretende intuir.

Ninguém que se preze de homem religioso, mesmo que seja inapto para aquela visão, se atreverá a negar ou deixar de confessar que todas as coisas existentes, segundo a sua natureza e espécie, foram criadas, sendo Deus seu autor... pois Ele não olhava nenhum modelo exterior a si para fabricar em conformidade com Ele o que fabricava. Logo, se a razão das coisas, antes ou depois de criá-las, está na mente do criador, onde tudo é eterno e imutável - e a estas razões causais das coisas chamou Platão Ideias- deduz-se que elas são verdadeiras e eternas, e permanecem inalteráveis em seu ser, e com a sua participação se faz quanto se cria, seja de que maneira fôr.

Ora bem: a alma racional leva vantagem a todas as coisas que foram criadas por Deus e está perto Dele; quando é pura e quanto mais a ele adere pela caridade, tanto mais participa da luz inteligível e tanto melhor poderá ver, não com os olhos do corpo, mas com a porção principal, que é o seu título de maior excelência, aquelas razões cuja contemplação a faz sumamente feliz."

Santo Agostinho, Sobre 82 questões, 43

Concomitantemente com a queda do Império Romano, St. Agostinho estabelece na Cidade de Deus a total independência da Igreja em relação a todo o sistema político. O Império desmorona-se e a Igreja continuará sob o domínio dos conquistadores.

I.1.3 A Alta Idade Média

Cerca do ano 300, António (o anacoreta) refugia-se na solidão do deserto e Pacómio (292-346), cria no Egipto o primeiro ermitério, nascendo assim o monaquismo com o fim de salvaguardar a austeridade do cristianismo graças a um ideal de vida ascético. Durante o século IV esta experiência difunde-se largamente em todo o Oriente.

“Se no fim do séc.IV os monges do Egipto, imundos e barbudos, que se aventuravam até Roma eram apedrejados pelas multidões, a situação altera-se radicalmente quando os muros dos mosteiros se tornam

o único refúgio possível contra a anarquia que se segue à queda do Império.(...),S.Bento cria centros relativamente protegidos cujo objectivo terá sido em última instância, como o vê muito bem o perspicaz monge Cassiodoro, o de cultivar elites intelectuais.(...) Este movimento intelectual passa a controlar na Europa o ensino das artes liberais (o trivium e o quadrivium) e transforma os mosteiros em centros de preservação e difusão da cultura.” (Eliade;1989, 93).



S. Bento divulgando a sua obra, séc.XII. Biblioteca de Cambrai, ms829

S. Bento(480- 543) cria, em 529, na Campânia o Mosteiro do Monte Cassino, e estabelece as “regulæ Benedicti” que dão ao monaquismo ocidental a sua forma definitiva.Estas regras estabelecem princípios de “stabilitas loci” (morar num mosteiro, contrariamente aos ascetas errantes); “conversio morum” (pobreza e castidade); oboedientia (obediência ao abade);ora et labora (oração e trabalho). Os mosteiros terão o dever da hospitalidade e ocupar-se-ão dos

pobres e do ensino. Com efeito, ao contrário da maior parte das ordens religiosas posteriores, os beneditinos não devem a sua difusão à irradiação pessoal do seu fundador, mas ao êxito de um texto - a regra beneditina.

Constituir-se-ão, de facto, como últimos redutos da civilização clássica, serão centros culturais onde se recolherá e se copiará a literatura antiga. Dentro dos seus muros permanecerá a resistência activa às civilizações bárbaras do norte da Europa que assolaram o sul da Europa, em ordas consecutivas, transportando consigo diferentes conceitos religiosos, estéticos, políticos e económicos.

O papado, cujas bases sólidas tinham sido estabelecidas por Gregório Magno (590-604) que se auto definia como "servidor dos servidores de Deus", lança-se na conversão dos Anglo-Saxónicos. Agostinho, seu enviado, será o fundador de Canterbury. Inglaterra converter-se-á e constituirá mais uma "bolsa" de estudo e pensamento clássico e cristão.

Só no séc. VIII a Europa encontrará um período de calma, sob o reinado de Carlos Magno (768-814), os reinos reunificar-se-ão e o espírito imperial ressurgirá. "O conceito imperial não terá como referência a tradição romana, mas será antes uma simbiose entre paganismo e cristianismo - o padre-rei dos germânicos e o chefe da cidade de Deus de Santo Agostinho".(Kinder, 1964: 123)

Estes (curtos) tempos de acalmia, permitirão o ressurgimento de actividade cultural, ficando conhecidos como renascimento carolíngio. O termo renascimento remete para o facto de neste período se ter repegado na cultura clássica, mas não podemos esquecer as fortíssimas influências de povos do norte, bem como da civilização bizantina. A arte bárbara trará uma decoração lisa e sem relevo, iniciando um novo gosto: motivos abstractos, entrelaçamentos geométricos, formas estilizadas. A arte animalista dos godos, com representações de águia e peixe, enriquece-se com a chegada dos lombardos, estes com temas tomados à arte das estepes: animais fantásticos como grifos e dragões que permaneceram no imaginário europeu até ao renascimento. Os temas ornamentais celta serão, também eles, um rico manancial de renovação do imaginário artístico. "A arte irlandesa, através dos magníficos manuscritos iluminados nos mosteiros (o Book of Kells, por exemplo) e as grandes cruzes de pedra esculpidas, oferecem

exemplos apaixonantes da síntese de elementos de culturas diversas”(Heers,1976:36)

Quando Carlos Magno pretende criar a “Academia do Palácio”, vai buscar Alcuino de York, para director. Alcuino, será ainda abade da S. Denis a partir de 796. Esta escolha permite-nos verificar a importância e difusão da evangelização inglesa, bem como da cultura latina. “...Alcuino tinha escrito vários tratados e especialmente uma obra de psicologia intitulada Da Razão da Alma (...) mas a sua ambição declarada foi a de restaurar o templo da Sabedoria, a respeito do qual o Livro dos Provérbios (IX,1)⁽⁶⁾ diz que está edificado sobre sete colunas”.(Pepin,1972:87)

A Escola Palatina criada por Carlos Magno para servir de modelo às escolas monásticas de todo o império, estudará as ciências e transmitirá a tradição cristã da antiguidade. A formação cultural será garantida pelos sete pilares da sabedoria: a gramática, a retórica, a dialéctica (o Trivium); a aritmética, a geometria, a astronomia e a música (o Quadrivium).

No entanto, mesmo durante este período, os pensadores cultos interessaram-se sempre mais pela teologia do que por qualquer outra ciência. Durante todos estes séculos, até ao ano mil o pensamento platonizante de Santo Agostinho será o único catalizador da investigação e do pensamento, fundamentalmente teológico, que se desenvolve exclusivamente nos conventos. Estes conventos produziram os únicos homens que sabem ler, escrever e contar e que terão de ser libertados da reclusão para servir reis e senhores. Não havia mais ninguém para o fazer senão os clérigos, apesar de muitas das vezes as suas actividades não terem muito de espiritual.

Após a ruptura entre Roma e Bizâncio o papado liga-se profundamente à dinastia franca. Ao sacralizar o imperador, a igreja entrega, numa primeira fase, todo o seu poder, mas após o desmembramento do império carolíngio, ela renasce profundamente unificada e organizada. Unificada pelo canto dito gregoriano⁽⁷⁾ e pelo ensino do Trivium e do Quadrivium e organizada pelo poder do papa que absorve o poder imperial em oposição ao pulverizar de senhores feudais. “Entre os factores de coesão, muito poderosos nos níveis altos da cultura, coloca-se ainda o cimento carolíngio. Durante alguns decénios, quase todo o Ocidente estivera reunido sob um único domínio político, governado por um grupo homogéneo de bispos e de juizes, todos saídos das mesmas famílias, que

havam recebido na casa real uma educação igual, que se reuniam periodicamente em redor do soberano, seu comum senhor(...) Apesar das distâncias e dos obstáculos naturais, a cristandade, reunida numa mesma fé, era-o também pelos mesmos ritos, a mesma linguagem, pela mesma herança cultural".(Duby, 1966:19)⁽⁸⁾

Durante todo o período após a divisão do império romano, Constantinopla surge como sede de um vasto e poderoso império, cujos fundamentos repousam sobre o direito e a administração romana, a língua e a civilização grega, a fé e os costumes cristãos. A igreja coroa o imperador desde 479 e o império Bizantino desenvolve-se como pólo cultural, prosseguindo aí bem viva a cultura clássica, mas também ponto de confluência de múltiplas influências. O Imperador Justiniano (527-565) constrói um império que abrange áreas tão díspares como a península Itálica (incluindo Roma), o Egipto (incluindo Alexandria) e toda a Ásia Menor até à fronteira do Império Persa.

No séc. VII, o Islão inicia a sua expansão vertiginosa, a dominação árabe reúne povos de diferentes origens, no entanto apesar destas particularidades nasce uma civilização possante e unificada pela religião. O facto do Corão não poder ser traduzido cria na língua outro forte pólo de unidade.

Durante os sécs. VII e VIII as conquistas muçulmanas absorvem grande parte do Império Bizantino e o Império Persa. Cabe agora aos centros culturais islâmicos como Bagdad, Damasco, Cairo, Meca e Samarcanda receber e incrementar as heranças científicas orientais e helenísticas. A cultura científica islâmica atingirá o seu apogeu no séc. IX e influenciará decisivamente o Ocidente.

Os árabes ao conquistarem redutos da cultura grega, entram em contacto com textos originais da filosofia Aristotélica. Aliás o despertar do pensamento, tanto teológico como filosófico, nas terras do Islão, está estreitamente ligado à difusão do pensamento grego. A partir da segunda metade do século VIII, as traduções sucedem-se. "O Corpus Aristotelicum completo, três diálogos de Platão, grande número de comentadores das obras de Aristóteles, extractos das últimas Eneidas de Plotino, parágrafos apreciáveis extraídos de alguns tratados de Proclo, recolhas de sentenças e apotegmas e sobretudo um grande número de obras apócrifas atribuídas a Aristóteles, a Platão e a outros filósofos gregos menores-todos

estes textos estão traduzidos em árabe em meados do séc. X, algumas vezes directamente do grego, outras através do sírio".(Badawi, 1972:97) Procuravam sempre analisar criticamente o texto e confrontá-lo com vários manuscritos antes de iniciarem o seu trabalho. É por isso que ainda hoje estas suas traduções podem servir para corrigir os próprios textos gregos. Grande número de textos gregos originais perdidos são conhecidos graças a essas traduções árabes.

Os árabes herdaram, juntamente com o comércio mediterrânico, a cultura a que justamente poderíamos chamar mediterrânica: a cultura grega e alexandrina, com as suas influências egípcias, assírias e caldaicas. A astronomia, a matemática e a medicina não só se transmitiram integralmente à civilização árabe, como ainda, dentro desta, conheceram um enorme progresso.

I.1.4 A Contribuição Árabe

Em 712 a dominação árabe atinge a Península Ibérica, em 756 é fundado o Emirato de Córdoba, mas em 813, na Galiza iniciam-se as peregrinações à sepultura de Santiago de Compostela. Este acontecimento determinará as mais profundas alterações e avanços na civilização ocidental durante a Idade Média já que o permanente afluxo de peregrinos à península, confrontá-los-á com a rica cultura muçulmana.

Ora, no mundo islâmico, a Península Ibérica foi o principal centro da literatura e da filosofia árabes: basta lembrar os nomes de Avicena e Averróis. Além disso, dentro do clima favorável da tolerância muçulmana, a cultura judaica conheceu na Península um brilhante florescimento, eloquentemente assinalado pelo nome de Maimonides.

Mas a reconquista inicia-se e as consequências da tomada de Toledo (1085) são incalculáveis. Começam a afluir a esta cidade monges vindos de todos os lados, atraídos mais pela aura do exotismo, do progresso e do mistério que rodeia a civilização árabe do que pelo projecto do colégio de tradutores instalado em Toledo pelo arcebispo Raimundo pouco depois de 1130, que teria como principal objectivo refutar os falsos princípios da religião muçulmana.

Teólogos, como Pedro o Venerável, abade de Cluny, e Rodrigo Ximenez de Rada, sabem esconder mal o interesse que têm pela cultura árabe; mas, o objectivo é permitir aos tradutores, sob a direcção do arcediogo Dominicus Gundisalimus, efectuar um lento e monumental trabalho de transposição da cultura árabe e, através dela, da antiguidade greco-romana para o latim.⁽⁹⁾

O mais notável entre eles será Gerardo de Cremona (1114-1187) ao qual se atribui a tradução para latim de mais de 70 obras de medicina, ciência e filosofia. Através da actividade dos tradutores, a Europa cristã descobre e adopta a filosofia de Aristóteles que se tornará num dos fundamentos da nova filosofia escolástica, propagada sobre tudo por Alberto o Grande (1193-1280) e Tomás de Aquino (1225-1274).

Na escola de tradutores de Toledo, sob a direcção de grandes personagens cristãos - como o próprio arcebispo da cidade, D. Raimundo - cristãos, judeus, moçárabes e árabes, trabalhando em colaboração, deram a conhecer as principais criações das culturas muçulmana e hispano-judaica e, através delas, aspectos esquecidos da cultura antiga. Entre as traduções de Toledo contam-se livros de matemática, astronomia, medicina, alquimia, física, história natural, psicologia, metafísica, lógica moral e política; o Organon, de Aristóteles, glosado ou compendiado por filósofos árabes, como Alquindi, Alfarabi, Avicena e Averróis; as obras de Euclides, Ptolomeu, Galeno e Hipócrates, com comentários e notas.

Este movimento de assimilação da cultura árabe atinge o seu auge sob Afonso X-O Sábio, que manda traduzir o Alcorão e o Talmud, funda em Sevilha um Estudo Geral especializado no ensino do árabe com mestres árabes, e coordena com numerosos colaboradores cristãos, árabes e judeus, os Libros del Saber de Astronomia.

Um rio de informação nasce no centro da península islamizada e flui para norte. A Europa é agora um território mais pacificado, onde as cidades começam a crescer e a dúvida racionalista se começa a instalar.

Este novo e grande caudal de conhecimento convergindo das fronteiras bizantina e árabe para o coração da cristandade, provocaram entusiasmo e confusão. Entusiasmo, porque todo um corpo novo de conhecimentos - a grande enciclopédia aristotélica - organizado e metodizado, vinha substituir as noções avulsas e deturpadas que os enciclopedistas medievais conservavam da ciência antiga.

Perturbação, porque a nova matéria aristotélica não cabia dentro dos quadros da teologia tradicional.

Esta teologia, definida pelos primeiros padres, e em especial por St. Agostinho, filiava-se no neoplatonismo. A separação entre o mundo sensível e o inteligível (onde vivem os anjos e se goza a visão de Deus) e a ideia de que a alma é de essência divina e portadora das verdades do mundo inteligível ou celestial, impossíveis de alcançar pela experiência, marcam inconfundivelmente as origens platónicas da teologia cristã.

Os novos professores, formados nas disciplinas do Trivium, com a preparação da Lógica, esforçam-se naturalmente por dar ao seu magistério, estrutura, unidade e sistematização. Preocupam-se com a organização de uma matéria coerente, de uma exposição clara e inteligível. A teologia, até aí dogmática e assistémica, é penetrada pela lógica e quer ordenar-se como um sistema alicerçado em razões.

Abelardo (1079- 1142) é o reutilizador do método dialéctico - sic et non - “a arte do raciocínio justo que permite discernir, unicamente pelos recursos da linguagem, o verdadeiro e o falso. Abelardo não inventou, nem sequer redescobriu esta disciplina, cujos textos fundamentais, os da velha lógica de Aristóteles, traduzidos em latim desde o séc.VI, eram já comentados pelos seus mestres parisienses. Mas ele aperfeiçoou-a com uma mestria extraordinária e, sobretudo, demonstrou que ela podia ser um instrumento de uso universal em todos os ramos do saber, em particular em teologia. Parece pois que Abelardo foi o primeiro, na Idade Média, a dar à palavra Teologia o seu sentido moderno de esforço de exposição racional e sistemática do conteúdo das Escrituras e das verdades da Fé”(Verger, 1994:62)

Averróis (1126-1198) era oriundo de Córdova e foi jurista, médico, mas sobretudo, grande comentador de Aristóteles.

Contrariamente aos demais filósofos árabes que cultivaram uma filosofia platonizante ou um aristotelismo platonizado Averróis, ofereceu-nos um aristotelismo puro. Os seus Comentários de Aristóteles, em latim, abarcavam a análise, parágrafo a parágrafo, de toda a obra aristotélica. Além destes comentários Averróis escreveu ainda a sua obra filosófica e a sua fama ultrapassou os Pirinéus. Assim quando as suas obras chegaram a Paris, o maior centro cultural e universitário da época, gerou-se um movimento aristotélico, conhecido por averroísmo latino.



Averrois - Fragmento do

Triunfo de São Tomás de Aquino, de A. do Buonaiuti

Este movimento caracterizar-se-á por três premissas, duas delas claramente aristotélicas e uma última averroista, mas todas elas contrárias à doutrina cristã:

- A Eternidade do mundo, que contrariava o princípio de que o mundo fora criado por Deus, já que para Aristóteles, não existia “um demiurgo” que tivesse criado o mundo mas sim um Deus como “motor imóvel” que move eternamente um mundo, eternamente existente, o qual ele nem (re)conhece por lhe ser exterior.
- A mortalidade da alma, já que o homem, como elemento superior da escala animal, possuiria três almas: uma vegetativa, uma sensitiva e por último uma racional. Seria nesta última que Aristóteles acreditaria existir um vago elo com Deus.

-Por último Averróis afirma a teoria da dupla verdade ou seja, a possibilidade de existirem verdades contraditórias para a razão e para a fé, e de essas verdades serem concomitantemente contraditórias e verdadeiras.

1.1.5 Teologia versus Filosofia

A vaga de entusiasmo por Aristóteles que deflagrou durante o séc. XIII ameaçava destruir os próprios fundamentos da teologia cristã. As questões em discussão ao serem aceites negavam axiomas cristãos e muito do pensamento de St. Agostinho. No entanto o modo

sistematizado dos conhecimentos e do raciocínio aristotélico tinham já começado a ser adoptados, no ensino universitário. A forma metódica e meticulosa de organizar os conceitos era indubitavelmente o caminho do futuro, para trás ficava a fé agustiniana.

Sendo impossível concluir por qualquer destas alternativas impunha-se uma solução que harmonizasse o aristotelismo com a teologia tradicional. Um talento poderosamente subtil e ordenador conseguiu resolver essa “quadratura do círculo”.

A solução de São Tomás de Aquino (1225-1274), (preparado pelos esforços pacientes de assimilação do aristotelismo pelo seu mestre Alberto Magno), consistiu em partilhar o campo do conhecimento entre a filosofia e a teologia, evitando



S. Tomás de Aquino entre Aristóteles e Platão: na parte inferior está representado Averroes vencido (Gozzoli, Museu do Louvre)

que elas se chocassem. Conseguindo antes demonstrar que elas se complementavam, provou que o sistema aristotélico não implicava a eternidade do mundo, nem o conceito cristão de criação excluía a possibilidade de que o mundo fosse eterno. Quanto à imortalidade da alma reinterpretou Aristóteles e afirmou que o elo divino existente na alma racional seria obviamente eterno. Por último, quanto à questão das duas verdades, concluiu que a *Filosofia* tem por objecto o mundo natural, que conhecemos pelos sentidos ou pela experiência; a *Teologia* tem por objecto o mundo sobrenatural, que conhecemos pela palavra de Deus, mas ambas se completam e confirmam, São Tomás diz mesmo que existem duas vias para atingir a verdade: a via da revelação e a via da razão .

Em *Filosofia*, São Tomás aceita o aristotelismo; mas o campo da *Teologia*, como não podia deixar de ser, fica reservado à tradição católica. A Aristóteles atribui este mundo e a St. Agostinho o outro. A posição de São Tomás marca uma data importante na história do pensamento medieval, porque converte a *Filosofia* que até então se englobava na *Teologia*, em actividade autónoma.

I.1.6 Portugal

A área que mais tarde corresponderia a Portugal, dada a sua localização periférica, manteve-se sempre distante dos centros culturais. De facto, após a ocupação romana, as únicas cidades hoje integradas no nosso território, que mantiveram alguma importância cultural foram Braga e Silves, tendo a primeira sido capital do reino suevo e a segunda capital da província do Garb, durante a ocupação islâmica. No séc.X existiria uma população dispersa e pobre, alguns centros urbanos de difusa importância comercial e um profundo isolamento.

Assim, aquando da reconquista subsistiriam alguns poucos mosteiros, pequenos e isolados, são disso exemplo o de Guimarães e os de Lorvão e Vacariça na área de Coimbra. Para analisarmos o nível cultural destas comunidades podemos recorrer aos poucos testemunhos existentes sobre os conteúdos das suas bibliotecas.

Da biblioteca de Guimarães⁽¹⁰⁾ sabemos possuírem dois Códices Regularum ou seja colectâneas de regras monásticas, várias vidas de Santos, vários comentários de Gregório Magno, uma Historia Ecclesiastica, as Etymologiae de Isidoro de Sevilha (dicionário temático que tratava de todos os assuntos necessários a um homem culto da época tais como gramática, retórica, geometria, agrimensura, música,...), um Canonem ou colectânea de textos de Concílios. É interessante verificar que estes textos correspondem a uma perspectiva arcaizante do pensamento cristão, pouco ligada a uma visão teológica.

É natural que durante o período da reconquista as questões culturais fossem menosprezadas, no entanto no reinado de Afonso II e particularmente no de D. Diniz (neto de Afonso O Sábio, educado na sua corte e por este armado cavaleiro) desenvolvem-se profundos interesses científicos que levarão à obra de Pedro Hispano - eleito papa em 1276 como João XXI. As Summulae Logicales escritas por este, substituirão nalgumas universidades, obras de Aristóteles.

Os cistercienses que se fixam em Alcobaça (1153), não serão estranhos a esta nova e actualizada perspectiva cultural. A biblioteca de Alcobaça é constituída, entre outros por cerca de 500 códices manuscritos copiados durante os sécs. XIII, XIV e XV. Esta literatura seria utilizada pelos clérigos, quer para o serviço religioso, quer para leitura em meditação quer para aprendizagem escolar. A maior parte dos códices de Alcobaça são copiados em latim e alguns são cópias de traduções. "O fundo mais antigo e mais importante da biblioteca é constituído pela literatura patrística. Santo Agostinho é o autor que possui maior número de obras e de exemplares; segue-se São Gregório Magno. A alguma distância, Origenes, São Jerónimo e Stº. Ambrósio incluem-se neste grupo." (Saraiva;1988, 107)

A função eclesiástica é antes de mais nada a da missionação, da pregação e estes actos implicam homens letrados, por isso as escolas claustrais nasceram para formar na leitura, na escrita, na música e no cálculo. "O livro de texto para estes estudos era o Saltério, cujos 150 Salmos deviam ser aprendidos de cor."(Sousa; 1993, 538)

Por sua vez a Universidade portuguesa, mais correctamente os Estudos Gerais, criada em 1289 por D.Dinis (por petição do abade de Alcobaça, reitores e priores do reino), não leccionava Teologia na sua origem, só o passando a fazer em meados do séc.XIV.

Portugal, apesar de possuir condições razoáveis para a aprendizagem, manteve sempre, dada a sua posição periférica, posições arcaizantes quanto ao debate teológico. É uma vez mais a confirmação da pouca apetência do espírito lusitano para as questões da filosofia.

NOTAS

- (1) Interessa recordar que a matemática engloba uma série de áreas distintas, neste período histórico a componente primordial desta ciência referia-se quase exclusivamente à geometria, como ciência das formas, números e proporções e só muito vagamente relacionada com a aritmética.
- (2) cf. Emile Chambry; *Sophiste, Politique, Philèbe, Timée, Critias*, Paris, Garnier Flammarion, 1969, particularmente a análise feita na introdução à tradução ao Timeu.
- (3) cf. Charles-Henri Favrod; *Les Cristians*, Paris, Hachette, 1976.
- (4) cf. Jean Pepin; *La philosophie Médiévale*, Paris Librairie Hachette, 1972 ,p.68-84 e Otto von Simson, *A Catedral Gótica*, Lisboa, Editorial Presença, 1991, p.43.
- (5) cf. Jacques Heers, *O Mundo Medieval*, Lisboa, Edição Ática, 1976, p.30
- (6) O texto bíblico diz exactamente " *A sabedoria construiu a sua casa talhando suas sete colunas**" *Uma casa com sete colunas caracteriza uma habitação rica com pátio interior. O número sete simboliza a perfeição(Bíblia,1986:1129)
- (7) Ver capítulo da música.
- (8) cf. Jacques Heers, *O Mundo Medieval*, Lisboa, Edição Ática, 1976, cap. III e VII.
- (9) cf. Carlos Araujo, *Toledo-séculos XII e XIII*, Lisboa, Terramar, 1996, p.166-180 e 189-207 e Jacques Le Goff, *Os Intelectuais na Idade Média*, Lisboa, Estudos Cor, 1973, p.22.
- (10) A este respeito ver o primeiro volume da História de Portugal de José Matoso, Lisboa, Círculo de Leitores, 1993 - cap. Realizações.

I.2. SIMBÓLICA

*"A divindade é a trindade. A alma transporta essa imagem,
ela que possui memória para unir o passado ao futuro,
espírito para compreender as coisas presentes e visíveis,
e vontade para afastar o mal e escolher o bem."*
Honorius Augustodunensis, *Elucidarium*

A simbólica não é mais do que a transposição do saber ou das convicções cruidas para o campo do imaginário, do sinal psicológico que atribui sentido e sacralidade a entidades ininteligíveis. É constituído por entidades conscientes e inconscientes; conjuga afectividades, desejos e receios; conhecimento e sonho .

O estudo da simbólica confronta-se sempre com a impossibilidade de prova, constitui-se exclusivamente como indício, sugestão de percurso, possibilidade de via de interpretação. O homem medieval vivia num mundo povoado de múltiplos significados em que cada sinal remetia para diversas leituras, e essa situação é-nos familiar, já que hoje o mundo da imagem nos exige e nos habitua também ao máximo de interpretações através de uma leitura semiológica dos acontecimentos. Tudo é signo e todo o signo tem um sentido.

Consideramos, por isso, que durante o período em estudo, não é possível descurar o estudo da perspectiva simbólica, já que esta adquire a importância da procura da verdade profunda das coisas, uma “demanda do Santo Graal” das ideias, uma consubstanciação do princípio platónico de que o que vemos com os olhos serão exclusivamente os reflexos da Ideia Absoluta e Primordial, logo teremos que transcender as limitações racionalistas e, como o homem medieval, procurar outros sentidos nas obras que eles nos deixaram.

I.2.1 O Triângulo e o Três

O simbolismo do triângulo associa-se ao do número três. E o três corresponde à perfeição reunida na triplicidade do tempo - passado, presente e futuro; infância, idade adulta e velhice; ou nas mais variadas tradições populares em que um determinado acto (em

algumas situações de cariz mágico) tem que ser executado três vezes, para que se realize.

Segundo Boécio, que retoma as concepções geométricas pitagóricas e platónicas, a primeira superfície é o triângulo (já que todas as figuras geométricas podem ser subdivididas em triângulos), a segunda o quadrado e a terceira o pentágono. A identificação do triângulo com a divindade provirá, muito provavelmente, do facto de ser a que é constituída por menor número de lados, o que lhe concede a característica de ser a primeira. Este atributo, no entanto, é reforçado pelo facto de todas as outras formas poligonais ou poliédricas poderem ser subdivididas (ou geradas) por triângulos, à imagem e semelhança das entidades primordiais, divinas e criadoras.

O triângulo equilátero simboliza particularmente a divindade, a harmonia e a proporção. Os triângulos rectângulos têm um papel fundamental na arte da construção, daí o papel do esquadro. O triângulo com o vértice para cima simboliza o fogo e o sexo masculino, com o vértice para baixo a água e o sexo feminino. O signo de Salomão é composto por dois triângulos opostos e simétricos e representa a sabedoria humana.

O triângulo equilátero, na tradição judaica, simboliza Deus. E a religião católica professa o dogma da Santíssima Trindade apesar do seu absoluto monoteísmo.

Na simbologia, cada tipo de triângulo corresponde a um dos elementos: o equilátero à Terra, o rectângulo à Água, o escaleno ao Ar, o isósceles ao Fogo. Aos triângulos estão ligadas numerosas análises sobre os poliedros regulares que derivam dos equiláteros.

Poderíamos também meditar sobre inúmeras triades da história religiosa; sobre trípticos da moral: bem pensar, bem dizer, bem fazer; sabedoria, força, beleza; sobre os três princípios básicos da alquimia: sal, enxofre e mercúrio. Tal enumeração conduz rapidamente do simbolismo à convenção.

O número três parece indicar concomitantemente a perfeição e divindade da unidade e a multiplicidade geradora.

I.2.2 O Quadrado e o Quatro

O quadrado é uma das figuras geométricas mais frequente e universalmente empregue na linguagem dos símbolos. Ela é um dos

quatro símbolos fundamentais em conjunto com a cruz, o círculo e o centro.

É o símbolo da terra, por oposição ao céu. Enquanto que o movimento é circular, a paragem e a estabilidade, associam-se a figuras angulosas e de linhas rectas, como o quadrado. A imobilidade, o encerrar dentro de limites, a prisão, exprime-se pelo quadrado. É também o símbolo da civilização sedentarizada: os campos e as tendas dos povos nómadas são circulares, mas as cidades e as ruas de espaços cosmopolitas e organizados são ortogonais. Muitos dos espaços sagrados têm forma quadrangular: altares, templos, territórios.

Na China, a forma quadrada representando a Terra é uma ideia antiga, inscrita na linguagem. O espaço é definido por quatro direcções yang, mas esta palavra significa também quadrado. É por isso que o Deus da Terra é representado por um montículo quadrado, a capital é quadrada, o domínio imperial também. O espaço é assim constituído por quadrados embutidos uns nos outros (em relação ao centro do mundo) e justapostos.

Por sua vez os quadrados foram, desde cedo identificados como formas compostas de triângulos.

A cruz dentro do quadrado é a expressão dinâmica quaternária. Da união destes pontos opostos, bem como da oposição dos pontos cardeais ou da divisão do tempo em meio-dia e meia-noite terá nascido a importância da cruz. O homem quadrado com os braços estendidos e os pés juntos, designa também ele os quatro pontos cardeais. Atinge-se assim o sentido da cruz e as quatro dimensões e direcções que ela implica. Os autores da Idade Média, apaixonados pelas comparações, aproximam do Homo quadratus os quatro evangelhos, os quatro rios do paraíso, e após Cristo assumir a humanidade, também Ele será considerado Homo quadratus por excelência.

O cubo é, mais ainda do que o quadrado, o símbolo da solidificação, da estabilidade, da paragem no desenvolvimento cíclico, já que ele fixa o espaço nas suas três dimensões, adquire a noção de base, de alicerce, de estabilidade.

O cúbico ou mesmo o quadrangular não é mais do que a perfeição da esfera no plano terrestre.

O sentido simbólico do cubo está perfeitamente assumido e identificado no simbolismo da Ka'ba de Meca que não é mais do que uma pedra cúbica. Por sua vez a qubbah(álcova) muçulmana é o cubo terrestre suportando a cúpula celeste, a qual é por vezes suportada também por quatro pilares.

O cubo é, mais ainda que o quadrado, o símbolo da solidificação, da estabilidade, da paragem no desenvolvimento cíclico, porque ele determina e fixa o espaço nas suas três dimensões.

Nas teorias platónicas, o quatro refere-se à materialização da ideia, o três à própria ideia. Este exprime a essência aquele o fenómeno; um o espírito, o outro a matéria.

O quatro assume frequentemente a imagem da totalidade do terrestre, assim os soberanos são apelidados de senhores das quatro partidas do mundo, dos quatro mares. Este número relaciona-se de facto com os quatro elementos, os quatro pontos cardeais, as quatro fases da Lua, os quatro pilares universais, as quatro estações, os quatro humores, os quatro rios do paraíso, os quatro evangelistas e os quatro evangelhos, as quatro letras do nome de Deus. O quatro simbolizará portanto o terrestre, o criado e o revelado.

I.2.3 O Círculo

Durante todo o período até Copérnico (1473-1543) os astrónomos consideraram irrefutável o princípio de que os astros se moviam segundo órbitas circulares e excêntricas em relação à Terra, o que determinava a importância dada ao círculo e ao quadrado inscrito. Por isso a forma quadrada pertence ao tempo, e a eternidade é representada pelo círculo. Este após ter determinado o ano, mede o tempo e a eternidade e significa o infinito. O quadrado e o círculo simbolizam dois aspectos fundamentais de Deus: a unidade e a manifestação divina. O círculo exprime o celeste o quadrado o terrestre, não como opostos mas como a emanção do criado. Na relação do círculo e do quadrado existe uma distinção e uma conciliação. O círculo estará para o quadrado como o céu está para a terra e a eternidade para o tempo. Mas o quadrado inscreve-se no círculo o que significa que a terra está dependente do céu.

A um outro nível de interpretação, o céu torna-se ele próprio símbolo, o símbolo do mundo espiritual, invisível e transcendente. Porque é que o céu mantém um movimento circular - pergunta Platão - porque ele imita a Inteligência. O círculo é o signo da unidade, ele é o desenvolvimento do ponto central (e este o princípio primordial, Deus), a sua manifestação. Todos os seus pontos estão à mesma distância e juntam-se no centro, que é o seu princípio e o seu fim. O centro é o "pai" do círculo. Vários escritores, através dos tempos, compararam estas entidades a Deus.

Enquanto forma envolvente, o círculo fechado é um símbolo de protecção. Utiliza-se como elemento mágico, como cordão de defesa à volta das cidades, dos templos, das sepulturas, para defender dos inimigos, das almas errantes e dos demónios. O círculo determina um limite mágico inultrapassável, provavelmente também por identificação com o ventre materno.

Assim o templo, nas mais diversas civilizações, será sempre construído à imagem destes dois paradigmas simbólicos, uma terra cúbica sob uma esfera celeste.

I.2.4 O Doze

Doze é o número das divisões espaço-temporais. É, como já dissemos, o número em que se divide o céu, considerado como uma cúpula, em doze sectores, os signos do zodíaco, que são mencionados desde a antiguidade. Doze são as divisões do ano, nos assírios, nos hebreus e nos chineses, nestes últimos os períodos principais de tempo também se agrupam em doze anos. Os ciclos de 60 anos (12x5) corresponde aos ciclos de revolução solar e lunar. Doze simbolizará o universo na sua complexidade interna. Representa também a multiplicação dos quatro elementos - terra, água, ar e fogo - pelo três da divindade ou pelos três princípios alquímicos - enxofre, sal e mercúrio. Este número é de uma grande riqueza na simbólica cristã. A combinação do 4, correspondente ao mundo espacial (os quatro pontos cardeais), com o 3, (a Trindade) do tempo sagrado, dá o número 12: é o que corresponde à Jerusalém celeste (doze portas, doze apóstolos, etc.); é o mesmo do ciclo

litúrgico. Num sentido místico o três reporta à Trindade e o quatro à criação, mas o simbolismo do doze permanece o mesmo, uma relação entre o que foi criado na Terra com o não criado divino.

A importância deste número é facilmente compreensível. Para os escritores bíblicos é o número de eleição, o do povo de Deus, o da Igreja: Israel tinha doze filhos, havia doze anciãos nas doze tribos do povo hebreu (Géneses, 35, 23 ss), a árvore da vida tinha doze frutos, Jesus escolhe doze discípulos.

Doze prefigura sempre o culminar de um ciclo que se completa.

II. SABERES

II.1. MATEMÁTICA

“... Assim tereis condições para compreender, com todos os santos, qual é a largura e o comprimento e a altura e a profundidade, e conhecer o amor de Cristo que excede a todo o conhecimento, para que sejais plenificados com toda a plenitude de Deus”.

Epístola de S. Paulo aos Efésios, 3, 18

A matemática, como hoje a entendemos, remete sistematicamente para a aritmética e áreas derivadas. Queremos com isto dizer que hoje, pertence ao senso comum, realizar mentalmente contas de multiplicar e dividir ou realizar regras de três simples, bem como outras operações numéricas abstractas. Esta situação só foi possível após a difusão da numeração decimal de posição e a implantação e lenta democratização da alfabetização. A alfabetização inclui a aprendizagem de letras e números e a compreensão da relação entre eles, estabelecendo portanto um determinado tipo de raciocínio, insistimos, abstractizante.

No entanto, a matemática foi durante muito tempo uma ciência claramente vocacionada para o estudo das relações entre as formas e as suas respectivas proporções ou seja da geometria e da trigonometria. Estas duas ciências permitiram a solução satisfatória dos problemas, mais tarde resolvidos pela aritmética e pela álgebra.

Particularmente esta última, a álgebra, cujo nome deriva do termo *al-jabr wa'l muqábala* (que significa restaurar o equilíbrio, e corresponde ao título do livro escrito no séc.IX, e só difundido na europa durante o séc.XII, por Al-Khwárizmí), ao trabalhar com incógnitas e ao desenvolver-se como um conjunto de processos que nos permitem resolver problemas por cálculo mecânico e automático, abstractizou a matemática, retirando-lhe todo o cunho perceptivo e semiológico que ela manteve enquanto a geometria reinou.

