

# ESTUDO DE SUPERFÍCIES CURVAS



**Maria do Céu Simões Tereno**  
**Arquitecta – Prof. Aux. do**  
**Departamento de Arquitectura**  
**2011**

# ESTUDO DE SUPERFÍCIES CURVAS, DE REVOLUÇÃO E EMPENADAS EM PERSPECTIVA LINEAR

## ÍNDICE

### **1. Notas introdutórias**

#### 1. Notas introdutórias

##### 1.1. Génese e evolução das superfícies objecto do estudo

##### 1.2. Estudo de superfícies curvas e empenadas em perspectiva linear

###### 1.2.1. Superfícies simples

###### 1.2.2. Superfícies compostas

###### 1.2.3. Superfícies complexas

##### 1.3. Superfícies de suporte e outras

##### 1.4. Superfícies significativas aplicadas a alguns monumentos

###### Históricos

##### 1.5. Conclusão

# **ESTUDO DE SUPERFÍCIES CURVAS, DE REVOLUÇÃO E EMPENADAS EM PERSPECTIVA LINEAR**

## **ÍNDICE**

As disciplinas de Geometria Descritiva 1 e 2, integrada no curriculum do curso de Licenciatura em Arquitectura, iniciado na Universidade de Évora em 2001, incluem no seu programa a intersecção de sólidos e a sua aplicação prática às superfícies de cobertura, através da referida intersecção.

A dissertação de doutoramento apresentada pela autora na Universidade de Évora, em 1996, sob o título: " Contributo da Perspectiva para a Salvaguarda de Monumentos Históricos", em Conservação do Património Arquitectónico, na especialidade de Edifícios e Conjuntos Históricos, contém no seu 3º capítulo intitulado "Estudo de Superfícies Curvas, de Revolução e Empenadas em Perspectiva Linear", matéria relacionada com aquela área.

Constam deste capítulo os seguintes temas: Superfícies de cobertura, simples, compostas e complexas.

Os quais têm ligação próxima com o programa mencionado.

Por este motivo e pela possibilidade de vir a ser útil para o estudo em causa entende-se colocá-lo, desta forma, disponível para consulta.

### **1. Notas introdutórias**

Os primeiros abrigos utilizados pelo homem, as cavernas, devem ter contribuído, com a sua diversidade formal, para lhe dar uma difusa noção das características que deviam ter os locais onde mais tarde teve que construir abrigos de defesa.

Esgotadas as grutas naturais teve o homem que se orientar para a construção dos seus abrigos, utilizando os materiais que poderiam sugerir as antigas formas, as pedras e a terra, e os restantes materiais disponíveis, nomeadamente, troncos, ramos e folhagem das árvores.

A dependência dos meios existentes no seu habitat foi, longo tempo, marcante, podendo dizer-se que só se libertou deste condicionamento quando pôde utilizar meios de transporte para deslocar os materiais de pontos mais distantes.

Ernesto Veiga de Oliveira, e outros autores, em " Construções primitivas em Portugal "1, citando Felix M. Keesing, " Antropologia Cultural ", I, (Ed. Fundo de Cultura), Rio de Janeiro, 1961, referindo-se à influência que exercem sobre a habitação as condições gerais do meio ambiente, assinala o ajustamento da habitação ao clima, e " antes do intercâmbio extensivo dos materiais de construção " às limitações que os recursos imediatamente disponíveis impunham.

Nas construções primitivas, que apresentam vários tipos e materiais, encontramos, sem referir ordem de precedência, habitações de planta circular, feitas de materiais vegetais, em forma cónica, habitações feitas simultaneamente com base de pedra e cobertura em material vegetal e, ainda, as que são inteiramente construídas de pedra, a que se dá a designação de " falsas cúpulas "2.

Não nos repugna considerar estas como reminiscências da memória das cavernas, talvez no seguimento das construções megalíticas em que até a entrada parece reproduzir a de uma caverna, como podemos observar na anta de Valverde – Évora.

Nas construções primitivas feitas de material vegetal, G. Montandon, " *Traité d'Ethnologie Cyclo-Culturelle* ", também citado por E. V. de Oliveira<sup>3</sup>,

---

<sup>1</sup> Ernesto Veiga de Oliveira / Fernando Galhano / Benjamim Pereira, *Construções Primitivas em Portugal*, Lisboa Publicações D.Quixote, 1988, p. 7

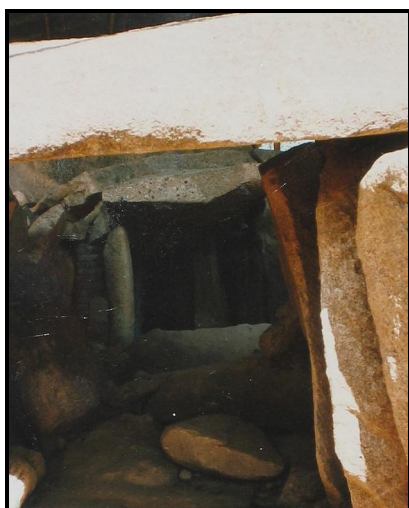
<sup>2</sup> *Op. Cit.*, p. 34

<sup>3</sup> *Op. Cit.*, p. 34

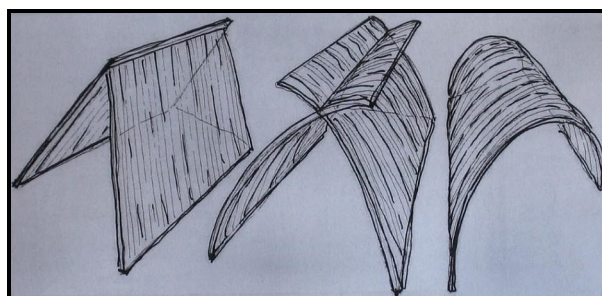


considera três tipos de choças, todas de planta rectangular e de categoria de cobertura de parede: 1) o guarda-vento duplo, formado por dois guarda-ventos singelos (auvents) que se encostam um ao outro na parte superior; 2) a choça ogival ou pseudo-ogival, que tem como armação duas filas paralelas de varas espetadas no solo, encurvadas e amarradas no alto, pelas extremidades, dando forma a uma ogiva; 3) a choça em arco redondo, cuja armação é semelhante à anterior e difere, apenas, no facto de as varas serem maiores de um dos lados, fazendo-se a amarração no flanco.

Destes abrigos de carácter primitivo ainda hoje se podem encontrar exemplos por todo o país, feitos na actualidade, para abrigos de pastores, ou de gado, e, ainda para fornos.

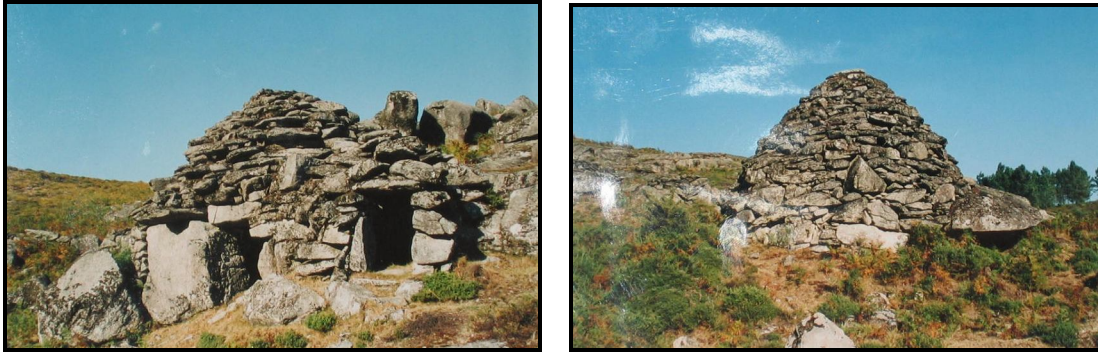


**Fig. 1** – Entrada da Anta Grande do Zambujeiro – nas proximidades da localidade de Valverde-Évora.



**Fig. 2** – Tipos esquemáticos de diversas choças ou guarda-ventos.

Quaisquer destas construções não poderiam ser designadas, em termos actuais, como abóbadas e cúpulas, mas, a sua forma sugere que as consideremos como as suas remotas ancestrais



**Figs. 3 e 4** – Branda ou abrigo localizada na Serra do Soajo.

O desenvolvimento das sociedades primitivas fez crescer os locais dos seus abrigos e, com o aumento da sedentarização, criou a necessidade de estruturas que favorecessem a defesa em relação a outros grupos, e de tornar mais duradouras estas construções.

Em fase já muito avançada da evolução da vida em sociedade estruturam-se as povoações em termos de cidade, com sistemas administrativos e normas estabelecidas para finalidades que visam a satisfação de necessidades que ultrapassam já os contornos das que têm interesse específico para os seus habitantes, e cada uma pretende conquistar posições de domínio, em relação a outras cidades.

Neste percurso assiste-se à evolução das edificações destinadas a habitação e a outros fins da comunidade no seu conjunto, em que o factor prestígio começa a ter peso significativo.

É nestas edificações que se nota, em número crescente, o emprego de superfícies, cada vez mais complexas e arrojadas, nomeadamente as de cobertura, onde se encontram as formas mais variadas e inventivas, e que foram reconhecidas sempre como fundamentais para proporcionar o melhor abrigo e, também, para garantir maior longevidade às construções.



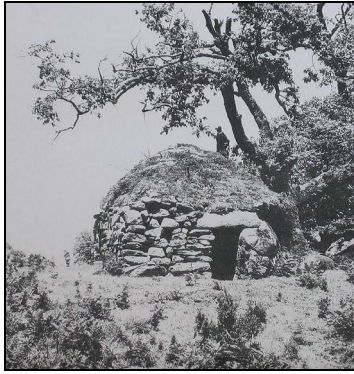
**Fig. 5** – Interior de uma banda, mostrando as fiadas de pedra, e a pedra de fecho.

Assim, desde cedo, as superfícies de cobertura, foram-se adaptando às novas necessidades e diversificando as suas formas.

Das choças ogivais, das choças em arco redondo e das falsas cúpulas houve uma lenta progressão para as cúpulas e abóbadas, com diversas formas e intersecções, para fazer face à cobertura de espaços cada vez maiores e que deviam responder, também, a novas exigências de prestígio.

As choças oferecem formas que veremos utilizar mais tarde com materiais mais duradouros e as falsas cúpulas, elaboradas com fiadas de pedras colocadas em fiadas circulares horizontais e concêntricas, que diminuía de diâmetro à medida que se aproximavam do fecho, dão já uma aproximação apreciável à forma das cúpulas.

Esta designação de falsa cúpula, ou cúpula em degraus, revela-nos o próximo parentesco, em termos de concepção de superfícies, apesar das diferenças entre os sistemas construtivos e forma final, com as cúpulas executadas com pedras talhadas em trapezóides e dispostas em cunha, radialmente em relação a um centro de curvaturas.



**Fig. 6** – Um forno, exemplo de uma construção primitiva que pode encontrar-se na Serra do Gerês.

### **1.1. Génese e evolução das superfícies objecto do estudo**

As superfícies que pretendemos estudar em perspectiva linear, curvas, de revolução e empenadas, construídas em edifícios com a categoria de monumentos históricos, foram produzidas em tempos e espaços diferentes.

Os espaços sobre os quais vai incidir a nossa atenção são, em primeiro lugar e em visão panorâmica, o espaço europeu da civilização ocidental e, em seguida, com observação mais próxima, o espaço continental português.

No primeiro caso abrangeremos um período de tempo mais vasto, começando nos monumentos da Antiguidade Clássica. Em relação ao espaço português do continente, começamos com a fundação da nacionalidade e prolongamos o estudo até à época barroca, pois, nesse largo período, temos os exemplos mais significativos dos nossos monumentos históricos e da criação de superfícies de grande interesse para o âmbito deste trabalho.

Antes porém, devemos advertir que não escolheremos um referencial de tempo muito preciso e vamos situar os monumentos observados dentro dos estilos em que se integram, porque, sendo o estilo a expressão do belo em época determinada, ao fazer-lhe referência estamos implicitamente a situar esses monumentos no tempo.

A referência aos estilos remete-nos também para um facto histórico que é a sua relação íntima com o Cristianismo. Este só pôde expressar-se

publicamente a partir do séc. IV, mas, após o seu reconhecimento como religião de Estado deu origem, especialmente para os locais de culto, a dois estilos, o da civilização do Lácio, que adoptou e desenvolveu a basílica, e o da civilização Bizantina, que associou elementos daquele, levados por Constantino para o Oriente, aos existentes nessa área, que revelavam maior opulência.

O estilo da civilização do Lácio pouca influência terá produzido no Oriente por conter um espírito mais austero pouco aceite por quem apreciava o requinte.

O estilo da civilização Bizantina trazido para Ocidente, especialmente pelos artistas que se exilaram para evitar as perseguições dos iconoclastas, introduziu e desenvolveu elementos como as abóbadas e as cúpulas.

A ligação dos estilos, e, de uma maneira geral de todo o conhecimento, ao Cristianismo, deve-se também à recolha de todos os elementos existentes nestas áreas aos conventos, dada a perturbação da vida social e o desinteresse dos povos vencedores por estes problemas.

Foram também os religiosos que, senhores dos conhecimentos e para darem satisfação às necessidades da religião em amplos locais de culto, produziram igrejas e mosteiros, os edificios mais relevantes por largo período de tempo.

Esta é mais uma razão que nos leva a escolher os monumentos a estudar na área ligada à religião.

As edificações têm como superfícies principais as que delimitam um espaço, as paredes, normalmente planas, embora, por vezes, se apresentem também com alguma curvatura, e as coberturas, suportadas por aquelas, que tomam formas mais variadas e que, com a construção em alvenaria de pedra ou de tijolo, puderam apresentar formas curvas e, até, empenadas.

Actualmente, as novas técnicas e materiais permitem construir superfícies de cobertura empenadas, de grande arrojado, como as superfícies regradadas, mas consideramos que estas não se inserem no objecto do

trabalho, porque, em regra, não se prevê para elas longa duração e não terão muita possibilidade de vir a constituir-se em monumentos históricos.

Por este motivo, raramente se poderá admitir o seu restauro. Além disso, os métodos construtivos empregados, se considerarmos a construção em betão, que forma estruturas muito solidárias, em caso de algum colapso determinará não o restauro, mas a reconstrução; se considerarmos estruturas muito leves a cobrir módulos intermutáveis, ainda com maior dificuldade as podemos imaginar a constituir-se em monumentos, dada a sua capacidade de mudar de forma e a nossa dificuldade em considerar monumentos sem forma definida e definitiva.