Estas questões que hoje parecem estranhas e supérfluas ao nosso raciocínio aritmético, nalguns casos mesmo esotéricas, representam a base da grande incapacidade que hoje demonstramos para a leitura, compreensão e descodificação de questões espaciais e estéticas, na perspectiva do homem culto da antiguidade clássica e medieval. Para o homem da Idade Média, o entendimento do universo, a construção do mundo, e as obras a realizar teriam de ser entendidas através do número, mas na sua forma geométrica, de

proporções entre partes e toda a matéria teria de ser constituída pelos quatro elementos - a Terra; o Ar; o Fogo e a Água - e as duas formas primordiais - o triângulo e o círculo .

“O grande livro do mundo não pode ser entendido se antes não se começar a entender a língua e a conhecer os caracteres em que está escrito o universo(...). Ele está escrito numa língua matemática e os caracteres são triângulos, círculos e outras figuras geométricas, sem os quais é impossível entender, humanamente, palavras.”

Galileu Galilei

Para o homem do séc.XX “ver”(e entender) que o diâmetro de uma coluna de um templo grego é proporcional a todos os seus elementos constitutivos e concomitantemente o seu módulo construtivo, é tão “irracional” como o seria tentarmos fazer hoje multiplicações e divisões em numeração romana.

Com este exemplo percebemos a impossibilidade dos avanços da aritmética até ao séc.XV, data da difusão do zero e da numeração árabe, decimal e de posição.

II.1.1 A Numeração

Durante o longo período da pré-história, foram, com certeza, os dedos os grandes auxiliares do homem para a empresa da contagem. “As numerações faladas remontam em todos os povos a épocas muito primitivas. Aristóteles referia que a maioria dos povos contava em dezenas. No entanto, encontramos em vários idiomas, o grego por exemplo, restos de uma base 5 e noutros, o francês particularmente, vestígios de uma base 20.”(Bouveresse; 1977, 41).

A numeração escrita egípcia era de base 10, tinha uma escrita de posição e cada potência de 10 tinha um hieróglifo próprio, os egípcios não conheciam as fracções mas utilizavam a noção de metade, um terço,... e efectuavam as multiplicações por duplicação e com o auxílio de tábuas. Estas mesmas tábuas serviam para as divisões em processo inverso.

A numeração babilónica, sendo contemporânea da egípcia, é uma das mais notáveis. Utiliza a base 60, é uma escrita de posição e é a que usamos ainda hoje para medir ângulos, arcos e o tempo. Quando temos 637 segundos, sabemos que este valor corresponde a 10 minutos e 37 segundos, como resultado e resto da divisão do valor inicial por 60.

EGÍPCIOS	I	II	III	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	n	e	ϕ
BABILÓNIOS	Y	YY	YYY	YYYY	YYYY	YYYY	YYYY	YYYY	YYYY	<		
ROMANOS PRIMITIVOS	I	II	III	IIII	V	VI	VII	VIII	IX	X	C	CIC
CHINESES	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	百	千
INDIANOS	१	२	३	४	५	६	७	८	९	१०		
MAIAS	—	·	·	·	·	·	·	·
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	100	1000

No entanto a base 60 permite ainda a resolução fácil de muitas fracções(que não são mais do que divisões) já que este número possui uma série de divisores comuns - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20 e 30 ($60/2=30$; $60/3=20$; $60/4=15$; $60/5=12$; $60/6=10$; $60/10=6$; $60/12=5$; $60/15=4$; $60/20=3$; $60/30=2$). Todas estas operações ficam ainda mais facilitadas se se utilizar o múltiplo 360(60×6), como acontece com a medição de ângulos e arcos. Este valor aproxima-se do número de dias/ano o que provavelmente justifica a sua utilização na astronomia e posteriormente a sua utilização na já referida medição de ângulos e arcos, por similitude entre abóbada celeste (tempo cronológico) e espaço circular.

Os astrónomos gregos utilizaram desde o séc.II a.C. o sistema sexagésimal babilónico. A Grécia tinha dois sistemas de numeração, ambos fundados sobre a escrita alfabética. A escrita numérica erudita utiliza vinte e sete letras para escrever todos os inteiros até 1.000.

α' β' γ' δ' ε' φ' ζ' η' θ' ι' κ' λ' μ' ν' ξ' ο' π' ϕ'
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 20 30 40 50 60 70 80 90

ρ' σ' τ' υ' φ' χ' ψ' ω' λ' ,α ,β ,γ ,δ ,ε ,φ ,ζ ,η ,θ
 100,200,300,400,500, 600,700, 800, 900, 1000, 2000, 3000,4000,5000,6000,7000,8000,9000

A numeração popular grega utilizou o princípio posteriormente usado também pela numeração romana ainda nossa conhecida. Esta utiliza um duplo princípio, usa diferentes símbolos para as potências de 10 e para as suas metades (solução que na numeração grega popular ainda era só esboçada)

I	Γ	Δ	Γ ^Δ	H	Γ ^H	X	Γ ^X	M	Γ ^M
1	5	10	50	100	500	1.000	5.000	10.000	50.000
I	V	X	L	C	D	M	DD	(((D)))	DDDD

Esta forma de numerar, grega e romana, facilita a leitura, mas impede ainda a realização expedita de operações aritméticas, dada a extensão dos “números”, e realiza as “divisões/fracções” na base 12. Esta última situação é facilmente detectável na forma como se subdividem os pesos e medidas romanos. É também importante assinalar que a manutenção desta base se manteve nos últimos 10 séculos, já que ainda hoje ela está largamente difundida na noção de dúzia. A base 12 constitui provavelmente uma consequência da base 60, já que as duas possuem os mesmos divisores comuns com exclusão do 5, só possível na segunda.

Todos estes exemplos constituem numerações de posição, ou seja aquela em que os símbolos, que representam o número, adquirem novo valor em função do lugar que ocupam, como acontece na numeração que hoje utilizamos, mas em nenhum destes casos existe um símbolo específico para o 0 (zero).

“A criação de um símbolo para representar o nada constitui um dos actos mais audazes do pensamento, uma das maiores aventuras da razão”(Caraça; 1978,6)

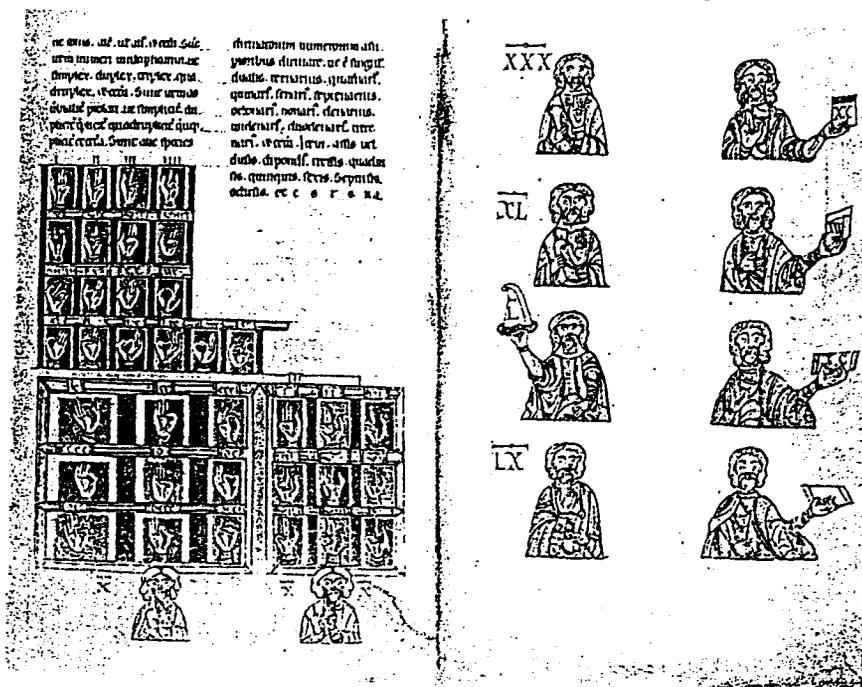
A numeração actual, de base dez, com zero e escrita de posição surge na Índia, cerca do séc. VI d.C. e os Árabes difundem-na rapidamente.

“...Mas se os números decimais são utilizados por alguns matemáticos de génio, mas isolados, como Emmanuel Bonfils de Tarascón em 1350 ou Djamchid al-Káchí(† 1436) em Samarcanda, só no fim do séc. XVI com François Viète(1540-1603) e sobretudo com Simon Stevin(1548-1620) eles se impõem e suplantam, nos cálculos dos sábios, as fracções sexagésimas” (Bouveresse, 1977:48).⁽¹⁾

Podemos concluir portanto que até ao fim da Idade Média, em toda a Europa a escrita numérica se realizou tendo a numeração romana por base, sem acesso ao algarismo (aliás o termo provem do nome próprio árabe Al-Khwárizmí, autor do tratado de álgebra supracitado), utilizando, como também já foi referido, a base 12 para maior operacionalidade. Estas afirmações são verificáveis consultando a epigrafia desse período e a documentação coeva.

II.1.2 As Operações Aritméticas

Encontramos, em todas as civilizações, processos auxiliares de cálculo como as tábuas numéricas, cuja origem remonta pelo menos aos Babilónicos e que subsistem nos nossos dias em forma de tabuadas, as tábuas de Pitágoras, as trigonométricas e as logarítmicas. Há ainda



*De Numeris (ou De Computo) de Rábano Mauro
fim do séc. XII, Lisboa, Bibl. Nac., Alcob.426, fol 251Vº-252r*

que citar o cálculo mental e o digital que teve durante a Idade Média uma larga difusão.

“A difusão do cálculo foi inacreditavelmente vagarosa: da leitura, da escrita e do cálculo, foi este último que o género humano teve mais dificuldades em assimilar. Contar pelos dedos era, há somente quatro séculos, a única bagagem de que dispunha o homem de cultura média para calcular. Quanto às operações, a multiplicação era reputada difícil, mas a divisão não poderia ser abordada senão por matemáticos exercitados; confiavam-na a um perito, a um sábio especialista que trazia o resultado alguns dias depois”(Quartilho; 7)

Como auxiliares surgem os ábacos romanos e as suas correspondências noutras civilizações como os souan-p’an chineses, os soroban japoneses e os stchoty russos, todos eles ainda acessíveis.

O próprio termo cálculo remete para a origem desta forma de fazer contas, com pedras (*calculus* é o termo latino para pedra), utilizando um ábaco, deixando assim perceber bem a tal numeração de posição de que temos vindo a falar em que quando o número de pedras atinge o limite de uma coluna (se fôr a base 10 o limite são 9), se transfere uma pedra para a coluna seguinte.

milhões	milhares	centenas	dezenas	unidades
.....
0	1	9	9	6

Com estes auxiliares de cálculo era possível realizar operações aritméticas, situação ainda hoje verificável em locais de venda popular no Japão e na China.

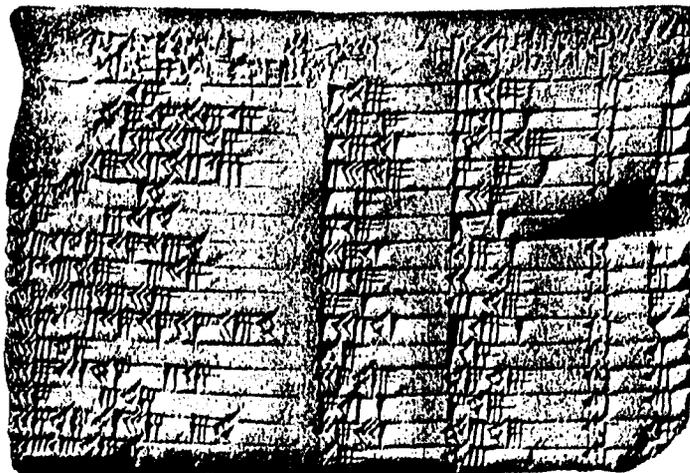
Não existiam portanto os números abstractos, ou seja uma colecção de N elementos, nem o conceito abstracto de número. Para a criação desta abstracção contribuíram os recenseamentos (chamados numeração ou contagem) ou a sucessão de números naturais.

Portanto, a aritmética trabalhava exclusivamente com os números reais (I,II,III,IV,V,VI,...) e com os números complexos ou fraccionários, estes normalmente na base 12, ($3/2=18$ ou dúzia e meia; $3/4=9$), no entanto, estas fracções ou correspondiam a valores inteiros ou as operações com elas realizavam-se sempre no universo fraccionário.

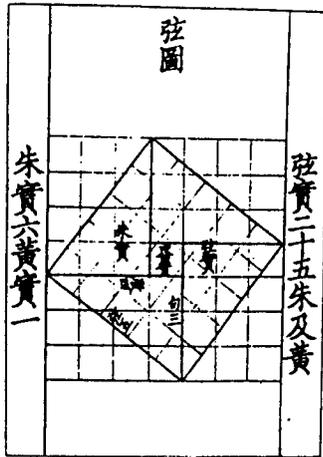
No entanto realizava-se investigação matemática na Grécia e as limitações deste sistema foram assinaladas pelos sábios. Estas limitações estiveram na origem de uma das questões que mais

abalou a escola pitagórica, já que para esta, os princípios da matemática são também os princípios dos seres reais e como os princípios da matemática são os números, afirmaram que os números constituiriam a natureza do Universo. Ora a dimensão da diagonal do quadrado de lado 1 que se determina a partir da $\sqrt{2}$, era impossível ser determinada com os conhecimentos existentes na época. A impossibilidade de resolução desta questão no universo dos números então (re)conhecidos levou a que considerassem que tinham descoberto um erro realizado pelo “arquitecto supremo do universo” e à noção de “número incomensurável”.

Assim, apesar de hoje reconhecermos o Teorema de Pitágoras como fórmula para resolver todas as dimensões de lados de triângulos rectângulos (a soma do quadrado dos catetos é igual ao quadrado da hipotenusa - $\text{cateto}^2 + \text{cateto}^2 = \text{hipotenusa}^2$ ou $a^2 + b^2 = c^2$), na época só algumas dessas triades de valores poderiam ser determinadas, aquelas que existiam no universo dos números inteiros.



Sabe-se ainda que esses valores foram determinados muito antes de Pitágoras já que “... numa minúscula tábuca de barro cozido, cheia de caracteres cuneiformes e que até aí tinham sido interpretados como simples listas de números como os que podemos encontrar num rol de mercearia, estavam cuidadosamente ordenados pares de números, fazendo parte de ternos pitagóricos.(...)Assim, um milhar de anos antes da época de Pitágoras, os “seus” ternos já eram conhecidos.(...) No mais antigo livro de matemática chinês, *Chou Pei Suan Ching*, e que contém conhecimentos matemáticos chineses



anteriores ao séc.VIa.C., aparece um diagrama. No texto que acompanha o diagrama, torna-se claro o conhecimento pelos chineses, nesta época recuada, do teorema atribuído a Pitágoras.”

(Veloso;1994,1/5)⁽¹⁾

II.1.3 Geometria e Proporção

A geometria grega tem ainda por base a relação intrínseca do número com a forma. Esta simbiose aparece expressa nas premissas fundamentais dos mais importantes filósofos da Antiguidade, talvez expressa de forma paradigmática na forma como o Demiurgo de Platão *constroi* a alma do mundo e o próprio mundo.

“Assim foi o fogo e a terra que o deus tomou, quando se pôs a compor o corpo do universo. Mas se não temos mais que duas coisas, é impossível combiná-las convenientemente sem uma terceira; já que é necessário que haja entre as duas um ligante que as una. Ora, de todos os ligantes, o melhor é aquele que, dele mesmo e das coisas que une, forma uma unidade tão perfeita quanto possível, e esta unidade é a proporção que por natureza o realiza. Já que efectivamente, de quaisquer três números, cúbicos ou quadrados, o médio está para o último como o primeiro está para o médio e que inversamente o médio está para o primeiro o que o último está para o médio, o médio torna-se portanto o primeiro e o último e o último e o primeiro tornam-se os médios, logo necessariamente todos os termos serão os mesmos e sendo os mesmos uns e outros, formarão um todo. Se portanto o corpo do universo tivesse de ser uma simples superfície, sem profundidade, um só termo médio chegaria para

ligar o conjunto dos dois extremos. Mas de facto, ele devia ser um corpo sólido. Assim como os sólidos se mantêm coesos através de duas medianas e nunca por uma só, o deus criou a água e o ar entre o fogo e a terra segundo proporções de tal modo que fosse possível que o fogo estivesse para o ar, o ar estivesse para a água, e que o que o ar estava para a água, a água estivesse para a terra e foi assim que ele ligou o conjunto e compôs um céu visível e tangível. Foi desta maneira e com estes elementos, em número de quatro, que o corpo do mundo foi formado. Regido pela proporção, ele possui em si a amizade, de modo que, ao tornar-se a unidade, tornou-se indissolúvel para todos excepto para aquele que o uniu.

Cada um dos quatro elementos entrou inteiro na composição do mundo, pois o seu autor compô-lo de todo o fogo, de toda a água, de todo o ar e de toda a terra sem deixar de fora nenhuma porção nem potência alguma destes elementos.(31b-33a)(...) Quando o pai que o tinha engendrado se apercebeu que o mundo que ele tinha formado à imagem dos deuses eternos se movia e vivia, ele sentiu-se feliz e, na sua alegria, ele pensou torná-lo ainda mais parecido ao seu modelo. Ora, como este modelo é um animal eterno ele esforçou-se por transformar este universo, na medida do possível, em eterno. Mas a natureza eterna do animal, não estava de acordo nem era possível adaptá-la completamente ao que foi engendrado. Então ele idealizou fazer uma imagem móvel da eternidade e, ao mesmo tempo que ele organizava o céu, ele fez da eternidade que sobrava na unidade essa imagem eterna que progride segundo o número, e que nós chamamos o tempo."

Platão(Timeu, 38a)

No entanto, para compreendermos esta simbiose entre número e forma, precisamos de recuar à etimologia de algumas palavras que hoje povoam o nosso vocabulário com sentidos verdadeiramente corrompidos.

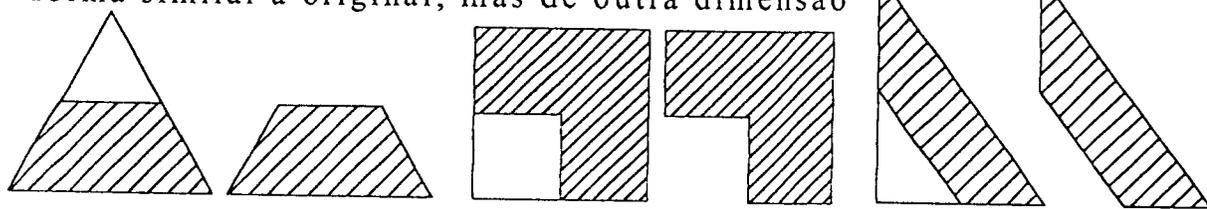
O significado que hoje atribuímos à palavra simetria é a da semelhança entre partes constitutivas de um todo organizado segundo um determinado eixo. No entanto o sentido original grego do termo simetria - *symmetría* - remete para a noção de redução a uma medida comum, de justa proporção, de uma relação da parte

com o todo. O termo latino equivalente é proporção - *proportione* - cujo sentido ainda hoje usamos e que nos dá, de facto o sentido de equivalência entre porções.

Analogia é outra das palavras que precisamos rever já que também ela possuía em grego - *analogia* - um sentido muito diverso, significava: proporção matemática; correspondência; equivalência, ao contrário do seu sentido actual que a identifica com semelhança.

Vejam os ainda alguns termos que na origem possuíam sentidos concomitantemente arquitectónicos, musicais, astronómicos ou relacionados com o conhecimento: Eúritmia - grego *eurythemía* - movimento bem ritmado, cadência, harmonia, proporção harmoniosa, regularidade ou justa proporção entre as partes de um todo, perfeita coordenação entre todas as partes de uma composição musical; Modulação - latim *modulatione* - acto de medir, de regular, medida regular, medida ritmada, cadência, melodia; Modular - latim *modulare* - medir, submeter a leis musicais, a uma medida, um ritmo; Harmonia - grego *harmonia* - lei, ordem, justa proporção, adaptação das palavras a um trecho de música, acordo, sentido filosófico; Regra - latim *regula* - objecto que serve para endireitar ou esquadrear, padrão, pau direito, ripa, fasquia.

Necessitamos ainda de ir buscar o termo gnomon (que retomaremos no capítulo da astronomia). Gnomon deriva da palavra grega gnomônion que quer dizer relógio solar, no entanto na origem etimológica da palavra existe o étimo grego *gnòme* que significa: sinal, provérbio, faculdade intelectual, conhecimento. Produziu palavras tão dispares como: gnomo - génio que preside à Terra e a tudo o que ela contém; gnómon - relógio de sol; gnoseologia - ciência do conhecimento (do latim *cognoscere*). Gnomon tinha, na antiga Grécia, um significado específico (usado por Aristóteles e por Euclides) que correspondia a uma figura que ao juntar-se (ou retirar-se) a outra produzia uma forma similar à original, mas de outra dimensão



 Gnomon

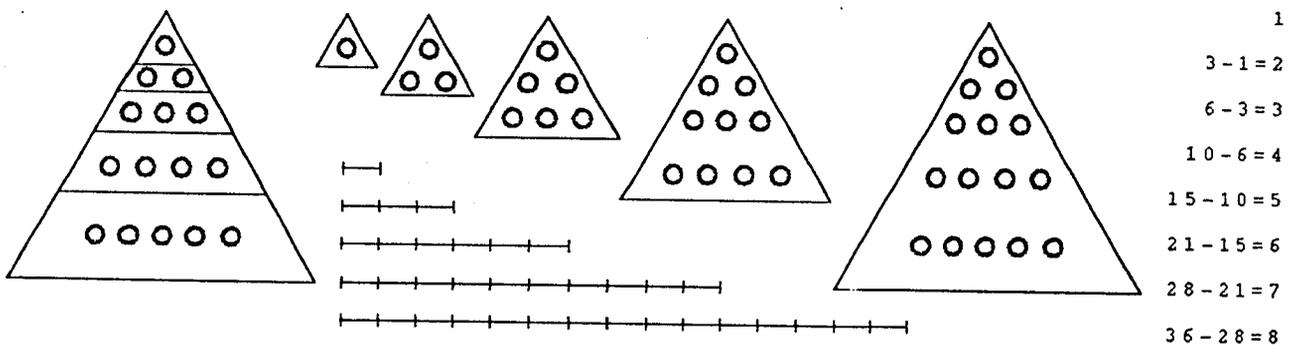
Ou seja o termo gnomon possuía o sentido complementar do termo simetria e analogia, e introduzia o conceito de número-espaço, de

número traduzível em forma e em imagem: o número-qualidade (que remete para a arquitectura) e não o número-quantidade (que remete para o cálculo aritmético).

Para confirmar esta afirmação basta verificar o modo como ela se desenvolve nos números figurados, na matemática pitagórica.

Os números figurados surgem como uma sequência crescente de pedras ou pontos que se organizam segundo formas poligonais regulares. A cada tipo de polígono regular corresponde uma série de números figurados, nos quais o primeiro termo ou termo da primeira fila é sempre e por definição a unidade.

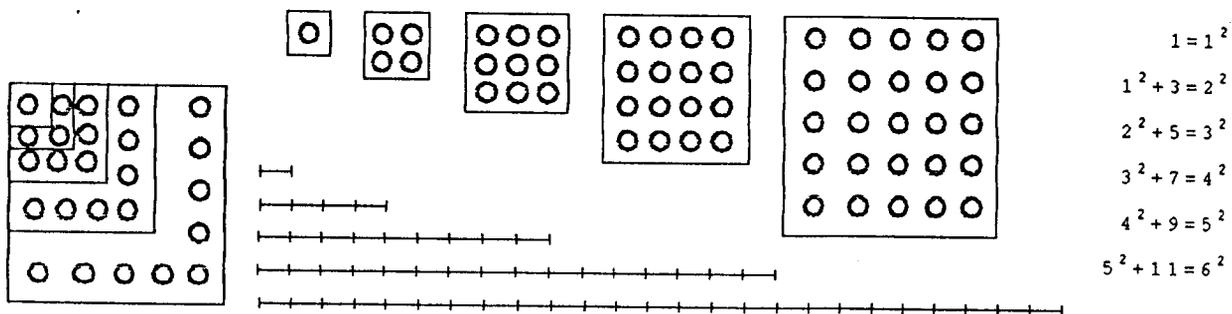
$$\frac{n(n+1)}{2}$$



A subtração do elemento anterior fornece a sequência dos números naturais

Os gnomons também correspondem aos números naturais

$$n^2$$



Os gnomons correspondem aos números ímpares

As potências correspondem à sequência dos números naturais

“Ilustram perfeitamente a correlação, tantas vezes esquecida depois, entre números e formas (ou entre os números e as ideias, como dizia Platão, para o qual os conceitos de forma e ideia estavam fundidos num mesmo arquétipo). No espaço a duas dimensões (o plano) os números poligonais correspondem às somas de números de pontos, representando eles mesmos, formas homotéticas crescentes (quer dizer por figuras semelhantes de polígonos regulares).” (Ghyka; 1952, 60).⁽³⁾

É interessante constatar como ainda hoje falamos, de uma forma subtilmente encapotada, destes números, quando nos referimos a 2^2 (dois ao quadrado), 3^2 (três ao quadrado),... mais não fazemos do que referir-nos aos números figurados quadrados, utilizando um esquema pedagógico óbvio, quantas vezes omitido pelos professores e que permitiria aos nossos alunos entender a matemática de uma forma perceptível e não “esotérica” e axiomática, distante da compreensão. O que ficou explicado repete-se para os números figurados tridimensionais, tais como os números cúbicos - 2^3 (dois ao cubo), 3^3 (três ao cubo),....

“Também o conceito de número figurado teve importância na elaboração dos processos somatórios. (...)Os números figurados explicados por Nicomaque de Gerusa na sua *Introdução Aritmética*, no séc.II da nossa era, encontra-se também, no séc.VI na *De Institutione Arithmetica* de Bóecio, e praticamente em todas as aritméticas até ao fim do renascimento”. (Bouveresse; 1977, 49).

Voltemos agora à questão dos triângulos rectangulos, da determinação solução. Esta solução é a demonstração cabal de como o nosso raciocínio algébrico se encontra, hoje, tão enraizado que a solução geométrica nos surge como ovo de Colombo e inacessível. O triângulo 3,4,5, também chamado sagrado (provavelmente pelos imensos serviços que prestou, durante séculos aos constructores) era o “segredo” para a construção de perpendiculares. Durante séculos a utilização de uma corda, subdividida por nós, em 12 partes, permitiu aos constructores determinar paredes em esquadria e construir perpendiculares. É ainda importante reter que este triângulo dividido em 12 partes corresponde a “metade” (simétrica pela diagonal) de um rectângulo de 3 e 4 de lado com 12 de área.



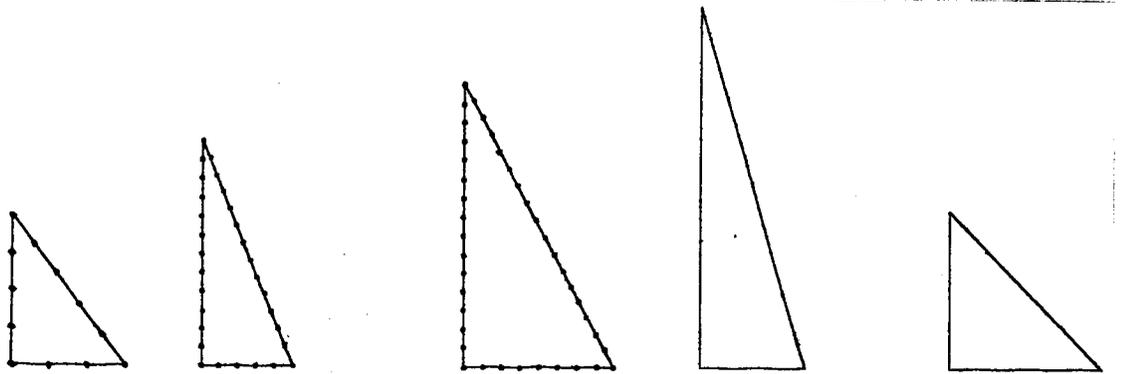
Pitágoras: Escultura do portal oeste da Catedral de Chartres

No Egipto havia uma classe social, integrada na classe sacerdotal que tinha por função demarcar os limites das propriedades após as cheias do Nilo, cabia-lhes também a função de determinar e delimitar os território para a construção de templos e altares. Na Grécia essa mesma função era cumprida pelos “*harpedonaptai*”.⁽⁴⁾

Estes sacerdotes utilizarão já, como nos parece óbvio, o mesmo método que nos aparece descrito e representado no período medieval e que atrás descrevemos, para a implantação de um novo edifício. Com esse método de esticar cordas com nós seria possível marcar cunhais à esquadria, bem como determinar paralelismo entre paredes.

“No entanto parece possível que Pitágoras tenha aprendido geometria através de sacerdotes egípcios e aritmética com magos babilónicos. No Egipto ele pode ter tido contacto com os “esticadores de cordas”, que eram peritos em construções geométricas, e na Babilónia ele pode ter aprendido a aritmética (incluindo o cálculo dos triângulos ditos Pitagóricos).” (Waerden; 1983, 87)

As tábuas babilónicas e chinesas, (repletas de triades, de que já falámos), para a resolução de triângulos rectângulos, dão-nos também elas exemplos de gnomons geométrico-numéricos, resolvidos exclusivamente no âmbito dos números inteiros (3,4,5, - 5,12,13 - 8,15,17 - 7,24,25 - 20,21,29).



$$3^2 + 4^2 = 5^2$$

$$9 + 16 = 25$$

$$5^2 + 12^2 = 13^2$$

$$25 + 144 = 169$$

$$8^2 + 15^2 = 17^2$$

$$64 + 225 = 289$$

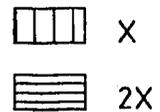
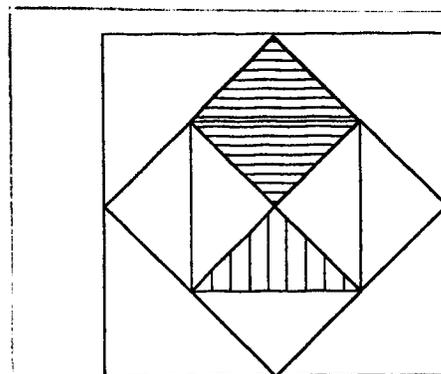
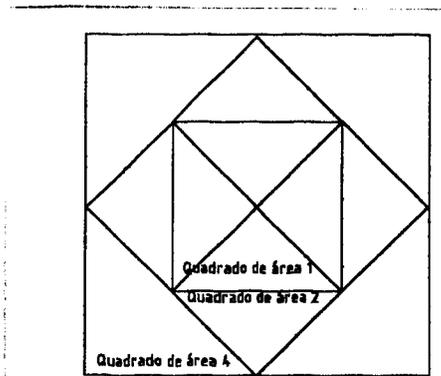
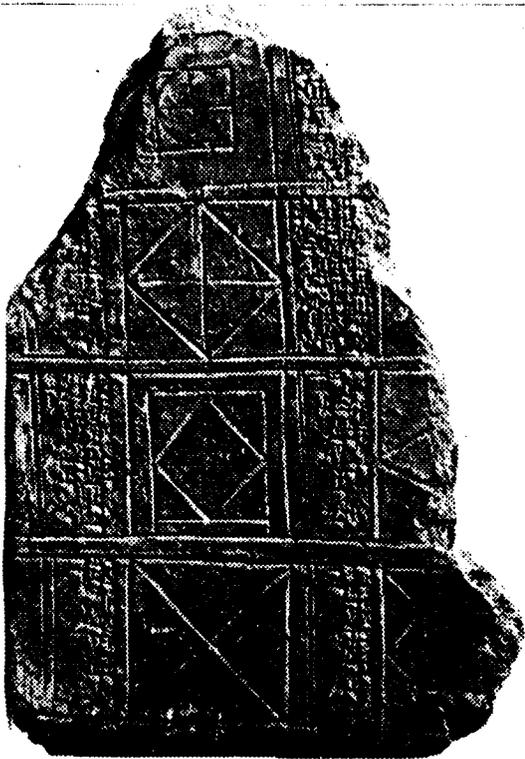
$$7^2 + 24^2 = 25^2$$

$$49 + 576 = 625$$

$$20^2 + 21^2 = 29^2$$

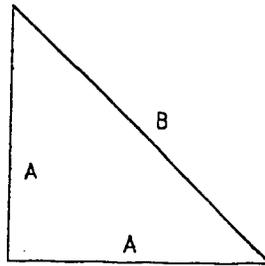
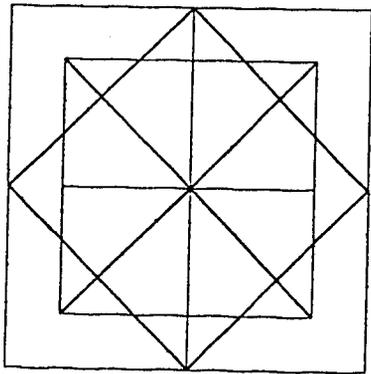
$$400 + 441 = 841$$

Também os quadrados nos podem dar séries, por rotação, por justaposição ou ainda por progressão a partir das suas diagonais. Começemos por verificar o que acontece se rodarmos quadrado de lado 1 (uma unidade qualquer, um módulo, uma unidade de medida e não uma medida em centímetros). Após a sua construção tracemos



um outro quadrado exterior ao primeiro, rodado 45° e tendo como pontos comuns os vértices do primeiro. Este segundo quadrado terá, como se pode verificar o dobro da área do primeiro. Se repetirmos o procedimento verificaremos que nos surgem progressivamente quadrados duplos (em área) dos anteriores, ou seja teremos a seguinte progressão 1, 2, 4, 8, 16,...

Realizemos, agora uma outra forma de construção de quadrados proporcionais. Retomemos o nosso quadrado de lado 1, tracemos-lhe as suas diagonais e medianas. Rodê-mo-lo, sobre si próprio 45°, de forma a que as diagonais coincidam com as medianas e obteremos um octógono estrelado. Desenhemos agora o quadrado que inscreve este octógono. Do mesmo modo que acontecia no nosso primeiro exemplo, o que eram diagonais do primeiro quadrado são agora os lados do segundo, logo através do Teorema de Pitágoras poderemos verificar termos encontrado um quadrado de lado $\sqrt{2}$.



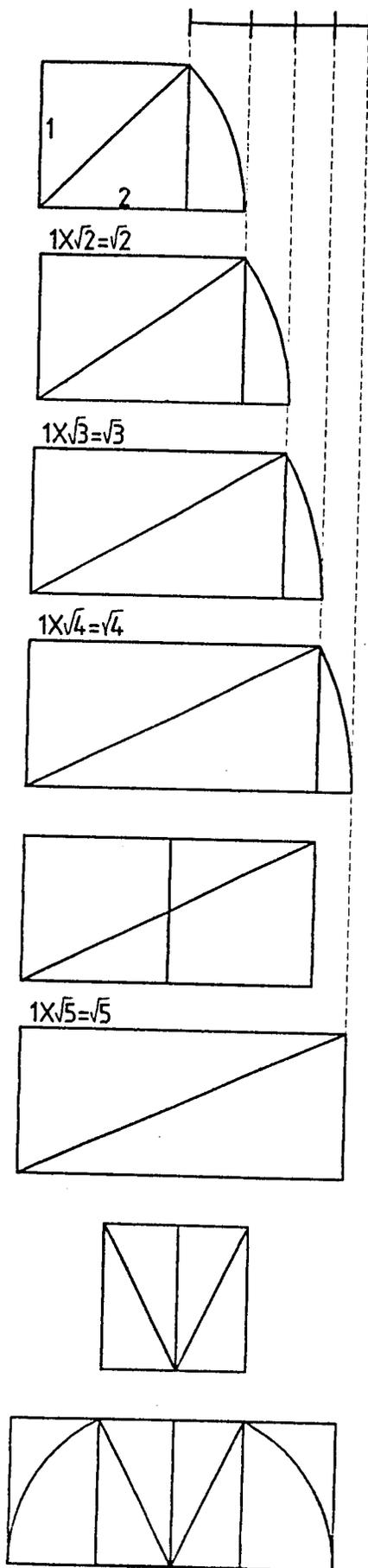
$$\begin{aligned} A^2 + A^2 &= B^2 \\ 1^2 + 1^2 &= B^2 \\ 2^2 &= B^2 \\ B &= \sqrt{2} \end{aligned}$$

O desenvolvimento desta rotação do quadrado fornecer-nos-á uma sequência com as seguintes dimensões de lado 1, 1, $\sqrt{2}$, $\sqrt{2}$, 2, 2, $\sqrt{8}$, $\sqrt{8}$, 4, 4, ...

A sequência é obviamente semelhante à primeira no entanto intercala um novo valor que não é mais do que o produto do elemento anterior por $\sqrt{2}$ ($\sqrt{2}=1,41$; $\sqrt{8}=2,82$; $\sqrt{32}=5,65$).

Desenhemos, uma vez mais, um quadrado de lado 1. Tracemos uma diagonal $\sqrt{2}$. Se com um compasso projectarmos a diagonal na horizontal, obteremos um rectângulo que tem como altura 1 e como base $\sqrt{2}$.

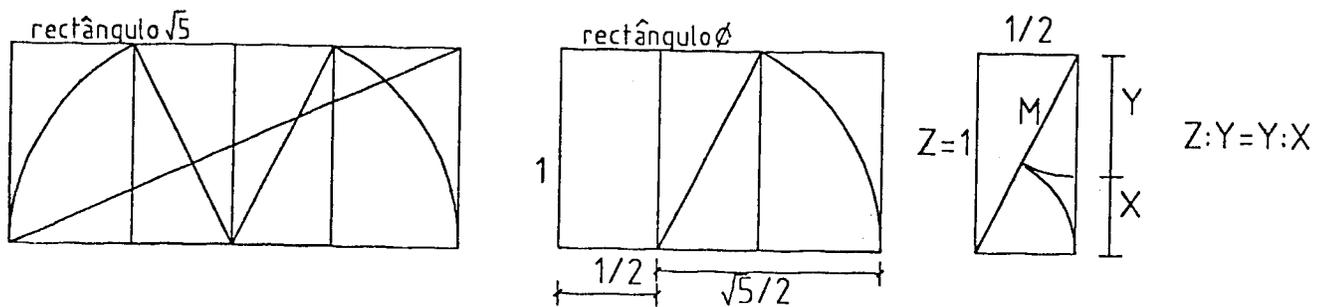
Chamar-lhe-emos rectângulo $\sqrt{2}$, já que a sua área é dada pelo produto $1 \times \sqrt{2}$. Redesenhemos sobre o desenho que acabamos de fazer a diagonal deste rectângulo $\sqrt{2}$. Teremos a hipotenusa de um triângulo rectângulo que tem como catetos 1 e $\sqrt{2}$ e a hipotenusa



será $\sqrt{3}$. Se repetirmos o procedimento encontraremos rectângulos $\sqrt{4}$, $\sqrt{5}$,... Estes rectângulos em sucessão têm como invariante a altura de 1, porque nascem do quadrado de base 1 e resultam da projecção das suas diagonais. Se observarmos, produz-se um crescimento modelado progressivo (forma-se uma escala logarítmica). Estes rectângulos estão ligados uns aos outros por uma escala de valores rítmico-proporcionais. Todos estes rectângulos, que têm a sua autonomia construtiva no âmbito da série, possuem em si as duas possibilidades de procedimento modular: a algébrica (proveniente da progressão logarítmica) e a geométrica (proveniente das sucessivas projecções das diagonais).

No entanto o rectângulo $\sqrt{5}$ tem características particulares. Antes de mais pode ser construído directamente sem ser preciso percorrer todo o processo descrito, basta, para o obter, encostar dois quadrados e projectar a respectiva diagonal (como se pode verificar graficamente). Vejamos agora como ele pode ser construído ainda de uma outra forma: tomemos o quadrado de base 1 e divida-mo-lo

por uma mediana vertical em duas partes iguais. O quadrado de base 1 será agora formado por dois rectângulos de lados 1 e 1/2. Tracemos uma diagonal a cada um destes rectângulos de forma a que elas sejam divergentes para o exterior. Façamos centro com o compasso no ponto de intersecção e projectemo-las na horizontal. Obteremos, também, um rectângulo de altura 1 e base $\sqrt{5}$ ou seja rectângulo $\sqrt{5}$ (de área $\sqrt{5}$).



$$M^2 = 1^2 + 1/2^2 \quad M = 1,118$$

$$Z=1 \quad Y=0,618 \quad X=0,382 \quad Z/Y=Y/X \quad 1/0,618=0,618/0,382 \quad 1,618=1,618$$

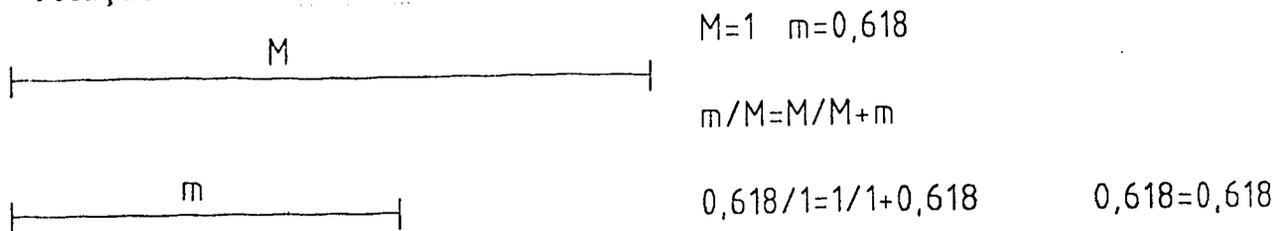
De facto teremos dois rectângulos $\sqrt{5}/2$, justapostos. Se a um desses rectângulos adicionarmos só o meio rectângulo anexo, obteremos um rectângulo com base $1/2 + \sqrt{5}/2$, o que resolvido nos dá $(0,5 + 2,236/2 = 0,5 + 1,118 = 1,618 = \phi)$, e que corresponde exactamente ao valor da série de Fibonacci.⁽⁵⁾ Será essa a área de este novo rectângulo.

Construamos, por fim um rectângulo de lados respectivamente 1 (Z) e 1/2, tracemos a diagonal (M) e façamos centro num dos seus extremos, projectemos o lado menor (1/2) sobre a diagonal e com centro no outro extremo transfiramos essa dimensão sobre o lado maior do nosso rectângulo. Esta medida é a secção áurea do lado maior (1), ou seja a única secção em que se verifica $Z/Y = Y/X$.

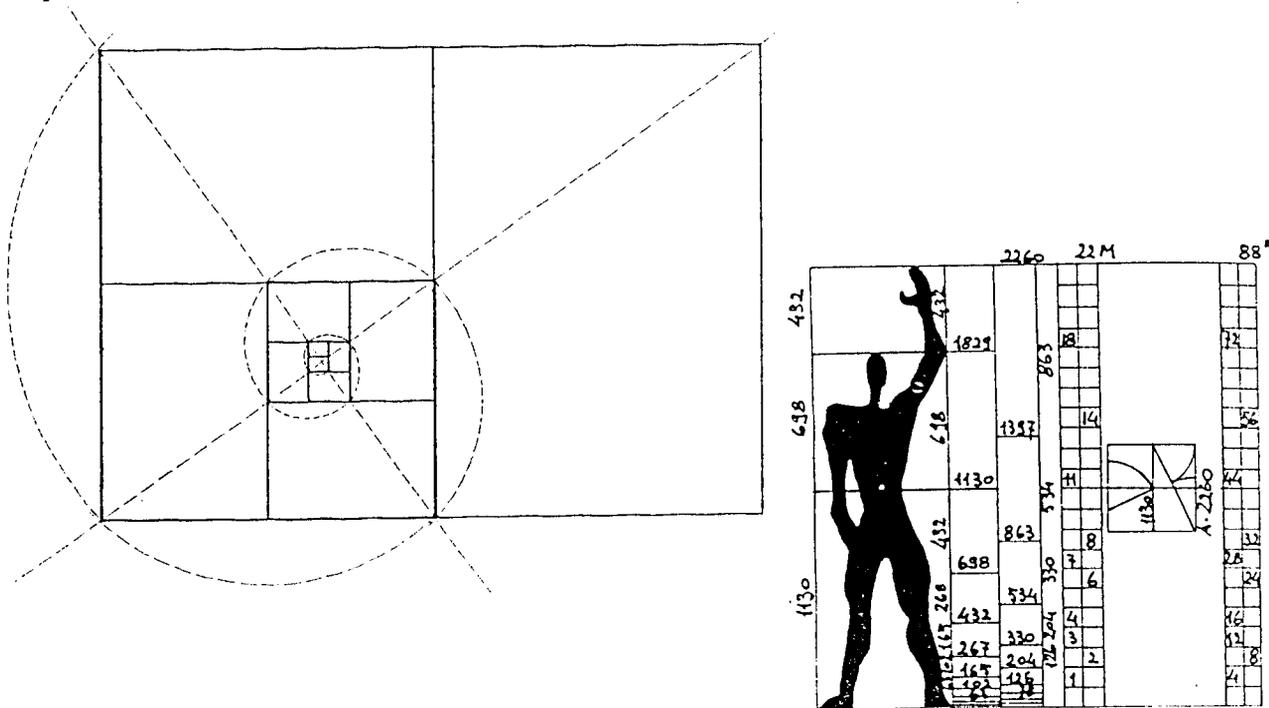
“Essas propriedades conferem ao rectângulo (secção áurea) uma misteriosa afinidade matemática com o quadrado, uma afinidade que para os pitagóricos explicava completamente a sua harmonia visual. Claro que é gratificante observar essas propriedades matemáticas e ainda mais gratificante é contemplar a harmonia visual que delas resulta. Não admira que a secção áurea tenha oferecido uma tal inspiração ao constructores dos templos gregos, das catedrais góticas, dos palácios renascentistas” (Scruton, 1979 : 68)

Se aplicarmos este conceito a um segmento de recta, teremos que $m/M = M/(M+m)$. Logo, de todas as subdivisões que possamos estabelecer num segmento, é a única cujo comprimento de uma das

partes é a média proporcional do segmento total e o comprimento da restante⁽⁶⁾ e constitui a passagem da tradição exclusivamente geométrica grega para a sua correspondente numérica, e dá-nos a relação com o estudo da música.⁽⁷⁾



Na Grécia usavam estas relações não como proporções entre rectas, fracções, quadrados, rectângulos, mas processualmente como construção de uma estrutura modelada. É fundamental notar que os gregos não utilizavam medidas (já que não se conheciam os números irracionais) mas toda a construção era o resultado de um procedimento modular.



Desenvolvimento modular de um rectângulo $\sqrt{2}$ e *Modulor*, sistema modular criado por Corbusier

“Nos nossos dias, Le Corbusier imaginou, a partir das propriedades do número d’ouro um Modulor, ou seja um sistema de medidas para que as obras de arquitectura surgissem em proporções harmoniosas. As medidas do Modulor constituem uma sequência de Fibonacci, na

qual cada termo, obtido pela multiplicação do precedente pelo número d'ouro, é a soma dos dois termos que o precedem. (...) Os arquitectos e artistas da Bauhaus utilizaram também proporções semelhantes." (Russo; 1973, 198)⁽¹⁾

NOTAS

- (1) cf. François Russo, *Histoire de la Mathematique*, Paris, La Bibliotheque du CEPL, cap. Historique.
- (2) cf. B.L.van der Waerden, *Geometry and Algebra in Ancient Civilizations*, New York, Springer-Verlag, 1983, p.27
- (3) cf. A. Marcoli, *Teoria del Campo*, Florença, Sansoni, 1971, vol I, p.290.
- (4) cf. B.L.van der Waerden, *Geometry and Algebra in Ancient Civilizations*, New York, Springer-Verlag, 1983, p.23
- (5) Trata-se daquilo a que a partir do sécXII se chamou a série de Fibonacci, (assim chamada devido ao matemático que lhe concebeu a fórmula). Leonardo Fibonacci conhecido como Leonardo Pisano, foi matemático e notabilizou-se por ter introduzido a numeração árabe. A série por ele criada é formada por uma sucessão de números em que cada novo elemento é a soma dos dois anteriores - 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, Estes números quando constituídos em fracção, (em que cada uma delas tem no numerador o somatório dos elementos da precedente fracção e no denominador o precedente numerador) tendem para o valor de ϕ - $3/2=1,5$; $5/3=1,666$; $8/5=1,6$; $13/8=1,625$; $21/13=1,615$; $34/21=1,619$; $55/34=1,617$; $89/55=1,618$; $144/89=1,6179$;
- O número recíproco deste ($1/\phi=0,618$) é a conhecida secção aurea. É constituída pelos mesmos elementos da série de Fibonacci, mas as fracções são construídas do seguinte modo: cada uma delas tem no numerador o precedente denominador e no denominador a soma do seu numerador com o precedente numerador - $1/2=0,5$; $2/3=0,666$; $3/5=0,6$; $5/8=0,625$; $8/13=0,6153$; $13/21=0,6190$; $21/34=0,6176$; $34/55=0,6181$; $55/89=0,6179$; $89/144=0,6180$;
- ...
- (6) cf. Neufert, *Arte de Projectar em Arquitectura*, S. Paulo, Gustavo Gili, 1976, p. 28
- (7) Ver capítulo respectivo, neste trabalho.
- (8) cf. Le Corbusier, *Le Modulor*, Paris, Editions Denoel/Gonthier, 1982.

II.2. MÚSICA

“ A beleza é a concordância e a conveniência de um objecto para si próprio e a harmonia de todas as suas partes em si mesmas e de cada uma em relação às outras e em relação ao todo, e deste último nas suas concordâncias.”
Roberto Grossatesta, De Divinibus Nominibus

Para se compreender a noção de proporção (ou seja a relação matemática entre duas entidades) será necessário investigar o conceito de proporção harmónica, ou seja a relação entre notas produzidas por cordas de diferentes comprimentos.

A música, ou primordialmente os sons, terão acompanhado o homem desde sempre. A conjugação de sons melódiosos, ou seja agradáveis ao ouvido, provem da descoberta das potencialidades da fala.

"Nessa época (2900 a.C.), um certo Ling-Luen, sábio de profissão, inventa a teoria musical chinesa, uma teoria tão perfeita que serviu até aos nossos dias. Foi ele que criou a escala chinesa, talhando canas de comprimentos bem calculados, nas quais soprava." (Candé; 1980, 15) Na margem do Tigre e do Eufrates, na Babilónia, os músicos eram mais distinguidos do que os sábios, logo depois dos reis e dos deuses. Nos massacres que se seguiam às conquistas, os Assírios poupavam sempre os músicos que traziam com o espólio. A Bíblia está cheia de música. Por ela ficamos a saber que Samuel fundou, cerca de mil anos a.C..uma escola de profetas e de músicos, e foi ele quem colocou no trono de Israel, David.

Apesar da música, enquanto elemento de prazer, ter acompanhado a evolução do homem praticamente desde a sua origem, apesar de sabermos que nas civilizações antigas ela se teria praticado profusamente, só com os gregos ela assume a sua vertente teórica, sendo esse estudo associado à noção de saber. "A música dos gregos veio sem dúvida da Mesopotâmia, da Ásia Menor, do Egipto. (...) Durante muito tempo os Gregos não tiveram outra palavra senão Sophia para a designar; Sophia que significa sabedoria, habilidade, mestria. Os maiores filósofos Gregos falaram todos eles de música."(Candé;1980, 15)

O conhecimento era concebido de uma forma total e integrada, não existindo especialização de saberes como hoje os entendemos. Um sábio acumulava as noções disponíveis e experimentava em áreas tão díspares como a filosofisa, a geometria ou a música e todos estes conhecimentos tinham de se constituir como um todo coerente,

explicando-se uns aos outros e fazendo com que os avanços se realizassem concomitantemente. Esta forma de estar "científica" traduz uma postura antagónica àquela que possuímos hoje, em que cada ciência evolui autonomamente, apesar de muitas vezes virmos a concluir que os avanços numa área confirmam os que se realizaram noutra. Provavelmente a quantidade de conhecimentos que existia na antiguidade, sendo menor, permitia aquilo a que hoje chamamos de conhecimento renascentista, mas que de facto, existia já muito antes desse período.

Os gregos deixaram-nos um sentido musical muito rico, com escalas, modos, ritmos e instrumentos de que se encontram traços na nossa música e na dos árabes.



Em que consiste, de facto, a investigação e o avanço realizado pelos gregos em matéria de música? Foram eles os primeiros a teorizar, sobre a relação existente entre a dimensão das cordas de um instrumento musical e as notas que se produziam. Esta relação foi estabelecida sempre de uma forma geométrica (entre a dimensão das respectivas cordas) e nunca, como acontece hoje, entre as frequências (vibrações por segundo) dos sons produzidos, já que estas, eles não podiam, por incapacidade técnica, medir. No entanto é interessante verificar que a razão entre frequências é inversamente proporcional à razão da dimensão das cordas (ou seja um dó que produza 256 vibrações por segundo corresponde a uma corda do dobro do tamanho daquele dó que vibra 512 vezes por segundo - $512/256$ vibrações por segundo \Rightarrow $1/2$ do tamanho da corda).

Vejam os como Pitágoras estabeleceu a sua gama diatónica (que se compõe de tons e semi-tons), e é a base das gamas posteriores ocidentais. A gama diatónica primitiva fundamenta-se sobre o intervalo de quinta (diferença entre cinco notas - dó, ré, mi, fá, sol) ou seja, cada comprimento de corda multiplicado por 2/3, produz uma outra nota musical que é a quinta nota após a anterior.⁽¹⁾

Pitágoras estudou os sons produzidos por uma lira tetracorde (com quatro cordas), em que as cordas tinham por comprimento a unidade, 2/1 para a oitava, 4/3 para a quarta e 3/2 para a quinta.

Assim e seguindo o mesmo raciocínio, teremos:

Nota	S	L	S	Dó	R	M	F	Sol	L	S	D	Ré	M	F	S	Lá	S	D	R	Mi	F	S	L	Si	Notas
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	Oitavas
3/2				1				2/3				4/9				8/27				16/81				32/243	Proporção
3/2				1				2/3				(2/3) ²				(2/3) ³				(2/3) ⁴				(2/3) ⁵	
1,5				1				0,66				0,44				0,28				0,19				0,13	Equivalência

Cada nota é exactamente a quinta exacta da anterior e da seguinte. Já verificámos que qualquer corda dividida (ou multiplicada) por dois produz a mesma nota, só que em diferentes oitavas, logo, pela observação do mapa acima, percebemos a técnica de realizar uma escala. Teremos agora que transportar para dentro de uma só oitava (ex: Dó1 → Dó2) as notas com os mesmos timbres que: Fa0, dividindo-a por 2 e obtendo assim Fa1; multiplicando por 2 Ré2 e Lá2 e por 4, Mi3 e Si3.

Teremos, transpondo os comprimentos

Do 1	Ré 1	Mi 1	Fá 1	Sol 1	Lá 1	Si 1	Dó 2	
1	0,88	0,76	0,75	0,66	0,56	0,52	0,5	Comprimentos
256	288	324	341 1/2	384	432	486	512	Frequência
	8/9	8/9	243/256	8/9	8/9	8/9	243/256	Intervalos

Com excepção do estudo das frequências, toda a sistematização deste estudo era acessível aos pensadores gregos contemporâneos de Pitágoras.

Como refere Emily Chambry no seu comentário ao Timeu: " Platão tinha aprendido com os pitagóricos que os números a que se reduzem

as leis da natureza são a única coisa fixa e certa no meio da transformação perpétua de todas as coisas. Assim foi ao número que ele recorreu para explicar o mundo e a alma do mundo. É necessário lembrarmos a composição dos três ingredientes que constituem essa alma, como um contínuo de matéria maleável que o Demiurgo divide em partes expressas por números que formam duas proporções geométricas de quatro termos cada uma: 1,2,4,8, e 1,3,9,27. É necessário colocar estes números numa única sequência e por ordem: 1,2,3,4,8,9 e 27. Os intervalos que separam estes números serão preenchidos por outros números de forma a obter-se uma série composta de notas musicais com intervalos de um tom ou de um meio-tom. A série resultante compreende quatro oitavas, uma sexta maior, e não vai mais longe porque Platão parou no número 27, cubo de 3."(Chambry, 1969, 382)

Para uma melhor compreensão apresentamos o texto de Platão em que este explana a sua concepção (talvez mais correctamente a da *harmonia das esferas* de de Pitágoras) de criação do mundo:

"Mas o deus fez a alma (do mundo) antes do corpo e superior ao corpo em idade e em virtude, porque ela estava destinada a dominar e a comandar e o corpo a obedecer.

Vejamos com que elementos e de que maneira ele a compôs. Com a substância indivisível e sempre a mesma e com a substância divisível que nasce dentro dos corpos, ele formou combinando as duas, uma terceira espécie de substância intermédia, a qual participa à vez da natureza do Mesmo e na do Outro, e ele colocou-a no meio da substância indivisível e da substância corporal divisível. Depois tomando as três, ele combina-as numa forma única, harmonizando de forma que ao Mesmo e o Outro repugne a mistura. Quando ele juntou as duas primeiras com a terceira e as três constituíam um todo, ele dividiu esse todo em tantas partes quantas as necessárias, sendo cada uma, uma mistura do Mesmo e do Outro e da terceira substância. Vejamos como ele fez. Do todo ele separou uma parte; depois retirou uma outra, dobro da primeira, depois uma terceira, uma vez e meia maior do que a segunda, e tripla da primeira, depois uma quarta, dobro da segunda, uma quinta tripla da terceira, depois uma sexta, oito vezes a primeira, e por fim uma sétima vinte e sete vezes maior do que a primeira. Depois de isto feito, ele preencheu os intervalos duplos e

triplos, cortando ainda porções da mistura primitiva e colocando-os nos intervalos de maneira que houvesse em cada intervalo duas medianas, uma ultrapassando os extremos e ultrapassada por eles na mesma razão de cada um deles, a outra ultrapassando um extremo no mesmo valor em que ela é ultrapassada pela outra. Depois destas ligações realizadas nos primeiros intervalos surgiram novos intervalos de mais três meios, quatro terços, nove oitavos. Então o deus preencheu todos os intervalos com três meios com o auxílio do intervalo de nove oitavos, deixando entre cada um uma fracção tal que o intervalo sobranse fosse definido pela relação do número 256/243. Deste modo a mistura que ele tinha cortado em partes encontrava-se utilizada na sua totalidade."

(Timeu, 34c-36c)

Esta perspectiva de Platão, em que o Demiurgo utiliza as proporções musicais para criar o mundo, define com precisão a forma como nessa época se considerava a música, o número e a sua proporção como elementos divinos e também como todos os conhecimentos eram explicados como um todo homogéneo.

Esta investigação realizada durante o séc.VI a.C. compreende os únicos avanços teóricos realizados nesta área, de facto os instrumentos desenvolveram-se, o repertório de canto sofreu alterações em função das necessidades, mas foram necessários quinze séculos para que se inventasse a polifonia e vinte para que se instituisse a escrita musical.

De facto não parece ter existido nenhuma apetência particular dos romanos para as questões musicais. É provável que os primeiros cristãos tenham absorvido o canto como forma de oração. É talvez esta forma de arte o melhor traço de união entre a Antiguidade Clássica e a Idade Média.

Boécio (470-526) destaca-se não só como tradutor e comentador de Aristóteles, mas também como teorizador das relações proporcionais no âmbito da teoria musical. Ele transmite para a Idade Média muito do pensamento pitagórico sobre música, de tal modo que durante o período medieval Pitágoras será o inventor daquela. Com Boécio verifica-se um facto muito sintomático e representativo da mentalidade medieval, ao falar de música estar-se-á a falar de uma ciência das proporções matemáticas nas leis musicais. Defenderá que a alma e o corpo do homem estarão sujeitos às mesmas leis que

regularão os fenómenos musicais e que estas mesmas proporções constituirão a harmonia do cosmos, de tal modo que todas estas leis não serão mais do que um único elo comum à estética e à matemática. A harmonia das esferas defendida por Pitágoras une os ciclos cósmicos, aos do tempo e das estações, aos biológicos e relaciona-os com as harmonias musicais, acabando por defender uma beleza musical do mundo.

Nesses tempos, os monges eram quase as únicas pessoas que sabiam ler e, no Ocidente cristão, a música refugiava-se nos mosteiros. O papado, tornou-se a principal potência do Ocidente, sob o pontificado do papa Gregório, por altura do ano 600, e foi este pontífice que decidiu que havia de unificar o canto litúrgico sobre um mesmo modelo. Segundo ele era necessário que em toda a cristandade se cantassem os mesmos hinos. Mas o papa Gregório nunca compôs nada. De resto nem se sabia notar a música no seu tempo, transmitindo-se oralmente os cantos litúrgicos. Dois séculos depois do papa Gregório, Carlos Magno interessou-se pela unificação da liturgia, com um duplo fim político: disciplinar o papado e fortificar a unidade do seu império. O que nós chamamos canto gregoriano (ou cantochão) é um reportório carolíngio que sem dúvida se deformou ainda, antes de chegar até nós.

NEUMAS		
Século IX	Século XIII	Equivalência
/	■	<i>Som agudo</i>
•	■ ou ◆	<i>Som grave</i>
↗	■ ■	
↘	■ ■	
S	■ ■ ■	
Z	■ ■ ■	

EVOLUÇÃO DA NOTAÇÃO

Século XIV	Século XV	Depois do século XVII
■	□	⌘
◆	◇	○
↓◆	↓◇	↓○
↯◆	↯◇	↯○

Uns cinquenta anos depois da morte de Carlos Magno, os monges imaginaram um sistema de sinais, (pontos, vírgulas, acentos), sem nenhuma precisão para se recordarem das curvas melódicas. Estes sinais chamam-se neumas. Assim, a igreja foi, durante muito tempo, o único foco de criação musical. De resto ela defende o seu monopólio, condenando ao inferno os laicos que se imiscuissem na música...É mesmo a igreja que inventa a ópera, ou melhor uma espécie de teatro musical que é o antepassado da ópera e de todo o nosso teatro.

“Desde o séc. IX, procuram os teóricos as regras de ouro da polifonia. Em tratados eruditos, redigidos em latim, quiseram eles, à viva força, provar que o que é belo é bom ou o que é bom é belo e que as suas regras são imperativas, se bem que tivessem mudado de geração em geração.”(Candé;1980,23)

Esta afirmação faz-nos concluir que os princípios platónicos se mantinham definitivamente vivos e actuantes em todas as preocupações reinantes nos centros de cultura que eram os mosteiros e como inevitavelmente toda a outra informação "científica" sobreviveu. Sabendo nós que os textos de Platão particularmente o Timeu, onde se descrevia a criação do mundo, foi lido e copiado em muitos mosteiros, por toda a Europa, perceberemos como esta forma de relacionar entidades, a partir da sua conjugação proporcional se mantinha bem viva durante toda a Idade Média.

NOTAS

(1) A este respeito consultar o Cap.XVII - Le nombre et la musique, théorie mathématique des games - do livro "Philosophie et mystique du nombre" de Matila Ghyka, onde estas questões são aprofundadas mas onde são também explicadas desde as gamas menores e maiores às formas dodecafónicas dos nossos dias.

II.3. ASTRONOMIA

“Quando observei a elegância e a magnificência do universo...achei que este se assemelha a um bellissimo cântico...e achei que as outras criaturas, que graças à sua variedade...se conformam numa estupenda harmonia, constituem um concerto de maravilhoso júbilo.”

Guillaume d’Auvergne, De Anima

Crê-se que nos primeiros tempos, o homem acreditava que a terra e os céus mais não eram do que uma vasta planície, coberta por uma imensa abóbada. Esta abóbada parecia mover-se, arrastando consigo as estrelas e os outros corpos celestes, fazendo-os subir e descer no horizonte. Alguns destes corpos celestes pareciam estar fixos enquanto outros se moviam. Para o homem primitivo os pontos de luz fixos no céu indiciavam os desígnios dos deuses, e ainda hoje, a divisão do céu em constelações nos revela os deuses antigos e os seus feitos.⁽¹⁾

A astronomia, no entanto, surge como ciência, no momento em que se começam a registar e comparar, de forma sistemática, as variações entre os movimentos regulares dos astros e a estabelecer relação entre eles.

Os chineses são o povo que nos oferece as mais antigas observações que se podem empregar em astronomia. Os primeiros eclipses que mencionam só podem servir para a cronologia, pela maneira vaga como são narrados, mas esses eclipses provam que na época do imperador Yao, mais de dois mil anos antes da nossa era, se cultivava a astronomia na China. “Confúcio(551-479 a.C.), em Shu-King(o Livro da História), o livro mais reverenciado pelos chineses, descreve o príncipe Cheu-Kong e três das suas observações. Duas são comprimentos meridionais de gnomons⁽²⁾ nos solestícios⁽³⁾ de Inverno e de Verão, na cidade de Layang e dão para a obliquidade da eclíptica,⁽⁴⁾ um resultado concordante(...) com a Teoria da Gravitação Universal”(Laplace: s.d.,17). No entanto o incêndio dos livros chineses, ordenado pelo grande unificador da China, o imperador Qin Shi Huandgi, por volta de 213 a.C. fez desaparecer os vestígios de toda esta informação.

Das informações que chegaram até nós, foi na Mesopotâmia que a astronomia atingiu o estatuto de ciência. Sacerdotes prescrutando o céu no alto dos seus zigurates, conseguiram recolher informações durante tempo suficiente para lhes permitir verificar a periodicidade dos fenómenos cósmicos.

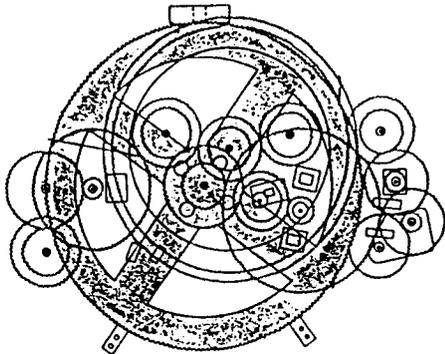
Os caldeus, favorecidos pela limpidez do seu céu, anotaram em placas de argila as datas e circunstâncias dos eclipses, fixaram a duração do ano em 365 dias (movimento de translação da terra) e dividiram o dia em 24 horas (movimento de rotação). Souberam distinguir os solstícios e equinócios, o que determina os períodos de 365 dias. Identificaram ainda os planetas (visíveis à vista desarmada), observaram os seus movimentos entre as estrelas e fixaram o movimento anual do sol entre as constelações do zodíaco."Mas os caldeus não puderam descobrir, senão por uma longa série de observações, o período de 6.585 e 1/3 de dias, durante o qual a Lua realiza 223 revoluções em relação ao Sol.(...) O seu testemunho (de Ptolomeu) não deve permitir qualquer dúvida, se se considerar que o Saros caldeu, de 223 meses lunares, devolve a Lua à mesma posição relativamente aos seus nodos, ao seu perigeu e ao Sol"(Laplace: s.d.,20). Entendemos assim como lhes era possível calcular os eclipses da Lua.

Aos egípcios devemos o zodíaco e muito mais importante, o conceito de semana de sete dias, com os astros conhecidos à época a dar-lhes os nomes. Esta tradição deixou marcas nos nomes dos dias da semana em quase todas as línguas ocidentais (claramente no inglês: Sunday - dia do Sol, Monday - dia da Lua; no francês: Lundi - dia da Lua; Mardi - dia de Marte, Mercredi - dia de Mercúrio; no espanhol: Lunes - Lua, Martes - Marte).



Horóscopo com equivalências ao horóscopo egípcio

Os gregos adquiriram os seus conhecimentos astronómicos através dos caldeus e dos egípcios, no entanto é interessante verificar que as suas investigações se centrarão muito mais na forma como os planetas realizam os seus movimentos, do que na observação e registo dos acontecimentos cósmicos. Será mesmo um grego, Aristarco de Samos (320-250 a.C.) o primeiro a colocar a hipótese



O desenho representa uma calculadora astronómica grega cujos fragmentos foram encontrados na ilha de Antikythera, dataria de cerca de 80 a.C.

de ser a Terra a rodar em torno do Sol, teoria retomada por Galileu (1564-1642) e que lhe valeu, mesmo tantos séculos passados, perseguições.

Os gregos de Tales(séc.VII a.C.) a Ptolomeu(séc II d.C.) foram os primeiros a propor teorias gerais de observação astronómica. Os discípulos de Pitágoras acreditavam já, que a forma da terra era esférica. O primeiro sistema rigoroso para explicar os movimentos dos cinco planetas conhecidos, do Sol e da Lua, foi apresentado por Eudóxio no séc.IV a.C.. Segundo esse sistema a Terra situava-se no centro e à sua volta giravam esferas transparentes que arrastavam consigo os respectivos astros. Aristóteles admitiu e aperfeiçoou este sistema e Heráclito (535-470a.C.) substituiu as esferas por igual número de circunferências. Esta última teoria sobrepos-se à das esferas e, Ptolomeu sistematizou definitivamente a mecânica celeste. As teorias de Ptolomeu prevaleceram no mundo da astronomia durante doze séculos.

Como já vimos no capítulo da filosofia, a perspectiva dos estudiosos gregos quanto ao Universo é de cariz filosófico. Pitágoras, o grande filósofo da *harmonia das esferas*, parece ter descoberto o movimento de rotação da Terra. Os pitagóricos sustentavam que a Terra, sendo um dos astros errantes, produziria, girando em torno de si, a noite e o dia. Para Platão, os astros eram seres animados. Ao contrário dos pitagóricos supunha a Terra completamente imóvel e a sua forma esférica fornecia-lhe a perfeição. É uma vez mais no

Timeu que Platão deixa expressa a sua teoria da esfericidade da Terra, alargando-a ainda à noção de perfeição e unicidade.

“Para a forma, deu-lhe a que lhe convinha e que estava em afinidade consigo. Ora a forma que convinha ao animal que devia conter em si todos os animais, é aquela que encerra em si todas as outras formas. Foi por isso que o deus moldou o mundo em forma de esfera, cujas extremidades estão em todo o lado e a igual distância do centro, esta forma esférica, será a mais perfeita de todas e a mais semelhante a ele mesmo, já que ele pensava que o semelhante é mais belo do que o diferente.” (Timeu, 33b)

II.3.1 Trigonometria

Em Alexandria a astronomia encontrou condições para se desenvolver e dar origem a um novo ramo da matemática. Para prever as mudanças causadas pelas estações, os sábios estudavam os movimentos do Sol, da Lua e das estrelas. Os navegadores que saíam do maior porto mundial do séc. I a.C., observavam as estrelas que os guiavam de um lugar para outro. Para os auxiliar nesta tarefa, inventou-se então a trigonometria, o ramo da matemática que relaciona medidas (distâncias) com ângulos, ou melhor o cálculo de todos os elementos de um triângulo, definidos por dados numéricos ou angulares.

Para os gregos, a trigonometria é um conjunto de técnicas estritamente ligadas à astronomia. Ela ocupa-se de figuras esféricas, utiliza como função, cordas de arcos de círculo, apoia-se para o estabelecimento de tábuas, em quadriláteros inscritos. Os cálculos efectuam-se por meio de fracções sexagésimais. “O monumento mais bem conservado da trigonometria grega é o conjunto formado pelos capítulos IX e XI do primeiro livro da *Syntaxe Matemática ou Almagesto* de Ptolomeu.(...) Temos um magnífico exemplo de utilização das tábuas de cálculo de trigonometria no Tratado do Quadrilátero de Nasir al-Din al-Tusi(1201-1274) um árabe oriental que rectifica as traduções dos géometras gregos.” (Bouveresse; 1977, 137)⁽⁵⁾

É com a redacção dos treze livros dos Elementos de Euclides, escritos cerca de 340 a.C., que começa a história da trigonometria, neste tratado é sistematizada toda a geometria, incluindo a noção de tangente a uma curva, questão primeira da noção de proporção entre pontos dessa curva e o seu centro. Os Elementos de Euclides constituíram-se como uma "bíblia" no estudo da matemática, durante, pelo menos vinte séculos. Menelau de Alexandria, escreve no séc. I a.C. o primeiro estudo sistemático de geometria esférica. Este tratado só será difundido na Europa por volta do séc. XVII e através de traduções árabes.

Hiparco (190-120 a.C.) persegue o objectivo gigantesco de definir a relação entre os astros, através da determinação da sua distância, grandeza, posição e movimento. Realiza um catálogo de estrelas, uma tábua de eclipses e uma descrição da previsão de equinócios.

Estes trabalhos de Hiparco foram a base da astronomia dos Árabes e de toda a Idade Média. "Hiparco - escreveu Plínio - nunca será suficientemente louvado pela revelação de parentesco do homem com os astros e da solidariedade das nossas almas com o céu.(...) Ele deixou o céu em herança, para todos os que quisessem explorá-lo atentamente."(Morgado: 1954,181)

De facto propôs-se uma tarefa audaciosa: transmitir à posteridade o censo das estrelas, dar-lhes nomes, inventar instrumentos para definir a sua posição e grandeza, investigar se alguns desses astros nasciam ou se extinguíam, se aumentavam ou diminuíam e também se eles não se deslocavam nunca dos seus lugares ou se não eram dotados de um movimento qualquer.

Será com base neste trabalho e no de Menelau que Ptolomeu (90-168 d.C.) construirá as proposições fundamentais da sua trigonometria, condensadas no seu tratado Magna Composição, mais conhecido pelo nome árabe de Almagesto, cujo mérito é ter feito chegar até nós o tesouro da sabedoria grega. No séc. XIII foi traduzido do árabe para hebreu, pelos judeus da Península Ibérica.

Os romanos nunca se sentiram atraídos pela astronomia. É verdade que Vergílio, Horácio e Ovídio entoaram hinos aos astros, também muitos escritores falaram acidentalmente de astronomia, todavia, uns e outros, não revelaram nunca grandes conhecimentos astronómicos.

II.3.2 A Idade Média

Coube aos árabes a honra de realizar, no mundo medieval, a única tentativa séria para continuar a tradição grega no estudo da astronomia. Alexandria cai em poder dos muçulmanos em 642, é portanto natural a forte influência cultural da civilização helenística. Dá-se então a transferência deste importantíssimo polo cultural para o Cairo, segundo centro cultural do império islâmico. “Entre os presentes que o califa Harum-al-Rachid enviou, em 807, ao Imperador Carlos Magno, figurava um relógio que marcava as doze horas do dia e da noite, fazendo-as soar musicalmente por meio de projecteis que caíam num vaso de bronze. Este facto histórico dá-nos a medida do progresso árabe na divisão do tempo” (Morgado: 1954,188).