O conceito de conservação e de restauro associa-se ao património cultural e natural, de que salientamos os monumentos históricos, geralmente construídos de pedra, os quais devem preservar-se como memória do desenvolvimento cultural dos povos.

A simbologia da pedra tem sido largamente comentada, como referimos na introdução, mas, além dos conceitos de Mircea Eliade, em " O sagrado e o profano – A essência das religiões " e de Nigel Pennick, em " Geometria sagrada " a que nos referimos na introdução, parece-nos significativo registar, também, a opinião de um escritor português, Aquilino Ribeiro, na novela "Os olhos deslumbrados", incluída no livro " Filhas de Babilónia " <sup>4</sup>, em que põe em diálogo dois personagens, um dos quais arquitecto: " - Uma estação de caminho de ferro é coisa inteligente e, decerto, admirável. ...

- A beleza a procurar terá necessariamente que ser de nova índole: leveza, arrojo de linhas, incomparável robustez no breve e delicado, economia de volumes, lançaturas nunca entrevista pelos mestres da pedra.

...

- A pedra há-de povoar a superfície da terra, por muito tempo ainda, de cidades e monumentos grandiosos!...

---

<sup>4</sup> Aquilino Ribeiro, *As Filhas de Babilónia – Novelas*, Lisboa, Livraria Bertrand, 1959, p.104

- Agora, deixe dobar um, dois séculos, e será o destino da pedra murar quintais e fornecer mausoléus aos cemitérios. Cumpriu a sua missão... entra na semi-obscuridade como o bronze.

- Não diga isso de material tão nobre e insubstituível! Enquanto houver gente no mundo edificar-se-á com ele. Se assim não fosse, teria de acreditar que é condição do progresso a fealdade. "

Um outro autor, em tema de outra área, também se refere à simbologia da pedra, ligada à simbologia da religião. Pierre Pierrard, em " História da Igreja " sintetiza esta ideia: " A arquitectura determina todas as outras formas da arte; é com a ajuda do mais nobre material, a pedra, que a arte da Idade Média se exprime."<sup>5</sup>

Estes monumentos encerram em si uma simbologia que tem a ver com a forma e com o material empregado, mas, especialmente, com o espírito religioso do homem.

As edificações que concentram todos estes níveis de simbolismo são, sem dúvida, as igrejas, que traduzem ainda um esforço comunitário de longa duração, que está para além dos interesses individuais e quotidianos.

Como mereceram especiais cuidados na sua concepção e construção, registando os maiores avanços das suas épocas, encerram um conjunto notável de soluções em que se encontram superfícies das mais variadas formas.

O estudo de superfícies curvas, de revolução e empenadas em perspectiva, como contribuição para o estudo de uma acção de salvaguarda monumental, não poderia encontrar objecto mais adequado do que estas edificações, pois, a complexidade de representação destas superfícies permite mostrar as possibilidades que a perspectiva oferece, que pode levar a remontar à sua concepção, proporcionar o seu melhor entendimento e, assim, melhor orientar uma eventual intervenção de restauro.

---

<sup>5</sup> Pierre Pierrard, *História da Igreja*, São Paulo, Edições Paulinas, 1982, p.97

No que respeita à simbologia da forma pensamos que é um facto ainda actual e podemos considerar um exemplo para confirmar esta ideia.

Nigel Pennick, em " Geometria Sagrada – Simbolismo e intenção nas estruturas religiosas "6, esclarece a simbologia de várias formas, das quais extraímos o círculo e o quadrado do seguinte modo:

" Nos tempos antigos, as construções, fossem elas temporárias ou permanentes, eram circulares em sua grande maioria.

... Dos círculos de pedra megalíticos até às igrejas e os templos redondos, a forma circular imitou a redondeza do horizonte visível, fazendo de cada construção, na verdade, um pequeno mundo em si mesmo."7

" Os templos antigos eram frequentemente construídos em forma quadrilátera. Representando o microcosmo e, em consequência, considerada como um emblema de estabilidade do mundo, essa característica era especialmente verdadeira para as representações artificiais de montanhas que reproduziam o mundo, para os zigurate, as pirâmides e as estupas. Essas estruturas simbolizavam o ponto de transição entre o céu e a terra e centralizavam idealmente o omitemos, o ponto axial do centro do mundo."8

Vejamos como nos é descrito o emblema do património mundial na publicação traduzida para Português e impressa sob os auspícios da UNESCO " O que é: A protecção do património mundial, cultural e natural ":

" O emblema do património mundial simboliza a interdependência dos bens culturais e naturais: o quadrado central representa a forma criada pelo homem e o círculo a natureza, as duas intimamente ligadas. O emblema é circular como o mundo, simbolizando também protecção."9

---

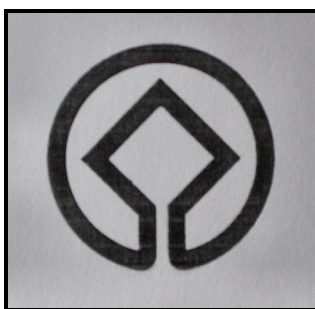
<sup>6</sup> Nigel Pennick, *Geometria Sagrada – Simbolismo e Intenções nas Estruturas Religiosas*, São Paulo, Editora Pensamento, Ltda., 1ª edição 1980, presente edição, s/d

<sup>7</sup> *Op. Cit.*, p. 16

<sup>8</sup> *Op. Cit.*, p. 17

<sup>9</sup> UNESCO – A Protecção do Património Mundial, Cultural e Natural, traduzido e distribuído por Comissão Nacional da UNESCO, Lisboa, s/d, p.1





**Fig. 7** – Emblema da UNESCO, e sua intenção Simbólica.

Diz-nos ainda Nigel Pennick que as igrejas redondas, tal como os templos pagãos, eram microcosmos que representavam o mundo, e que no final da Idade Média os Templários adoptaram esta forma para as suas igrejas.

Com a extinção dos Templários caiu esta forma em desuso e só veio a ser recuperada no Renascimento, e novamente suprimida, quando as autoridades eclesiásticas reconheceram a sua origem pagã.

Este mesmo autor dá ainda um outro aspecto das preocupações simbólicas em relação às igrejas: " Além dos usos esotéricos, a catedral tinha de incorporar as doutrinas da fé e expressar as energias e geometrias inerentes ao sítio.

A geometria fundamental da planta baixa é sempre gerada directamente da linha axial orientada.

A data da fundação e a sua orientação são " trancadas " na geometria à aparente posição solar no dia do padroeiro.

Isto também quer dizer que o padroeiro pode ter sido determinado a partir da orientação principal do círculo de pedra preexistente." <sup>10</sup>

No que respeita à pedra referimos já na introdução os aspectos do seu carácter simbólico, mas, recorrendo ainda a este autor, mencionamos o comentário que fez sobre as pedras da catedral de Old Sarum, iniciada em 1102, que estavam tão bem colocadas e com junções de argamassa tão

---

<sup>10</sup> Nigel Pennick, *Geometria Sagrada – Simbolismo e Intenções nas Estruturas Religiosas*, p. 88

perfeitas, que se poderia pensar que a obra tinha sido toda feita de uma só rocha, facto naturalmente muito apreciado.



Fig. 8 – Branda ou abrigo, na Serra do Gerês.

A superfície de cobertura feita de pedra e realizada em tempos mais remotos, sem mencionar as construções megalíticas, é a falsa cúpula.

Embora feita em fiadas circulares concêntricas que vão reduzindo gradualmente de diâmetro até ao fecho, pode também ser considerada gerada, em termos geométricos, por um ramo de parábola girando em torno de um eixo vertical.

Como exemplo mais significativo de falsa cúpula temos o Túmulo de Atreu, em Mi cenias, mas, seguindo a mesma técnica, encontramos ainda em Portugal construções de menor projecção e com finalidades diversas.

Os arcos, que podem relacionar-se com as abóbadas de canhão e as cúpulas, provêm do Oriente e há notícia de já existirem na Caldeia, desde cerca de 2 000 A. C.

Os egípcios e os gregos não se sentiram atraídos pela utilização de um e outro destes elementos, facto que não deve atribuir-se, ao desconhecimento das técnicas construtivas de arcos, abóbadas e cúpulas, mas poderá filiar-se em concepções filosóficas e religiosas que valorizavam a linearidade utilizando, assim elementos rectilíneos tanto na vertical – os pilares –, como na horizontal – as vigas.

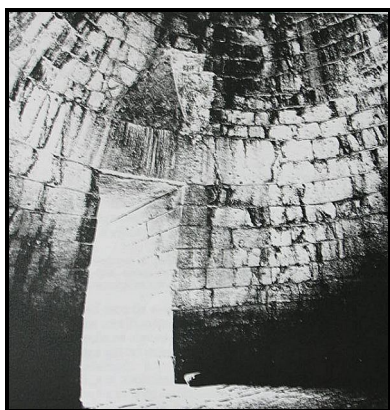


Fig. 9



Fig. 10

**Fig. 9** – Interior do Túmulo de Atreu, onde é visível o seu acesso.

**Fig. 10** – Santuário de Atena – Delfos, Construção do templo, com planta circular e que pode supor-se ter sido coberto por uma cúpula semiesférica.

Subsistem poucos exemplos de construções de planta circular, cuja cobertura possa ter sido, eventualmente, a cúpula. O Templo de Delfos é um bom exemplo de edifício de planta circular.

Ao invés das arquitectura egípcia e grega, a arquitectura romana foi estruturada, em grande parte, com a utilização do arco, da abóbada e da cúpula.

“Foi apenas em solo italiano que os gregos e os romanos, em conjunto, conseguiram produzir um tipo construtivo, que, apesar de ser concebido dentro da moldura das ordens e dos materiais tradicionais, conseguiram olhar simultaneamente para dentro e para fora.”<sup>11</sup>

Pode afirmar-se, sem risco de exagero, que a cúpula e a abóbada constituíram algumas das grandes contribuições romanas para a arte de construir e que a sua introdução e divulgação na concepção arquitectónica se deve ao emprego de um novo material, o opus clementinas, equivalente ao actual betão. Com a ajuda deste material, constituído por areia pulverizada de tonalidade castanho avermelhado, de

<sup>11</sup> Jonh B. Ward Perkins, *Roman Architecture*, Milão, Faber and Faber / Electa, Electa S.P.A., 1ª edição 1974, reedição 1979, p. 71

origem vulcânica, a pozzolana, misturada com cal viva e que formava presa semelhante à do actual betão, foi possível construir os arcos, as abóbadas, estas nas mais diversas combinações, e as cúpulas, para satisfazer as necessidades de cobertura de edifícios com finalidades tão distintas como as que a seguir se indicam.



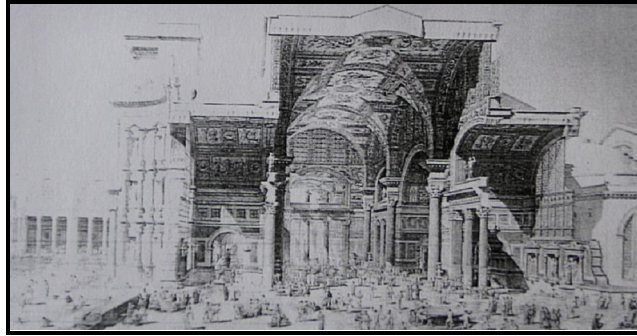
**Fig. 11** – Panteão de Roma. Foi terminado em 25 A.C. e dedicado a todas as divindades planetárias. Mais tarde foi reconstruído no tempo de Adriano, entre 110 e 125 D.C. É o maior templo coberto por uma cúpula semi esférica que nos chegou da Antiguidade.

Assim, encontramos cúpulas únicas cobrindo espaços de dimensões gigantescas, de que a cúpula do Panteão de Roma é o exemplo mais representativo, com 43 metros de diâmetro interno, enormes abóbadas de arestas, como as das Termas de Diocleciano; abóbadas de canhão, como as da Basilica de Maxêncio; corredores abobadados do edifício da Fortuna Primigénia; estruturas abobadadas do Circo Flávio – Coliseu.

O espírito empreendedor dos romanos, associado à utilização deste novo material de construção, permitiu-lhes implantar por todo o Império obras desta grandiosidade.

Como a abóbada de berço era demasiado pesada e permitia pouca flexibilidade de adaptação a espaços com formas mais elaboradas do que a do rectângulo, os romanos criaram a abóbada de arestas, que resulta da intersecção de duas abóbadas de berço de igual flecha e que podem apoiar-se em pilares uniformes.



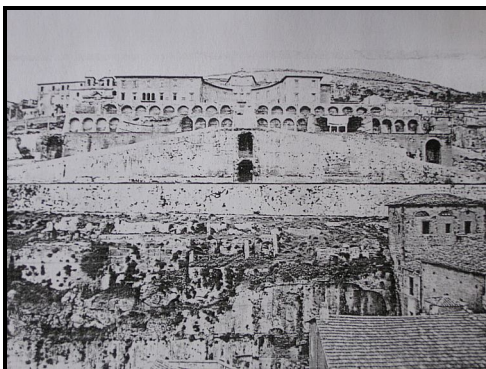


**Fig. 12** – Termas de Diocleciano, Roma, edifício de vastas dimensões, construído entre 298 e 306 A.C., de que se mostra o Frigidarium, segundo desenho elaborado por E. Paulin.

Nas Termas de Diocleciano os arranques laterais das três grandes abóbadas de arestas são compensados por grandes contrafortes que sobressaem por cima das naves laterais, sendo em tudo semelhantes aos arcobotantes góticos.



**Fig. 13** – Basilica de Maxêncio, construída entre 306 e 312, e dela se podem observar as enormes abóbada de berço com caixotões no seu intradorso.



**Fig. 14**



**Fig. 15**

**Fig. 14** – Santuário da Fortuna Primigénia – Palestrina, grandiosa estrutura que cobre diversos níveis adaptando-se assim ao declive do terreno.

**Fig. 15** – Coliseu de Roma ou Anfiteatro Flávio, foi o maior anfiteatro construído na Antiguidade.

Há, no entanto, notícia de haver vestígios de abóbadas de arestas helénicas num sepulcro em Pérgamo, segundo afirma Garcia y Bellido. A. Chatelêt et B. Groslier na obra *História da Arte Larousse* referem-se assim à arquitectura termal: “ A arquitectura termal, que de longa data demonstra singular ousadia no emprego de cúpulas, ocupa então a vanguarda na utilização das abóbadas de arestas, na concepção de salas de surpreendente vastidão, frequentemente com planta compósita.”<sup>12</sup>

A cobertura da exedra da Villa Adriana, no Serapeum, era constituída por uma abóbada de lunetas em rampa – as lunetas rampantes<sup>13</sup>.