Que se passava entretanto na Europa? A crença da influência dos astros sobre todos os seres vivos era indiscutível, no entanto a investigação nesta área era irrisória. Nos séculos VII, VIII e IX, os



principais sábios europeus, quase todos monges, viviam em Inglaterra e na Irlanda. Um dos mais notáveis foi, sem dúvida, Alcuino (de York, 730-804), perceptor de Carlos Magno. São lhe atribuídas numerosas obras de astronomia. O séc.X só deixou notícia de um observador dos astros: Abbon, abade de Fleury. O séc.XI não

foi muito mais ilustre que o precedente, Adelbold, Herman Contractus, Guilherme abade de Hirschau e Robert Lorrain foram os únicos investigadores neste longo período. No séc.XII, os estudos astronómicos começaram a surgir, João de Sevilha, Rodolfo de Bruges e Platão de Tivoli traduziram do árabe vários tratados de astronomia. O séc.XIII assinalou o começo da grande reacção ocidental: Afonso de Castela, João Sacrobosco, Gerard de Cremona e Roger Bacon foram alguns dos sábios que se empenharam no estudo destas matérias. ⁽⁶⁾



De facto em 1252, Afonso X de Castela, promove a criação das Tábuas Afonsinas que constituirão o maior impulso para a ressurreição das ciências astronómicas europeias. Para a sua organização reuniram-se em Toledo os mais notáveis astrónomos judeus e árabes do tempo. Afonso X - o sábio - presidia à corte literária mais brilhante da Europa. Poetas, juristas, músicos, astrólogos, cronistas e tradutores árabes e judeus contam-se entre os seus colaboradores. "Preciosos códices iluminados, como o das Cantigas de St^a Maria, saíram das suas oficinas de copistas. A Primeira Crónica Geral, a General e Grand Estória, os livros das Sete Partidas, a Enciclopédia Jurídica, os Libros del Saber de Astronomia, o Libro de Ajedrez, mostram a incessante actividade intelectual deste rei, que é o mais esplendido exemplo conhecido de soberano letrado."(Saraiva;1988, 14).
Interessa lembrar que D. Diniz, seu neto, foi, como já dissemos, educado nesta corte e trará para Portugal o espírito e os interesses culturais, bem como as influências científicas que ali absorveu. Poder-se-á dizer que os descobrimentos portugueses e a importante

obra de Pedro Nunes têm a sua origem em Toledo, sob os auspícios de Afonso X.

II.3.3 Os Cálculos Matemáticos

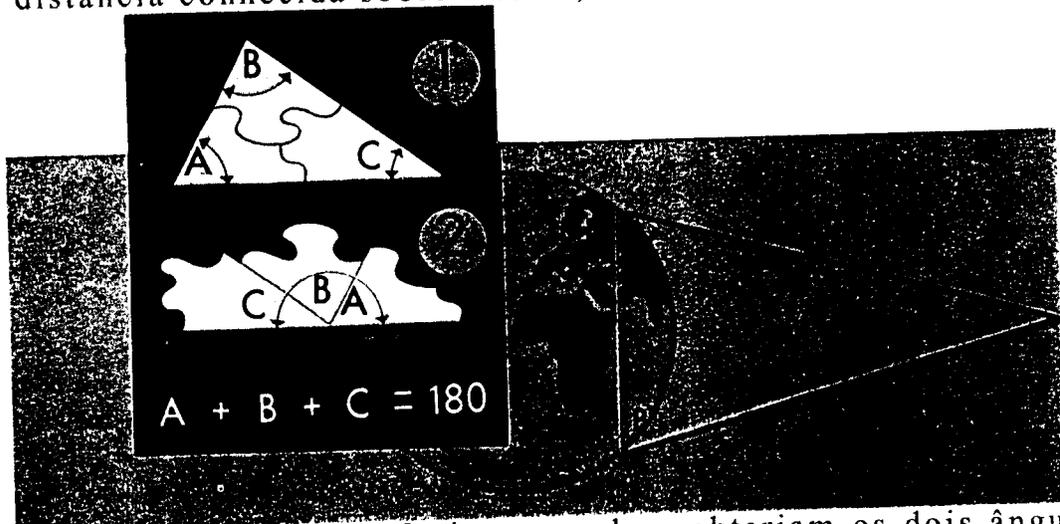
Alguns exemplos concretos levar-nos-ão a compreender a necessidade da aritmética e da geometria como auxiliar da astronomia, perceberemos também a importância das três formas primordiais: circunferência, triângulo e quadrado, (e das respectivas tridimensionais - esfera, pirâmide e cubo) entendidas como tal, durante toda a civilização clássica e assim transmitidas à Idade Média.

No capítulo da matemática, abordámos já a relação entre a divisão do círculo em 360 graus (e a sua subdivisão em doze sectores, neste caso, em 12 signos do zodíaco) o que permitiu aproximar o ciclo solar (365 dias = ano) do ciclo lunar (29 dias e $1/4 = 1\text{mês} \times 12$ meses). Encontramos assim a importância atribuída a bases de raiz comum - 360, 60, 30, 12 - e a possibilidade que permitem de se interpenetrar dado possuírem divisores comuns. Verificámos também a utilização da base 12 para a divisão das horas e dos meses. Pensamos ser uma boa justificação para a utilização tão generalizada da base doze.

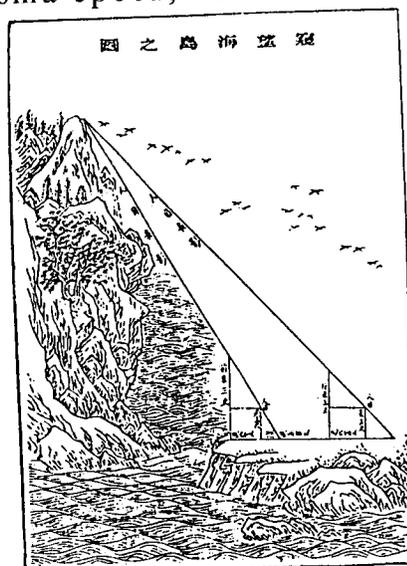
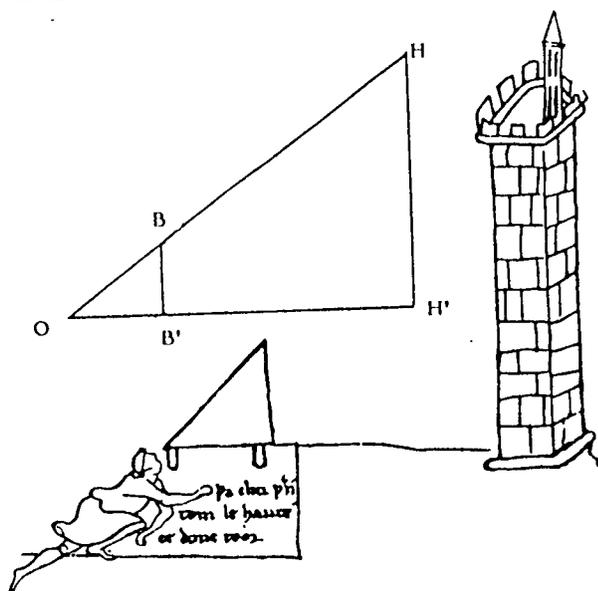
Por sua vez os relógios de sol, um dos instrumentos mais difundidos para a medição do tempo, fundamentam o seu funcionamento no gnomon que não é mais do que o instrumento que serviu a Eratóstenes para fazer aquela que se julga ser a primeira tentativa de medir o diâmetro da Terra, bem como a obliquidade da eclíptica. A partir do facto de, no equinócio de verão, ter observado que em dois pontos distintos da terra, o sol produzia sombras com comprimentos diferentes.

Se entendermos que uma das questões que os sábios tentavam ultrapassar era a necessidade de determinação da distância Terra à Lua e ao Sol, verificaremos que o chamado Teorema de Pitágoras se torna fundamental para a resolução desse problema. De facto a soma dos ângulos internos de um triângulo é sempre 180° (ou seja a soma de dois ângulos rectos). Esta conclusão foi conhecida desde cedo

pelos astrónomos (que eram concomitantemente matemáticos) e permitia achar a dimensão de um terceiro ângulo, inacessível, de um triângulo. Constataram também que se dois homens, localizados a uma distância conhecida sobre a terra, medissem o ângulo que esse

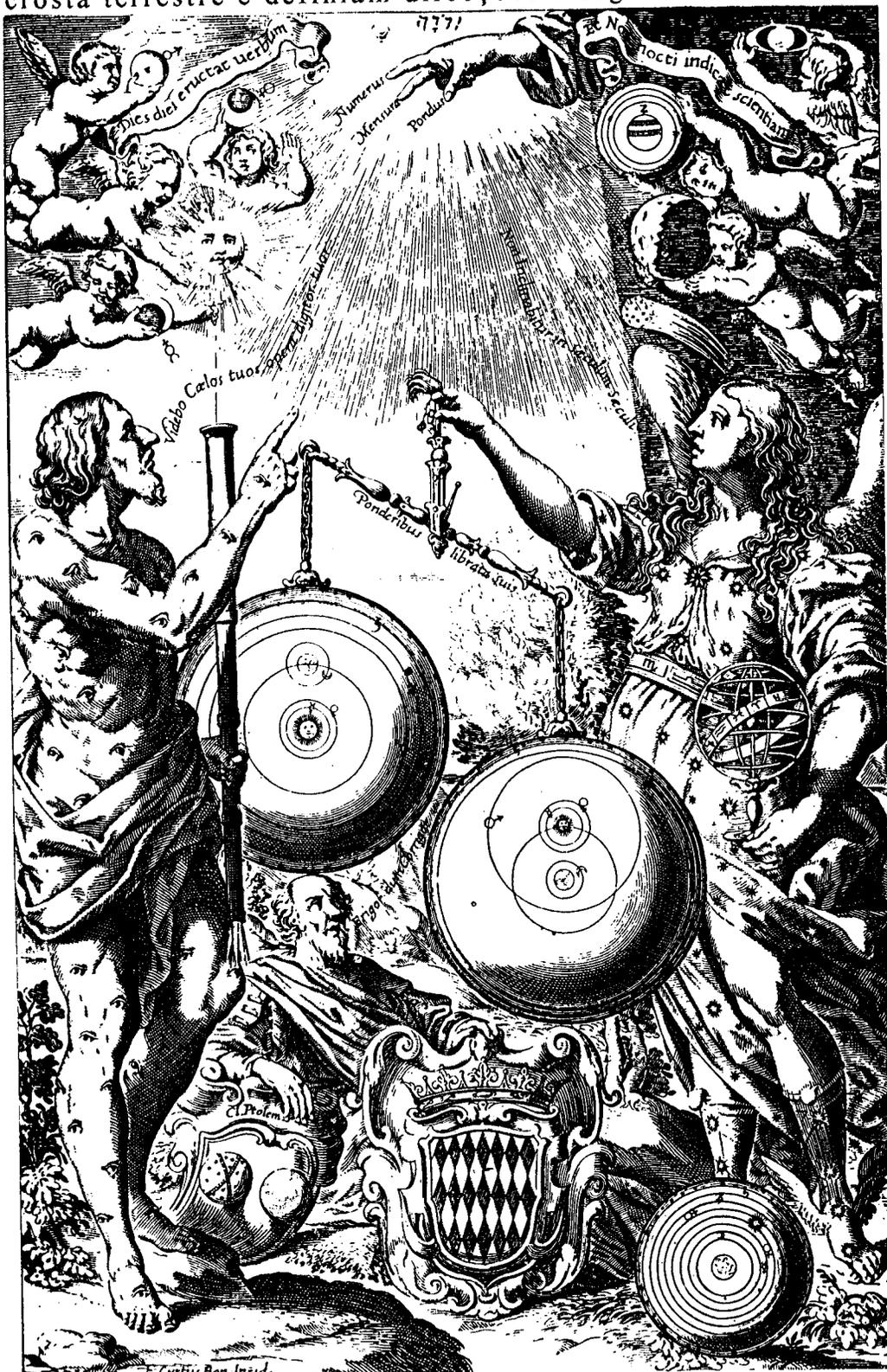


ponto da crosta terrestre fazia com a lua, obteriam os dois ângulos de um triângulo cujo vértice oposto estaria na Lua e poderiam, portanto, medir a distância a que esta se encontrava da Terra. Isto dá-nos também um método abreviado para achar todos os ângulos de um triângulo, medindo só dois. Este método abreviado é utilíssimo se um dos ângulos fôr inacessível. Por exemplo suponhamos que se pretende determinar a altura de um edifício, bastará saber a distância do observador ao edifício e será possível construir um pequeno triângulo cujos ângulos sejam iguais aos que o observador faz com o edifício. Os lados do triângulo pequeno serão proporcionais ao do triângulo grande. Este procedimento era conhecido e utilizado durante o período medieval ocidental mas também se encontra difundido, na mesma época, na China.



A partir do "teorema de Pitágoras" é possível determinar dimensões, a partir da trigonometria é também possível estabelecer proporções entre distâncias mas a partir de ângulos.

Este mesmo princípio foi utilizado pelos navegadores tirando partido do astrolábio e de tábuas de conversão, medindo a altura e localização dos astros determinavam o seu posicionamento sobre a crosta terrestre e definiam direcções a seguir.



As questões da astronomia encontram na Idade Média duas atitudes contraditórias: por um lado a imagem do universo criado por Deus como paradigma de perfeição e beleza, por outro uma perspectiva paganizante de influência directa dos astros nos actos e acontecimentos humanos (bem presente na sistemática utilização dos horóscopos). Este último facto justifica a imposição canónica (em Portugal), no séc.XIII, de vedar aos clérigos a investigação astronómica, deixando para árabes e judeus o estudo destas matérias.

Em termos teológicos define-se e assume-se que o universo foi criado por Deus segundo *número, peso e medida* (Stº Agostinho) e que *de todas as coisas nenhuma é melhor e mais bela do que o cosmo* (Cícero).

NOTAS

- (1) cf. Carl Sagan, *Cosmos*, Lisboa, Gradiva Publicações, 1980, p. 163
- (2) Gnomon é um instrumento que marca a altura do Sol pela direcção e tamanho da sua sombra projectada sobre um plano. cf. este mesmo trabalho cap. II.2., p.46
- (3) Solstício é o momento em que o Sol alcança, no seu movimento anual aparente, um dos dois pontos mais distantes da sua eclíptica e simultaneamente da terra. Estes momentos acontecem a 21 de Junho e a 22 de Dezembro.
- (4) A eclíptica é a elipse que o Sol parece descrever em torno da Terra no período de um ano. Esta circunferência forma um ângulo de 23º 27' com o equador terrestre.
- (5) cf. B.L. van der Waerden, *Geometry and Algebra in Ancient Civilizations*, New York, Springer-Verlag, 1983, p. 31,127 e 215
- (6) cf. Alves Morgado, *História da Criação dos Mundos*, Lisboa, Sociedade de Expansão Cultural, 1954, p.192

III. TÉCNICAS

*“Todo o artifice tende a conferir à sua obra
a melhor configuração, não em sentido
absoluto, mas em função do fim visado”
São Tomás*

III.1. Medir

Uma das questões que inevitavelmente teremos de abordar é a da métrica, já que teremos de determinar a medida padrão utilizada em cada edifício, para posteriormente definir o seu módulo construtivo.

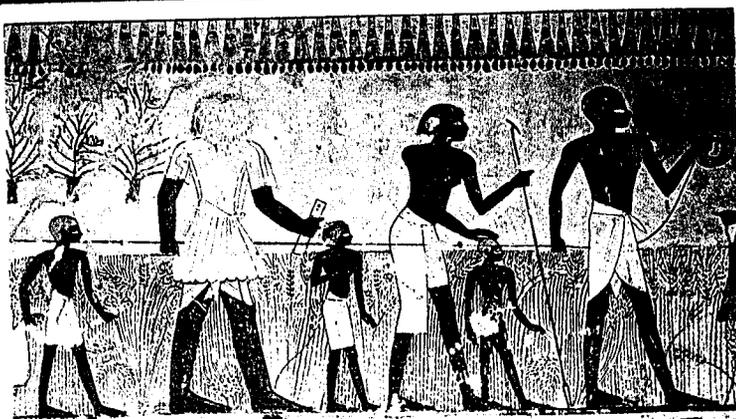
Nas questões da métrica iremos analisar as informações que conseguimos recolher dos modos de procedimento no resto da Europa, mas tentaremos, sempre que possível, analisar, aprofundar e concluir sobre os modos de actuação em Portugal, já que se pretenderia conseguir uma aplicação aos casos nacionais.

“É sabido que a Idade Média se socorreu de uma grande variedade de pesos e medidas, num quadro complexo e tão diversificado que, à partida, seríamos tentados a pensar que nele, a unidade nacional teria tido pouco lugar.”(Barroca, 1992, 54)

No entanto, nesta matéria, bem como em todas as questões referentes a medidas padrão, utilizadas durante o período medieval português, confrontámo-nos com uma profunda falta de informação sistematizada.

Porque pretendemos concluir sobre medidas utilizadas na construção trataremos, exclusivamente as medidas de comprimento. No entanto, as medidas lineares utilizadas neste período resultam de uma necessidade: a tentativa de criar um padrão que uniformize o conceito de medida, de modo a permitir o comércio e a troca de informações sobre matérias, de forma clara e concisa. Queremos com isto dizer que dois tipos de necessidades se encontram na medição de comprimentos: primeiro a de produtos de consumo como os tecidos, fios, fitas e outros que utilizarão medidas relacionadas com os membros superiores, já que será a estes que terá de recorrer o comprador, para verificar da justeza do negócio; segundo, a da medição de terrenos que estará inevitavelmente ligada aos membros inferiores, já que recorrendo a estes e de uma forma expedita se poderá determinar um comprimento e uma largura.

Podemos desde logo verificar que serão as dimensões e as proporções do corpo humano que se utilizarão como padrão, até à reforma do sistema métrico.⁽¹⁾



*Medição de um campo de trigo utilizando
uma corda com nós - fresco egípcia do II milênio a.C.*

Não nos demoraremos no estudo das origens remotas dos sistemas ponderais medievos. É possível que todos remontem ao sistema da antiga Mesopotâmia ou do Egito. É possível que tenham surgido espontaneamente, já que o corpo humano fornece, em todos os casos, as bases para as medidas de comprimento (pés, côvados, braços). “O sistema português, como todos os sistemas espanhóis, tira as suas origens próximas da combinação dos pesos e medidas de Roma com os pesos e medidas do Islão”(Oliveira Marques, s.d., 67)

A influência da metrologia romana vai permanecer expressa, antes de mais, na base duodecimal das suas divisões. As bases 60 e 12 foram a forma expedita que durante séculos se utilizou (como já se referiu no capítulo II.3), para se conseguir executar divisões, já que estes números são divisíveis por grande número de algarismos inteiros. Os termos metade, terços, quartos, etc. eram facilmente acessíveis, sem necessitar de operações aritméticas. Ainda hoje, compramos produtos às dúzias e dividimos o nosso tempo em quartos de hora.

Além desta influência perene que não advem exclusivamente das medidas, mas de uma forma de raciocínio, permaneceram e desenvolveram-se no sistema métrico medieval, as diferenças já patentes entre medidas fundamentadas nas dimensões dos membros superiores e na dos membros inferiores. Se analisarmos o Pé Técnico Romano e o Pé Uncial verificamos que enquanto este último se subdivide sempre em unhas, mais precisamente catorze divisões, o Pé Técnico apresenta subdivisões em dedos, palmos, pés e cubitos. Ou seja cruza medidas relacionadas com os dois membros, mas as únicas que se dividem em partes inteiras são as relacionadas com os membros superiores.⁽²⁾

Durante toda a Idade Média a influência da metrologia romana vai permanecer ligada a duas medidas específicas, permanecendo estas

até muito tarde com dimensões idênticas às originais. São elas o palmo (com 22cm) e o pé romano (com 29,6cm). Como se poderá verificar, o palmo representava $\frac{3}{4}$ do pé romano.

Todas as medidas mais comuns, referentes ao comércio de produtos serão múltiplos do palmo. Surgem-nos, assim, o côvado com 66cm e a vara com 110cm bem como as respectivas metades.

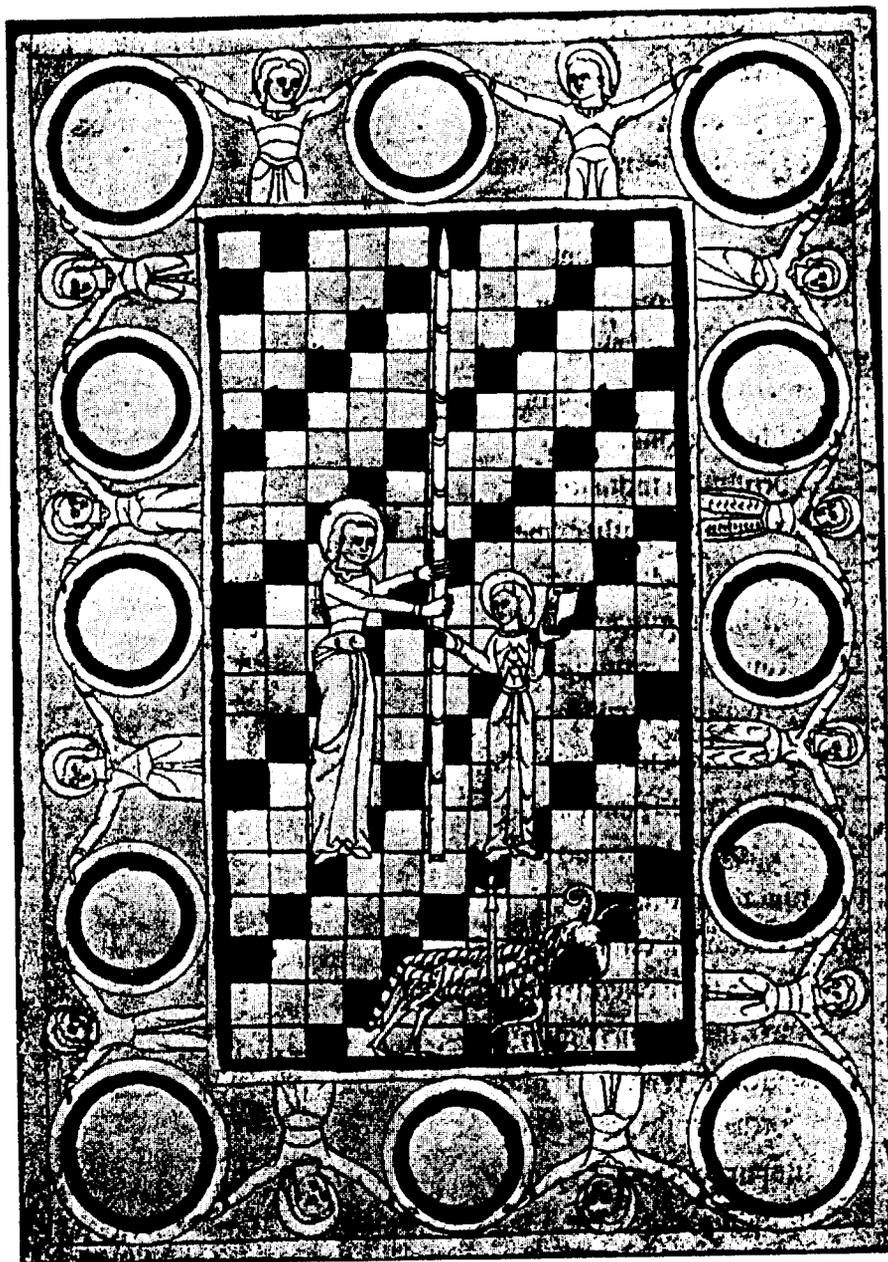
Braça	184cm	-
Vara	110cm	5 Palmos
Meia Braça	92 cm	-
Côvado	66 cm	3 Palmos
Meia Vara	55 cm	2,5 Palmos
Meio Côvado	33 cm	1,5 Palmos
Palmo	22 cm	Unidade Base

“A uniformidade destas medidas parece ter-se estendido a todo o território nacional desde relativamente cedo, talvez já a partir dos meados do séc.XIII”. (Barroca, 1992, 55) A primeira lei a respeito de pesos e medidas, encontramos-na nas Côrtes de Lisboa de 1352.

Assim, conseguimos fundamentar as nossas afirmações quanto a medidas padrão para o comércio, encontrando-se estas mínimamente estudadas e sistematizadas.⁽³⁾

O estudo de Mário Barroca, *Medidas Padrão Medievais Portuguesas*, faz também um interessantíssimo inventário de padrões gravados em paredes de monumentos, sistematizando a partir destes, os valores médios para palmos, côvados, varas e braças. Ao contrário do que se pode supôr as medidas não serão padrão para a construção dos edifícios que as ostentam, mas antes o suporte ideal e respeitável para a sua aferição”...*porque acerca dos pesos e medidas som achados muitos erros em desvairadas maneiras...*”.⁽⁴⁾ Essa aferição deveria ser feita com bastante frequência e a localização dos padrões deveria estar acessível, o que demonstra a realização de feiras e mercados junto dos respectivos monumentos. Também a partir do único nome não intimamente relacionado com os membros superiores - a vara - se poderá constatar que as medidas gravadas em baixo relevo, de secção quadrada, serviriam para apôr a “vara de madeira” e avaliar a sua correcta dimensão. Ainda hoje o comércio de retrosaria e fancaria utiliza um metro de madeira também ele de secção quadrada.

Do inventário realizado por Barroca constata-se um claro predomínio de padrões gravados nas paredes de igrejas (12 casos) contra os gravados nas portas de amuralhamentos urbanos (5 casos) ou em castelos (4 casos).



Medição de Jerusalém Celeste

Apocalipse do Lorrão

Embora varas, côvados e palmos fossem utilizados na esmagadora maioria das referências documentais conhecidas para o comércio de tecidos, eles eram também utilizados para determinar a extensão de terrenos e a construção de edifícios. No entanto aqui só podemos referir documentação coeva, sem explicitação de dimensões e ainda confrontar-nos com alguma terminologia cujas dimensões variam de

região para região. Estão nestes casos os termos geira, lareas, estilis, courela e aguilhada que surgindo com frequência como medidas de superfície, são-lhes acrescentadas muitas vezes as larguras e os comprimentos, na maioria dos casos em côvados e passales ou passos.⁽³⁾ Como acabou por acontecer com o decorrer do tempo, estes termos acabaram por referir uma simbiose de dimensões, com os tipos de cultura neles possível e ainda o tempo que homens ou animais os levavam a cultivar.

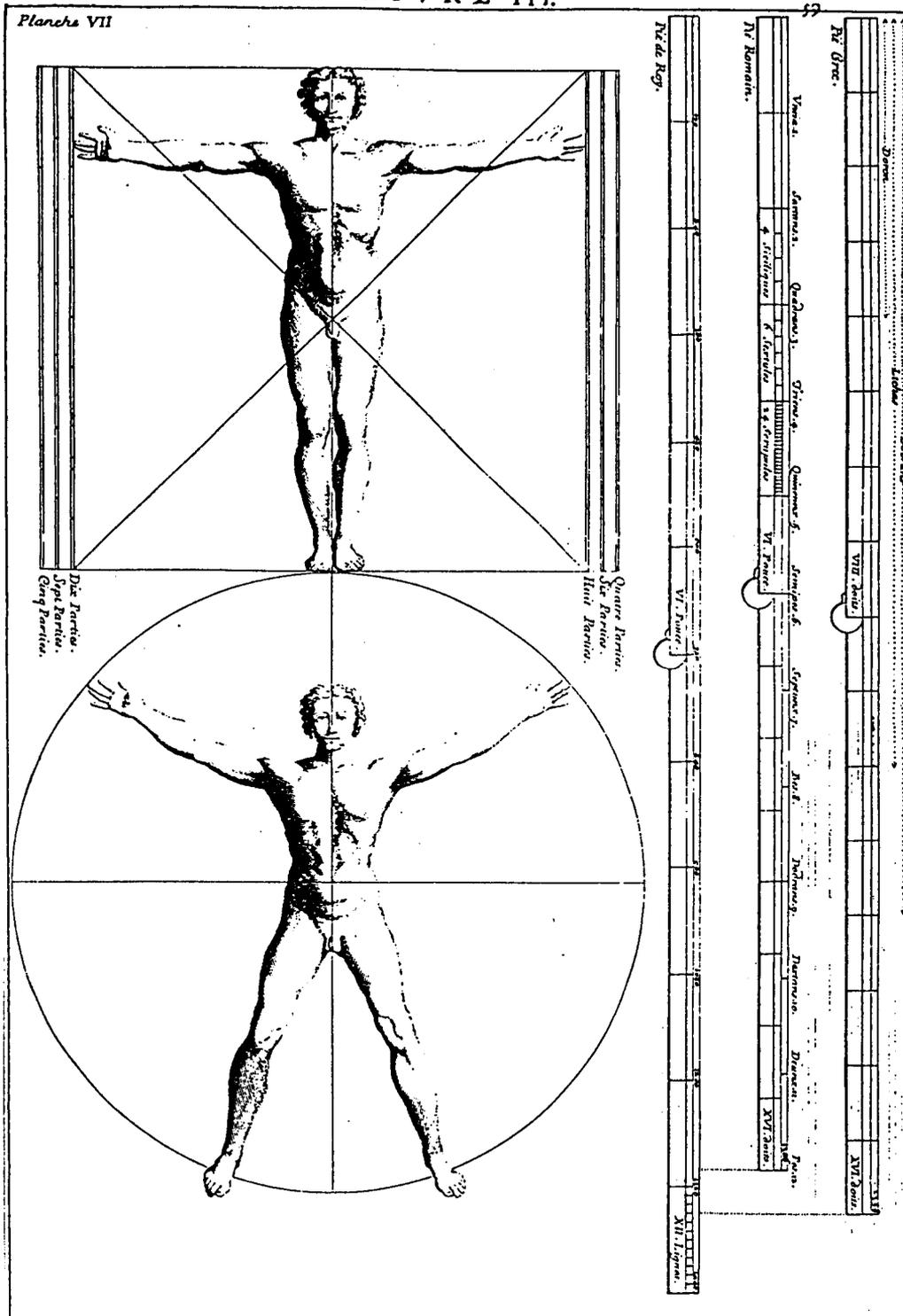
O côvado, a braça e os passales ou passos são as dimensões mais sistematicamente referenciadas em toda a documentação antiga, no entanto “nos fins do séc.XI e no primeiro ano do seguinte já aparecem exemplos em que o passal está expressamente equiparado ao côvado.” (Gama Barros; s.d., 37).

“...Em 1306 deu a foro el-rei D.Diniz um chão de 15 covados de comprimento e 11 de largo, destinados à construção de casa em Vila Nova de Famalicão (...) Doação de duas casarias que El-rei D. Diniz fez a Martim Gil em 22 de Julho de 1291, uma dessas casarias havia em comprimento oito braças e cinco em largura” (Gama Barros; s.d., 39).

Portanto no que nos importa para a métrica dos terrenos, fixaremos como valores de referência o côvado com 66cm e para a medição de construções já realizadas a braça com 184cm. No entanto, como se poderá verificar, surgem edificações como por exemplo a Sé de Évora,⁽⁴⁾ realizadas tendo como medida padrão o pé romano 29,6cm, o que se justifica pela forte e prolongada influência dessa cultura no nosso território. Esta medida padrão no entanto encontrava-se profundamente difundida em toda a Europa, e era utilizada na realização de construções.

“O estudo das medidas usadas nos edifícios ingleses medievais revelou as relações entre as medidas e a sua utilização proporcional, tendo estas determinado o esquema construtivo. O grau de precisão conseguido é impressionante. Nas casas Cistercienses do Yorkshire como Rievaulx, Fountains e Kirkstall, assim como em Bordesley não variam mais de 50mm. Tal rigor, ao estabelecer o plano, era um pré-requisito para a construção de um edifício de alta qualidade, já que disso dependia toda a superestrutura, inclusivé o ritmo e

LIVRE III.



Proporções humanas segundo Vitruvius - as escalas à esquerda dão a equivalência entre pé grego, pé romano e pé do rei (Os Dez Livros d' Architectura, edição 1684)

uniformidade das arcadas e fenestrações. Tal precisão oferece ao arqueólogo confiança para determinar a unidade de medida usada. Em Bordesley, a unidade de base era 0,296m. O pé de 0,2958m

corresponde ao pé romano, era comumente utilizado na Borgonha, logo a influência desta região não se limitou à tipologia Cisterciense, mas também à unidade de medida usada nas suas construções” (Greene, 1992, 66)

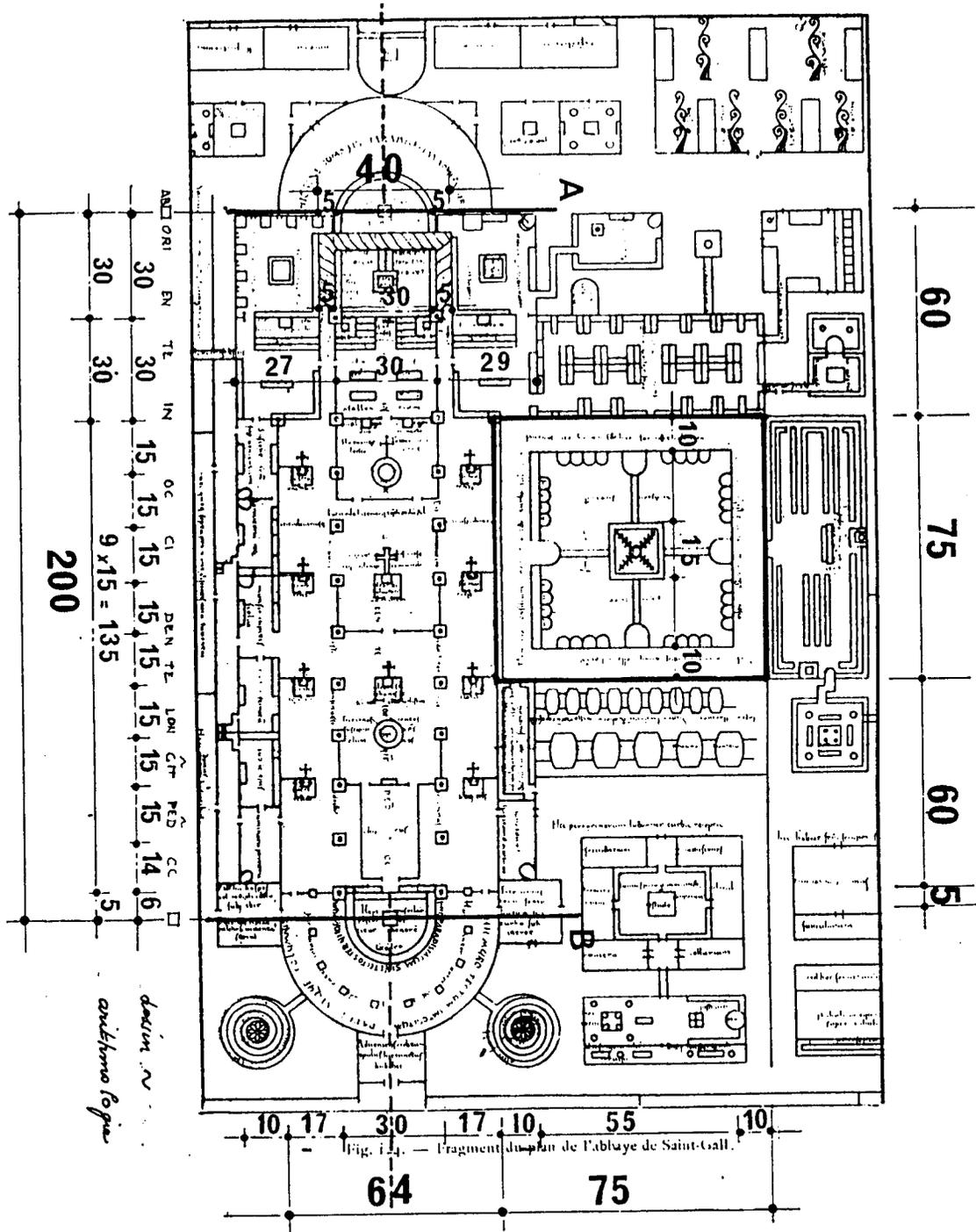
Também se analisarmos a edição comentada dos Dez Livros de Arquitectura de Vitruvius realizada em 1684 por Claude Perrault, verificaremos que a prancha por este realizada para esclarecer a questão das proporções entre medidas e corpo humano, utiliza ainda, no séc. XVII, as medidas do pé grego (30,5), do pé romano (29,6) e por último do pied du roy ou pé real (32,5).

Esta última medida padrão foi largamente utilizada em França até à reforma do sistema métrico. “*Media-se normalmente em alnas (1,949m), em pés (0,325m) e em polegadas (0,027m). Doze polegadas faziam um pé e seis pés uma alna*”. (Gimpel; 1980, 58) Uma vez mais a base doze serve de suporte. “*O pied du roi, ou de Paris, media 0,32484m*”. (Gimpel; 1980, 86).

Muitos dos edifícios religiosos construídos em Portugal pelos monges Cistercienses ou sob a influência destes, apresentarão estas medidas, como constata Virgolino Jorge nos levantamentos que efectuou em Alcobaça e S. João de Tarouca.⁽⁷⁾

Jouven cita⁽⁸⁾ a existência de um documento dito dos *costumes de Farfa* (mosteiro cluniacense situado perto de Spoleto, na Úmbria), enviado de França para a Itália em meados do séc. XI que enumera as dimensões e a disposição que os planos das abadias deveriam possuir. E transcreve “... De positione seu mensuratione officiarum ecclesiae; longitudinem CXL pedes habeat, altitudinem XL et tres, ...” (A igreja terá de comprimento 140 pés, de altura 43 pés,...). No mesmo texto⁽⁹⁾ apresenta-se ainda a análise da planta de Saint-Gall, desenho em pergaminho, de um plano tipo, expressão esquemática do programa de construção de uma abadia. Também nesse plano se encontra a inscrição, entre quadrados identificados como os altares, *Ab oriente in occidente longit. ped CC* (de oriente a ocidente o comprimento de 200 pés).

No entanto em ambas as situações falta esclarecer a dimensão exacta do pés descrito. Jouven considera o desenho realizada “à escala” e apresenta-nos uma proposta para a aritmologia da globalidade do plano, bem como da escala em que este teria sido desenhado. Prova-nos que a construção destes edifícios obedecia a um plano predefinido e bem estruturado, deixando antever a possibilidade de estes planos serem comuns na época, e transmitidos entre construtores e definidos antes do início da obra.



Plano de Saint-Gall

Proposta de modelação de Jouven (op. cit. pg.201)

Consideraremos, portanto, para este estudo as seguintes medidas padrão para a elaboração de construções, no Portugal medieval:

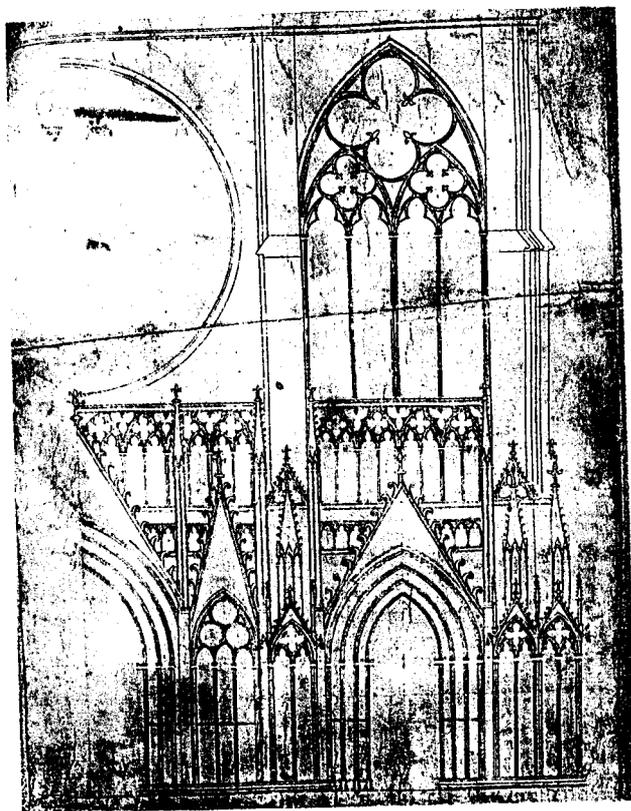
- Pé Romano - 29,6cm
- Pé do Rei - 32,5cm

III.2. Desenhar

Não é possível imaginar todo o trabalho de concepção, desde a superestrutura até à pormenorização, de um edifício medieval, sem o seu prévio estudo aprofundado, sem o seu desenho.⁽¹⁰⁾ Os desenhos de projecto deste período terão existido sobre suportes de pergaminho, de madeira, de estuque ou gesso, bi ou tridimensionais. No entanto muito pouco deles chegou aos nossos dias. Percebe-se que esses desenhos eram entendidos como bases de trabalho, e os seus suportes eram perecíveis e reutilizáveis. Demasiado perecíveis uns, como o gesso, o estuque ou a madeira e demasiado caros outros como o pergaminho que tenderia a reutilizações sucessivas até acabar transformado em cola.

É também provável que nalguns casos que o justificassem se executassem maquete em madeira ou em gesso como algumas que nos chegaram elaboradas para alguns dos edifícios do renascimento italiano.

Como já vimos em capítulos anteriores, o homem culto medieval era incapaz de elaborar operações aritméticas complexas, no entanto era perito em realizar traçados geométricos elaboradíssimos e de projectar



*Desenho elaborado em 1250.
projecto para a fachada da
Catedral de Stasbourg (tinta
sobre pergaminho)*

toda uma construção com a respectiva pormenorização de uma forma proporcional e tirando partido exclusivamente do compasso, da régua e de esquadros. Assim quer se tratassem de desenhos tipo como parece ter acontecido com os cistercienses ou se realizasse um desenho original, cada obra possuía sempre um arquitecto responsável que transmitia em obra o projecto idealizado, dando ordens precisas e realizando os desenhos de pormenor, em tamanho natural que serviriam de bitola ou gabarito para cada um dos especialistas.

Se dos projectos não nos sobraram grandes vestígios, temos no entanto um documento que nos pode fornecer indícios da forma de desenhar, projectar e pensar a obra no séc. XIII, referimo-nos ao intitulado *Caderno de Villard de Honnecourt*, conservado na Biblioteca Nacional de Paris.

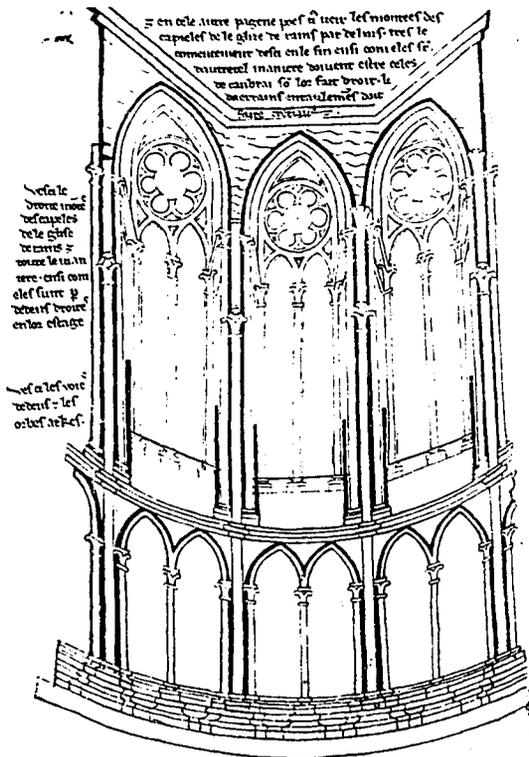
O manuscrito é realizado em pergaminhos de pequenas dimensões, o que comprova a sua função de recolha de desenhos de viagem e é composto por croquis de observação. É actualmente composto por 33 fólios e considera-se que o seu número seria maior. O documento inicia-se por uma dedicatória do próprio que cremos, serve como a sua melhor definição: *Villard de Honnecourt sauda-vos e pede a todos os que realizarem as obras que se encontram neste livro, que rezem pela sua alma e se lembrem dele, pois neste livro encontrareis uma quantidade de ensinamentos sobre a grande técnica da alvenaria e da carpintaria, realizados segundo a técnica do desenho e do traço como a ciência da geometria o ordena e ensina.*⁽¹¹⁾



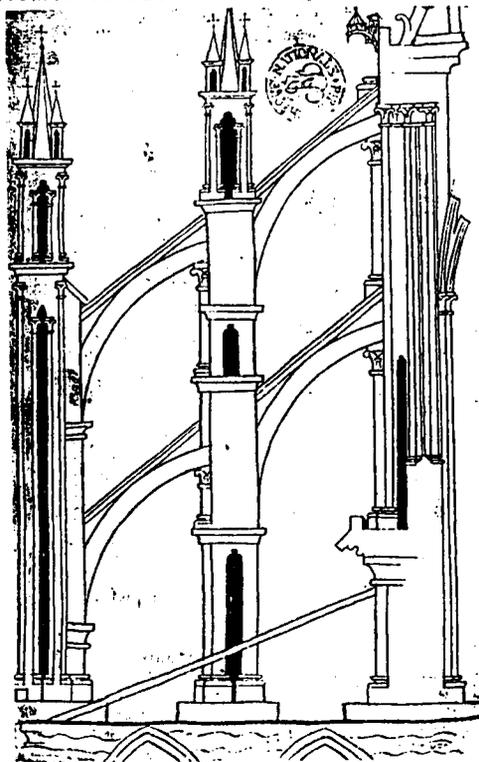
*Villard de Honnecourt - dedicatória
(fóliol vº - pl.2)*

O manuscrito constitui um verdadeiro repositório das necessidades e preocupações do arquitecto medieval. Nele encontramos levantamentos

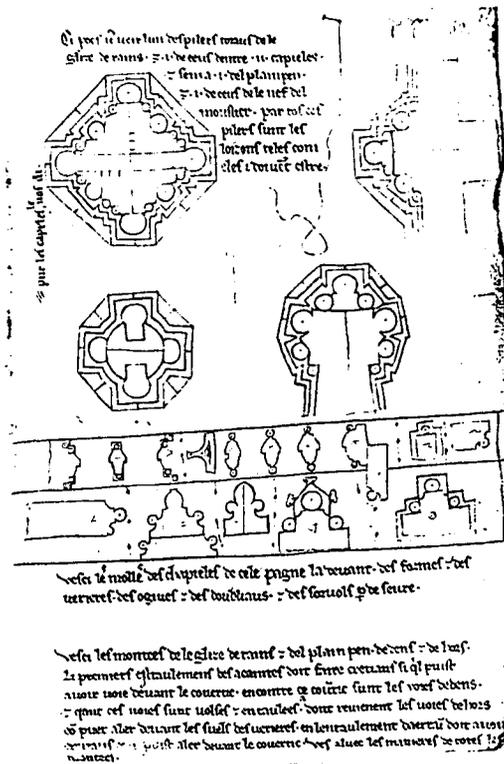
de alçados, alguns deles realizados já com preocupações perspécticas e acompanhados de comentários e chamadas para desenvolvimento de pormenores de colunas e de elementos construtivos; desenhos analíticos



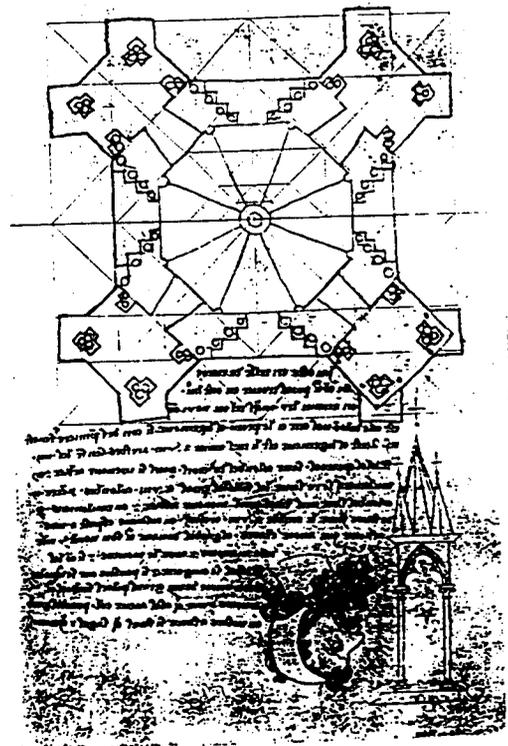
Alçado da Catedral de Reims - comentários e elementos assinalados (fº 30 v e 31)



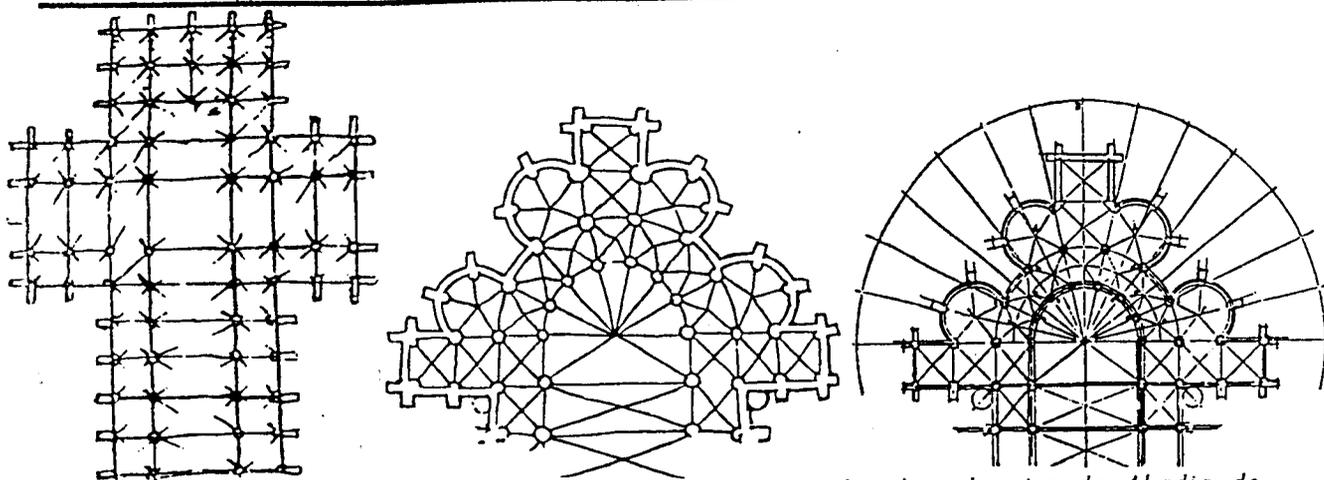
Arcobotantes (fº 32vº)



Catedral de Reims - pormenores de pilares e nervuras (fº 32)



Torre da Catedral de Laon - desenho, com base na rotação do quadrado (fº 9v)



Plano esquemático de uma igreja de Cister (fº14); Desenho da cabeceira da Abadia de Vaucelles (fº17) e reconstituição geométrica rigorosa realizada por Viollet-le-Duc da função estrutural dos arcobotantes; plantas esquemáticas e outras muito pormenorizadas de cabeceiras, deambulatórios e absidiolos; e uma imensidade de peças decorativas, de revestimento e de pormenorização de execução.

Reproduz-se ainda, na página seguinte, uma das pranchas, seleccionada do manuscrito por nos parecer paradigmática da profusão de informação existente neste verdadeiro vade-mécum da construção. Assim considerando a folha subdividida em cinco faixas e da esquerda para a direita, teremos: 1ª faixa - nos dois primeiros espaços encontramos a descrição do método para calcular o centro e o raio de uma coluna adossada, trabalhando a partir de dois pontos da sua superfície (determinação da perpendicular à tangente de um ponto); - no terceiro espaço surge-nos descrita a forma de realizar as curvas concêntricas dos modelos para as arquivoltas; - no quarto espaço, em cima, a divisão de uma cabeceira poligonal em três partes iguais; - e desenho de uma pedra adossada a uma imposta ou anel; 2ª faixa - desenho de um quadrante solar, com a indicação das horas canónicas; - método para construção do remate de uma abóbada, num vão de uma parede circular; - elementos para a realização de uma abóbada em viés; na 3ª fila - projecto tipo para a construção de uma ponte, realizada a partir de elemntos standardizados de 20 pés de comprimento; - desenho de um claustro determinado por um quadrado inscrito e outro (a galeria) circunscrito à mesma circunferência; - método para determinar a distância a que se encontra um objecto e a sua largura; na 4ª fila - determinação dos cantos de uma galeria de claustro; - divisão de um quadrado num outro com metade da área; - esquema para a construção de uma rosca ou hélice a partir da divisão da circunferência em três, o fio que se encontra representado servirá para o desenho na geratriz do cilindro; - construção de um

Passemos agora à análise dos instrumentos utilizados para desenhar, e não iremos distinguir os utilizados na concepção daqueles utilizados em estaleiro já que os métodos serão semelhantes só divergindo a escala utilizada.

O primeiro instrumento indispensável e que aparece profusamente representado, em diferentes tamanhos, como atributo do arquitecto é o compasso. O compasso de braços articulados far-se-ia de diferentes dimensões, mas parece que comumente de pontas secas, o que aumentava a sua precisão. Nas escavações da abadia de Bermondsey foi recuperado um compasso em bronze, com 9,4cm.⁽¹²⁾

Para a realização de arcos de grandes dimensões seriam utilizados, como aliás o fazem ainda hoje os jardineiros, um fio esticado, fixo numa das extremidades e na outra um qualquer riscador.

A régua será outra das peças necessárias à concretização do desenho. Esta régua pode ser utilizada para diversos fins, quer para traçar linhas, quer para servir de medida padrão. Este elemento surge frequentemente, também ele, como atributo do arquitecto e toma o nome de virga. Em inúmeras gravuras surge, no meio dos personagens que estão a trabalhar na construção, um homem com uma vara na mão, representa o arquitecto a quem competia verificar a correcção das dimensões utilizadas.

O esquadro é, por fim, mais um dos preciosos auxiliares. No entanto da observação dos desenhos medievais depreende-se que existiriam diversíssimos esquadros, já que estes cumpririam também uma função de bitola. Nos desenhos de Villard de Honcourt surgem diferentes esquadros para diferentes funções. Alguns deles possuem os dois lados perpendiculares, mas os interiores e os exteriores não são paralelos entre si, essas diferenças poderiam produzir rapidamente proporções ou diferentes ângulos de amplitudes particulares. Poderiam surgir proporções como o lado e a diagonal do quadrado, ângulos de 30°, 45° e 60°, o triângulo de Pitágoras (3,4 e 5), etc. Alguns destes esquadros parecem ter inclusivamente orifícios que facilitariam o seu manuseamento e diversificariam as suas funções.

Por fim uma outra área interessantíssima do desenho e do projecto medieval refere-se à concepção de máquinas, algumas delas pretendem resolver problemas de transporte de materiais em obra. Muitas dessas máquinas aparecem-nos retratadas em gravuras da época, constituídas por roldanas, sarilhos, engenhos hidráulicos e ainda relógios.

III.3. Construir

A construção foi durante todo o período medieval a indústria mais rentável e com maior possibilidade de utilização de mão de obra assalariada. A maioria desses operários eram iletrados, no entanto quando se subia na escala da especialização cada degrau correspondia a uma maior necessidade de especialização e a um maior suporte de conhecimentos técnicos e científicos. Os arquitectos/engenheiros atingiam este estatuto quando conseguiam coordenar todo o trabalho de estaleiro que compreendia tarefas de concepção, recolha e produção de materiais e gestão de obra e de operários. Estes especialistas podiam então ditar as suas exigências e gozar privilégios.

É evidente que as construções dependentes de ordens religiosas deveriam possuir os seus monges/arquitectos mas não é garantido que mesmos esses não gozassem, também eles, de algumas regalias.

Não vamos aqui tratar aprofundadamente da questão da construção, já que essa questão constituir-se-ia, por si só, tema para um muito maior trabalho. Trataremos portanto, e exclusivamente das questões que consideramos determinantes para o presente estudo, ou seja, a tentativa de recolher dados para entender a forma como a malha quadrada constituia suporte para a elaboração dos planos das construções medievais.

A construção dos edifícios deste período, apesar do seu carácter opulento, constituiu um paradigma de economia. Economia na execução e no produto final. De facto uma catedral ou uma simples igreja são extensões significativas de espaços cobertos que podem albergar um elevadíssimo número de fieis. É importante perceber que ainda hoje a construção de grandes áreas cobertas não é assim tão banal. Assim a racionalização de meios, a normalização e a modulação da estrutura tornaram-se a forma óbvia de resolver a complexidade da tarefa. Poder-se-á mesmo falar de uma revolução técnica em que se realiza a produção em série e a standarização.

Estas enormes extensões de espaços cobertos exigiram, muito provavelmente, estudos e testes em maquete, para a determinação

das forças e pressões presentes em cada uma das componentes estruturais dos edifícios. A sua estrutura modular constituiu, por certo, um precioso auxiliar nesta tarefa. De facto um edifício destes é constituído por uma sequência, em rede ortogonal, de estruturas compostas por pilares e nervuras auto-portantes. As abóbadas, bem calculadas, constiuam também uma forma de estabilizar essas mesmas estruturas.

Hoje é possível realizar estudos computadorizados⁽¹³⁾ dos esforços a que estas estruturas têm estado submetidas. No entanto Gaudi, no princípio deste século, efectuou testes de análise com meios perfeitamente rudimentares que deixam adivinhar a possibilidade de testes do mesmo tipo terem sido realizados pelos arquitectos/engenheiros.



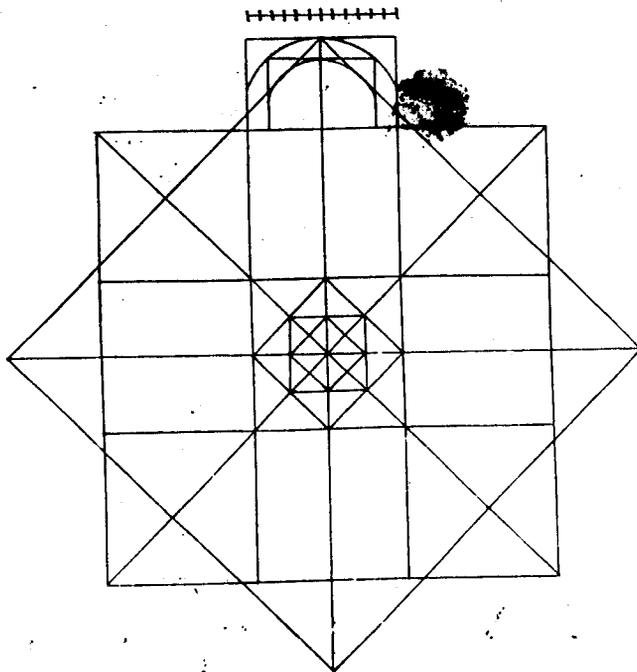
Cálculo mecânico para a estrutura da igreja da colónia Guêll (1908-1914)

Depois de elaborado o projecto, dos seus planos (plantas) e elevações (alçados) estarem desenhados no pergaminho e estes terem sido analisados e aprovados pela fábrica⁽¹⁴⁾ começo-se os trabalhos de

limpeza do terreno e da marcação da orientação do edifício, realizada ao nascer do sol, do dia do santo patrono do templo e com a ajuda de prumos com orifícios, por onde se havia de ver o sol nascente no respectivo enfiamento.



Os Santos Pedro, Paulo e Estevão aparecem, em sonhos, ao abade Gunzo, desenrolando cordas para lhe indicar o plano da futura basílica de Cluny (Bibliothèque Nacional de France, séc. XII)



*Desenho de Lorenz Lechler
- mestre pedreiro do séc. XIV
no topo do desenho encontra-se a
subdivisão do módulo em 12 partes*

A cabeceira ir-se-ai localizar sobre a cripta que ou constituia uma pré-existência ou era determinada com todo o cuidado, já que seria aí que se recolheriam as sagradas relíquias, elemento crucial de sacralização do espaço do templo, peça fundamental para a sua constituição. Todo o período medieval foi fértil em “coleccionar” relíquias, mesmo quando, nalguns casos, fosse necessário roubá-las (como aconteceu em 1102, em Braga), ou falsificá-las.

Sobre a cripta surgiria o altar.

Quando os templos deixaram de ter planta basilical, o passo seguinte da sua implantação seria determinar a localização do cruzeiro, ponto também ele sacralizador, já que se assume antropomorficamente como o coração do templo, ligação do mundo terreno ao céu, centro do mundo e eixo de comunicação com Deus - o *axis mundi* de que nos fala Mircea Eliade,⁽¹⁵⁾ pilar cósmico, também nas suas palavras. Deste centro divergiriam as quatro direcções terrenas enviando mensageiros para a evangelização e recolhendo todos os crentes dos quatro cantos do mundo.

Então o arquitecto, com estes dois eixos definidos por fios que forneceriam a orientação da nave central/cabeceira e do transepto,



*Carlos Magno visita a obra da Igreja Palatina
- o arquitecto recebe ordens (gravura do séc. XII)*

determinados com o auxílio da direcção este/oeste conseguida ao nascer do Sol, e da sua perpendicular no cruzeiro, realizada com auxílio do já referido triângulo de Pitágoras (triângulo 3,4,5 que permitia realizar ângulos rectos), começaria a marcar os limites do edifício. A virga de ferro (régua-padrão com a extensão da medida base) servir-lhe-ia para transpor as proporções/dimensões definidas em projecto.

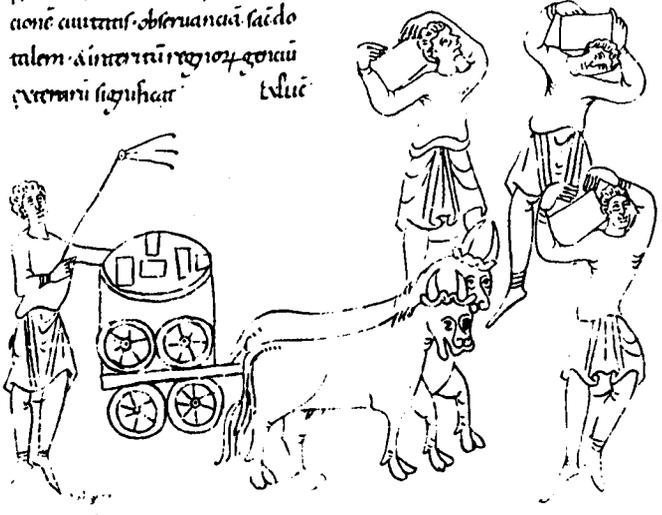
O paralelismo entre os eixos e as paredes a construir, seria garantido por construções feitas com o auxílio de fios esticados que funcionariam como compassos (é interessante verificar como o próprio termo com-passo não é mais do que a transposição da unidade de medida - passo - para a respectiva proporção). As proporções seriam verificadas, bem como as perpendicularidades. O território do futuro templo estava então demarcado por inúmeros fios que determinavam os eixos dos pilares e das paredes. A construção estava "balizada".

Se estabelecermos paralelo entre a construção medieval e a realizada artesanalmente até à poucas décadas, verificaremos que muito pouco se alterou na forma de transpor um projecto para o terreno.

Podia-se então dar início à abertura de caboucos para as fundações. Concomitantemente os pedreiros aparelhavam já a pedra que se ia retirando da pedreira. Trabalhavam junto a esta de modo a minimizar o peso do material a transportar para a obra. No estaleiro os canteiros esculpiam, segundo indicações e moldes do arquitecto, todas as peças que decorariam o edifício. Esses moldes eram executados em madeira a partir de desenhos à escala natural feitos sobre gesso ou sobre uma parede já acabada. Alguns destes desenhos eram, como se pode verificar pelos desenhos de Villard de Honnecourt, pertença da sabedoria tradicional de um canteiro, não precisando, por isso, de moldes.

Esta mão de obra livre e assalariada, não é mais do que a primeira massa operária, especializada, bem paga e que vai utilizar o seu saber e a sua curiosidade como forma de peregrinar e participar no que de mais "moderno" e revolucionário se fazia na época. Múltiplos motivos os levam a vaguear de estaleiro em estaleiro, de país em país, conhecer novos costumes e novas técnicas. Não havia fronteiras e o passaporte consistia no currículo de anteriormente ter trabalhado numa outra igreja. O seu percurso começava sempre numa pedreira próximo de casa e terminava muitas vezes numa grande catedral, algumas vezes como arquitecto.

adō postulabat impleri. Cum per
 gabrihele. ungen in eadē unsonem
 iuxta p̄tēnsidē uniuersa est com
 plecta. dī. dī. N. un moriente sup̄
 ducto. r̄q̄ medoz. & succedente
 in regnō cyro. r̄q̄ ysari. p̄missi
 onem dī. cōpletam. p̄eundē. r̄q̄m
 p̄p̄tōr̄t. h̄rlm. redūcto. stoua. sc̄d̄
 libu. parali. p̄emenon. & inuicū. ē. r̄q̄
 p̄p̄tē. cōfirmat. Cūq̄. a. p̄p̄tōr̄t.
 & seruo. b. templū. dī. aedificat. cor
 p̄s̄s̄t. mo. x̄p̄o. cyro. r̄q̄. h̄ac. r̄q̄.
 nante. r̄q̄. ysari. quī. n̄. moritō.
 successerit. uicne. ḡer̄t. ciuitatis
 h̄rlm. in. h̄s̄d̄. c̄d̄r̄t. r̄f̄o. r̄st̄u.
 r̄acionem. tēpl̄. & ciuitatis. r̄st̄it̄o.
 impedire. coep̄t. Quā. r̄acione. de
 terr̄. p̄p̄t̄. r̄paratio. sup̄. d̄ct̄.
 tēpl̄. d̄i. p̄. d̄. iuxta. p̄missionē.
 cōcess̄m. ē. p̄. q̄. d̄. iuxta. d̄. mor̄.
 n̄. m̄. notati. d̄. r̄. r̄. p̄. r̄. ag.
 ḡ. a. p̄. p̄. adō. m̄. s̄. s̄. t̄. t̄.
 bel. de. tribu. er̄. uida. qui. pot̄. t̄.
 r̄. q̄. s̄. t̄. r̄. u. s̄. r̄. t̄. d̄. i. s̄. t̄.
 ioseph. s̄. u. s̄. d̄. t̄. t̄. ad. m̄. a. i. t̄.
 c̄. d̄. t̄. c̄. p̄. l̄. t̄. o. m̄. z̄. r̄. m̄. e. r̄.
 t̄. o. p̄. r̄. s̄. t̄. u. r̄. a. c̄. i. o. n̄. i. s̄. h̄. r̄. l̄. m̄. a. d̄. u. e. n̄. s̄.
 t̄. h̄. o. c̄. i. a. a. d̄. d̄. t̄. o. d̄. e. m̄. o. r̄. d̄. u. l̄. t̄. a. t̄.
 p̄. p̄. t̄. u. d̄. i. t̄. i. n̄. u. i. t̄. a. r̄. i. d̄. q̄. o. d̄. s̄. p̄. e. a. m̄.
 d̄. i. x̄. e. r̄. t̄. l̄. p̄. t̄. h̄. e. d̄. i. c̄. n̄. d̄. u. u. e. n̄. t̄. t̄. o. m̄.
 u. t̄. a. e. d̄. i. f̄. i. c̄. e. t̄. d̄. o. m̄. d̄. i. O. m̄. a. u. q̄. u. e. p̄. t̄. e. x̄.
 t̄. a. m̄. h̄. u. p̄. t̄. e. c̄. o. n̄. a. t̄. r̄. o. u. e. r̄. t̄. i. o. n̄. e.
 p̄. p̄. t̄. a. e. d̄. i. f̄. i. c̄. a. t̄. i. o. n̄. e. tēpl̄. r̄. e. n̄. o. u. a.
 a. c̄. i. o. n̄. e. ciuitatis. o. b̄. s̄. e. r. u. a. n. c̄. i. a. s̄. a. c̄. d̄. o.
 t̄. a. l̄. e. m̄. a. i. n̄. t̄. e. r̄. a. t̄. i. r̄. e. ḡ. i. o. z̄. ḡ. e. r̄. a. u.
 e. x̄. e. r̄. a. t̄. i. s̄. i. ḡ. n̄. i. f̄. i. c̄. a. t̄. t̄. l̄. u. c̄.



BAGGEPPE:

NANNO

SECUNDO DARI
 egi in m̄. s̄. e. x. c̄.
 r̄. d̄. e. u. n. a. m̄. e. n. s̄. i. s̄.
 i. c̄. u. ē. u. e. r. b̄. u. d̄. n̄. i. m̄.
 a. n. u. a. q̄. r̄. e. p̄. t̄. e. a. d̄.
 r̄. o. b̄. a. b̄. e. l. f̄. i. l̄. i. u. s̄. d̄. a.
 a. d̄. d̄. u. c̄. e. u. d̄. a. & a. d̄.
 h̄. u. m. f̄. i. l̄. i. u. i. o. s̄. e. d̄. e. h̄.
 s̄. a. c̄. d̄. o. t̄. e. m̄. a. ḡ. n̄. u. d̄. i.
 s̄. e. r̄. s̄. h̄. a. c̄. d̄. i. c̄. d̄. n̄. s̄.
 ḡ. e. r̄. e. r̄. a. u. i. d̄. i. c̄. s̄. p̄. t̄.
 h̄. e. d̄. i. c̄. N̄. o. d̄. u. u. e. n̄. t̄.
 t̄. o. m̄. d̄. o. m̄. d̄. n̄. i. a. e. d̄. i.
 f̄. i. c̄. a. n. d̄. e. & f̄. a. c̄. t̄. u.
 u. e. r. b̄. u. d̄. n̄. i. m̄. a.
 s̄. u. a. q̄. r̄. e. p̄. t̄. e. d̄. i.
 N̄. u. m̄. q̄. u. i. d̄. i. c̄. p̄.
 u. o. b̄. u. t̄. h̄. a. b̄. i. t̄. e. a. t̄.
 o. m̄. i. b̄. i. a. q̄. u. e. a. n̄. s̄. &
 i. n̄. s̄. t̄. i. t̄. a. d̄. e. f̄. e. r̄. t̄. a.
 h̄. e. d̄. i. c̄. d̄. n̄. s̄. e. x̄. e. r̄. a. u. i.
 c̄. o. r. d̄. a. u. r̄. a. s̄. u. p̄. u. a. s̄. u. r̄. a. s̄.
 m̄. i. n̄. a. s̄. t̄. m̄. u. l̄. t̄. a. & i. n̄. u. l̄. i. s̄. t̄. a. s̄.
 p̄. a. r̄. t̄. u. C̄. o. m̄. e. d̄. i. s̄. t̄. a. & n̄. e. s̄. t̄. a. s̄. a.
 c̄. i. a. t̄. b̄. i. b̄. i. s̄. t̄. a. & n̄. e. s̄. t̄. i. n̄. h̄. e. b̄. u. a.
 t̄. O. p̄. e. r̄. u. s̄. t̄. u. u. o. s̄. & n̄. e. s̄. t̄. c̄. a. l. e.
 f̄. a. c̄. t̄. a. & q̄. u. i. m̄. e. r. e. d̄. o. s̄. c̄. o. ḡ. r̄. e. t̄.
 u. t̄. m̄. i. s̄. t̄. e. e. a. s̄. i. n̄. s̄. a. c̄. u. l̄. u. m̄. p̄. e. u. s̄. i.
 a. e. c̄. d̄. i. c̄. d̄. n̄. s̄. e. x̄. e. r̄. a. u. i. P̄. o. n̄. i. t̄. c̄. o. r.
 d̄. a. u. r̄. a. s̄. u. p̄. u. a. s̄. u. r̄. a. s̄. a. s̄. c̄. e. n. d̄. i.
 t̄. e. i. n̄. m̄. o. n̄. t̄. e. p̄. o. n̄. i. t̄. e. l̄. i. ḡ. n̄. u. &
 a. e. d̄. i. f̄. i. c̄. a. t̄. d̄. o. m̄. u. & a. c̄. c̄. e. p̄. t̄. a. b̄. i. l̄. i. s̄.
 m̄. i. h̄. o. r̄. t̄. & ḡ. l̄. o. r̄. i. f̄. i. c̄. a. b̄. o. r̄. d̄. i. c̄. d̄. n̄. s̄.
 R̄. e. s̄. p̄. e. c̄. t̄. u. s̄. a. d̄. a. m̄. p̄. l̄. u. s̄. & e. c̄. c̄. e. f̄. a. c̄. i.
 a. m̄. ē. m̄. u. n̄. & i. n̄. u. l̄. i. s̄. t̄. u. s̄. i. n̄. d̄. o. m̄. u.
 & ḡ. e. s̄. t̄. i. f̄. a. m̄. i. l̄. l̄. u. d̄. Q̄. ū. a. o. b̄. c̄. a. u.
 s̄. a. m̄. d̄. i. c̄. d̄. n̄. s̄. e. x̄. e. r̄. a. u. i. q̄. u. a. d̄. o.
 m̄. u. s̄. m̄. a. d̄. e. f̄. e. r̄. a. t̄. & u. o. s̄. f̄. e. s̄. t̄. i.
 n̄. a. s̄. t̄. u. s̄. q̄. u. i. s̄. q̄. i. n̄. d̄. o. m̄. u. s̄. u. a.
 p̄. h̄. o. c̄. s̄. u. p̄. u. o. s̄. p̄. i. b̄. i. t̄. a. s̄. c̄. a. e. l̄. i. n̄. e.
 d̄. a. r̄. e. r̄. o. s̄. & t̄. r̄. a. p̄. i. b̄. i. t̄. a. e. s̄. t̄.
 n̄. o. d̄. a. r̄. a. ḡ. e. r̄. m̄. i. n̄. t̄. r̄. u. o. c̄. a. u. i.
 s̄. i. c̄. c̄. a. t̄. e. s̄. u. p̄. t̄. r̄. a. & s̄. u. p̄. m̄. o. n̄. t̄. e. s̄.
 & s̄. u. p̄. e. r̄. m̄. u. & s̄. u. p̄. u. n̄. u. & s̄. u. p̄.
 d̄. e. u. & q̄. u. e. a. u. q̄. p̄. f̄. e. r̄. t̄. h̄. a. m̄. u. s̄.
 & s̄. u. p̄. h̄. o. m̄. i. n̄. e. s̄. & s̄. u. p̄. u. n̄. i. t̄. a.