No Coliseu encontram-se já abóbadas de berço nervadas e este processo construtivo será retomado na Idade Média.

Toda esta variedade de coberturas se deveu ao emprego do opus caementicium e: “ Durante cerca de 2 000 anos esta descoberta não teve rival apesar de ter estado esquecida durante muito tempo; até ao séc. XIX, altura em que foi descoberto o cimento Portland.”<sup>14</sup>

Em Portugal, encontram-se alguns exemplos significativos de construções romanas, embora sem a dimensão dos mencionados, de que lembramos as ruínas de S. Cucufate, próximo de Beja, e as de Conímbriga.

---

<sup>12</sup> A. Chatelêt / B. P. Groslier, *História da Arte Larousse* (1), Paris Librairie Larousse, 1985, p. 178

<sup>13</sup> António Garcia y Bellido, *Arte Romano – Enciclopédia Clássica*, nº1, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Reimpressão da 2ª edição, 1979, parag. 115, P. 395

<sup>14</sup> Michael Raeburn, *Architecture-An Illustrated History*, Londres, Orbis Publishing Limited, 1980, p.67



**Figs. 16 e 17** – Ruínas do conjunto de S. Cucufate, localizadas próximo de Beja.

Para além das vantagens do opus caementicium já indicadas, no que respeita à liberdade de concepção nos projectos de arquitectura, devemos registar também as que são mencionadas por Garcia Bellido: “ O emprego de tal material, unia em si qualidades com as quais outros não podiam competir: economia, facilidade de aplicação, adaptabilidade a qualquer fase da construção, plasticidade e, por último, solidez a toda a prova. ”<sup>15</sup>

A utilização deste material permitiu substituir, com eficácia, os antigos tectos de madeira por abóbadas e, também, as abóbadas de pedra, demasiado pesadas e implicando condicionamentos construtivos, por abóbadas mais leves e de maiores dimensões.

Élie FAURE acrescenta um aspecto não despiciendo às qualidades do referido material: “ A parede romana é uma das grandes coisas da história. É a própria história. Durante 10 séculos construíram-se todas as casas de Roma com os silhares do Coliseu. O Coliseu não mudou de forma. ”<sup>16</sup>

Na realidade, ao contrário de ruínas de outras épocas e com métodos construtivos diferentes, que não resistiram aos efeitos de delapidação, semelhantes aqueles a que estiveram sujeitos os edifícios romanos, estes, apesar de despojados das pedras trabalhadas do revestimento, mantiveram a sua forma e transmitem ainda uma impressão de imponência e muito da sua passada grandiosidade.

---

<sup>15</sup> António Garcia y Bellido, *Arte Romano*, parag. 13, p. 49

<sup>16</sup> Élie Faure, *A Arte Antiga – História de Arte*, Vol.1 (4 vol.), Lisboa, Edições Estúdio Cor, 1951, p.147

Os romanos foram um povo orientado para a vida em sociedade e atingiram um estilo requintado de vida que exigia espaços muito amplos e de grande dignidade.

Foram, assim, levados a conceber grandes espaços contínuos, cobertos, em que adoptaram abóbadas e cúpulas de grandes dimensões.

Razões de carácter técnico, relacionado com a aptidão dos materiais para responder a condições menos comuns, como sucedia nos calvários, com variações térmicas de grande amplitude, provocadas pela passagem do ar quente nas canalizações que percorriam as paredes e pavimentos, aconselharam, também, a utilização de abóbadas feitas com o opus caementicium, para substituição das coberturas de madeira, mais vulneráveis nestas circunstâncias.

Na opinião de Augusto Fuschini expressa em " *Architectura religiosa na Edade Média* " <sup>17</sup> o Imperador Constantino tomou duas decisões importantes para a conservação do Império e que tiveram uma acção de profundo alcance na evolução da religião cristã e das artes a ela ligadas: a protecção dada ao Cristianismo e a sua imposição como religião de Estado e a escolha de Bizâncio para capital do Império.

A difusão do Cristianismo, sob beneplácito imperial, fez tornar escassos os locais onde anteriormente era praticado o culto e levou à necessidade de criar novos locais para as crescentes multidões de fiéis.

Os vencedores, por falta de tempo para construir novos templos e como forma de demonstração da supremacia dos seus conceitos e cultos, costumam aproveitar os santuários que encontram e isso se passou, por exemplo, com os muçulmanos em relação às igrejas godas, que transformaram em mesquitas e, depois, a passagem destas a igrejas cristãs, após a reconquista.

Não ocorreu o mesmo com os cristãos em relação aos templos clássicos, porque estes não eram facilmente adaptáveis ao culto cristão, nem tinham dimensões adequáveis às multidões que o Cristianismo reunia.

---

<sup>17</sup> Augusto Fuschini, *A Architectura da Edade Média*, Lisboa, Imprensa Nacional, 1904



Foi, por isso, necessário encontrar edifícios com espaços suficientes e isso aconteceu com os edifícios que a sociedade romana em degradação não tinha inconveniente em deixar apropriar e adaptar ao culto, as basílicas.

A redução da actividade económica e social tornou menos necessários os mercados, as bolsas, os tribunais e até as reuniões públicas que se realizavam nos vastos edifícios que eram as basílicas.

Estes edifícios eram constituídos por uma nave central que terminava numa abside abobadada com meia cúpula, e por pórticos sobrepostos em dois pavimentos, ligados ao corpo central. A cobertura, exceptuando a abside, era de madeira com as traves a descoberto, visto que esta construção, relativamente ligeira, não podia suportar uma abóbada.

Pode considerar-se que a basílica caracteriza bem o estilo da civilização do Lácio. A tipologia de basílica, levada por Constantino e seus contemporâneos para o Oriente, não resistiu muito tempo por as suas formas serem pobres e severas, em relação às que estavam mais de acordo com o espírito e as exigências de pompa de uma sociedade com outros costumes.



**Fig. 18** – Interior da Basílica de S. Paulo Extramuros, Roma.

Gravura de G.B.Piranesi, cerca de 1749.

A arquitectura bizantina desenvolve programas de construção em que se ligam as influências clássicas, gregas e romanas, com influências orientais,

salientando-se as coberturas com associações de cúpulas, as abóbadas, os pilares maciços e grossas colunas.

Pode considerar-se que foi também ali que se estabeleceu a resolução do problema da passagem de uma planta quadrangular para uma cobertura em cúpula, com a utilização de trompas.

Estas soluções têm como melhor exemplo a Igreja de Santa Sofia, que apresenta uma aglomeração de cúpulas e que será objecto da nossa atenção mais à frente.

Estas cúpulas repousam sobre paredes espessas, separadas por botaréis, dando-nos a indicação da proximidade do estilo românico com as suas pesadas abóbadas de pedra assentes em muros espessos, reforçados por botaréis.

As abóbadas características da época românica são abóbadas de berço construídas de pedra, assentes em paredes de apreciável espessura para poderem absorver os esforços desenvolvidos por aquelas e não apresentam, por isso, vãos apreciáveis para iluminação, nem podem contribuir para a utilização de outras superfícies relevantes do ponto de vista deste trabalho.

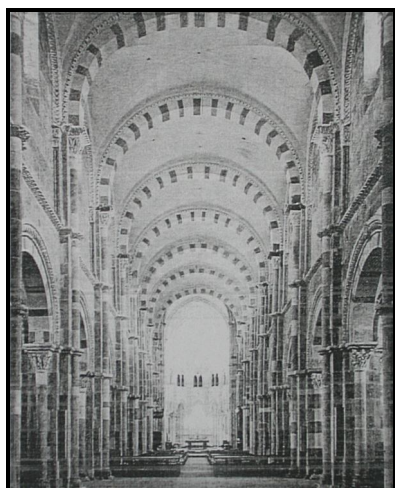


Fig. 19

Fig. 19 – Igreja Abacial de La Madeleine – Vezelay – construída após o incêndio que devastou a primitiva igreja, em 1120, nela se podem apreciar as abóbadas de aresta que cobrem a nave central.

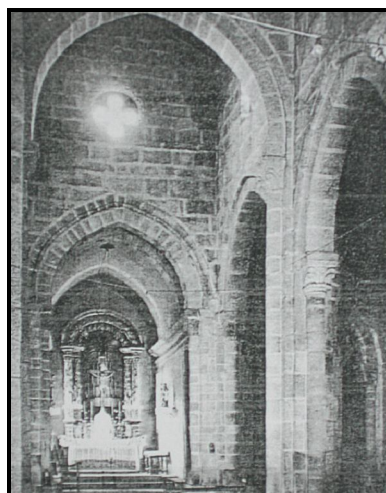


Fig. 20

Fig. 20 – Interior da Igreja de S. Salvador de Travanca.

Nas igrejas desta época a solução mais corrente, para melhorar a iluminação, é semelhante à que tinha sido adoptada nas basílicas, com a elevação da nave central em relação às colaterais. Isto possibilitava a abertura de vãos nas zonas mais altas das paredes, mas o seu peso e o da abóbada eram descarregados sobre as paredes das naves colaterais, que depois o transmitiam às paredes exteriores tornadas, assim, em contrafortes da nave central.

A nave central era, normalmente, coberta por abóbada de berço e as naves laterais por abóbadas de berço de arestas.

A abóbada de arestas resultava da intersecção de duas abóbadas de berço de igual flecha, tendo em vista a cobertura de espaços modulados em que se dividia o espaço a cobrir. Estes módulos eram designados por tramos, e eram limitados por arcos transversais, e arcos formeiros.

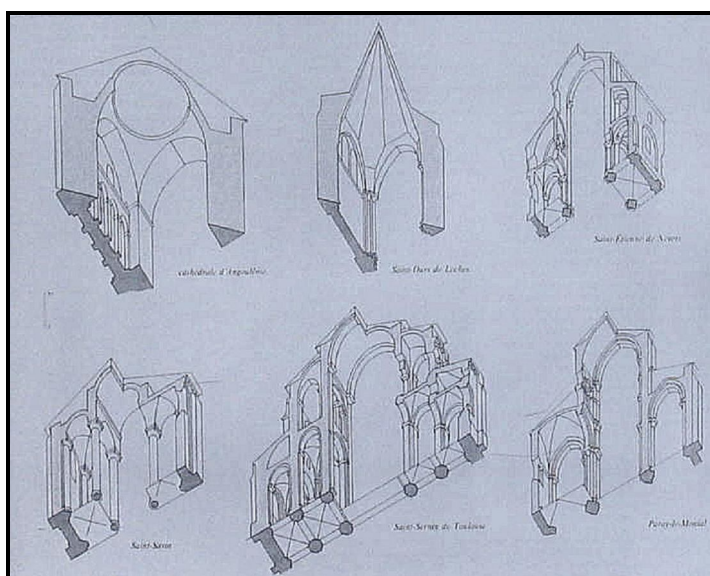


Fig. 21 – Vários aspectos de abóbadas de Igrejas Românicas. Segundo axonometria de A. Choisy – Histoire de L'Architecture, t. II, Vincent Freal, Freal et – – Paris, 1955, incluído em Le Grand Atlas de L'Architecture Mondiale.

Na arquitectura românica as abóbadas de arestas exerciam a pressão lateralmente sobre toda a dimensão das paredes que sustentavam a nave central.

Apesar das vantagens que esta abóbada apresentava em relação à abóbada de berço, no que respeita à iluminação dos espaços, tinha, no entanto, alguns inconvenientes, a somar ao facto de ser igualmente pesada, que eram limitar a concepção dos espaços a módulos e não ter a capacidade de se adequar a outros tipos de espaços.

No séc. X produziram-se grandes reformas nas ordens religiosas, de que se destaca a Ordem de Cluny, com consequências na arquitectura dos seus mosteiros, que foram alvo de remodelações, para adequação a um espírito de maior austeridade<sup>18</sup>.

A transição do séc. XI para o séc. XII também deixa vestígios nestes edifícios, especialmente ao nível das coberturas, pois são substituídos os vigamentos por abóbadas.

Como apontamento de síntese podemos referir, apoiando-nos em A. Fuschini, que o estilo Românico recebeu do estilo romano a disposição geral das fachadas, o nartece e a forma interior das igrejas: nave, transepto, abside, trifório, cripta e altar. Recebeu do estilo Bizantino a abóbada, a cúpula, os pilares maciços e grossas colunas, pesados e variados capitéis, arcadas de volta inteira e os arcos geminados.

Os construtores das abóbadas dominavam perfeitamente a técnica do corte da pedra obtendo talhes e ajustamentos perfeitos entre os diversos componentes dos edifícios e essa técnica continuou a aperfeiçoar-se, como podemos constatar com os mestres da época gótica.

Não pode, no entanto, esquecer-se que toda a arte dos mestres pedreiros, que contribuíram de uma forma decisiva para o desenvolvimento do Românico e, depois, do Gótico, colheu as suas técnicas de edifícios romanos ainda existentes<sup>19</sup>.

É ainda na época românica que o cruzeiro se torna quadrado, em consequência da intersecção de abóbadas de berço ou de aresta, e a sua cobertura, prevendo as necessidades de iluminação, é feita por de uma torre que pode apresentar-se com formas poligonais ou circulares.

---

<sup>18</sup> J. Pijoan, *História da Arte*, Nº 4, (8 vol.), Lisboa, Publicações Alfa, S.A., 1972, p. 3

<sup>19</sup> Michael Raeburn, *Architecture - An Illustrated History*, p. 94

Poderiam ser seleccionados vários exemplos significativos de igrejas românicas, mas para o nosso trabalho bastará citar a igreja de S. Sernin de Toulouse, começada em 1080, com a sua elegante cabeceira com charola e capelas; a catedral de Durham (1093-1133); e a catedral de Worms (de 1181 ao séc. XIII) que tem uma cobertura em abóbada de arestas, sobre tramos quadrados, idênticos ao módulo do cruzeiro.



**Fig. 22**

**Fig. 22** – Interior da Igreja de S. Sernin, Toulouse.



**Fig. 23**

**Fig. 23** – Catedral de Durham, Cobertura em abóbada de cruzaria de ogivas, talvez o exemplo mais antigo de que há notícia.