Apresenta-se, de seguida, uma pequena entrevista, realizada com o Sr. Manuel, de 48 anos, actualmente encarregado de obras, mas que desde pequeno trabalhou nesta profissão. As suas informações, cremos, fornecem mais alguma luz sobre algumas formas artesanais de resolver problemas de construção.

O que eu precisava que me explicasse era como é que se conseguem marcar no terreno as fundações, iniciar o desenho das fundações, como é que se tiram paralelas e perpendiculares sem recorrer a instrumentos demasiado sofisticados?

- *É preciso ter um alinhamento, define-se em relação à estrada ou em relação a qualquer coisa. Pode ser uma orientação nascente/poente ou outra coisa qualquer, é preciso é ter uma linha para começar. A seguir marca-se um cunhal da casa num ponto desse meu alinhamento com uma estaquinha e arranja-se uma bitola com um fio ou uma cordinha onde se dão dois nós com aselha, um em cada ponta do fio. Põe-se uma das aselhas na estaca e na outra põe-se um lápis ou um pauzinho e marca-se, com o fio esticado, dois pontos em cima da linha do alinhamento. Nestes pontos espetam-se outras duas estacas, passa-se o fio para uma destas estacas e faz-se um arquinho no chão, passa-se depois para a outra estaca e faz-se outro arco que cruze o primeiro e tem-se o alinhamento da outra parede do cunhal na perpendicular. Para fazer as paralelas usa-se o mesmo processo, marca-se outro ponto no primeiro alinhamento e repete-se tudo. Para se ver se está em esquadria ve-se-lhe as diagonais que têm que ser iguais, a isto chama-se escantilhar.*

Outra questão, sei que se usava uma outra maneira de fazer perpendiculares que era uma corda com 12 nós e entre eles 12 espaços iguais, em que agarravam 3 pessoas de forma a criar um triângulo rectângulo em que um lado tinha 3 espaços, outro 4 e o outro 5.

- *Sei que isso existiu mas nunca assisti a utilizar uma coisa dessas. Tinha um amigo que era pedreiro e falava disso, das cordas e que prendia com estacas ao chão um desses lados do triângulo, o mais pequeno que ficava em cima do alinhamento e depois, o outro bico, tinha de ser esticado de forma a dar a perpendicular.*

Quanto aos nivelamentos que métodos é que utilizavam para os conseguir?

- *Isso fazia-se assim, se eu tivesse uma régua de madeira e lhe pregasse duas tábuas de forma a fazer uma espécie de triângulo, pregava-lhe depois um fio com um peso a fazer um fio de prumo, marcava na régua o ponto onde o fio de prumo batia e em cima da mesma superfície virava o triângulo (rodo-o 180°) e volto a marcar o ponto onde bate agora o fio de prumo. No meio destes dois pontos fica o nível ou seja se eu alisar a*

superfície de modo ao fio de prumo estar no ponto do meio, tenho a superfície de nível.

E para ter uma superfície toda de nível, um chão por exemplo?

- *Fazia-se mais ou menos como hoje, punha-se os tentos, (umas guias) e era sobre estes que se verificava se estava de nível.*

Não se lembra de se usar outras medidas diferentes de metros? Os côvados ou outras.

- *Não, sempre trabalhei com metros.*

NOTAS

- (1) Na sequência da Revolução Francesa, durante a 1ª República, a Convenção instituiu, em 1795, o sistema decimal e adaptou-o ao sistema métrico criando o metro-padrão. Este está relacionado com as dimensões da terra, correspondendo à décima milionésima parte do quarto do meridiano terrestre. Encontra-se depositado no Instituto Internacional de Pesos e Medidas, em Sevres. Portugal aderiu à Convenção do Metro realizada em 1875 e o seu metro padrão encontra-se depositado no Instituto Geográfico Cadastral, em Lisboa.
- (2) A este respeito ver o artigo *Metrologia Romana* de Mário Lazzarini in *Revista Cinimbriga*, Vol.IV, 1965
- (3) H. Gama Barros na *História da Administração Pública em Portugal nos séc.XII a XV* aborda com alguma frequência este tema, particularmente no vol.X.
- (4) Ordenações Afonsinas, Livro I, TítuloV, §34-36
- (5) H. Gama Barros, *História da Administração Pública em Portugal nos séc.XII a XV*, TomoX, pp.35
- (6) A este propósito ver Virgolino Jorge, *Der Dom Von Évora. Seine Stellung In Der Mittelalterlichen Architektur Portugals*
- (7) Virgolino Jorge, "Measurement and Number in the Cistercian Church of Alcobaça", *Arte Medievale*, 2ª série, anoVIII, nº1, tomo2, 1994 e "Módulo e Proporção na Igreja Cisterciense de S. João de Tarouca", in *Congreso Internacional sobre San Bernardo y el Cister en Galicia y Portugal*, Orense, 1992
- (8) George Jouven, *La Forme Inicial*, Paris, Desvy-Livres, 1985, p.196
- (9) George Jouven, *La Forme Inicial*, Paris, Desvy-Livres, 1985, p.199
- (10) cf. Roland Bechmann, Villard de Honnecourt, Paris, Picard, 1993, p.57
- (11) Tradução realizada a partir da transcrição inclusa na op.cit., p.71
- (12) cf. J. Patrick Greene, *Medieval Monasteries*, Leicester, Leicester University Press, 1992, p.55
- (13) cf. Robert Mark, *Experiments in Gothic Structure*, Cambridge, The MIT Press, 1984
- (14) Entidade administrativa que tem por função angariar e gerir os fundos para a realização da obra.
- (15) Mircea Eliade, *O Sagrado e o Profano*, Lisboa, Livros do Brasil, s.d., cap.I - o espaço sagrado e a sacralização do mundo.

IV. MÓDULO E PROPORÇÃO

*"Portanto, se há algo depois do Primeiro,
não será já simples. Será uno e
múltiplo. De onde procede ele?"*

Plotino, Enéadas V. 4,4

Foi nosso objectivo estudar alguns dos factores que consideramos determinantes para uma tomada de consciência do “espírito medieval”. Muitos destes factores surgem ridículos e incompreensíveis hoje, no entanto consideramos que em qualquer dos níveis em que nos movamos, as nossas identificações e interpretações terão de ser corrigidas e controladas por uma grande consciência dos processos históricos. A análise que se pretendeu realizar neste trabalho, fornece-nos elementos para uma tentativa de sistematização imparcial da envolvente que determinou a concepção da arquitectura românica e gótica.

IV.1. Síntese

Subdividimos o trabalho em três áreas, convicções, saberes e técnicas. Consideramos chegado o momento de fundir as questões essenciais de cada uma das áreas de modo a podermos, com base nelas, alicerçar a hipótese de metodologia da concepção projectual, do módulo e da proporção, como elementos estruturantes da arquitectura medieval.

À imagem do homem clássico, a Idade Média precisou de criar uma envolvente mitológica à religião, o conceito abstracto de Deus constituia uma situação reducionista e abstractizante, sendo necessário utilizar um contínuo historiado e real, por isso a imagem (medieval) de Deus era claramente antropomórfica, sendo-lhe atribuída uma idade avançada, repleta de sapiência e venaribilidade. As convicções sobre os mecanismos de nascimento do mundo fundamentavam-se na crença de uma forma de realizar divina, semelhante à humana, representada tantas vezes num Deus idoso, com um compasso na mão, construindo o mundo - O Supremo Arquitecto. A prática da arquitectura é assim justificada como forma emblemática de aproximação ao divino, execução de uma tarefa superior, só possível de tender à perfeição se executada segundo princípios idênticos aos primordiais. Esta premissa

encontra uma das suas raízes na indiscutível e profunda influência dos textos platónicos, particularmente o Timeu e o Fédon. Essas premissas constituir-se-ão mesmo princípios teológicos indiscutíveis e comumente aceites por todas as camadas da população.

Indissociável destas verdades é o modo como Deus criou o mundo, utilizando os quatro elementos primordiais (terra, ar, fogo e água), e dando ao céu a forma esférica e à terra a de um quadrado. Além das duas formas primordiais, atrás citadas, haveria ainda o triângulo que consubstanciaria a inteligência, já que qualquer figura geométrica pode ser subdividida ou gerada por ele. Entende-se assim o simbolismo atribuído a estas formas e aos números que lhes são inerentes.

A visão simbólico-alegórica do homem medieval é um dos factores determinantes para uma correcta análise deste período. O mundo das ideias, primordiais e perfeitas, estava acima do observável, logo cada elemento deve ser entendido como uma mediação com o sagrado. Cada símbolo deve ser descodificado em todas as suas possíveis leituras. Deste modo se constroi uma perspectiva poética e repleta de mitos, se ganha um sentido do maravilhoso que é estranho ao nosso pragmatismo contemporâneo. Em termos semiológicos, o mundo medieval constitui-se como uma profusão de imagens/mensagem de múltiplas e intermináveis descodificações. A forma como estas mensagens se autossustentam e interpenetram dão a este período histórico uma das suas mais fortes características bem como uma imensa densidade.

O capítulo dos saberes levou-nos a investigar somente as áreas da matemática, da música e da astronomia, não porque, ao contrário do que alguns supõem não houvesse algum espírito de investigação nestas e noutras áreas, mas porque nos pareceram ser estas as que mais directamente nos aportariam informações que contribuíssem para esta investigação.

Das matemáticas consideramos ser importante reter alguns pontos como: a utilização sistemática da numeração romana, mesmo entre população erudita, até um período tardio da Idade Média, o que impossibilitou o desenvolvimento das operações da multiplicação e da divisão; a utilização do raciocínio da duplicação e fraccionação para a resolução das situações anteriormente descritas; a utilização da base 12 para uma melhor prossecução destes fins; a resolução da

maioria dos problemas matemáticos, hoje integrados nas mais diversas áreas desta disciplina (álgebra, trigonometria, geometria, etc.) com o auxílio exclusivo de raciocínios geométricos; a resolução de problemas geométricos complexos reduzindo-os exclusivamente às formas simples de triângulos, quadrados e círculos e as respectivas formas tridimensionais; a prática sistemática da geometria prática, com a utilização exclusiva de compassos, régua e esquadros; a aceitação dos princípios da proporção entre formas, alguns deles tidos como exemplares por corresponderem a elementos sistematicamente presentes, em várias disciplinas e/ou formas (como por exemplo, proporções entre lados de polígonos ou proporções musicais).

Os dados mais relevantes a reter, da análise que fizemos da evolução e importância da música neste período, serão antes de mais, o seu carácter divino, já que o mundo teria sido feito, segundo a descrição aceita e inserta no Timeu, segundo a harmonia musical. As "partes" em que teriam sido utilizadas as matérias primordiais teriam sido as proporções pitagóricas que adoptavam os valores de $2/1$, $4/3$ e $3/2$ como valores proporcionais ou harmónicos, correspondentes à oitava, à quarta e à quinta notas de uma escala (havia também uma correspondência aos respectivos tamanhos das cordas que produziam estes sons).

A astronomia contribuiu com informações relativas à justificação da divisão do círculo em 360, dado adquirido provavelmente a partir do valor aproximado dos dias do ano) e em 12 signos/meses/horas o que corroboraria a utilização da base 12 e a facilidade e disseminação da sua utilização. Também ainda no âmbito da astronomia, a trigonometria e a importância dos triângulos e das triangulações, que se constituem como base fundamental desta ciência, serão o nosso mais precioso auxiliar.

Quanto às técnicas, realizámos estudo das normas de medição , a análise de alguns desenhos da época e a descrição de algumas técnicas de construção. Estes estudos foram-nos úteis para entender que a prática justificava e confirmava muitas das afirmações realizadas nos capítulos das convicções e dos saberes.

As unidades de medida usavam a base 12 para a sua subdivisão, facilitando assim a utilização de múltiplos, submúltiplos e fracções das mesmas. Os desenhos eram construções geométricas, muitas

delas realizadas com o auxílio do compasso, régua e esquadro, mesmo as realizadas exclusivamente à “mão levantada” deixam adivinhar que a sua realização rigorosa implicaria estes meios; correspondiam, muitos deles, a desenhos de obra, de resolução de problemas de construção e eram resolvidos com o auxílio exclusivo de métodos geométricos, muitos deles deixando expressa o uso da proporção. As técnicas de construção estudadas levavam à prática, noutra escala, os desenhos e respectivas técnicas atrás descritos, usando equipamentos de substituição dos compassos, régua e esquadros, como por exemplo o uso do fio esticado fixo numa das suas extremidades, a virga (ou vara) como medida padrão, os níveis e prumos em substituição dos esquadros, a corda de 12 nós...

Considera-se, portanto demonstrada a existência de conformidade entre os três tipos de práticas estudadas, justificando-se e autosuportando-se uma às outras como é comum na prática humana tão avessa à contradição.

IV.2. A Medida Padrão

A arquitectura repousa sobre a conformação tridimensional do espaço e muitas das suas correntes conceptuais utilizam a modulação como suporte do acto de projectar. Uma estrutura ortogonal modulada é, à partida, uma garantia de uma eficaz funcionalidade e executabilidade.

Para descodificar o módulo construtivo de uma construção medieval, ou seja o quadrado de base que serviu de forma padrão à construção de todo o projecto de um determinado edifício, teremos, numa primeira fase de encontrar a medida padrão que lhe esteve na origem. Essa medida deverá ser obtida a partir de levantamentos rigorosos das dimensões das estruturas geradoras de toda a tipologia do edifício. Ou seja um templo de planta cruciforme terá o seu núcleo no cruzeiro, um de planta centralizada terá o seu núcleo no quadrado inscrito nos seus pilares centrais e por último um edifício de planta basilical, o seu traçado inicial encontrar-se-á exclusivamente na cabeceira.

Esta investigação terá de ser feita com as dimensões a eixo, interiores e exteriores dos pilares ou paredes, já que existem exemplos⁽¹⁾ onde a implantação destes elementos iniciais, se realiza destes diferentes modos. Interessa ainda realizar a investigação para todas as medidas tipo naturalmente utilizadas à época, na região. Queremos com isto dizer que num edifício implantado numa região de forte e prolongada influência romana deve ser verificado o pé romano, num outro implantado numa região de influência muçulmana deverá ser verificado o côvado.

Os valores encontrados que mais se aproximem de valores inteiros, na base 12 (e seus múltiplos inteiros), serão provavelmente a chave do problema. Convém lembrar que algumas vezes eram utilizadas as proporções harmónicas, isto significa que é possível encontrar medidas padrão de 24pés (2/1), 18pés (3/2), 8pés (2/3) e 3pés (4/3) e respectivos múltiplos.

Há ainda que cotejar estes valores com outros valores de levantamento do edifício de modo a verificar a justeza das conclusões. Esta medida padrão terá sido a utilizada na construção de todo o edifício e de todas as suas partes e componentes, logo ela deverá estar em conformidade com todos os elementos como paredes, pilares, bases, capiteis, janelas,... É um dos meios interessantes para verificar intervenções.

IV.3. Módulo e Proporção

Só após a certeza na medida padrão se deve começar a trabalhar o módulo de base. Este será portanto um quadrado composto por um determinado número de unidades padrão, como já vimos, múltiplas de 12 ou de uma sua fracção, mas agrupadas no módulo base. O módulo base servirá para construir uma malha ortogonal ou quadrícula com a medida padrão por unidade. Por sua vez o módulo padrão é já o conjunto de módulos base que se inscrevem no núcleo do edifício (n^2 medidas padrão) e gerará, por rotação a malha construtiva, determinando também a localização dos elementos construtivos mais significativos do edifício.

É interessantíssimo verificar como toda a estrutura da construção aparece justificada, fornecendo as localizações dos diversos espaços, as mudanças de direcção dos panos de parede, os vãos. Surgem também e imediatamente, em edifícios com intervenções recentes, massas construídas que não cumprem a modulação.

Esta análise pode ainda ser realizada em corte e podem-se também fazer os estudos dos alçados, das rosáceas, dos portais. Todos estes elementos cumprirão a mesma modulação e deixarão transparecer eventuais intervenções em desacertos.

A modulação destes edifícios permitia ainda ao arquitecto prever e gerir as necessidades em matérias primas e mão-de-obra, as dimensões das paredes (em espessura, altura e comprimento) permitiam o cálculo aproximado de quantidades de alvenarias e reboucos, bem como de tempo e de mão de obra.

Por fim é interessante estudar as proporções existentes entre os diversos elementos construtivos de cada templo. A rotação do módulo-padrão quadrado determinará uma progressão em que se considerarmos o lado do quadrado inicial como sendo 1, levará a que o quadrado seguinte seja $\sqrt{2}$ e o próximo 2, o que corresponderá a uma progressão geométrica de razão de $\sqrt{2}$, em que a malha construtiva, apesar de progredir acerta sempre na malha ortogonal.

Como já dissemos a harmonia, isto é a relação das partes numa determinada relação, em termos de proporções ou razões algébricas, é entendida nesse tempo como fonte de toda a beleza, pois exemplifica as leis, segundo as quais, a razão divina construiu o universo. As proporções musicais e as razões simples estarão na base da perfeição que não se vê mas se sente. As razões entre comprimentos, larguras e alturas revelar-nos-ão algumas surpresas, as proporções encontradas justificarão o equilíbrio formal do templo em estudo.

A concepção "ad quadratum" une céu e terra, divino e humano e consubstancia a perfeição.

NOTAS

- (1) Como no caso da Igreja Cistersiense de S. João de Tarouca em que a modulação se realizou não a eixo mas pelo exterior dos pilares do cruzeiro. cf. "Módulo e Proporção

V. APLICAÇÕES

RESTAURAÇÃO DA SÉ PATRIARCAL DE LISBOA

Proposta do Arq^o Augusto Fuschini - 1902



V.1. SÉ DE LISBOA

A Sé de Lisboa é um monumento dedicado a Santa Maria Maior, foi mandada construir por D. Afonso Henriques após a reconquista de Lisboa aos mouros (1147), sendo portanto, na sua origem um edifício românico. Construída segundo plano do mestre Roberto, é sagrada em 1150, data em que estaria já bastante adiantada. No final do séc. XIII são-lhe acrescentados muitos dos elementos góticos, mas só no século seguinte é realizada a actual cabeceira, constituída esta por deambulatório e absidiolos. A fachada apresenta ainda os seus profundos traços românicos, com um nártex enquadrado por duas torres ameadas que conferem ao templo um aspecto de fortaleza. O portal é composto por quatro arquivoltas e sobre este a fachada apresenta uma grande rosácea. O interior é constituído por um espaço de três naves em que a central é coberta por uma abóbada de canhão e as laterais por abóbadas de aresta. O transepto é

igualmente abobadado sendo iluminado por duas rosáceas colocadas nos respectivos topos.

Muitos dos terramotos que assolaram Lisboa trouxeram prejuízo ao edifício, particularmente o terramoto de 1755 que destruiu profundamente todo o seu corpo sul, tendo também feito desabar a torre sineira sobre o cruzeiro.

A partir de finais do século passado surge vontade de recuperar este monumento que se encontrava profundamente degradado e ao abandono. As primeiras propostas de recuperação e devolução à sua traça original, datam de 1902 com as propostas do Arqº Augusto Fuschini, sem, no entanto, conseguirem aprovação. A partir de 1911 o responsável pelo início das obras e dos respectivos projectos passa a ser o Arqº António Couto. Na sequência desta tarefa ele executa plantas de reconstituição da cabeceira original, segundo a traça românica.

É esta proposta que escolhemos para nos servir de base ao estudo da modulação de uma igreja de planta cruciforme.

Aplicaremos portanto a metodologia definida no capítulo anterior, para definir a medida padrão, o módulo construtivo e as proporções da Sé de Lisboa de modo a verificar a adaptabilidade das mesmas à proposta elaborada pelo Arqº Couto.

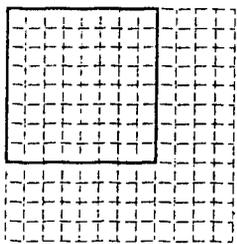
Definição da medida padrão

	Dimensão	Pé Romano : 29,6	Pé do Rei : 32,5
Cruzeiro			
Pilares Norte/Sul			
Largura entre pilares - interior	6,25m	21,1	19,2
Largura entre pilares - a eixo	9,47m	31,9	29,1
Largura entre pilares - exterior	12,69m	42,8	39,0
Pilares Este/Oeste			
Largura entre pilares - interior	6,28m	21,2	19,3
Largura entre pilares - a eixo	9,50m	32,0	29,2
Largura entre pilares - exterior	12,72m	42,9	39,1

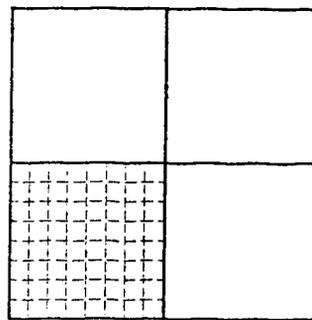
Cotejamento com outras medidas

	Dimensão	Pé Romano : 29,6	Pé do Rei : 32,5
Largura do transepto - a eixo	36,29m	122,6	111,7
Largura do corpo principal - a eixo	23,53m	79,4	72,4

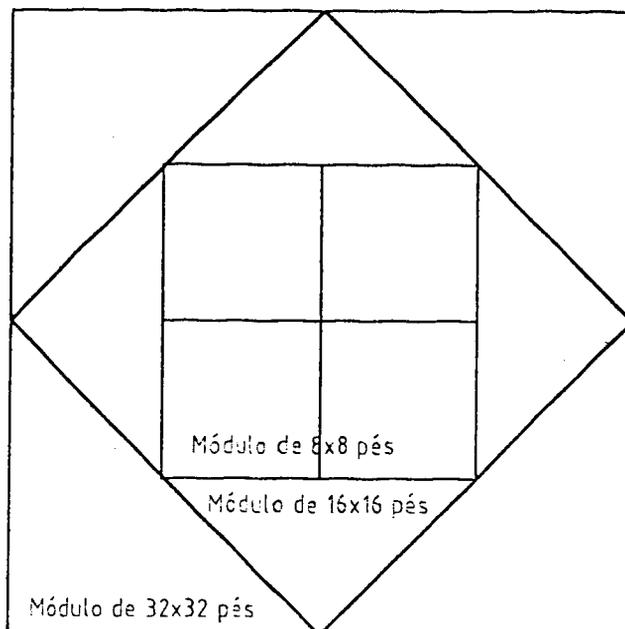
Considerámos como medida padrão o pé romano já que é este o único a surgir (nas medidas a eixo dos pilares), com valores dentro dos parâmetros definidos no capítulo anterior, ou seja 32 pés romanos não é mais do que 8x4 pés, e é este o único valor que poderá corresponder a 12, seus múltiplos ou aos múltiplos das proporções harmónicas de 12. Assim a medida padrão será precisamente 2/3 de 12 pés (= 8 pés), ou seja cumprirá a proporção de quinta harmónica como verificámos no capítulo da música.



2/3 de 12x12 pés romanos



Módulo 8x8 pés romanos



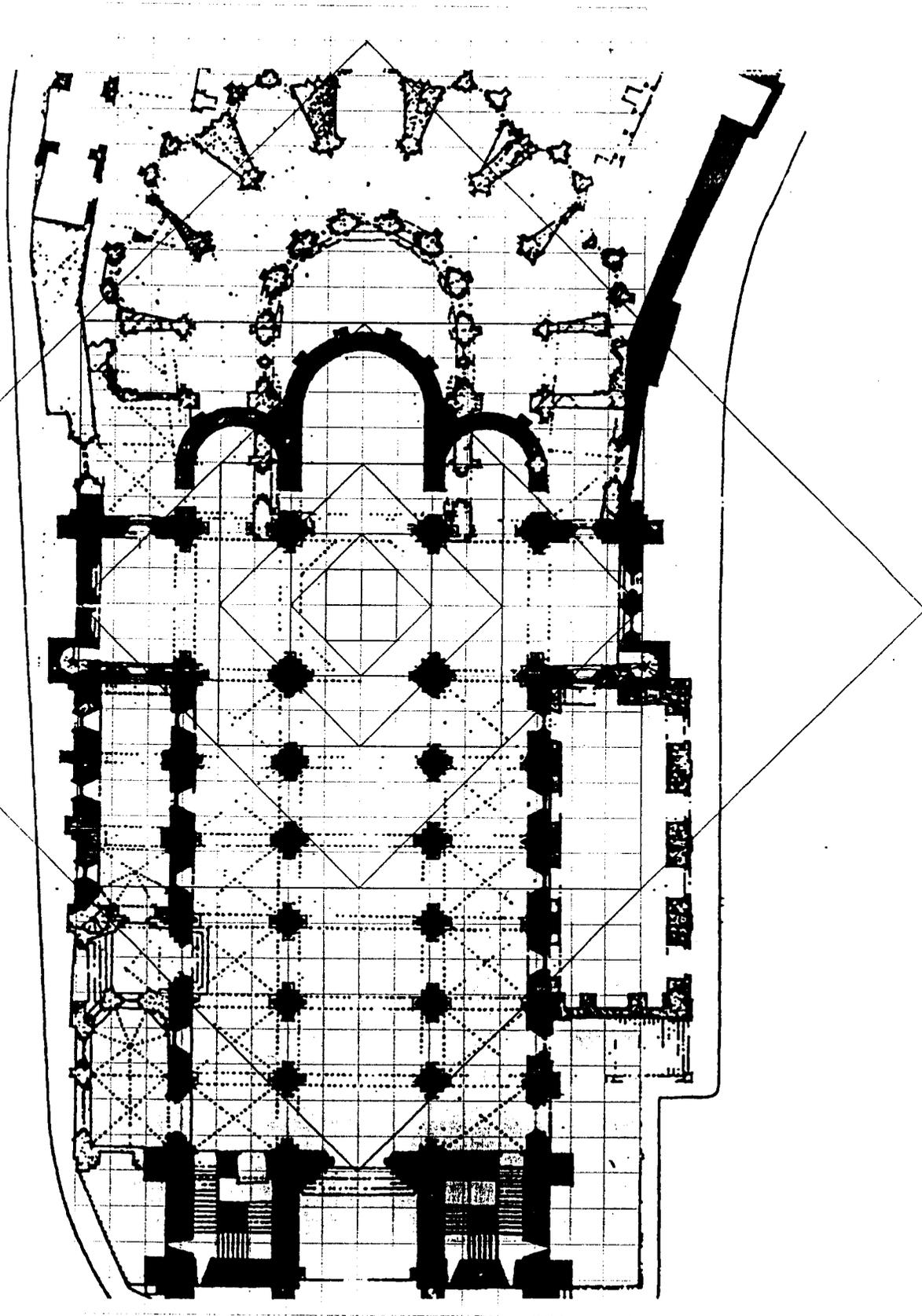
Porque estamos a estudar a proposta apresentada pelo Arqº Couto para a reconstituição da cabeceira da Sé de Lisboa, utilizaremos, no mapa seguinte, exclusivamente as medidas de levantamento relativas ao transepto e corpo central por considerarmos que as da cabeceira existente, apesar de eventualmente cumprirem o módulo, constituem uma intervenção posterior. Será possível encontrar coincidências na modulação já que se as obras foram realizadas nos dois ou três séculos seguintes é provável e possível que a medida padrão e o módulo tivessem sido repegados, pois esta técnica construtiva ainda seria do conhecimento comum.

No mapa anexo encontraremos discrepâncias entre medidas que parecem não cumprir a modulação, no entanto alguns dos módulos teriam os seus limites no exterior das paredes e outros a eixo.

Também se é provável que todo o lado norte não tenha sofrido grandes intervenções e mantenha alinhamentos original, o que se poderá confirmar por uma certa uniformidade na espessura das paredes, o mesmo não se passará nas paredes a sul, já que não só foram reconstruídas como terão sofrido obras e acrescentos recentes.

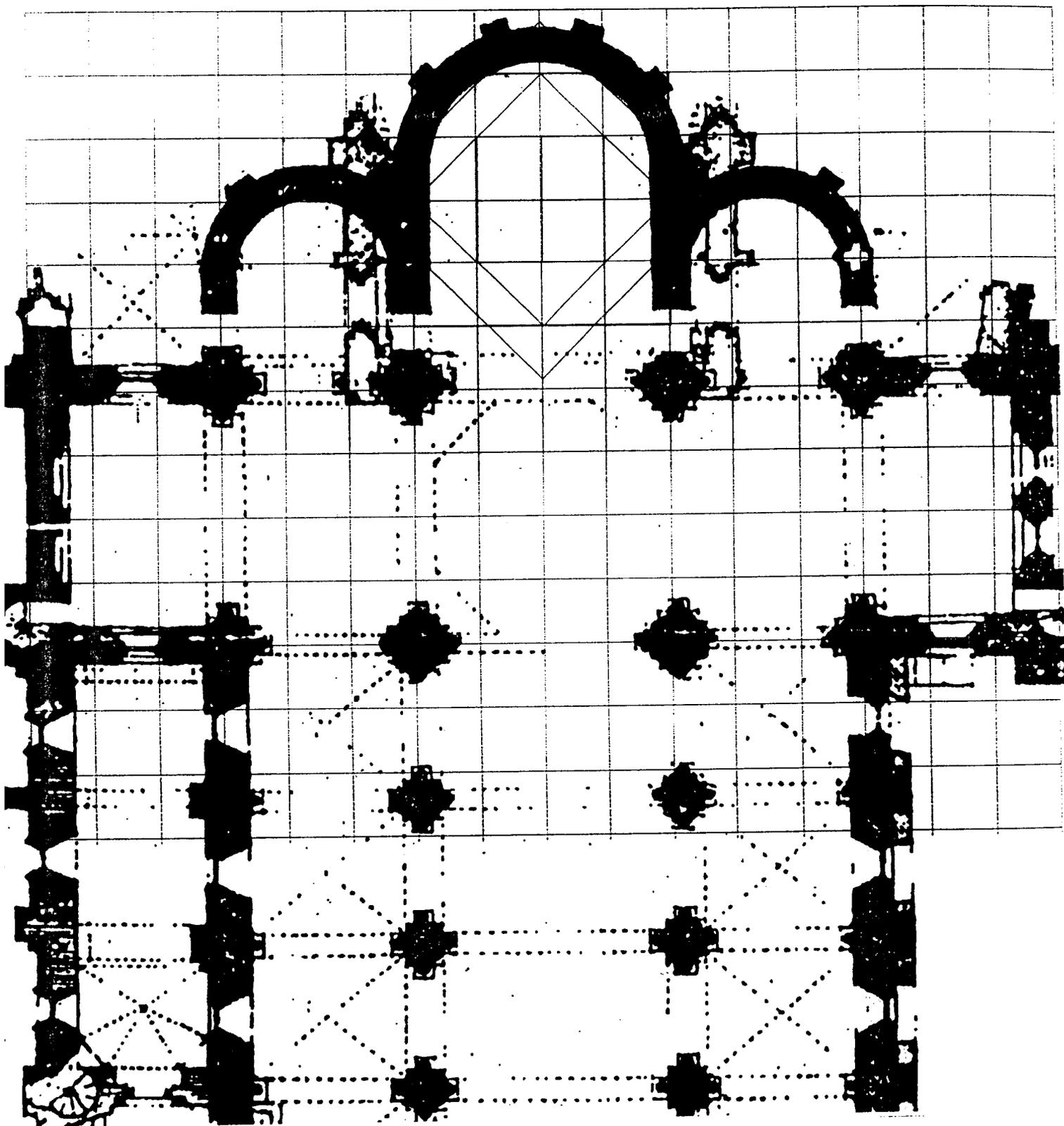
Mapa de Relação Entre Medidas

	Dimensão (valor medido)	Equivalência em pés (A : 29,6)	Equivalência em metros (B,0 x 29,6)	Diferença
	A	B	C	(A - C)
<u>Cruzeiro</u>				
Largura entre pilares - a eixo	9,47m	31,9	9,47m	+ 0,00m
Comprimento entre pilares - a eixo	9,50m	32,0	9,47m	+ 0,03m
<u>Transepto</u>				
Largura - interior	34,68m	117,1	34,63m	+0,05m
Largura - a eixo	36,29m	122,3	36,11m	+ 0,18m
Largura - exterior	37,79m	127,6	37,88m	- 0,09m
<u>Corpo principal</u>				
Largura total - a eixo	23,57m	79,6	23,68m	- 0,11m
Largura da nave do lado do evangelho - a eixo	7,03m	23,8	7,10m	- 0,07m
Largura da nave do lado da epístola - a eixo	7,10m	24	7,10m	0,0m
Comprimento - a eixo	33,16m	112,0	33,15m	+ 0,01m
Comprimento total ao início da cabeceira - a	42,73m	144,3	42,62m	+ 0,11m
Comprimento exterior ao início da cabeceira	43,63m	147,4	43,51m	+ 0,12m
Largura das paredes - norte	1,59m	5,3	1,57m	+ 0,02m
Largura das paredes - sul	2,09m	7,0	2,07m	+ 0,02m



esc. 1/400

Sobreposição da grelha à totalidade do edifício



esc. 1/200

Estudo da cabeceira

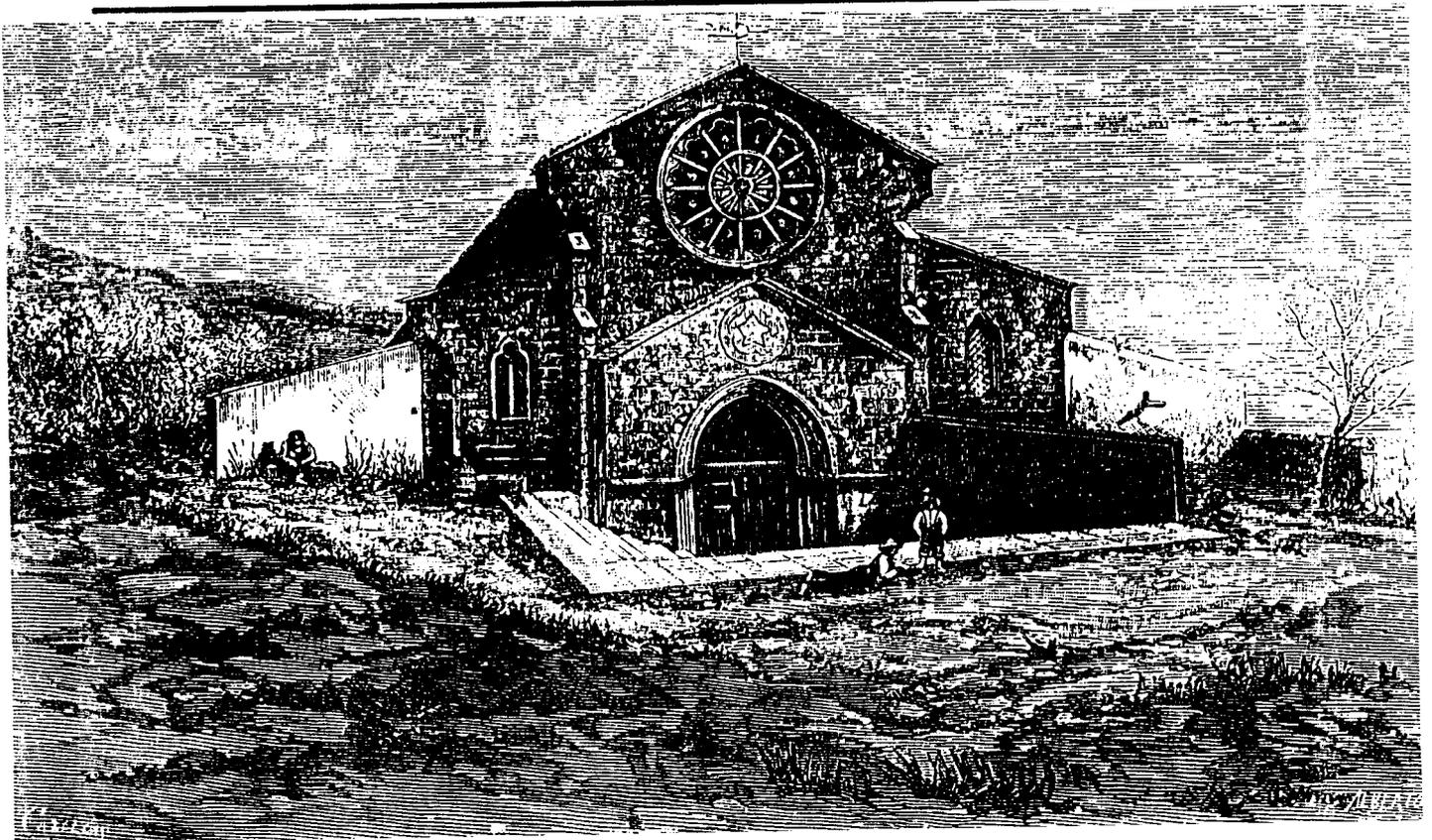
Verifica-se que a modulação determina de facto a maioria dos elementos construtivos da proposta.