S. Bernardo de Claraval difundiu uma nova ordem religiosa, a Ordem Cisterciense, que se opõe aos excessos e exuberância decorativa da Ordem de Cluny, mesmo admitindo como positivos os fins didáticos que encerravam. Acentua a espiritualidade procurando centrar em Deus toda a atenção do crente, por isso adopta paramentos lisos em vez da proliferação de esculturas.

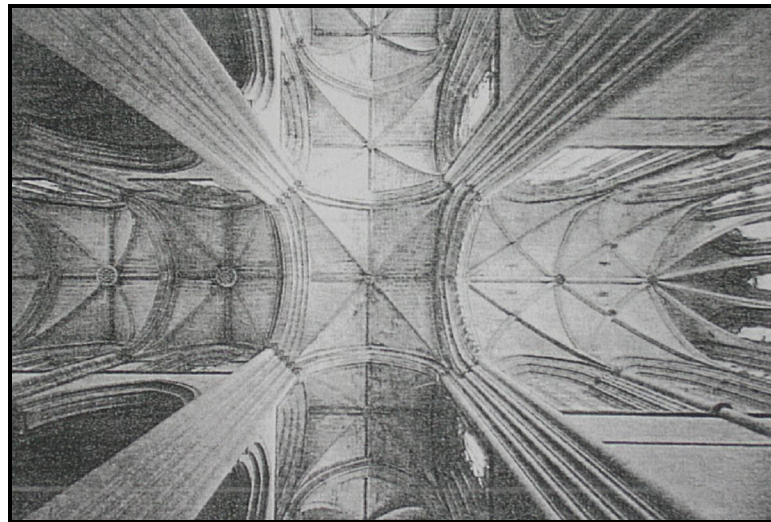
A Ordem de Cister divulga por todo o Ocidente um vocabulário bastante uniforme. Os edificios mais significativos caracterizam-se por apresentarem um aparelho de alvenaria muito perfeito e um apurado equilíbrio volumétrico.



Na opinião de J. Pijoan em *História da Arte*, os monumentos construídos por esta Ordem estabelecem a ligação entre as abóbadas de berço do românico e as abóbadas de berço quebrado do gótico, as quais vê suspensas sobre finas nervuras.

A arquitectura gótica teve como principais elementos caracterizadores a abóbada de cruzaria de ogivas, o arco quebrado e os arcobotantes, suportes das abóbadas das naves, elementos estes que foram consequência do interesse em aumentar os espaços de culto, dando-lhes simultaneamente maior prestígio.

O emprego do arco quebrado deu nova orientação aos esforços provenientes das abóbadas, concentrando-os e transmitindo-os a suportes mais espaçados, e isso permitiu aligeirar as paredes e, ao mesmo tempo, criar vãos para iluminação com dimensões impossíveis anteriormente.

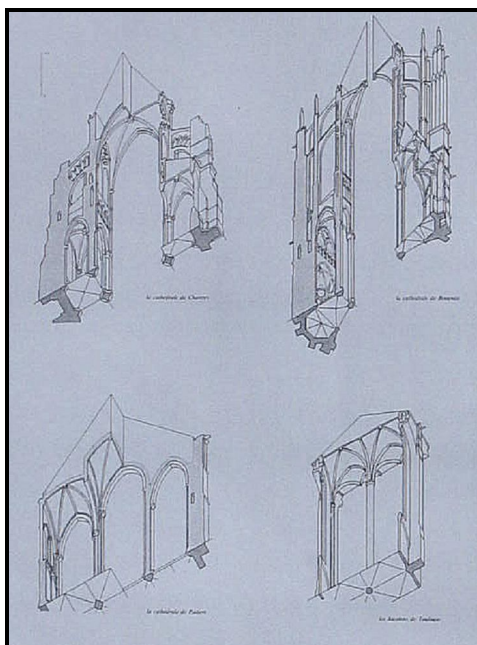


**Fig. 24** – Cobertura do cruzeiro da Igreja do Mosteiro da Batalha.

Otto von Simson salienta estas características da seguinte forma: “ A luz, que é habitualmente dissimulada pela matéria, surge aqui como princípio

activo; e a matéria apenas é esteticamente real na medida em que participa da, e é definida pela qualidade luminosa da luz. "20

"A segunda característica surpreendente do estilo gótico é a nova relação entre função e forma; estrutura e aparência."21



**Fig. 25-** Alguns aspectos de igrejas góticas, com as suas coberturas em abóbadas. (A. Choisy, na obra referida)

Considera-se que os arcos quebrados tiveram origem islâmica, embora haja notícia de arcos semelhantes remontando ao séc. VI d.C. Estes arcos foram já utilizados no período românico por apresentarem a vantagem de exercerem menor pressão lateral do que os arcos de volta perfeita.

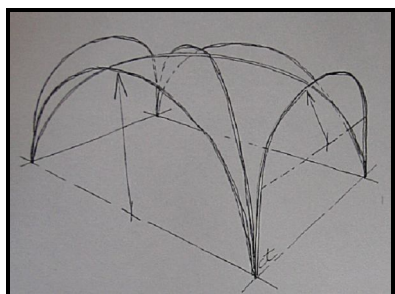
Os contrafortes, com a função de sustermem a pressão lateral exercida por arcos e abóbadas, também surgiram no decurso do séc. XI e XII.

As abóbadas de nervuras, utilizando o arco quebrado, apresentavam grandes vantagens em relação às anteriores abóbadas de berço, porque, além da redução substancial do peso, permitiam maior flexibilidade para adaptação a plantas rectangulares.

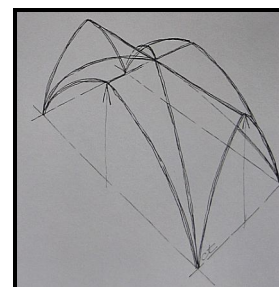
<sup>20</sup> Otto von Simson, *A Catedral Gótica – Origens da Arquitectura Gótica e o Conceito Medieval de Ordem*, Lisboa, Editorial Presença, 1ª edição, 1991, p.27

<sup>21</sup> *Op. Cit.*, p. 27

Importa ainda salientar, em relação aos arcos quebrados, que estes permitem ligar espaços de aberturas diferentes, mas com igual flecha, partindo do mesmo plano de nascença, ao contrário do que sucedia com os arcos de volta perfeita que, para ligar espaços de abertura diferente e com igual flecha, tinham de ter planos de nascença diferentes, o que dificultava a construção das zonas de intersecção.



**Fig. 26**



**Fig. 27**

**Fig. 26** – Abóbada de arestas, resultante da intersecção de cilindros de diâmetros diferentes.

**Fig. 27** – Abóbada de arestas ogivais ou quebradas, os planos de nascença dos arcos são já os mesmos.

A abóbada de ogivas tem uma estrutura que reparte o impulso lateral, gerado pela pressão das abóbadas, pelos quatro pilares de apoio. As pressões laterais são depois transmitidas aos arcobotantes, que absorvem todos os esforços gerados no interior, ideia que Everard Upjohn exprime desta forma: " Os construtores góticos tentaram concentrar a pressão das abóbadas ao longo de uma linha única, em frente de cada pilar, no exterior do edifício."<sup>22</sup>

Um dos aspectos da arquitectura gótica já anteriormente referido tem a ver com a iluminação, que foi muito aumentada quando foi possível o aligeiramento da espessura das paredes, depois de deixarem de ser

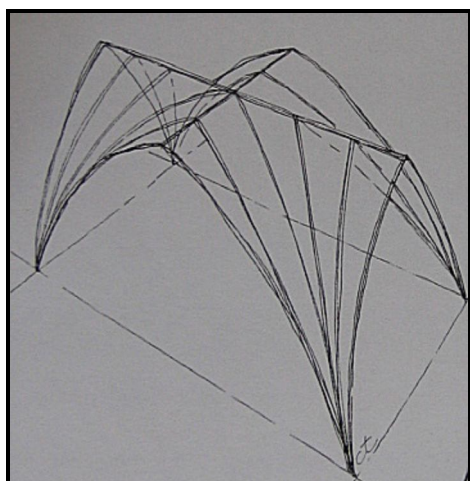
---

<sup>22</sup> Everard M. Upjohn / Paul S. Wingert / Jane G. Malher, *História Mundial da Arte – Dos Etruscos ao fim da Idade Média*, nº 2, (6 vol.), Oxford, Oxford University Press, 1975, Livraria Bertrand, 1975, p. 195

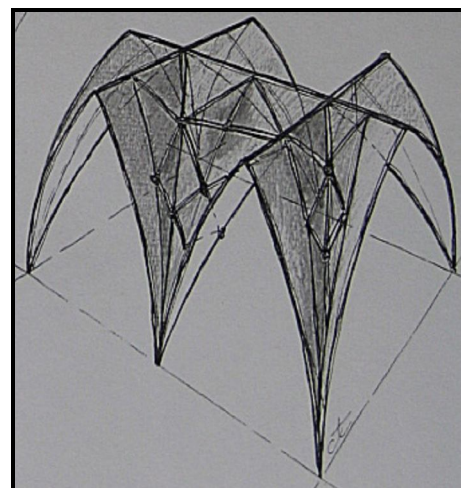


estruturais. Desta forma os rateamentos das paredes aumentaram consideravelmente.

O estilo gótico evoluiu e, no séc. XIII, as estruturas tornaram-se cada vez mais leves. Multiplicam-se as ogivas da abóbada com a utilização de terciarões e liernes fragmentando a superfície das abóbadas até aos limites consentidos pela técnica.



**Fig. 28**



**Fig. 29**

**Fig. 28** – Abóbada de arestas ogivais com liernes.

**Fig. 29** – Abóbada de arestas com liernes e terciarões.

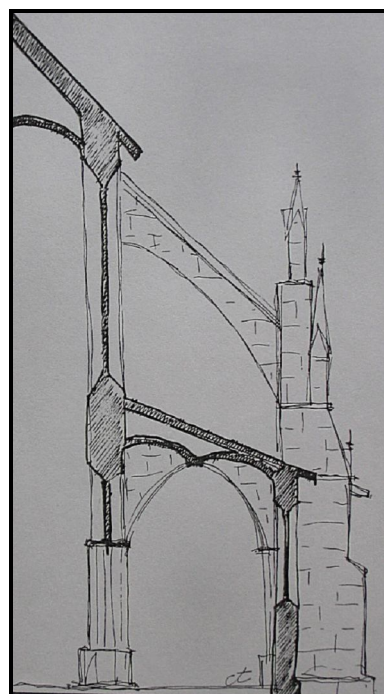
O desenvolvimento das técnicas de construção, que conseguiu manter a segurança com a utilização de elementos menos pesados, conduziu a soluções arquitectónicas cada vez mais arrojadas no que respeita às abóbadas e, assim, surgem abóbadas hexapartidas, que já não se cingem aos quatro painéis definidores dos tramos e apresentam um arco intermédio, dividindo a meio os arcos formeiros do tramo; as abóbadas estreladas e as abóbadas em leque, que podem considerar-se como o culminar da arte construtiva gótica.

Estas abóbadas, em que as nervuras que as reforçam partem dos pilares formando uma teia finamente esculpida no seu intradorso, são utilizadas pela primeira vez no claustro da catedral de Gloucester, em 1351.

O estilo gótico teve, entre nós, uma duração de cerca de quatro séculos, mas não desapareceu num dado instante, pois, no séc.XVI, ainda se encontram edifícios com coberturas em cruzaria de ogivas e com arcobotantes.



**Fig. 30**



**Fig. 31**

**Fig. 30** – Catedral de Gloucester – Magnífico exemplo de abóbada de cruzaria de ogivas, em que são exploradas todas as potencialidades da pedra, dando origem à abóbada em leque.

**Fig. 31**- Arcobotantes numa Igreja Gótica.

A Itália, pouco receptiva ao estilo que provinha do Norte, procurou inspiração em muitos vestígios do seu passado e deu os primeiros passos no sentido do Renascimento. Florença revela-se a origem mais visível e prometedora deste movimento.

Nesta época tiveram também participação, que se admite relevante, os artistas vindos do Oriente após a queda do Império Romano, tal como já havia acontecido nos primeiros séculos do Cristianismo com o êxodo dos que fugiram às perseguições iconoclastas, pois o espírito helénico não foi esquecido no Oriente com a mesma força com que foi no Ocidente.

No que respeita à arquitectura Michael Raebürn, em " Architecture: an Illustrated History ", salienta a acção de Filipe Brunelleschi e de Leon Batista Alberti, por terem reconhecido: "... O valor das ruínas romanas como um instrumento para melhorar a arquitectura contemporânea."<sup>23</sup>

Brunelleschi distinguiu-se, não apenas nas obras de arquitectura, mas também porque descobriu e sistematizou conhecimentos sobre perspectiva linear.

Alberti teorizou estes conhecimentos e foi um dos primeiros homens do Renascimento a reunir os seus estudos e a transmiti-los em tratados.

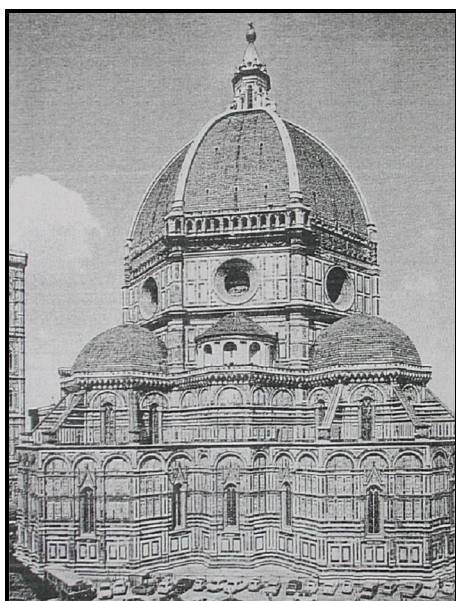


Fig. 32

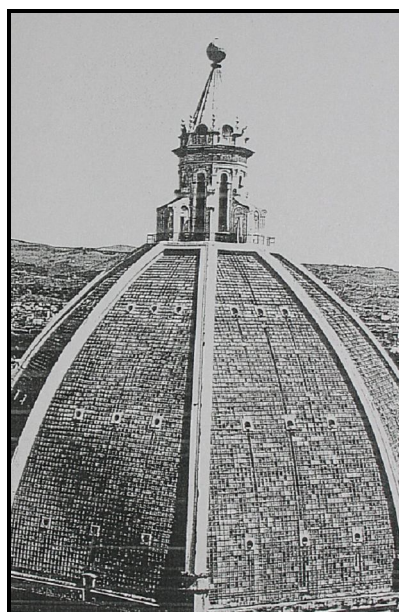


Fig. 33

**Fig. 32** – Catedral de Santa Maria del Fiore, Florença – Obra magistral de Filipe Brunelleschi, que construiu a cúpula entre 1420-1436. Trata-se de uma cúpula que se apoia numa planta octogonal.