A sobreposição da grelha modular fornece todos os limites externos do edifício deixando confirmar que as intervenções e acrescentos a sul serão claramente de época posterior já que não cumprem minimamente a modulação, o mesmo não se passando com os elementos construídos a norte que serão ainda os medievais apesar de eventualmente posteriores e não danificados com o terramoto. As torres sineiras da fachada são um claro exemplo da correcção do traçado proposto. Quanto aos dados fornecidos pela planta da cabeceira verificamos que a rotação dos módulos múltiplos 4x4 e 8x8 nas suas intersecções coincidem com limites e eixos de paredes, como nos casos das capelas laterais, fornecem as localizações e direcções dos contrafortes e ainda a profundidade do transepto.

Mesmo o estudo da proporção entre os valores de A (que compreende a dimensão do braço do transepto mais o somatório da largura das naves) e B (que corresponde à dimensão da profundidade da cabeceira mais metade da dimensão da profundidade do cruzeiro) dão-nos uma vez mais a proporção da quarta, correspondente aos valores de 4/3 (18,89m/25,12).

	Valores em módulos	Proporção
Profundidade/Largura do Cruzeiro	4/16	1/4
Largura da nave central/Largura das laterais	4/3	4/3
Largura da cabeceira/Largura das colaterais	4/3	4/3
Profundidade do transepto/Profundidade da cabeceira	4/6	4/6
Profundidade da cabeceira/Profundidade das colaterais	6/3	2

Concluimos que a proposta do Arq^o Couto se inscreve na grelha construtiva encontrada para a Sé de Lisboa, no entanto seria interessante confirmar estes dados em escavação arqueológica o que pensamos não terá sido feito à época mas permitiria hoje uma reconstituição em maquete deste monumento fundamental da cidade de Lisboa.



Gravura em madeira - séc.XIX

V.2. SANTA MARIA DO OLIVAL

A Igreja de Santa Maria do Olival, em Tomar, é um templo da segunda metade do séc.XIII, ou seja do início do gótico português e é considerada como paradigma da adaptação da tipologia basilical.

Foi a primeira sede da Ordem do Templo em Portugal e serviu para seu panteão.

Apresenta três naves de cinco tramos, sendo a central mais elevada, todas elas possuindo cobertura em madeira. Os pilares que dividem as naves são cruciformes, tendo sido os capiteis substituídos por impostas que sustentam os arcos ogivais.

A cabeceira do templo é constituída por uma abside poligonal e duas capelas laterais de planta rectangular. A capela-mor apresenta altas frestas góticas e uma abóbada de nervuras.

A fachada é de cantaria à vista e assinala a estrutura tripartida do interior. Apresenta uma rosácea de grandes proporções, dividida em doze folhas. O portal é constituído por quatro arquivoltas de arco

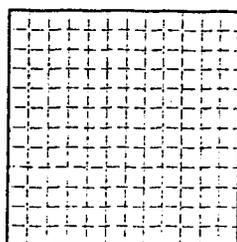
levemente quebrado que repousam em três colunelos. O acesso ao interior do edifício faz-se por uma escadaria descendente.

A característica mais interessante do monumento será o contraponto lumínico a uma estrutura que se apresenta despojada e austera.

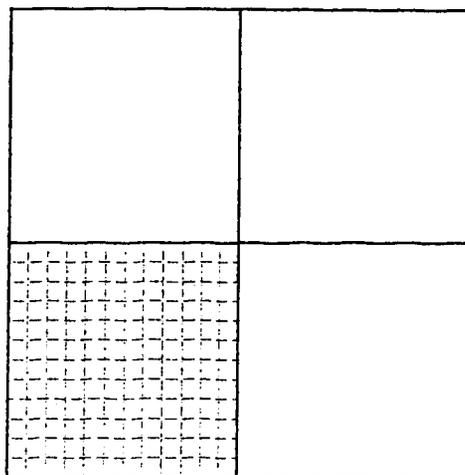
Para a determinação do módulo construtivo consideraram-se as dimensões (por levantamento) da cabeceira e a sua confirmação com o comprimento total do monumento.

Definição da medida padrão

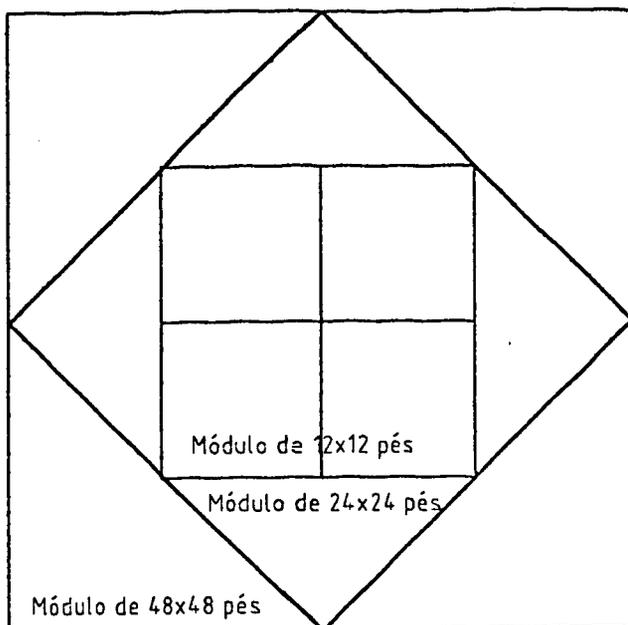
	Dimensão	Pé Romano : 29,6	Pé do Rei : 32,5
Capela-mor			
largura - interior	6,31m	21,3	19,4
largura - a eixo	7,15m	24,2	22,0
largura - exterior	7,99m	26,9	24,5
profundidade - interior	7,93m	26,7	24,4
profundidade - a eixo	8,30m	28,0	25,5
profundidade - exterior	8,67m	29,2	26,7
Comprimento total			
interior	38,28m	129,3	117,8
a eixo	39,06m	131,9	120,1
exterior	39,86m	134,7	122,6



12 pés do rei



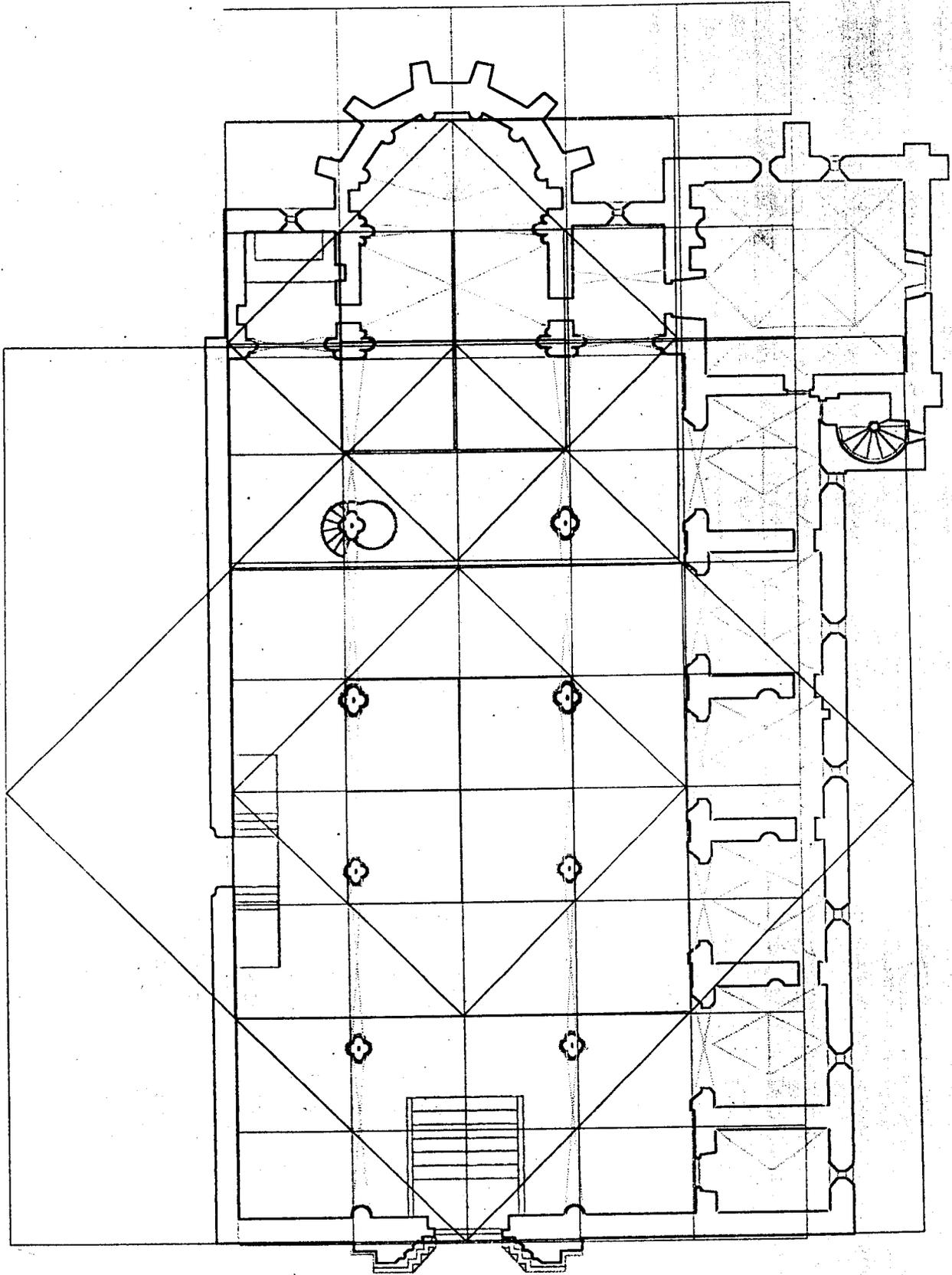
Módulo de 12x12 pés do rei



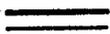
Considerou-se o módulo base constituído por um quadrado de 24x24 pés do rei, ou seja duas vezes a medida padrão de 12 pés do rei (32,5cm), e verificou-se a conformidade deste módulo com as restantes medidas.

Mapa de Relação Entre Medidas

	Dimensão (valor medido)	Equivalência em pés (A : 32,5)	Equivalência em metros (B,0 x 32,5)	Diferença (A - C)
	A	B	C	
Comprimento total da igreja - a eixo	39,06m	120,1	39,00m	+ 0,06m
Comprimento à capela-mor - a eixo	31,15m	95,8	31,20m	- 0,05m
Largura do corpo principal - interior	15,51m	47,7	15,60m	- 0,09m
Largura do corpo principal - a eixo	16,27m	50,0	16,25m	+ 0,02m
Largura do corpo principal - exterior	17,04m	52,4	16,90m	+ 0,14m
Largura da nave central - a eixo	7,19m	22,2	7,15m	+ 0,04m
Largura da nave do lado da evangelho - a	4,54m	13,9	4,55m	- 0,01m
Largura da nave do lado do epístola - a eixo	4,60m	14,2	4,55m	+ 0,05m
Altura interior	16,15m	49,6	16,25m	- 0,10m
Capela-mor				
Largura - exterior	7,99m	24,5	7,80m	+ 0,19m
Profundidade - interior	7,93m	24,4	7,80m	+ 0,13m
Altura - interior	7,92m	24,3	7,80m	+ 0,12m
Capela do lado do evangelho				
Largura - a eixo	3,81m	11,7	3,90m	- 0,09m
Profundidade - interior	3,87m	11,9	3,90m	- 0,03m
Capela do lado da epístola				
Largura - a eixo	3,79m	11,7	3,90m	- 0,11m
Profundidade - interior	3,87m	11,9	3,90m	- 0,03m
Pilares				
Largura	0,82m	2,52	0,81m	+ 0,01m
Comprimento	0,97m	2,98	0,975m	- 0,005m

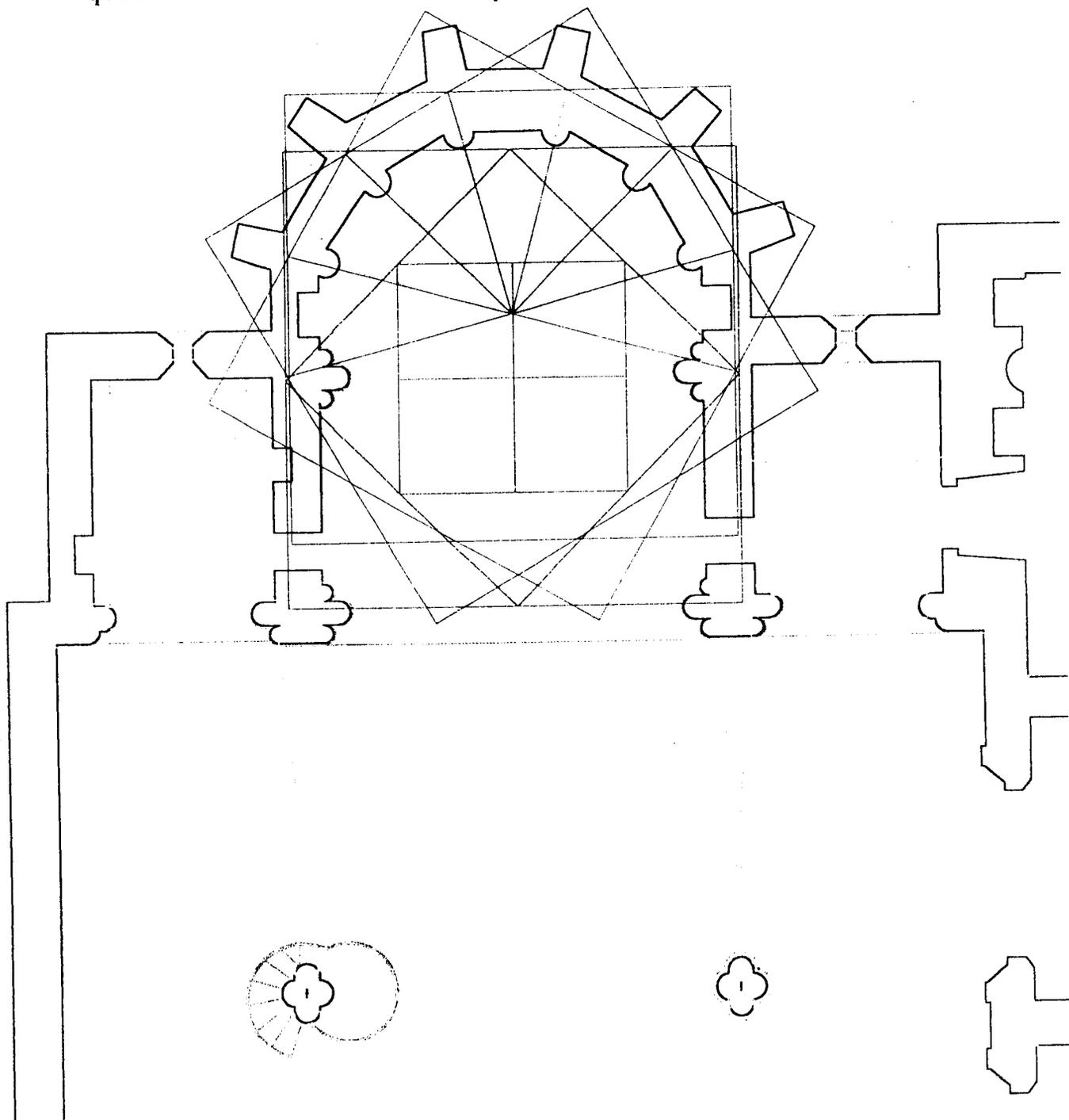


esc. 1/200

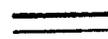


Verificou-se também a conformidade desta opção na sua forma geométrica, verificando-se que a grelha determina, de facto, não só a cabeceira, como a largura (interior) e o comprimento pelo exterior do portal. A modulação determina a linha de pilares, não pelo seu eixo como é frequente, mas pelo limite exterior. Verifica-se ainda que a sacristia corresponderá a uma construção coeva o que não acontece com as capelas laterais.

A cabeceira resultaria da tripla rotação do módulo que determinaria a quase totalidade de eixos e espessuras de parede.

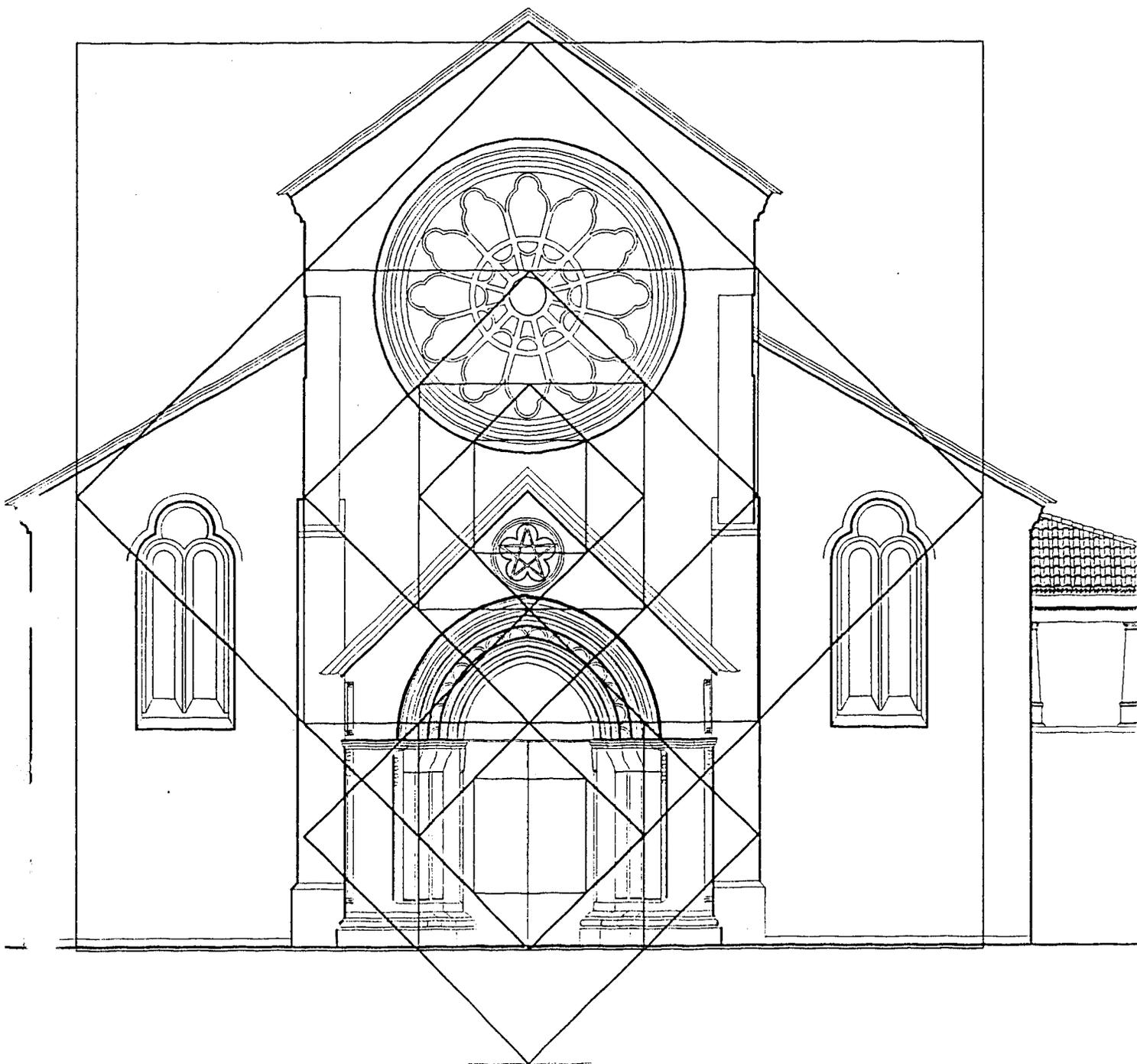


esc. 1/100

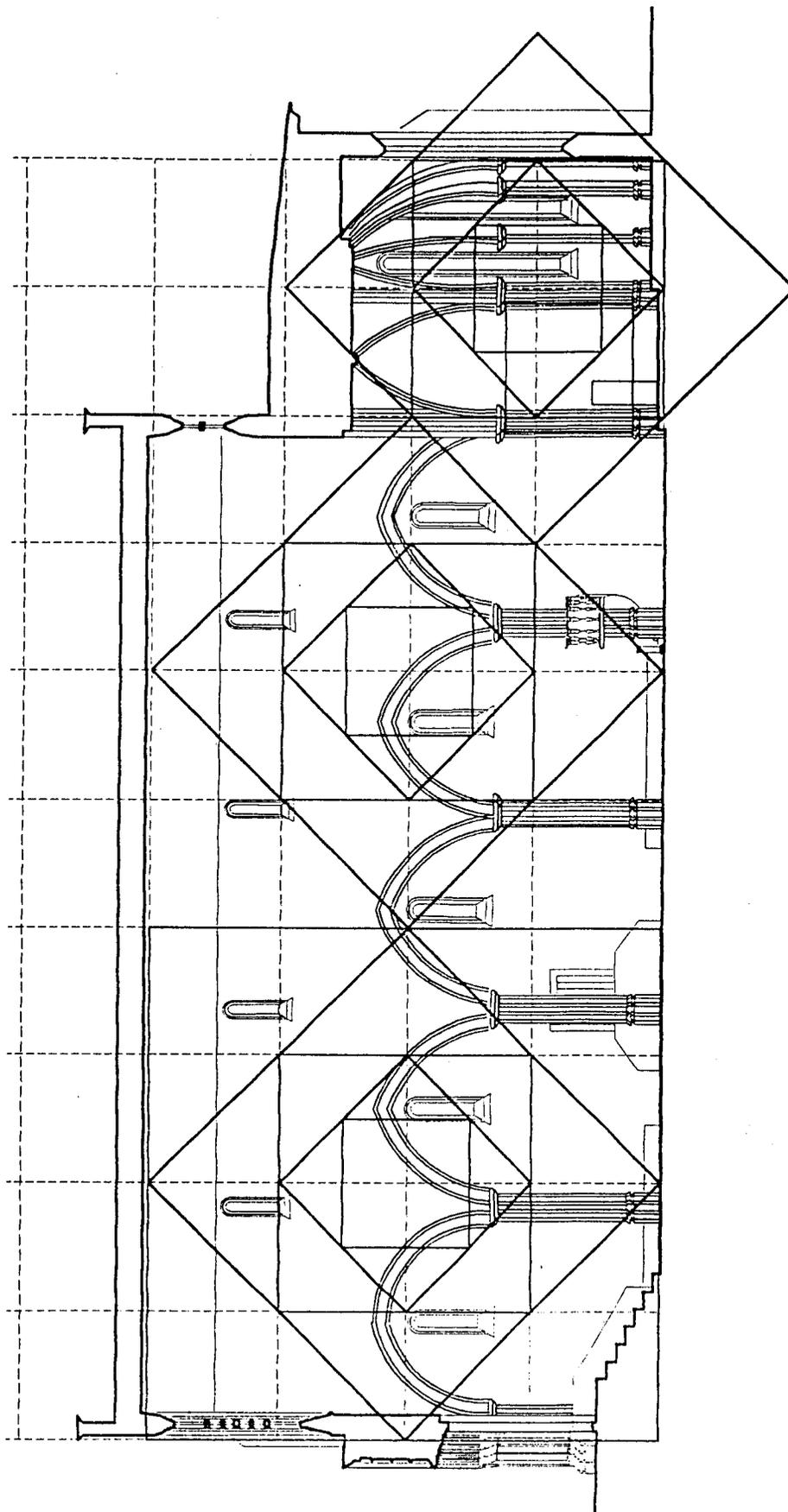




Também a análise do alçado nos fornece dados interessantes, definindo a mesma grelha como base de trabalho, determinamos a altura do portal e a localização e dimensões da rosácea. A localização da grelha foi feita pela altura original do piso de acesso anterior às últimas intervenções dos Monumentos Nacionais que elevaram o piso exterior como se pode verificar pelo patamar interior original.

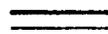


esc. 1/100

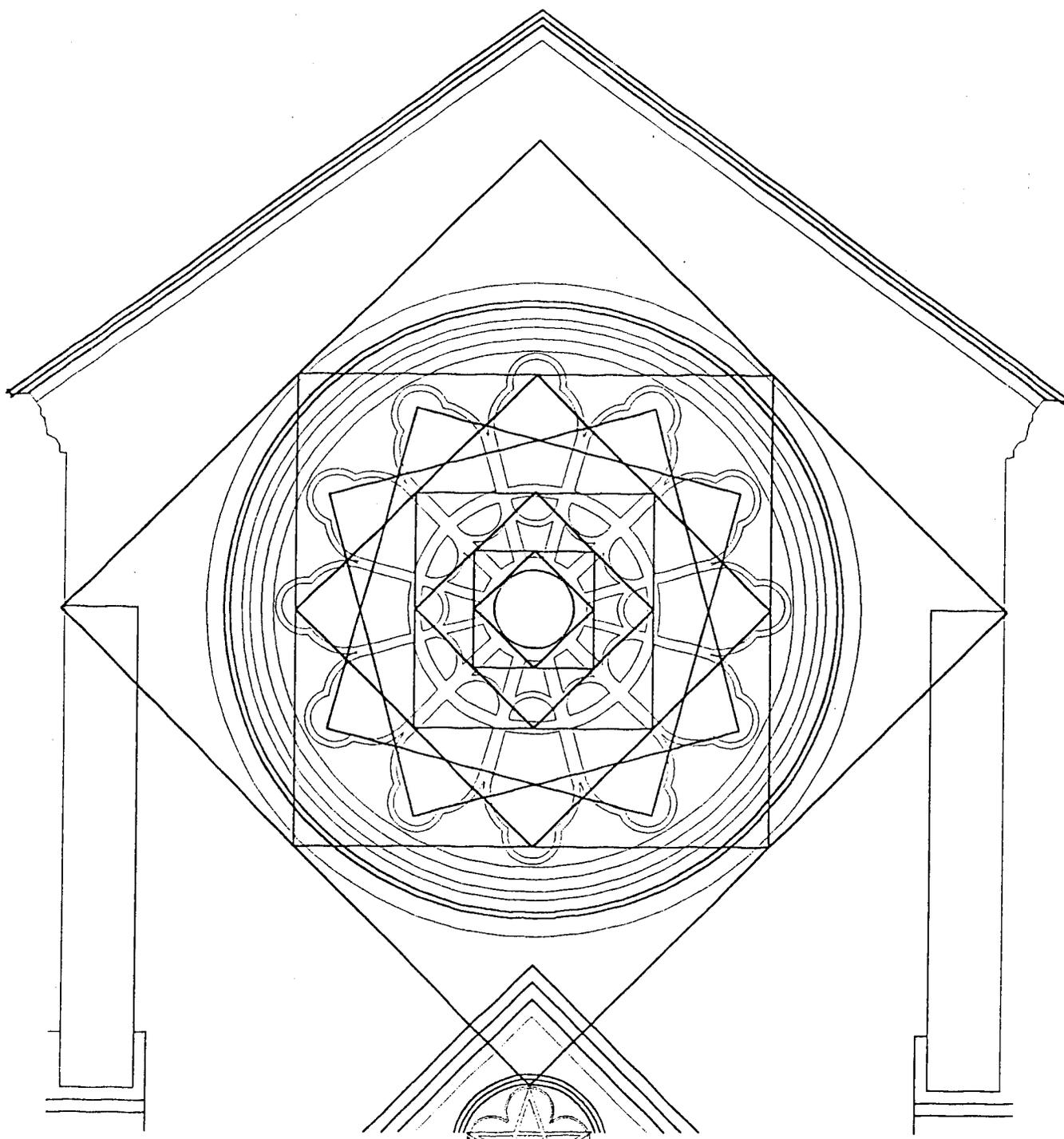


Corte transversal, vista norte

esc. 1/200



Como afirmamos no capítulo precedente, até os elementos decorativos teriam inevitavelmente que cumprir a modulação, já que eram essas as medidas e a forma como que se estava a trabalhar nesse momento, nesse local. A mesma modulação (a grelha utilizada nos desenhos é sempre a mesma só se alterando a escala) determina, como se pode verificar em corte, a altura dos fustes de todas as colunas do templo, ou o desenvolvimento da rosácea.



esc. 1/50



*Iluminura do Livro de Horas de D. Manuel
"Leitura Nova da Extremadura"*

V.3. CHAROLA

A Charola do Convento de Cristo em Tomar é um edifício românico, de planta centralizada, erigido nos finais do séc.XII. Construída ao mesmo tempo que o Castelo, inspira-se no modelo do Santo Sepulcro e nos martyria paleocristãos, cumpria funções de oratório e apresenta um aspecto de fortaleza.

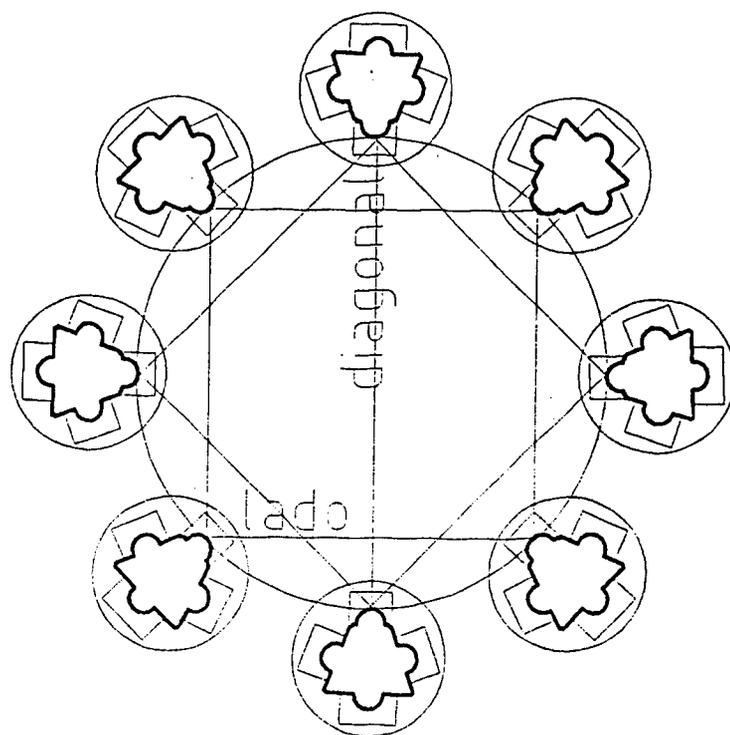
A rotunda central inscreve-se num octógono, definido por pilares que suportam arcos quebrados e abrem para um deambulatório. Estes pilares cuja forma, na origem seria em cruz adaptam-se às exigências da estrutura octogonal. O deambulatório, por sua vez,

possui dezasseis panos de parede, praticamente desprovidos de aberturas e consolidados por contrafortes.

No séc. XVI a Charola foi adaptada a cabeceira do novo templo manuelino, o que implicou a construção de um arco de ligação entre os dois corpos que destruiu parte do deambulatório. Também as sucessivas intervenções e acrescentos no monumento alteraram a sua leitura, tendo hoje uma imagem muito mais exuberante devido à profusa decoração.

Para a análise aqui realizada considerou-se a zona sul, com excepção da escada construída pelos Monumentos Nacionais, como a que apresentava características mais genuinamente primitivas.

Para a determinação do módulo construtivo utilizaram-se as medidas entre pilares opostos, no entanto verificaram-se também as dimensões entre dois pilares não consecutivos, porque aquelas corresponderem à diagonal do quadrado inscrito, e estas ao lado do mesmo quadrado. Ou melhor a primeira situação corresponde à diagonal da circunferência inscrita e a segunda ao lado do quadrado. Pretendia-se encontrar, em última análise o método de implantação do edifício já que se o módulo correspondesse ao círculo, isso implicava que se tinha realizado uma circunferência e se tinha executado a sua divisão em oito partes iguais, se o módulo correspondesse ao quadrado ter-se-ia trabalhado a partir dos eixos ortogonais de orientação e suas respectivas paralelas (como se explica no capítulo III.3 Construir).

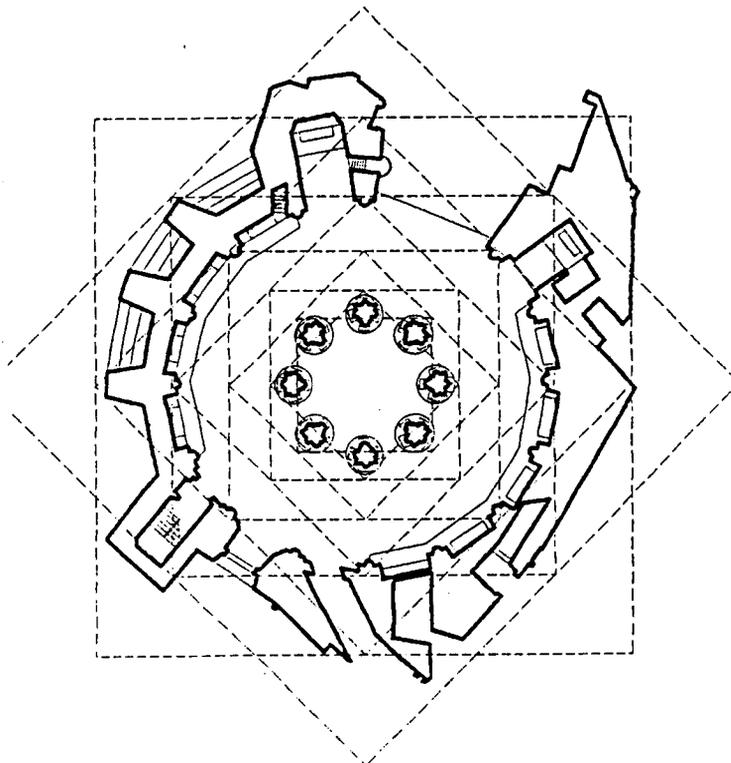
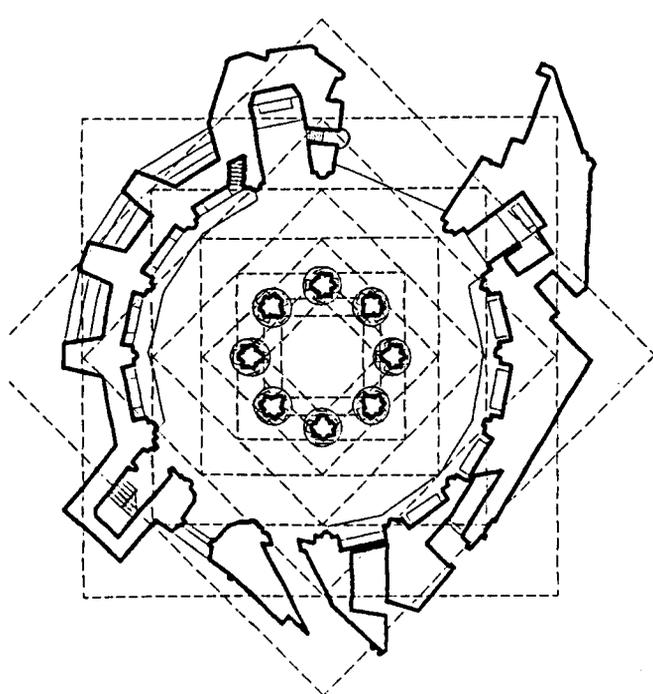


esc. 1/100

Definição da medida padrão

	Dimensão	Pé Romano : 29,6	Pé do Rei : 32,5
Rotunda central			
Diagonal do quadrado - interior	5,85m	19,7	18,0
Diagonal do quadrado - a eixo	7,16m	24,1	22,0
Diagonal do quadrado - exterior	8,52m	28,8	26,2
Quadrado inscrito - interior	4,15m	14,0	12,7
Quadrado inscrito - a eixo	5,06m	17,1	15,6
Quadrado inscrito - exterior	6,04m	20,4	18,5

As conclusões, neste caso, são dúbias, já que existem duas modulações possíveis. Tentámos portanto verificar a modulação utilizada recorrendo aos métodos gráficos (geométricos) utilizados na origem destes traçados. O objectivo era refazer o percurso do desenho original, considerámos que sobrepondo as duas grelhas possíveis elas nos dariam indicações razoáveis da opção a tomar.

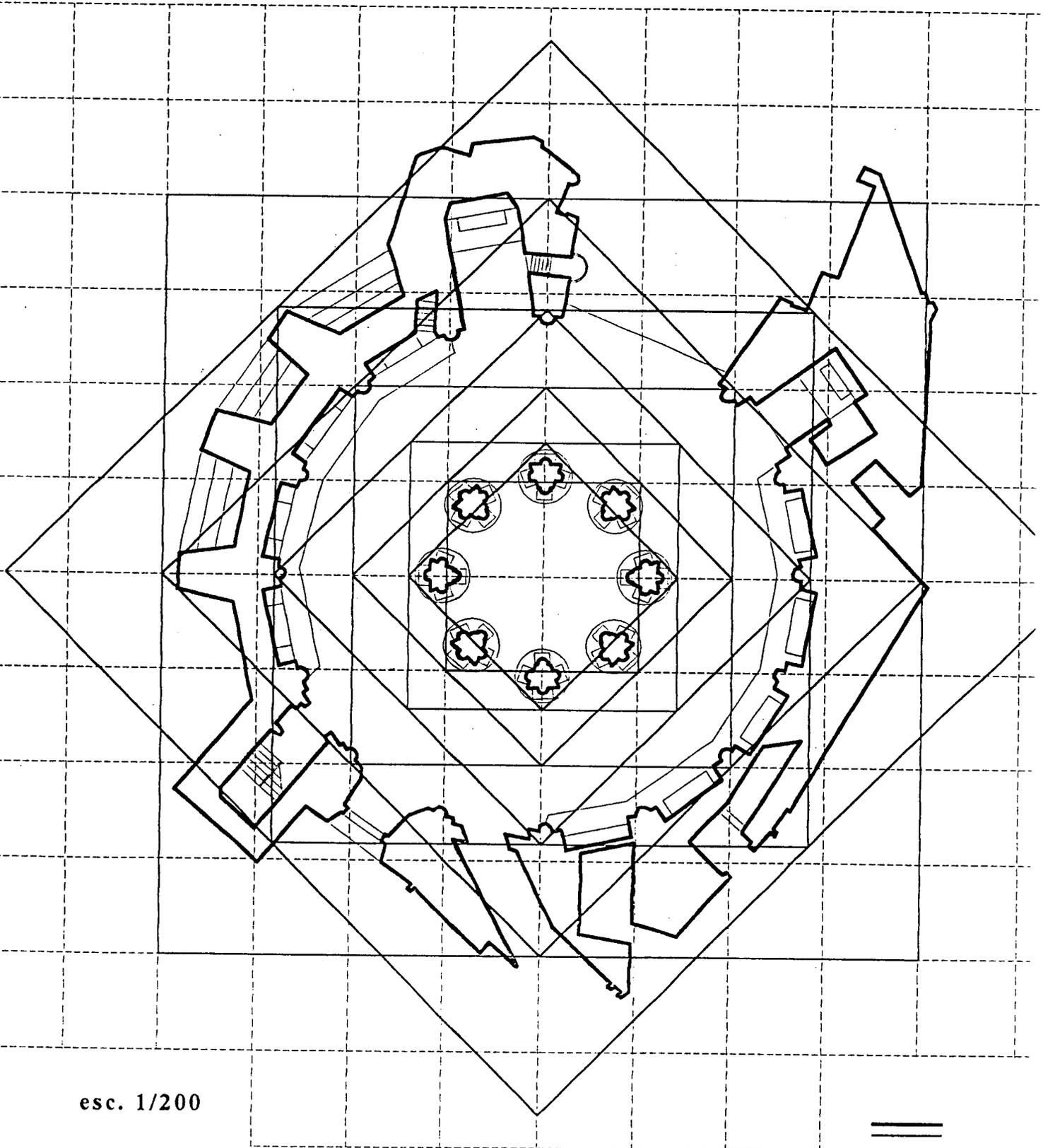


esc. 1/400

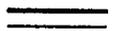
Modulação utilizando os 18 módulos
com as dimensões 32,5 (pé do rei)

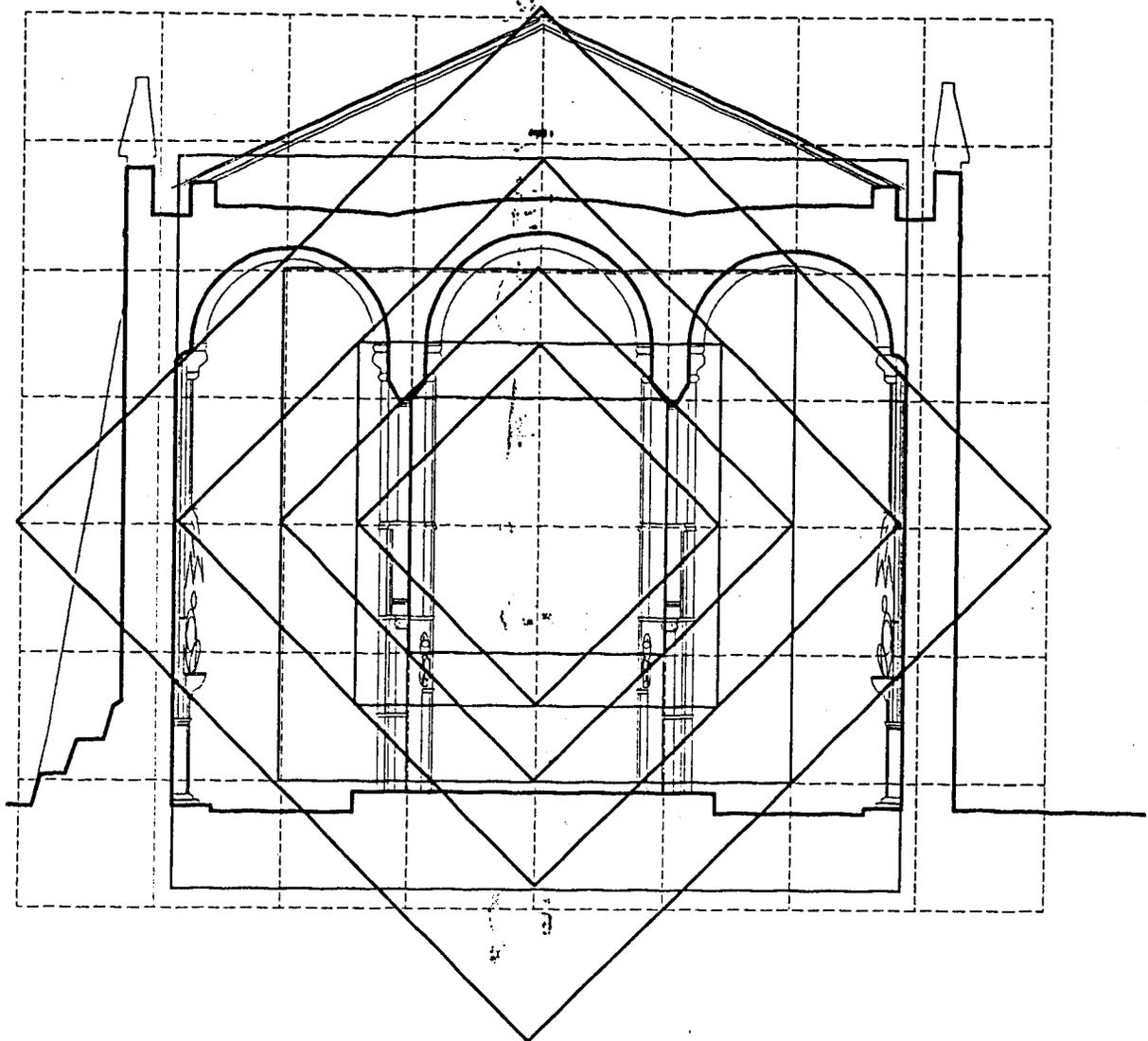
Modulação utilizando os 24 módulos
com as dimensões 29,6 (pé romano)

Optámos pelo módulo de 24 pés romanos por apresentar uma melhor justaposição à maioria dos elementos constuidos e por tradicionalmente ser mais comum a utilização da medida padrão inteira do que proporcional - como verificámos no caso da Sé de Lisboa.



esc. 1/200





Podemos agora estabelecer paralelo entre as dimensões do edifício e a sua equivalência com a respectiva modulação.

Mapa de Relação Entre Medidas

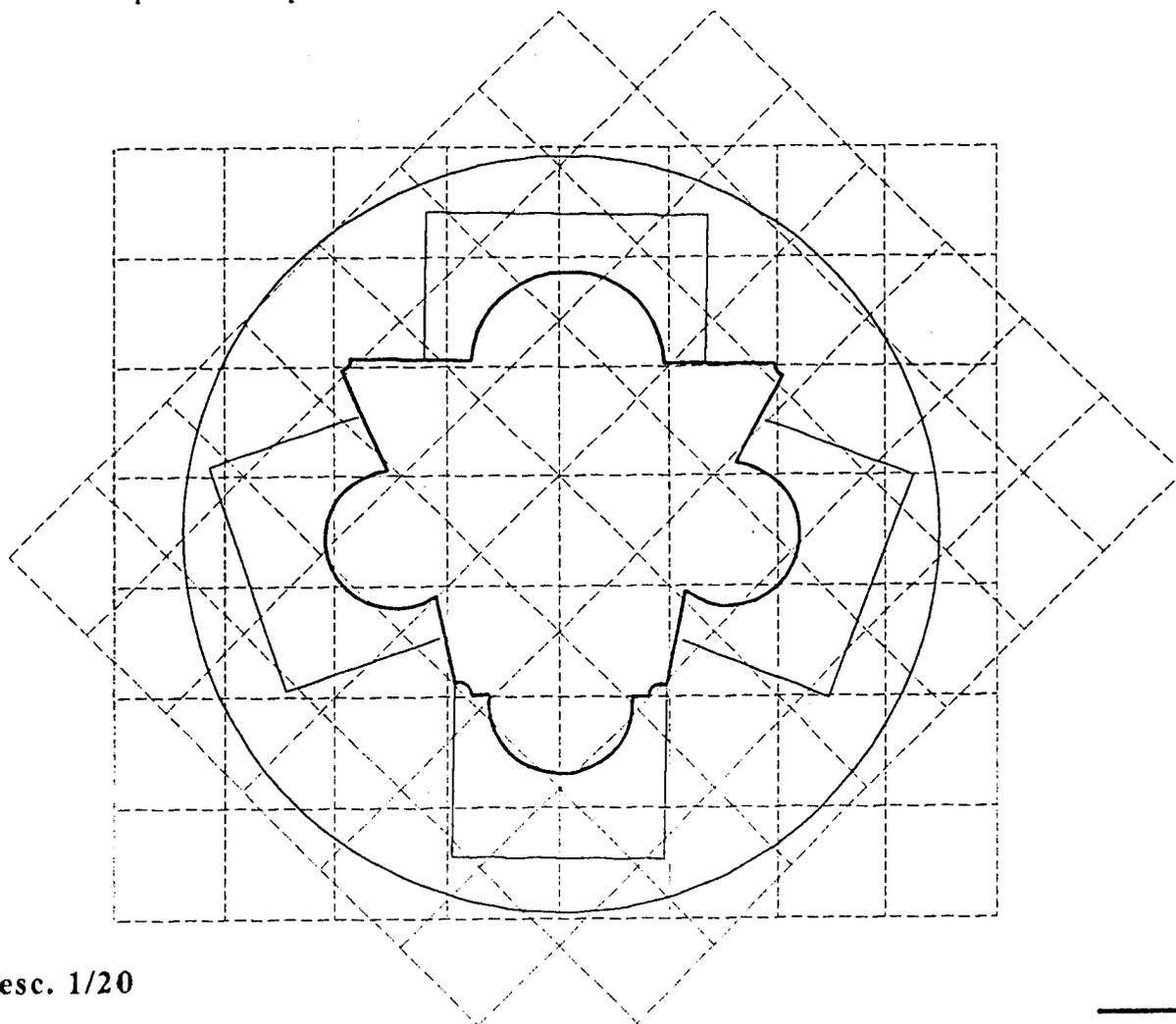
	Dimensão (valor medido)	Equivalência em pés (A : 29,6)	Equivalência em metros (B,0 X 29,6)	Diferença (A - C)
Rotunda				
	A	B	C	
Distância entre pilares - interior	5,85m	19,7	5,92m	- 0,07m
Distância entre pilares - exterior	8,52m	28,8	8,58m	- 0,06m
Diâmetro dos pilares	1,38m	4,7	1,48m	- 0,10m
Altura	15,40m	52,0	15,39m	+ 0,01m
Deambulatório				
Distância entre pilares - interior	18,47m	62,4	18,47m	0,00m
Distância entre paredes - a eixo	19,77m	66,8	19,83m	- 0,06m
Distância entre paredes - exterior	21,07m	71,1	21,01m	+ 0,06m
Distância entre paredes incluindo contrafortes	25,03m	84,5	25,16m	- 0,13m
Altura	15,40m	52,0	15,39m	+ 0,01m

Mapa de Proporções

Largura da Rorunda / Largura do deambulatório	1/1
Largura total / Altura total	1/1
Largura da Rotunda / Altura da Rotunda	1/3
Largura da Rotunda/ Largura total	1/3

O caso da Charola do Convento de Cristo corresponde a uma situação interessantíssima, já que com proporções unicamente de dois tipos 1/1 ou 1/3 se consegue uma composição austera mas dinâmica, em que prevalece a sensação de movimento não só pelo seu espaço centralizador em termos de planta mas também por uma clara verticalidade interior, ritmada pela cornija.

Por último apresenta-se o estudo de um dos pilar da rotunda ao qual se aplicou uma grelha cuja quadrícula corresponde às dimensões do pé romano. Estes pilares correspondem a pilares cruciformes que para se adaptarem à planta tomam esta forma complexa e convergente.



esc. 1/20

CONCLUSÕES

*“ Que este seja o fim do livro,
mas não o fim da busca”
S. Bernardo*

Era nosso objectivo demonstrar que a arquitectura medieval se estrutura segundo uma malha ortogonal modulada. Os textos coevos falam mesmo de uma construção “ad quadrato”, o que define logo, por nomenclatura, a forma e o método de projectar. No entanto o objectivo deste trabalho era também, não só o como se projectava, mas essencialmente o porquê se projectava assim, de modo a, compreendendo as motivações, se aceitasse o método pela sua coerência e não como uma atitude de transmissão de conhecimentos esotéricos e de características secretas e ocultas.

É natural que uma gestão de conhecimentos tão dispares e aprofundados, num período em que a maioria da população possuía exclusivamente uma cultura tradicional, não erudita e dependente de questões de sobrevivência, trouxesse este cariz hermético por impossibilidade e incompreensão dos métodos. É também possível que sendo a construção medieval o cadinho das novas leis de mercado, onde esta nascente classe operária dava os primeiros passos, como homens livres, dependentes dos seus conhecimentos para garantir os seus privilégios, se tenham criado regulamentos que restringiam a divulgação do *modus operandi* da classe, constituindo-se esta como corporação fechada. A crescer haveria ainda a questão de, ao contrário de outras profissões de elite obrigarem a uma formação literária específica, como o caso dos “físicos” ou dos “homens de leis”, a profissão de arquitecto provinha de toda uma progressão numa carreira de construtor, começada, muitas vezes, nas pedreiras.

Assim podemos concluir que o arquitecto, tendo feito a sua aprendizagem, constituía a sua “campanha” ou equipa e com ela percorria as cidades, na esperança de encontrar uma obra imponente para realizar.

Nos mosteiros o percurso seria semelhante monges constructores fariam a sua aprendizagem na prática de uma

obra, até terem conhecimentos suficientes para assumirem a sua liderança. É natural que a sua evolução fosse mais rápida, já que teriam o suporte de uma aprendizagem literária que lhes forneceria mais capacidades.

Os conhecimentos disponíveis durante o período medieval, nas áreas que considerámos afins à construção, ficaram já sistematizados antes das aplicações que realizámos. Consideraremos apenas útil lembrar a necessidade processual que o arquitecto encontrava de estabelecer volumes de matérias primas para obra e ainda a necessidade de, a partir de uma tipologia construtiva, a poder ampliar ou reduzir eficazmente sem necessidade de recomeçar todo o processo desde o seu início. Estas duas situações exigiam a possibilidade de realizar multiplicações e divisões, no entanto este tipo de operações era irresolúvel devido à utilização da numeração romana e à inexistência de um simbolo eficaz para o zero. A única forma de resolver estes problemas seria ou por duplicação/redução, sistemas que permaneciam demasiado complexos para os conhecimentos da época ou utilizando métodos geométricos que permitissem essas mesmas duplicações mas por etapas e graficamente. O método de duplicação do quadrado, por rotação, fornece a solução deste problema. Possuindo ainda este facto a prerrogativa de coincidir com os ideais de concepção do mundo e de transposição (geométrica) da passagem entre a Terra quadrada e o Céu circular.

Para descobrir o quadrado inicial, definimos o núcleo construtivo do edifício, como ponto central a partir do qual toda a construção se desenvolve e que corresponderá ao local privilegiado da construção. Tendo por base as suas dimensões, determinámos o módulo padrão ou seja o quadrado de base, a partir do qual se desenvolverá a modulação da grelha que suportará toda a estrutura do edifício. A partir da rotação deste quadrado inicial, verificámos a sua adaptabilidade aos monumentos estudados e concluimos da sua congruência.

Por fim, e para que surgisse claro o método, aplicámo-lo mesmo a elementos de menor escala, como uma rosácea ou um pilar e pudémos verificar como gráficamente uma malha

igual, mas em menor escala, continua a determinar também o desenho destes componentes.

Realizámos, portanto, com o auxílio dos números, aquilo que durante toda a Idade Média se realizou exclusivamente com o compasso, a régua e o esquadro.

Claro que se o objectivo é reconstituir elementos desaparecidos de um edifício, por intervenção ou derrocada, será conveniente confirmar os dados obtidos utilizando métodos auxiliares como escavações, estudo das dimensões e/ou estereotomia da pedra, análise de argamassas, etc. Consideramos, no entanto que estudos deste tipo constituirão um precioso auxiliar, podendo em muitos casos fornecer indicações prévias preciosas e poupando muito tempo em pesquisas infrutíferas.

Pensamos, assim, ter contribuído para dignificar um método útil e interessante que pensamos tem sido menosprezado na investigação. Pensamos também, ter de algum modo conseguido acrescentar alguma informação no sentido de interligar áreas de conhecimento cujas análises se têm mantido, cremos, demasiado espartilhadas.

BIBLIOGRAFIA

- ACKERMAN, James S.**
1949 *Gothic Theory of Architecture At The Cathedral Of Milan*, The Art Bulletin, nº31, Nova York
- ADLER, I.**
1969 *Números e Figuras*, Lisboa, Editorial Verbo.
- ALMEIDA, Fortunato de**
1968 *História Da Igreja Em Portugal*, Porto, Portucalense Editora, 3 vol.
- ALTET, Xavier Barral I**
1991 *L'Art Médiéval*, Presse Universitaire de France, (trad. port. de António Rodrigues Marques, *A Arte Medieval*, Mem Martins, Edições Europa-América, 1993)
- ARAÚJO, Carlos (organizado por)**
1996 *Toledo. Séculos XII E XIII, Muçulmanos. Cristãos E Judeus: O Saber E A Tolerância*, Lisboa, Terramar
- BADAWI, Abdurraman**
1972 *La Philosophie Médiévale*, Paris, Librairie Hachette
- BARROCA, Mário Jorge**
1992 "Medidas Padrão Medievais Portuguesas", *Revista da Faculdade de Letras do Porto*, 1ª Série, Vol. IX
- BARROS, Henrique da Gama**
s.d. *História Da Administração Pública Em Portugal Nos Sécs. XII a XV*, 2ª edição, Lisboa, Livraria Sá da Costa, s.d., 11 Vols.
- BARRUCAND, Marianne et al.**
1992 *Moorish Architecture In Andalusta* (trad. ingl. de Michael Scuffil), Cologne, Benedikt Taschen Verlag GmbH
- BECHMANN, Roland**
1993 *Villard De Honnecourt - La Pensée Technique Au XIII Siècle Et Sa Communication*, Paris, Picard Éditeur
- BENEVOLO, Leonardo**
1960 *Introducion A La Arquitectura*, Madrid, H. Blume Ediciones, 1980
- BERLIOZ, Jacques et al.**
1994 *Moines Et Religieux Au Moyen Âge*, Paris, Éditions du Seuil (trad. port. de Teresa Pérez, *Monges E Religiosos Na Idade Média*, Lisboa, Terramar, 1996)
- BOURDIEU, Pierre**
1967 postface in Erwin Panofsky, *Architecture Gothique Et Pensée Scolastique*, Paris, Editions de Minuit
- BOUTTIER, Michel**
1988 *Comment Elles Sont Construites*, Les Cathédrales, Le Mans, Centre du Patrimoine - Ass. Création et Recherche, Vol. I
- BOUTTIER, Michel**
1991 *Les Batisseur/Les Cathédrales*, Le Mans, Centre du Patrimoine - Ass. Création et Recherche, Vol. III
- BOUVERESSE, Jacques et al.**
1977 *Histoire Des Mathématiques*, Paris, Librairie Larousse
- BRANCO, J. Paz**
1993 *Dicionário Técnico De Construção Civil*, Queluz, Cooptécnica/EPGE
- CAMPS CAZORLA, Emilio**
1953 *Modulo, Proporciones Y Composicion En La Arquitectura Califal Cordobesa*, Madrid, Instituto Diego Velásquez
- CANDÈ, Roland de**
1980 *L'Invitation À La Musique*, Paris, Édition du Seuil, (trad. port. de Mário Mendonça Torres, *O Convite À Musica*, Lisboa, Edições 70, 1986)
- CARAÇA, Bento de Jesus**
1951 *Conceitos Fundamentais Da Matemática*, 7ª edição, Lisboa, 1978

- CHAMBRY, Emile**
1969 *Sophiste, Politique, Philèbe, Timée, Critias* (tradução e comentários). Paris, Garnier Flammarion, 1969
- CHEVALIER, Jean et al.**
1969 *Dictionnaire Des Symboles*, 16ª ed., Paris, Éditions Robert Laffont et Édition Jupiter, 1994
- CHICÓ, Mário Tavares**
1968 *A Arquitectura Gótica Em Portugal*, 2ª ed., Lisboa, Livros Horizonte
- CLARK, Stuart**
1995 *Stars And Atoms, From The Big Bang To The Solar System*, Oxford, Andromeda (trad. port. de Álvaro Fernandes, *A Astrofísica*, Lisboa, Círculo de Leitores)
- COELHO, António Borges**
1989 *Portugal Na Espanha Árabe*, 2ª ed., Lisboa, Editorial Caminho.
- CONANT, Kenneth John**
1926 *Arquitectura Romanica Da Catedral De Santiago De Compostela* (trad. para galego de Justo Beramendi), Santiago de Compostela, Colexio Oficial de Arquitectos de Galicia, 1983
- CORBOZ, André**
1970 *Haut Moyen Age*, Fribourg, Office du Livre
- CORDON, Juan Manuel Navarro et al.**
1983 *Historia De La Filosofia*, s.l., Ediciones Anaya, (trad. port. de Armindo Rodrigues, *História Da Filosofia*, Lisboa, Edições 70, 1985, 3 vol.)
- DELORME, Jean**
1986 *Les Grandes Dates Du Moyen Age*, Paris, Presse Universitaire de France, (tr. port. de Cascais Franco, *As Grandes Datas Da Idade Média*, Mem Martins, Publicações Europa-América)
- DIAS, Pedro**
1986 *História Da Arte Em Portugal - O Gótico* (vol. IV), Lisboa, Publicações Alfa
- DUBY, Georges**
1966 *Le Temps Des Cathédrales. L'Art Et La Société. 980 - 1420*, Genève, Éditions d'Art Albert Skira, (tr. port. de José Saramago, *O Tempo Das Catedrais*, Lisboa, Editorial Estampa, 1979
- DUBY, Georges**
1976 *Saint Bernard Et l'Art Cistercien*. Paris, Flammarion. 1992
- ECO, Umberto**
1984 *Postille A "Il Nome Della Rosa"*, Gruppo Editoriale Fabbri, (tr. port. de Mª Luisa R. de Freitas, *Porquê "O Nome Da Rosa"*, Lisboa, Difel, s.d.)
- ECO, Umberto**
1987 *Arte E Bellezza nell'Estetica Mediavale*, Milano, Gruppo Editoriale Fabbri, Bompiani, Sonzogno, Etas SpA, (tr. port. de António Guerreiro, *Arte E Beleza Na Estética Medieval*, Lisboa, Editorial Presença, 1989)
- ELIADE, Mircea et al.**
1989 *Dicionário Das Religiões*, Lisboa, Circulo de Leitores, 1995
- ELIADE, Mircea**
1956 *Das Heilige Und Das Profane* (tr. port. de Rogério Fernandes, *O Sagrado E O Profano*, Lisboa, Livros do Brasil, s.d.)
- ERLANDE-BRANDENBURG, Alain**
1989 *La Cathédrale*, Paris, Fayard
- FAVROD, Charles-Henri**
1976 *Les Cristians*, Paris, Hachette
- FOCILLON, Henri**
1938 *Le Moyen Age Roman - Le Moyen Age Gothique*, Paris, Librairie Armand Colin, 2Vols.
- FRAILE, Agustín Blánquez**
1934 *Historia de España*, Barcelona, Editorial Ramón Sopena
- FROIDEVAUX, Yves-Marie**
1985 *Tecniques de l'Architecture Ancienne*, Liège, Pierre Mardaga

- FUSCHINI, Augusto**
 1904 *A Architectura Religiosa Na Edade-Média*, Lisboa, Imprensa Nacional
- GHYKA, Matila C.**
 1952 *Philosophie Et Mystique Du Nombre*, Paris, Éditions Payot, 1989
- GHYKA, Matila C.**
 1959 *Le Nombre d'Or*, Paris, Éditions Gallimard, 1980.
- GIMPEL, Jean**
 1975 *La Revolution Industrielle Du Moyen Age*, Paris, Éditions Seuil, (tr. port. de Amarina Alberty, *A Revolução Industrial Da Idade Média*, Mem Martins, Publicações Europa-América, 1986)
- GIMPEL, Jean**
 1980 *Les Bâtisseurs De Cathédrales*, Paris, Editions du Seuil
- GRIMAL, Pierre et al.**
 1980 *Histoire Générale De L'Europe*, Paris, Presse Universitaire de France (trad. port. de Álvaro Salema, *História Geral da Europa*, Mem Martins, Edições Europa-América, 1986, 3vol.)
- GRAU, Arnaldo Puig**
 1989 *Sintese Dos Estilos Arquitectónicos*, Lisboa, Edições Plátano, 1990
- GREENE, J. Patrick**
 1992 *Medieval Monasteries*, Leicester, Leicester University Press
- GRODECKI, Louis**
 1976 *Gothic Architecture*, New York, Harry N. Abrams Inc. Publishers
- HANI, Jean**
 1981 *O Simbolismo Do Templo Cristão*, Lisboa, Edições 70
- HEERS, Jacques**
 1976 *O Mundo Medieval*, Lisboa, Edições Ática.
- HÉLIOT, Pierre**
 1972 "Les Debuts De l'Architecture Gothique Dans Le Midi De La France, l'Espagne Et Le Portugal" in Anuario de Estudios Medievales, Barcelona, nº8, pp.105-141
- JANSON, H. W.**
 1986 *History Of Art*, New York, Harry N. Abrams Inc. Publishers, (tr. port. de J. A. Ferreira de Almeida, *História Da Arte*, 4ª edição, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1989)
- JORGE, Virgolino Ferreira**
 1992 "Módulo e Proporção na Igreja Cisterciense de S. João de Tarouca", in *Congresso Internacional sobre San Bernardo y el Cister en Galicia y Portugal*, Orense
- JORGE, Virgolino Ferreira**
 1994 "Measurement And Number In The Cistercian Church Of Alcobaça", *Arte Medieval*, 2ª série, ano VIII, nº1, tomo 2º
- JORGE, Virgolino Ferreira**
 1994A "Space And Eurythmy In The Medieval Abbey Of Alcobaça", in *Studies in Cistercian Art and Architecture*, Vol.5
- JOUVEN, Georges**
 1985 *La Forme Initiale*, Paris, Dervy-Livres.
- KINDER, Hermann et al.**
 1964 *Atlas Zur Weltgeschichte*, Munich, Deutscher Taschenbuch Verlag, (ed. franc. *Atlas Historique*, Paris, Librairie Académique Perrin, 1987)
- KUBLER, George**
 1961 *The Shape Of Time - Remarks On The History Of Things*, (tr. port. de José Vieira de Lima, *A Forma Do Tempo*, Lisboa, Vega, 1990
- LAPLACE**
 1796 "Breve História Da Astronomia" in *Exposição do Sistema do Mundo* (trad. port. de M. Franco de Sousa, Lisboa, Galeria Panorama, s.d.)

LAZZARINI, Mário

1965 "Metrologia Romana", *Revista Contmbriga*, Vol.IV, p.81-95

LE CORBUSIER

1951 *Le Modulor*, Paris, Editions Denoël/Gonthier, 1982

LE CORBUSIER

1937 *Quand Les Cathédrales Étaient Blanches*, Paris, Editions Denoël/Gonthier, 1977

LE GOFF, Jaques

1993 Prefácio in Roland Bechmann, *Villard de Honnecourt - La pensée technique au XIII siècle et sa communication*, Paris, Picard Éditeur

LE GOFF, Jaques

1973 *Os Intelectuais na Idade Média*, Lisboa, Editorial Estudios Cor

MACIAS, Eugenio Roanes

1971 *Didáctica De Las Matemáticas*, Salamanca, Ediciones Anaya

MARCOLLI, A.

1971 *Teoria Del Campo*, 6ª ed., Firenze, Sansoni Editore, 2 vols.

MARK, Robert

1984 *Experiments In Gothic Structure*, Cambridge, The Mit Press

MASSO, Juan Bergos

1976 *Gaudi*, s.l., Servicio de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia

MATOSO, António G.

1933 *Compêndio De História Medieval, Moderna E Contemporânea*, Lisboa, Livraria Sá da Costa

MATOSO, José

1985 *Identificação De Um País*, Lisboa, Editorial Estampa, 2 Vols.

MATOSO, José

1993 *História De Portugal*, Lisboa, Círculo de Leitores, 8 Vols.

MIRANDA

História Da Matemática (sebenta da Disciplina, fotocopiado), Porto, Fac. de Ciências da Universidade do Porto, s.d., pp.268.

MORGADO, Alves

1954 *História Da Criação Dos Mundos*, Lisboa, Sociedade de Expansão Cultural, 2 Vols.

MOREUX, Jean-Charles et al.

1941 *Histoire De L'Architecture*, Paris, Presses Universitaires de France

NEUFERT, Ernest

1976 *Arte De Projectar Em Arquitectura*, 9ª edição, S. Paulo, Gustavo Gili do Brasil, 1991

OLIVEIRA MARQUES, A. H. de

s.d. "Pesos e Medidas" in AAVV, *Dicionário da História de Portugal*, Livraria Figueirinha

PANOFSKY, Erwin

1927 *La Perspectiva Como Forma Simbolica*, Barcelona, Tusquets Editores

PEPIN, Jean

1972 *La Philosophie Médiévale*, Paris, Librairie Hachette.

PEREIRA, Paulo et alt.

1995 *História Da Arte Portuguesa*, Lisboa, Círculo de Leitores, 3Vols.

PERNOUD, Régine

1977 *Pour En Finir Avec Le Moyen Age*, Paris, Éditions du Seuil, (tr. port. de Maria do Carmo Santos, *O Mito Da Idade Média*, 2ªed., MemMartins, Publicações Europa-América, 1989)

PICARD, Michel

1985 *Les Templiers*, Paris, M. A. Editions, (tr. port. de Renato Casquilho, *Os Templários*, Mem Martins, Edições Europa-América, 1990)

- PLAJA, Fernando Diaz**
1993 *La Vida Cotidiana En La España Musulmana*, (tr. port. de Artur Lopes Cardoso, *A Vida Quotidiana Na Espanha Muçulmana*, Lisboa, Editorial Notícias, 1995)
- PLATÃO**
O Timeu, Porto, Imprensa Moderna, 1951, pp.157 (prefácio, versão e notas de Manuel Maia Pinto)
- PLATÃO**
Sophiste, Politique, Philèbe, Timée, Critias; trad. franc. de Emile Chambry, Paris, Garnier Flammarion, 1969
- QUARONI, Ludovico**
1977 *Progettare Un Edificio. Otto Lezioni Di Architettura*, Milano, Gabriele Mazotta Editore, (trad. esp. de Angel Sánchez Gijón, *Proyectar Un Edificio. Ocho Lecciones De Arquitectura*, Madrid, Xarait Ediciones, 1980)
- QUARTILHO, João**
s.d. *Breve Resenha Histórica Sobre A Evolução Do Conceito De Número*, texto dactilografado (realizado no âmbito do estágio de profissionalização para o ensino)
- RODRIGUES, M^a João Madeira et al.**
1990 *Vocabulário Técnico E Crítico De Arquitectura*, s.l., Quimera Editores
- RODRIGUES, António Simões**
1996 *História Comparada*, Lisboa, Círculo de Leitores,
- RUSSO, François**
1973 "Histoire De La Mathématique" in AAVV, *Les Encyclopédies du Savoir Moderne - Les Mathématiques*, Paris, La Bibliothèque du CEPL
- SAALMAN, Howard**
1962 *Medieval Architecture*, New York, George Braziller
- SAGAN, Carl**
1980 *Cosmos*, Lisboa, Gradiva - Publicações
- SARAGGA, Salomão**
1889 *Astronomia Popular*, Lisboa, Companhia Nacional Editora
- SARAIVA, António José**
1988 *O Crepúsculo Da Idade Média Em Portugal*, Lisboa, Gradiva Publicações, 1996
- SARAIVA, António José**
1938 "Estética Dos Autos De Devoção", *Revista da Faculdade de Letras* nos. 1 e 2, Lisboa, (agora in *Estudos sobre Bernardim Ribeiro, Gil Vicente e as Cantigas de Amigo*, Lisboa, Gradiva-Publicações, 1996).
- SCARRE, Chris (ed.)**
1993 *Sinais Do Tempo Do Mundo Antigo*, Lisboa, Dorling Kindersley/Público, 1995
- SEGURADO, João Emilio dos Santos**
1907 *Construção Civil - Terraplanagem E Alicerces*, Lisboa, Bibliotheca de Instrução Profissional
- SEGURADO, João Emilio dos Santos**
1913 *Edificações*, Lisboa, Livraria Bertrand
- SERRES, Michel et alt.**
1995 *História Das Ciências*, Lisboa, Terramar, 3 vols.
- SIMSON, Otto von**
1956 *The Gothic Cathedral*, New York, Bollingen Foundation Inc., (tr. port. de João Luis Gomes, *A Catedral Gótica*, Lisboa, Editorial Presença, 1991)
- SCRUTON, Roger**
1979 *The Aesthetics Of Architecture*, (tr. port. de M^a Amélia Belo, *Estética Da Arquitectura*, Lisboa, Edições 70, 1983)
- SOUSA, Armindo de**
1993 "Realizações" in *História De Portugal*, Lisboa, Círculo de Leitores, 8 Vols.

SOUSA VITERBO

1899 *Dicionário Histórico E Documental dos Arquitectos. Engenheiros E Constructores Portugueses*, Lisboa, Imprensa Nacional - Casa da Moeda, E.P., 1988, Ed. Fac-símilada, 3 Vol.

TARRACO PLANAS, Emilia

1973 "El Modulo De La Portada De Ripoll" in Actas del XXIII Congreso Internacional de Historia del Arte, Granada, Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Granada, 1976, pp. 537-543

VELOSO, Eduardo

1993/96 "Histórias Da Matemática", série de artigos publicados no Público Magazine, Jornal "O Público" (4/4/93; 1/5/94; 31/12/94; 5/2/95; 5/3/95; 4/6/95; 1/10/95; 4/2/96)

VERGER, Jaques

1994 "Abelardo. Escolas No Claustro", in *Monges E Religiosos Na Idade Média*, Lisboa, Terramar, 1996

VIOLLET-LE-DUC, E.

1875 *Dictionnaire Raisonné De l'Architecture*, Paris, V.E. Morel & C. Éditeurs, 8 Vols.

VITRUVIO

Les Dix Livres d'Architecture - corrigés et traduits en 1684 par Claude Perrault, Liège, Pierre Mardaga Éditeur, 1988

WAERDEN, B. L. van der

1983 *Geometry And Algebra In Ancient Civilizations*, New York, Springer-Verlag

WITTKOWER, Rudolf

1949 *Los Fundamentos De La Arquitectura En La Edad Del Humanismo*, Madrid, Alianza Editora, 1995

ZEVI, Bruno

1948 *Saber Ver A Arquitectura*, Lisboa, Editora Arcádia, 1977

.....
Cahiers de Science & Vie, *Grands Ingénieurs - Léonard De Vinci Et Ses Précurseurs*, Science & Vie, Hors série, nº34, Agosto 1996

Cathedrales, Geo, Hors série, nº151, Setembro 1991

Catálogo da Exposição *O Desejo Do Desenho*, Almada, Casa da Cerca - Centro de Arte Contemporânea, 1995

A Bíblia de Jerusalém, S. Paulo - Brasil, Edições Paulinas, 1986, pp. 2366

MACHADO, José Pedro

1952 *Diccionario Etimológico Da Língua Portuguesa*, 4ª Edição, Lisboa, Livros Horizonte, 1987, 5 Vols.

.....
Alguns romances:

FOLLETT, Ken

1989 *Os Pilares Da Terra*, Lisboa, Edições Temas da Actualidade

GAARDER, Jostein

1995 *O Mundo De Sofia*, Lisboa, Editorial Presença

GOMES, Luísa Costa

1991 *Vida De Ramon*, Lisboa, Publicações D. Quixote

.....
BIBLIOGRAFIA ESPECÍFICA DOS MONUMENTOS

GENRO, M. Vaz

1944 "A Reconstrução da Capela-Mor da Sé de Lisboa" in *A Arquitectura Portuguesa*, nº13, ano XXXVII, 3ª série, Agosto, 1944, p.18.

ROSA, Amorim

1982 *História de Tomar*, Santarém, Assemb. Distr. de Santarém, 2 Vol.

GUIMARÃES, Vieira

1936 *A Ordem de Cristo*, Lisboa, Imprensa Nacional

1972 *Anais do Município de Tomar - 1137/1453*, Tomar, Câmara Municipal de Tomar