**Fig. 33** – Pormenor da mesma cúpula.

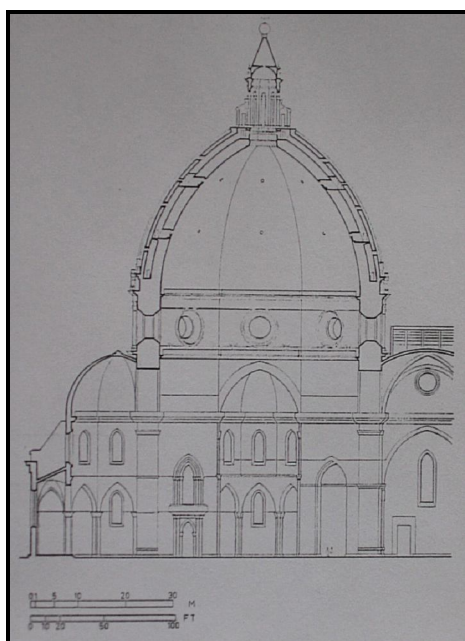
Brunelleschi, que pode considerar-se um dos arquitectos de génio da Renascença, propôs a construção de uma cúpula muito ousada, encimada por uma lanterna, para a catedral de Florença, que ainda hoje é um dos elementos mais marcantes na definição do perfil da cidade.

---

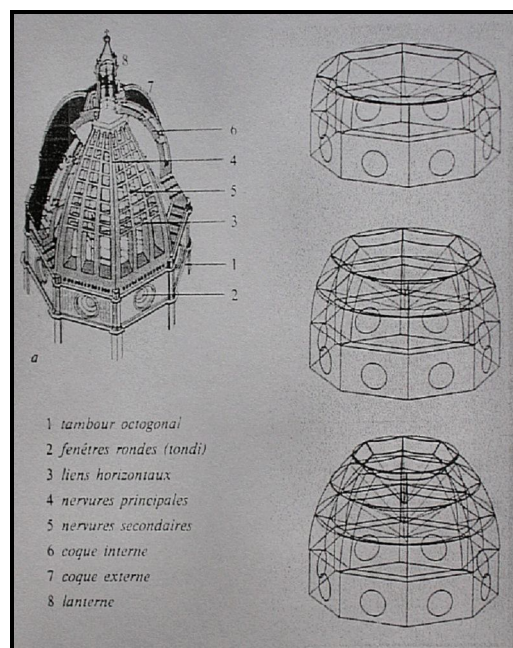
<sup>23</sup> Michael Raeburn , Architecture - An Illustrated History, p. 132



Como proposta inovadora que era teve de lutar para fazer aceitar a sua solução, que consistia na fusão de dois tipos de cúpula, a abobada em arco de claustro, que existia no baptistério de Florença, e as cúpulas hemisféricas que observara nos edifícios da arquitectura romana. A dupla natureza desta cúpula permitiu reduzir o seu peso e evitar o uso de contrafortes.



**Fig. 34**



**Fig. 35**

**Figs. 34 e 35** – Catedral de Santa Maria del Fiore, Corte da igreja e esquema construtivo da cúpula.

Uma das realizações mais significativas do Renascimento, Italiano, foi a construção da Basílica de S. Pedro, com projecto inicial de Bramante.

Mais tarde, as obras de S. Pedro foram entregues a Miguel Ângelo, que projectou uma cúpula bastante mais alta do que a prevista. Esta cúpula teve tanto impacto que serviu de modelo a muitas cúpulas, desde o séc. XVI até ao séc. XVIII, independentemente da dimensão das igrejas.

No aspecto estrutural, a cúpula de S. Pedro teve como modelo a cúpula da catedral de Florença, mas apresenta uma flecha maior. Ambas foram construídas com dupla casca de nervuras e o seu fecho é efectuado com lanternas.



**Fig. 36** – Basilica de S. Pedro – Roma. A magnificência da cúpula, bem como de todo o conjunto salientam-se no recorte da cidade.

As cúpulas do Renascimento resultaram do compromisso entre os exemplos antigos e a técnica anteriormente desenvolvida pelos construtores góticos. Retomaram a simplicidade de concepção das cúpulas e abóbadas clássicas, com predominância de abóbadas de berço, de abóbadas de arestas e cúpulas esféricas e alongadas.

Foi também durante o Renascimento que se retomou um motivo que tinha estado esquecido desde a época bizantina, o pendente ou triângulo esférico para se fazer a transição da base quadrangular ou poligonal do cruzeiro para a cúpula esférica.

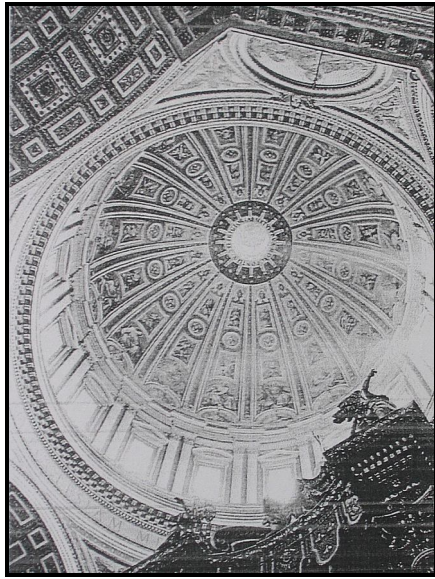


Fig. 37

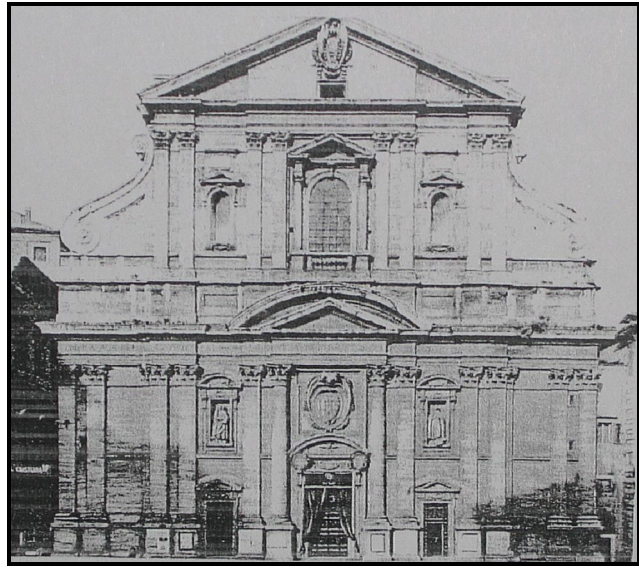


Fig. 38

Fig. 37 – Interior da cúpula da Basilica de S. Pedro.

Fig. 38 – Igreja de Il Gesù, de Giacomo Barozzi.

Na transição do Renascimento para o Maneirismo, o arquitecto Giacomo Barozzi, dito Vignola, produziu obras muito significativas, das quais se salienta “ Il Gesù “, que foi concebida para igreja-mãe da Ordem Jesuíta e que foi o paradigma de todas as igrejas desta Ordem.

A planta de Il Gesù apresenta um transepto curto e uma nave com capelas laterais. No entanto, o passo mais importante que a concepção desta igreja permitiu foi, segundo J. Pijoan: “... Determinado pelo papel da cúpula como elemento distribuidor de luz, que cai a rodos da mesma, em contraste com a iluminação intencional moderada, quase obscuridade, da nave e da capela-mor. Pela primeira vez se dá importância fundamental, na organização do espaço interior, a este elemento que seria a grande preocupação de toda a arquitectura barroca: a luz<sup>24</sup>.

Da obra de Miguel Ângelo salienta-se a reformulação do projecto da cúpula da Basilica de S. Pedro, realizado por Bramante, para a tornar mais ampla e elegante.

---

<sup>24</sup> J. Pijoan, *História da Arte*, Nº 6, (8 vol.), Lisboa, Publicações Alfa, S.A., 1972, p. 76

O novo espírito da época barroca é assim caracterizado por Bruno Zevi, em " Saber ver a Architectura ": "... O barroco é a liberdade espacial, é a libertação mental das regras dos tratadistas, das convenções da geometria elementar e da estaticidade, é a libertação da simetria e de antítese entre espaços interior e exterior."<sup>25</sup>

Este espírito, leva a conceber os espaços mais fluidos, as paredes ondulantes e em que tudo se conjuga para transmitir a sensação de movimento, nota-se também nas coberturas dos edifícios. Estas para se adaptarem a espaços já não ortogonais tomam as formas mais diversas, de que se salientam as abóbadas elípticas.

De Francesco Borromini, um dos arquitectos barrocos que deixou obra marcante, citamos, pelas suas superfícies curvas, a Igreja de S. Carlo alle Quattro Fontane.

A cúpula desta igreja é ornamentada com cruces e hexágonos irregulares: " S. Carlo alle quattro Fontane, tem soluções muito mais ousadas. Os pendentes não se apresentam como simples superfícies esféricas, mas sim como estruturas de auto suporte, constituídas pelos perfis de enquadramento dos arcos duplos."<sup>26</sup>

Sir Christopher Wren, encarregado de reconstruir um grande número de igrejas destruídas pelo grande incêndio de Londres, apresentou soluções originais para todas elas, destacando-se a que foi adoptada para a cúpula da Catedral de S. Paulo. Esta cúpula, se tivesse sido construída de pedra, teria necessidade de grandes contrafortes para poderem suportar todo o seu peso e os esforços originados. Por outro lado, a sua construção interior de madeira não se ajustaria a um fecho em lanterna, especialmente se se pretendesse esta de alvenaria.

A solução encontrada, para suportar a torre lanterna, sem se apoiar na cúpula exterior de pedra e na cúpula interior de madeira, foi construir uma

---

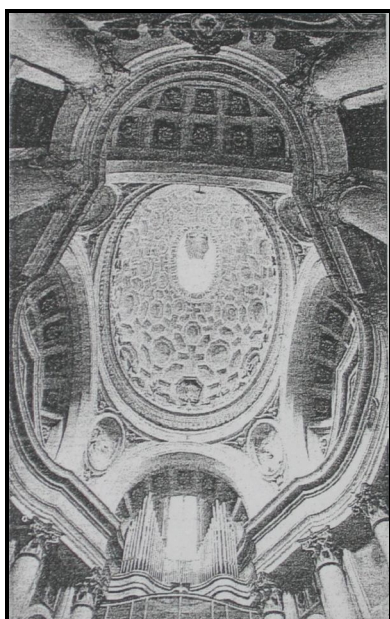
<sup>25</sup> Bruno Zevi, *Saber Ver a Architectura*, Lisboa, Edições Arcádia, 2ª edição, 1977, p. 82

<sup>26</sup> Everard M. Upjohn / Paul S. Wingert / Jane G. Malher, *História Mundial da Arte*, nº 4 – Do Barroco ao Romantismo, Oxford, Oxford University Press, 1975, Livraria Bertrand, 1975, p. 17



terceira cúpula, feita de tijolo, dissimulada entre ambas. Desta forma conseguiu elevar uma das maiores cúpulas da cidade de Londres com a estabilidade necessária para chegar aos nossos dias.

Guarino Guarini é, também, um dos arquitectos barrocos que deixa obra de muito valor, de que salientamos a Igreja de S. Lourenço pelo arrojo da sua cúpula, bem como a igreja do Santo Sudário, também com uma cúpula de nervuras muito elaborada, ambas em Turim.



**Fig. 39**

**Fig. 39** – Interior da Igreja de S. Carlo alle Quattro Fontane, de Francesco Borromini.

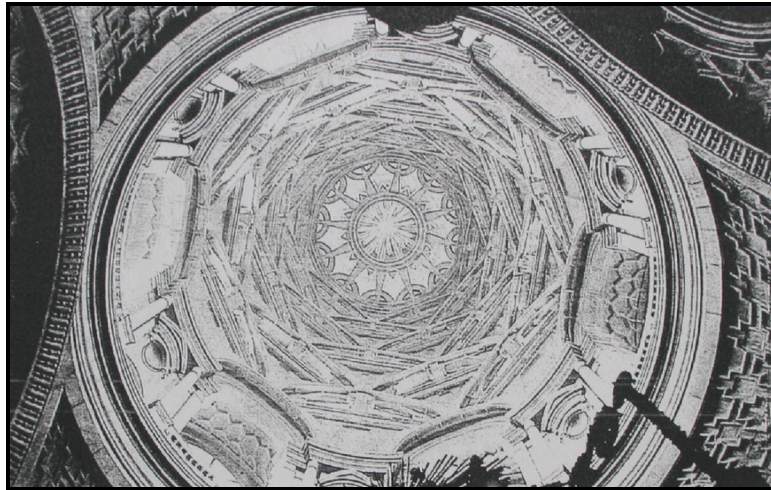


**Fig. 40**

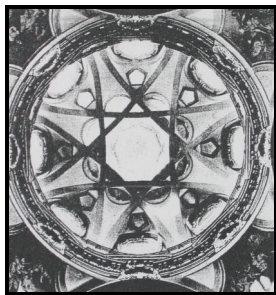
**Fig. 40** – Catedral de S. Paulo, Londres.

Com o Rococó, as plantas dos edifícios acentuam a dinâmica das suas formas e a oval e a elipse tornam-se mais correntes, quer em planta, quer em coberturas, surgindo as cúpulas elipsoidais e outras superfícies.





**Fig. 41** – Capela do Santo Sudário, em Turim. Da autoria de Guarino Guarini, iniciou-se em 1667. Trata-se de uma cúpula construída com a utilização de múltiplas nervuras que lhe conferem grande dinamismo.



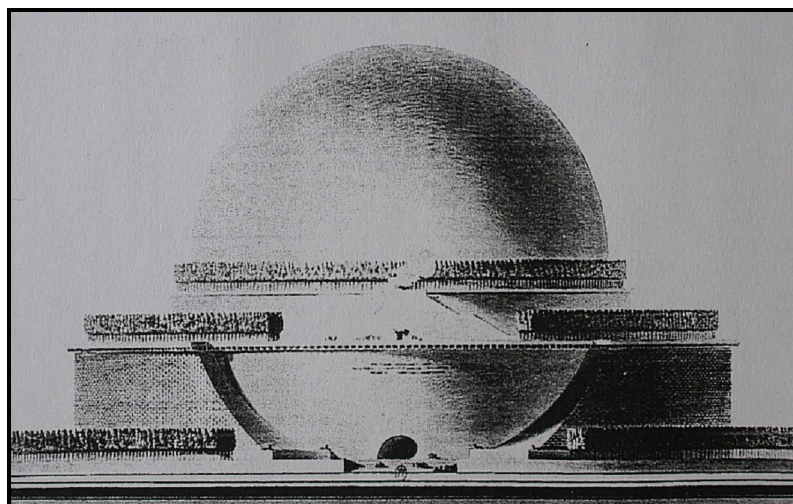
**Fig. 42** – Igreja de San Lorenzo, Turim. Obra de Guarino Guarini, iniciada em 1668, de que se salienta a cúpula assente em nervuras que suportam a lanterna.



**Fig. 43** – Interior da Igreja de Vies, de Domenikus Zimmermann, na Baviera Superior.

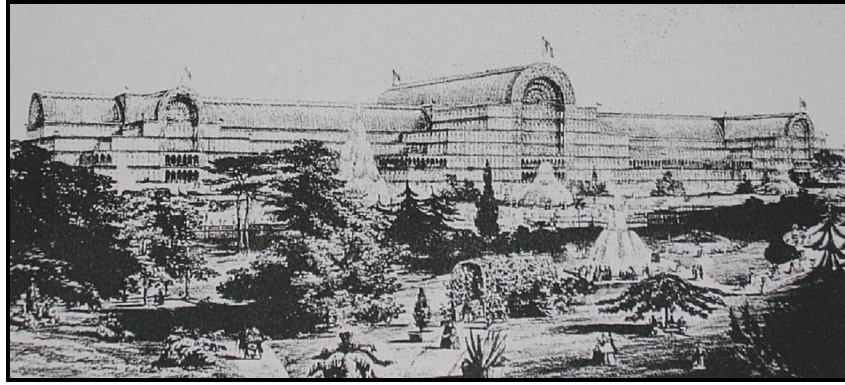
Os arquitectos mostraram todo o seu engenho na concepção de plantas complexas, circulares ou elípticas, quer em edifícios religiosos, quer em palácios ou pavilhões, em que as escadarias monumentais têm um papel preponderante. Estas obras apresentam, muitas vezes, superfícies curvas ou empenadas com interesse para estudo no âmbito deste trabalho, como se poderá observar mais adiante.

Apenas como notícia, por não se integrarem no objecto deste trabalho, referimos os objectos arquitectónicos imaginados, mas não construídos, por Etienne Louis Boullée e Jean Jacques Ledoux, do período neoclássico; e as abóbadas e cúpulas com estruturas de ferro e revestimento de vidro caso, por exemplo, do Palácio de Cristal realizado para a exposição mundial de 1851, em Londres.



**Fig. 44** – Cenotáfio de Isaac Newton – Projecto de Étienne Louis Bouleé, onde se pode observar a utilização integral d uma esfera, não exequível na época, mas actualmente concretizável. Lembremos La Géode, em La Villette, toda revestida de vidro.

Não vamos deter-nos nestas estruturas, pois não se integram no propósito deste trabalho.



**Fig. 45** – Palácio de Cristal, de Joseph Paxton, construída em Londres, em 1851, para albergar a primeira Exposição Universal. Construída de vidro, é um exemplo de como as formas mais antigas, habitualmente executadas com outros materiais, se adaptam bem à utilização de novos elementos.

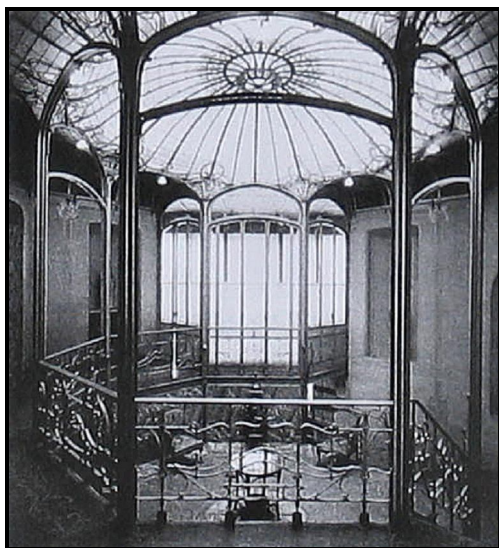
O movimento designado “ Artes e Ofícios ” tiveram alguma repercussão no campo da arquitectura. Na Escócia, Charles Rennie MacKintosh (1868-1928), para além da actividade de designer de móveis, construiu a Glasgow School of Arts, onde podem encontrar-se curiosas superfícies executadas em alvenaria e madeira.



**Fig. 48** – Glasgow School of Art, de Charles Rennie Mackintosh.



Na Bélgica, salienta-se Victor Horta (1861-1946), que cria formas com superfícies muito acentuadamente curvilíneas que nos solicitam para uma comparação com os movimentos ondulantes da arquitectura barroca.



**Fig. 46**



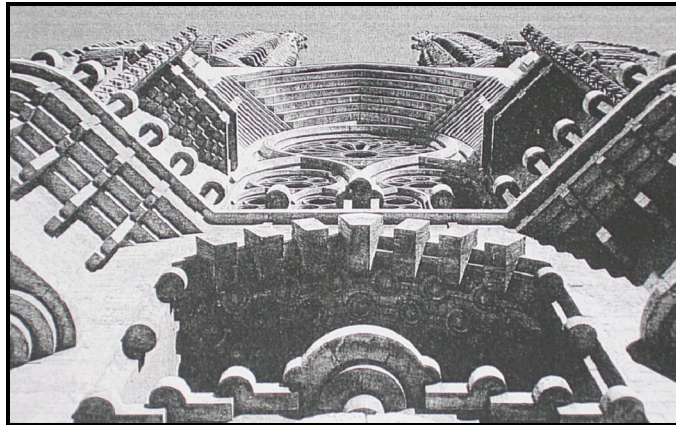
**Fig. 47**

**Fig. 46** – Victor Horta, Casa Von Eetvelde – Bruxelas. Cúpula em arco abatido, construída em vidro.

**Fig. 47**- Victor Horta, Casa Tassel, Bruxelas, interior da entrada do edifício.

Não se pretendendo uma descrição exaustiva das obras de arquitectos em que se note uma preferência por superfícies curvas ou empenadas, encerramos as referências com o arquitecto catalão António Gaudi (1852-1926).

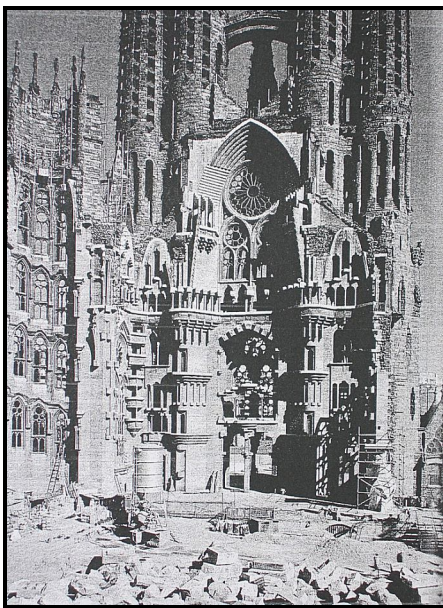
Embora se possam encontrar na sua obra referências a arquitecturas anteriores, em que se inspirou, criou formas de grande originalidade, que incluem superfícies complexas.



**Fig. 49** – Pormenor da Igreja da Sagrada Família de Antoni Gaudí.

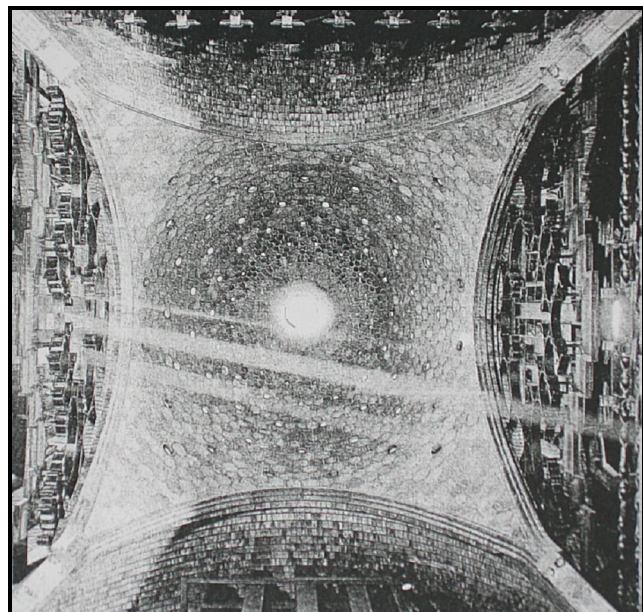
As superfícies de cobertura dos seus edifícios, além de darem uma constante sensação de movimento, transmitem a ideia de uma cuidada estruturação.

Encerramos as referências com Gaudí porque, não o pretendendo incluir no “saco de gatos” da Arte Nova, como disse N. Pennick, lhe notamos uma aproximação ao Barroco, ou Neobarroco, em que agora já se fala, e porque projectou uma Igreja que, sem estar ainda concluída, é já considerada um importante monumento.



**Fig. 50**

**Fig. 50** – Igreja da Sagrada Família, em Barcelona.



**Fig. 51**

**Fig. 51**- Cúpula do Palácio de Guell, de Antoni Gaudí, em Barcelona.



Destacamos até agora as superfícies de cobertura, pela sua importância construtiva e formal, mas não nos limitaremos ao seu estudo, pois nos monumentos que à frente mencionamos encontram-se outras superfícies resultantes da necessidade de obter soluções específicas, do ponto de vista geométrico, cujo estudo encerra igual interesse. É o caso, por exemplo, de diversos tipos de lunetas e de trompas.

## 1.2. Estudo de superfícies curvas e empenadas em perspectiva linear

A intenção de valorização do património construído numa cidade como Évora, incluída no Património Mundial desde 1986, leva-nos a estudar, preferencialmente, no que respeita ao continente português, os exemplos que ela nos oferece com abundância.

O conjunto das superfícies que vamos estudar pode ser agrupado, seguindo o conceito de classificação de Giovanni Seller<sup>27</sup>, da seguinte forma:

- **Superfícies simples:** abóbada de berço, abóbada rampante, abóbada anular ou toral, abóbada helicoidal, abóbada concóide, abóbada esférica, abóbada de vela e abóbadas ou cúpulas semiesféricas;

- **Superfícies compostas:** abóbada de arestas, abóbada em arco de claustro, ou cúpula poligonal, abóbada em arco de claustro com tecto plano, abóbada de berço com testas em arco de claustro, abóbada de berço quebrado, abóbada de arestas em cruzaria de ogivas, abóbada que cobre um espaço de planta obtusa, abóbada em barrete de clérigo;

- **Superfícies complexas:** abóbada de berço com lunetas, abóbada de leque, cúpula gerada por diferentes tipos de curvas, formas diversas de superfícies de transição para a cúpula e outras formas resultantes de intersecções de abóbadas.

---

<sup>27</sup> Giovanni Seller, *Geometria Descrittiva – Elementi ed Applicazioni*, Milão, Editore Ulrico Hoepli, 3ª edição, 1940, p. 152

### **1.2.1. Superfícies simples**

A conciliação entre as necessidades sentidas e o desejo de tornar mais duráveis as suas construções provocaram a evolução dos métodos construtivos que permitiram a construção de abóbadas e de cúpulas, tendo, por vezes, associadas superfícies empenadas.

Estas coberturas, com semelhanças na sua execução, pela utilização de cimbres, foram construídas com diversos materiais: pedra, tijolo, opus caementicium, ou cimento.

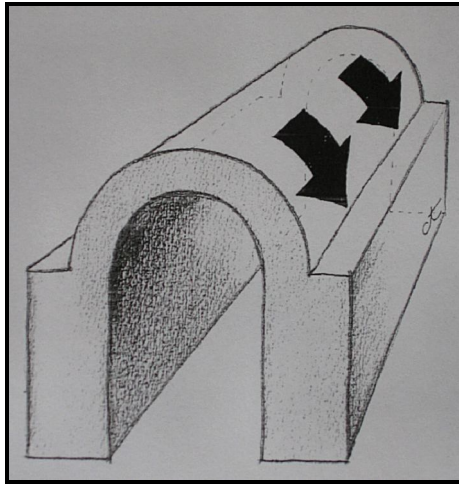
#### **1.2.1.1. Abóbada de berço**

A abóbada de berço, talvez por ter sido uma das superfícies de cobertura mais utilizadas desde a Antiguidade – pensa-se que os egípcios e os povos do Oriente a utilizaram há mais de quatro mil anos – tomou diversas designações: abóbada de canhão, de berço, de tubo, de tumba, semicilíndrica, mestra, de meio ponto, de arco perfeito, de volta inteira, de canudo, etc.

Esta abóbada inclui-se nas abóbadas simples, porque a superfície do seu intradorso é, geralmente, considerada como gerada por uma recta que se apoia sobre uma directriz curva e apresenta diversas formas consoante a curva directriz utilizada, embora, como Monge nos indica, a geração possa ser considerada também por uma curva que se apoia sobre uma recta.

Neste, como nos restantes casos, os problemas estruturais, por serem exteriores ao trabalho, serão apenas aflorados nas relações que possam ter com a representação gráfica.

No aspecto estrutural, a abóbada de berço necessita de paredes de suporte bastante espessas, de forma a resistirem aos fortes impulsos horizontais, o que se exprime por a curva das pressões ficar sempre contida no interior da secção da abóbada e dos seus pés direitos.



**Fig. 52** – Distribuição de esforços numa abóbada de berço.

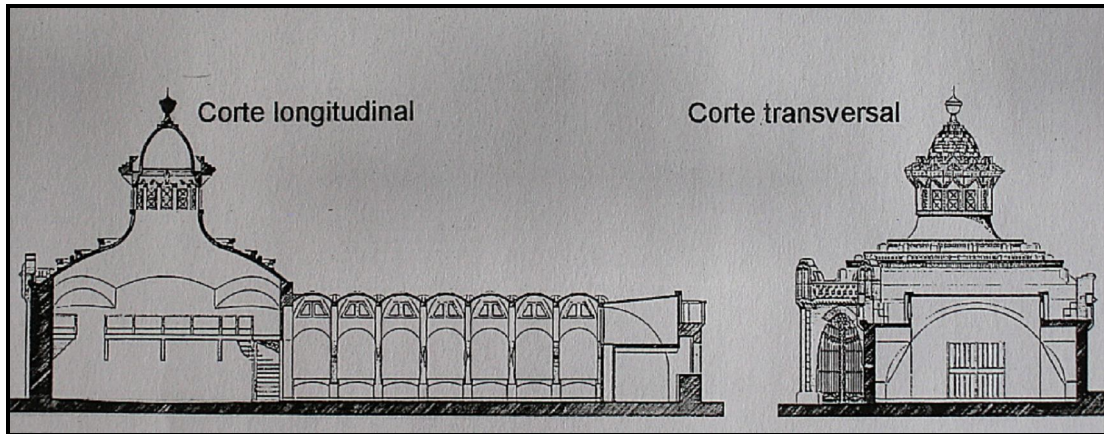
Segundo Eduardo Torroja, em " *Rázon y ser de los tipos Estructurales* ", para se mostrar a vantagem da utilização das abóbadas de berço, especialmente quando várias abóbadas se justapõem, refere que: " As abóbadas de canhão simples prestam-se muito bem para cobrir espaços rectangulares, mediante a justaposição de várias abóbadas paralelas, anulando mutuamente os seus empuxos." <sup>28</sup>

Podem encontrar-se exemplos em alguns casos de igrejas românicas de três naves, em que o paralelogramo de forças, relativamente às paredes intermédias, tem resultantes verticais, razão pela qual as abóbadas, nas linhas de justaposição, podem apoiar-se apenas em colunas ou pilares.

Destacamos até agora as superfícies de cobertura, pela sua importância construtiva e formal, mas não nos limitaremos ao seu estudo, pois nos monumentos que à frente mencionamos encontram-se outras superfícies resultantes da necessidade de obter soluções específicas, do ponto de vista geométrico, cujo estudo encerra igual interesse. É o caso, por exemplo, de diversos tipos de lunetas e de trompas.

---

<sup>28</sup> Eduardo Torroja Miret, *Razón y Ser de los Tipos Estructurales*, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones – Eduardo Torroja, Reimpressão da 5ª edição, 1984, p. 118

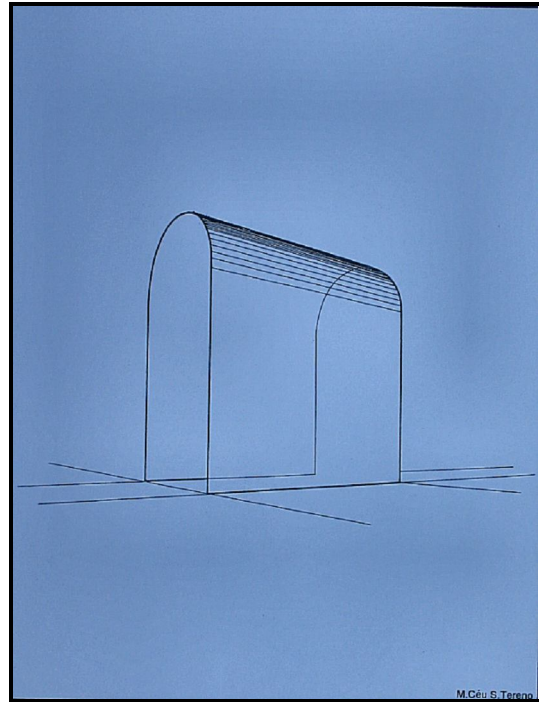
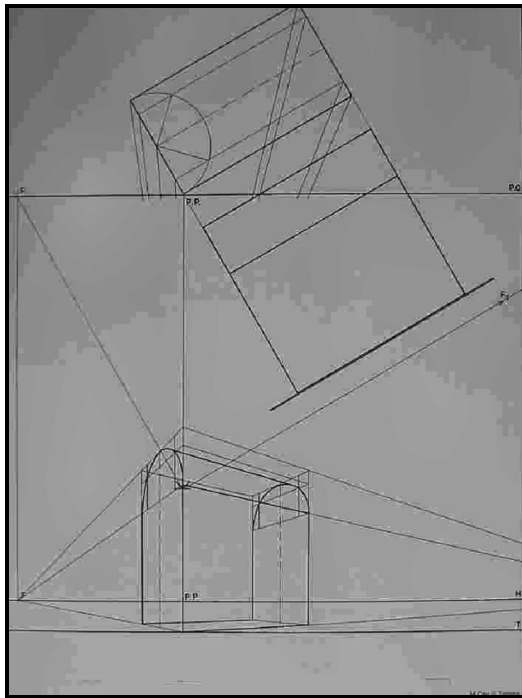


**Fig. 53** – Abóbadas de berço justapostas, no edifício das cavalariças concebido por Gaudí para a Quinta Guell.

No sistema de Monge, considerando que a abóbada se encontra perpendicular ao plano vertical de projecção, a sua projecção vertical é um semicírculo e a projecção horizontal um rectângulo, correspondente à planta do espaço a cobrir.

Como se imagina, não é fácil ter, desta forma, uma visão esclarecedora do objecto arquitectónico em apreço.

A perspectiva da abóbada de berço que se apresenta, foi construída considerando-a no espaço real e adoptando o método de dois pontos de fuga. Pode observar-se a superfície do extradorso e a forma como é gerada, através dos dois semicírculos directrizes e da geratriz que roda paralelamente ao eixo.

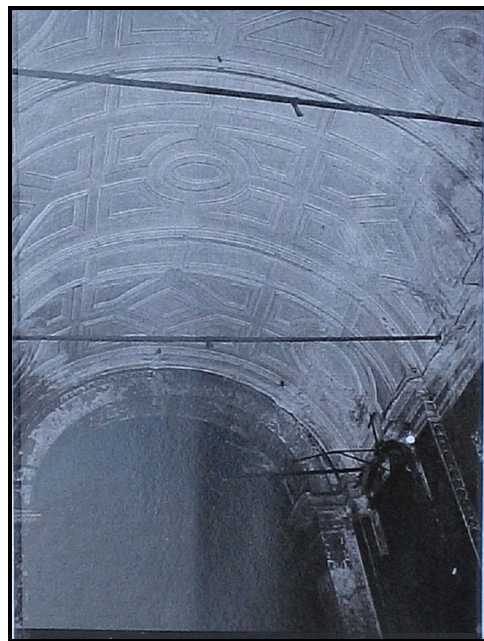


**Des.1 e 2** – Traçado e perspectiva oblíqua de uma abóbada de berço.

Além desta perspectiva apresentam-se fotografias de abóbadas de berço, para se poder comparar a informação que uma e outras podem fornecer.



**Fig. 54**



**Fig. 55**

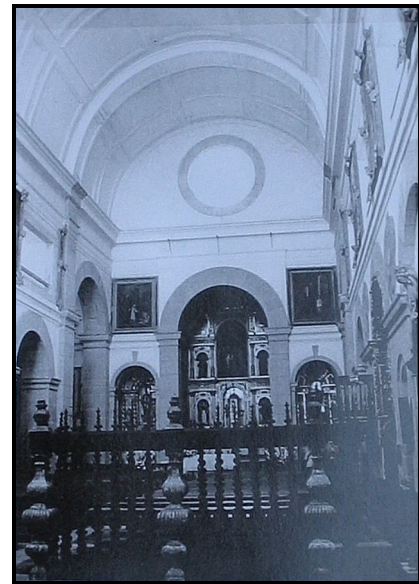


**Fig.54** – Abóbada de berço dividida em tramos, na Igreja de S. Tiago em Évora.

**Fig. 55** – Abóbada de berço, da Igreja do Convento do Calvário em Évora.



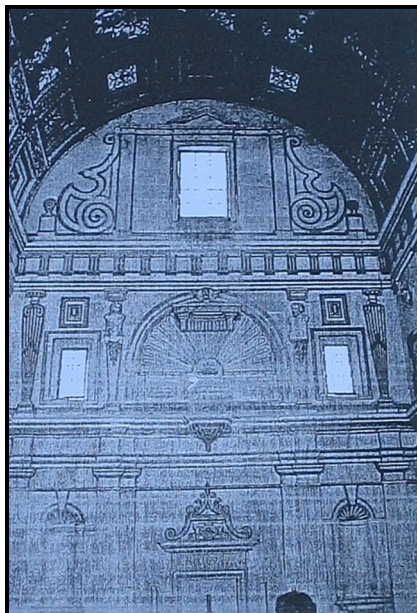
**Fig. 56**



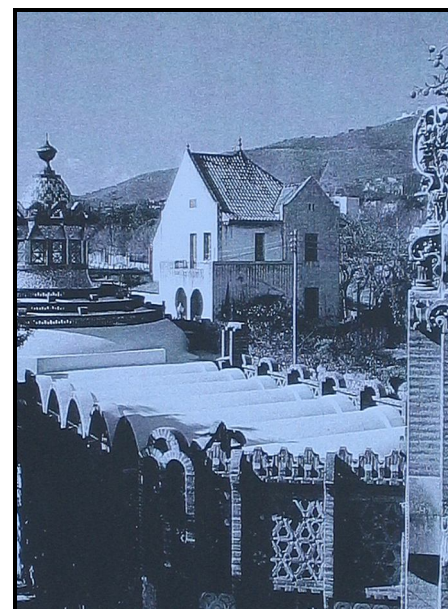
**Fig. 57**

**Fig. 56** – Abóbada de berço da nave da Igreja do Convento do Espinheiro, próximo de Évora.

**Fig. 57** – Abóbada de berço da Igreja do Espírito Santo, em Évora.



**Fig. 58**



**Fig. 59**

**Fig. 58** – Abóbada de berço no Convento de Cristo em Tomar.

**Fig. 59** – Aspecto geral das cavalariças que Gaudí concebeu para a quinta Güell, em Barcelona.

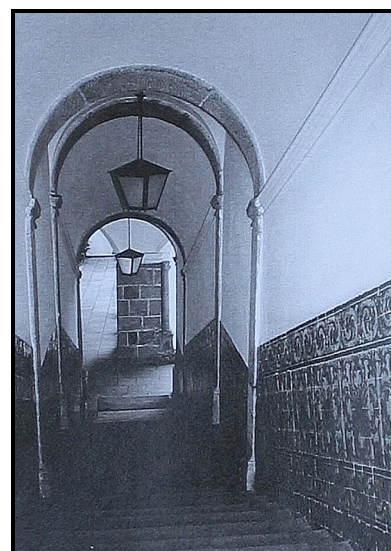
### 1.2.1.2. Abóbada rampante.

Esta abóbada, destinada, essencialmente, à cobertura de lanços de escadas, tem desenvolvimento semelhante à anterior, salvo nos aspectos de o eixo ao qual a geratriz é paralela se apresentar oblíquo em relação ao plano horizontal e de as impostas se situarem a alturas diferentes.

É uma abóbada bastante comum e pode encontrar-se um pequeno troço desta abóbada a cobrir a escada de acesso ao antigo refeitório da Universidade de Évora.



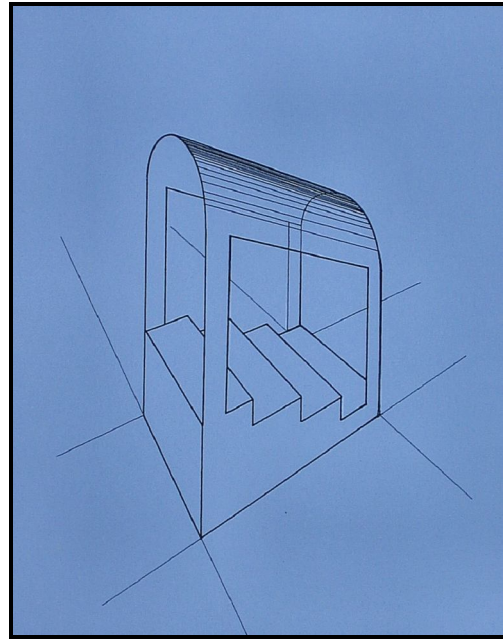
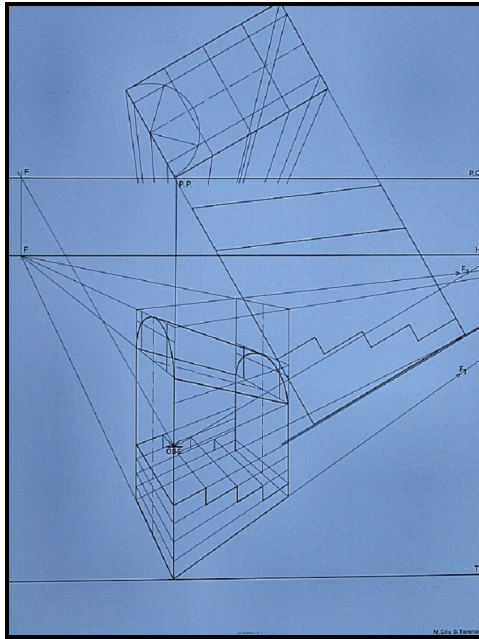
**Fig. 60**



**Fig. 61**

**Fig. 60** – Abóbada rampante que cobre um troço de escada, no edifício do Espírito Santo.

**Fig. 61** – Abóbada rampante que serve de cobertura à escadaria, no Convento da Graça em Évora.



**Des. 3 e 4** - Traçado e perspectiva oblíqua de uma abóbada rampante, com altura de visão elevada.

Posteriormente, quando se tratar das superfícies compostas, falar-se-á da abóbada rampante que intersecta outra abóbada de berço.

Na perspectiva construída adoptou-se um ponto de vista alto para se obter a visão do extradorso.

### 1.2.1.3. Abóbada anular

A abóbada anular, ou toral é gerada por uma semicircunferência cujo centro se desloca sobre uma circunferência de maior raio, existente no plano de arranque da abóbada.



Fig. 62 – Abóbada anular existente no Convento de Nossa Senhora da Serra do Pilar, Porto.

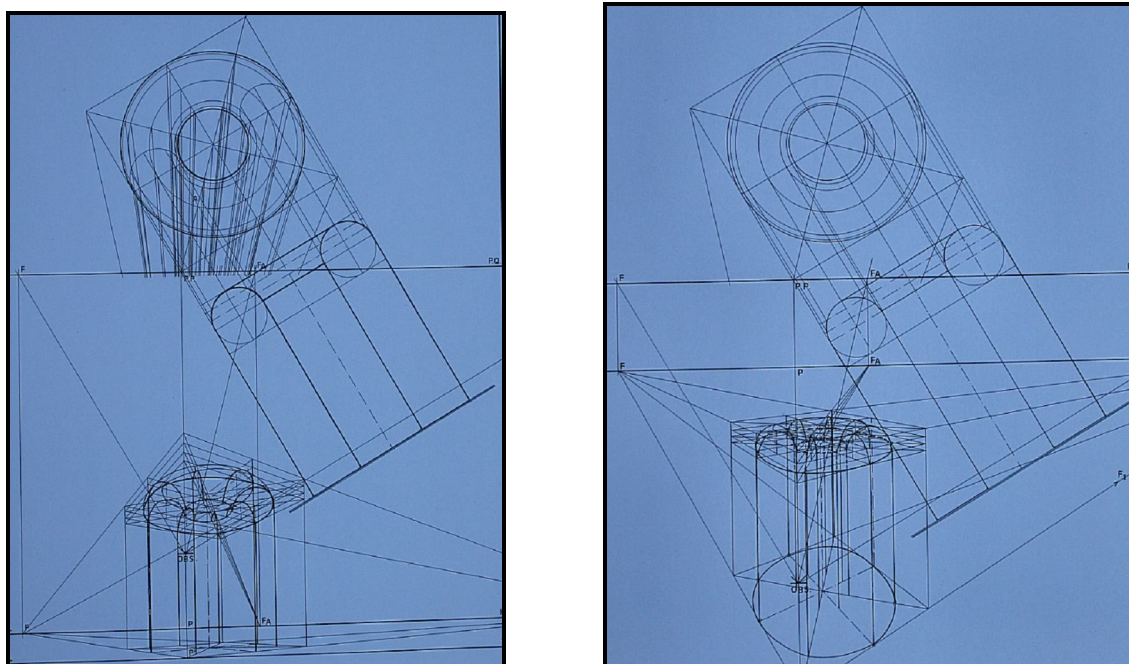


Este tipo de abóbada tem sido utilizado para cobrir espaços em galeria circular, deambulatórios, criptas de igrejas e em teatros.

O Coliseu de Roma contem vários exemplos de abóbadas anulares.

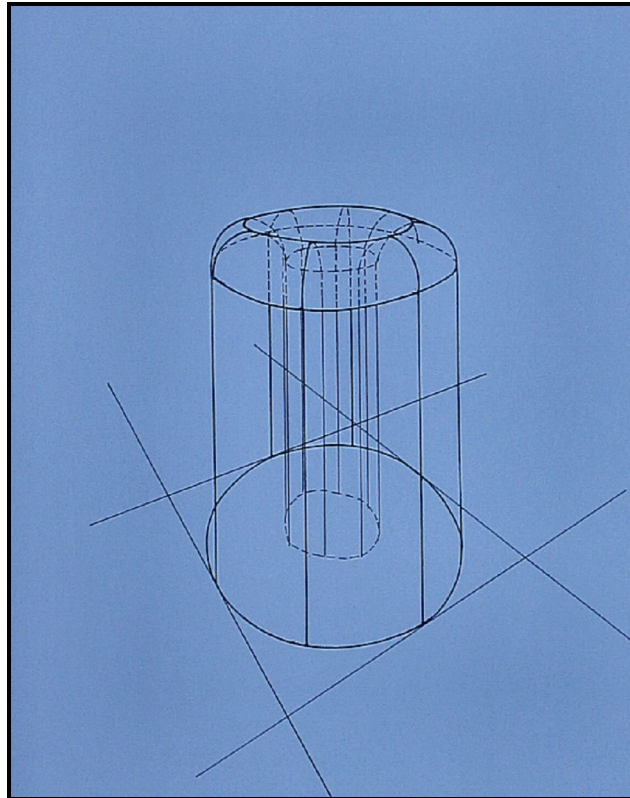
Em Portugal, encontra-se, como exemplo representativo, uma abóbada anular no Convento de C<sup>a</sup>. Senhora do Pilar, em Vila Nova de Gaia.

O estudo desta abóbada em perspectiva foi executado com a aplicação do método de dois pontos de fuga e foram consideradas duas alturas de visão para o observador.

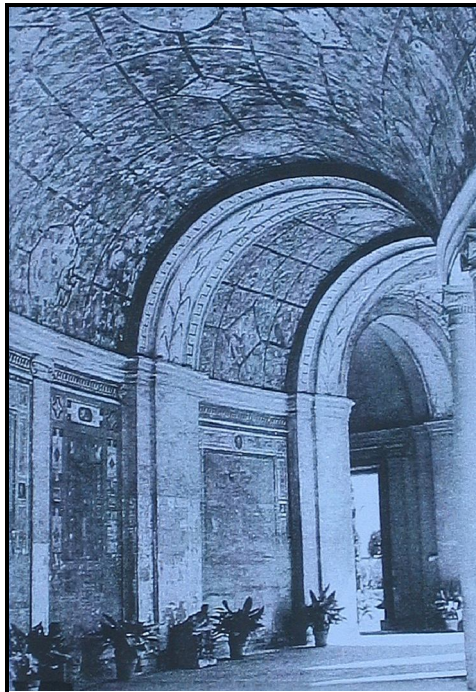


**Des. 5 e 6** – Traçado e perspectiva de uma abóbada anular, com duas alturas de visão diferentes.

Com a altura de visão normal podemos apreciar o intradorso desta abóbada e com a perspectiva utilizando uma altura de observação superior pode observar-se o desenvolvimento do extradorso, completando-se, desta forma a noção pretende transmitir-se.



**Des. 7** – Abóbada anular.



**Fig. 63**

**Fig. 63** – Villa Giulia – Roma. Palácio construído por Vasari, Vignola e Ammannati, para o Papa Júlio III, entre 1550-1555, onde pode observar-se a abóbada anular.



**Fig. 64**

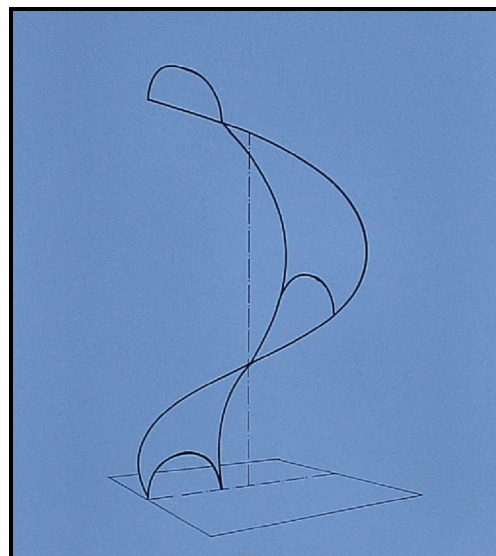
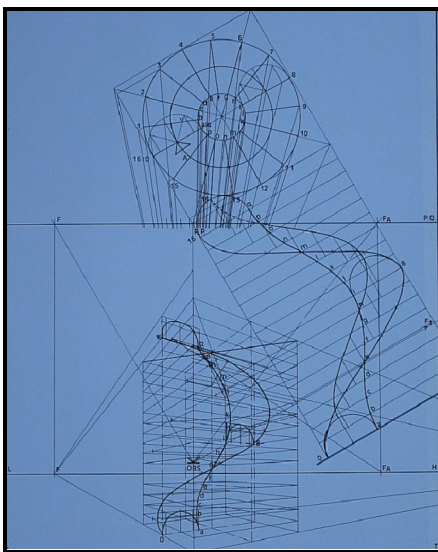
**Fig. 64** – Palácio de Carlos V – Granada. Construído em 1528, apresenta um pátio circular envolvido por um pórtico também de planta circular, que é coberto por uma abóbada anular.



#### 1.2.1.4. Abóbada helicoidal

Esta abóbada é gerada por uma semicircunferência, apoiando-se em duas hélices, ou por um arco de circunferência, que roda em torno de um eixo vertical.

As hélices têm igual passo e desenvolvem-se em torno de dois cilindros concêntricos cuja diferença de diâmetros corresponde à largura da superfície helicoidal.



**Des. 8 e 9** – Traçado da perspectiva de uma escada helicoidal.

Esta superfície é, normalmente, utilizada para cobrir escadas em hélice, ou caracol, e é, também, conhecida pela designação de abóbada de São Gil e abóbada de caracol.

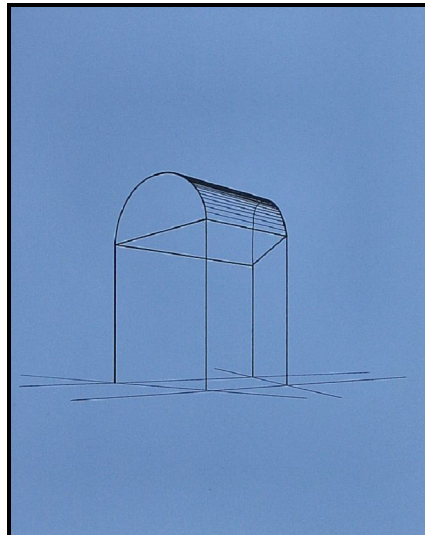
Neste âmbito interessa referir as superfícies helicoidais do intradorso dos degraus das escadas de pedra em caracol, que se encontram, com frequência, em edifícios históricos.

Foi realizada a perspectiva de uma abóbada helicoidal de forma a ficar visível o extradorso da superfície, bem como o desenvolvimento de toda a superfície helicoidal de cobertura.

### 1.2.1.5. Abóbada concóide

Pode ser gerada de forma semelhante à da abóbada de berço e destina-se a cobrir espaços trapezoidais.

Não encontramos exemplo representativo no país.



Des. 10 – Perspectiva de uma abóbada concóide.

Foi realizada uma perspectiva com dois pontos de fuga que permite uma boa exemplificação deste tipo de abóbada.

### 1.2.1.6. Cúpula esférica

A cúpula esférica é uma superfície de revolução gerada pelo movimento de uma circunferência em torno de um eixo perpendicular ao centro do círculo directriz do plano da base.

Estas abóbadas, constituídas por semiesferas, são, comumente designadas por cúpulas esféricas.

Monge indica outra possível forma de geração, mais rebuscada, mas que permite associar com um dos métodos de elaborar a perspectiva da cúpula, o dos planos de nível, em que se considera o movimento da

circunferência de um círculo, de raio variável, e cujo centro se desloca ao longo de um eixo a que o plano do círculo é perpendicular.

A directriz pode apresentar também a forma de uma elipse, tendo como geratriz um círculo, uma elipse ou uma parábola, dando origem a cúpulas elipsoidais ou paraboloidais.

Quando a base das cúpulas é um polígono quadrangular, ou com maior número de lados, a transição de uma para a outra superfície é feita por triângulos esféricos ou por trompas cónicas.

Entre nós, as cúpulas, esquecidas por um largo período, foram retomadas no Renascimento e desenvolvidas, com novas formas, na época barroca.

Eduardo Torroja assinala este facto da seguinte forma: " A cúpula é outro dos elementos mais simples e melhor conseguidos da arte arquitectónica clássica. É a solução mais natural, mais simples, e, a par disso, a mais carregada de sentido técnico para cobrir uma área, sem suportes intermédios, com o mínimo de material. "<sup>29</sup>

Dos diferentes tipos de cúpula que têm sido utilizados citam-se: como exemplo de falsa cúpula, o Túmulo de Atreu; como exemplo de cúpula esférica, o Panteão de Roma; como exemplo de cúpulas de tipo bizantino com triângulos esféricos, a Igreja de Santa Sofia de Constantinopla; como exemplo de cúpula alongada, a Catedral de Florença; como exemplo de cúpula de geratriz elíptica, S. Carlo alle quattro Fontane, em Roma.

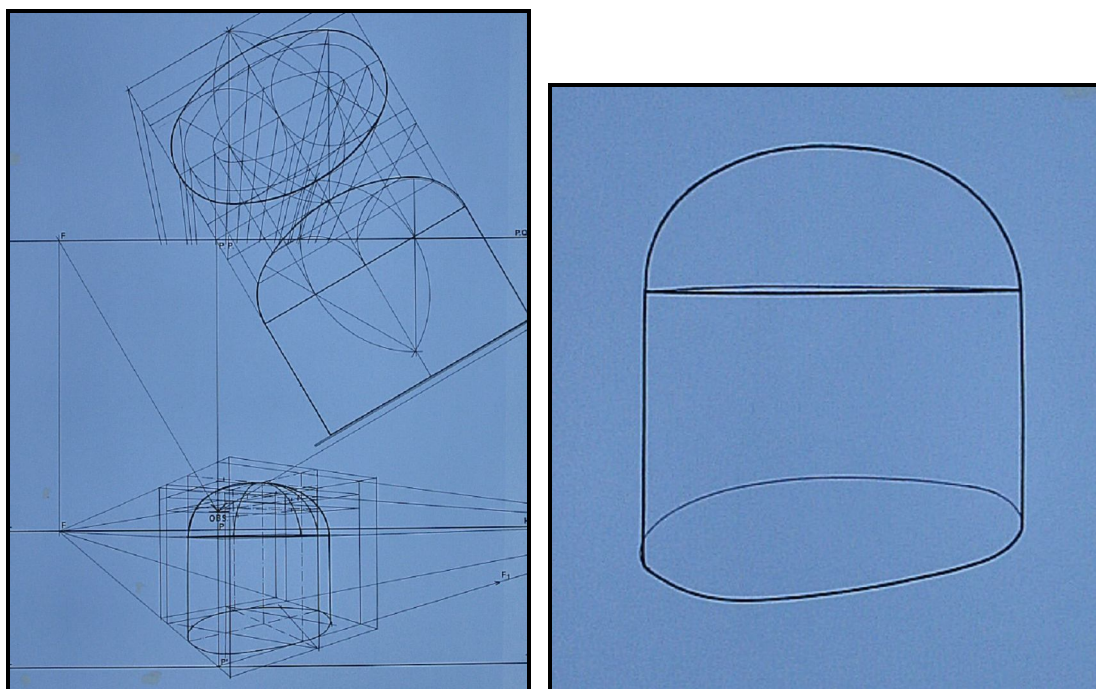
Como a falsa cúpula se pode considerar uma ancestral da cúpula, pode dizer-se que a forma mais antiga de cúpulas tem directriz circular e geratriz parabólica.

Vejamos a razão desta forma em termos estruturais com a criteriosa observação de Eduardo Torroja: " A sua forma inicial é a de planta circular com apoio em todo o contorno, e directriz alongada. Esta directriz é a mais adequada a materiais não resistentes à tracção. Tem vantagens sobre a cúpula esférica porque esta apresenta tracção nos paralelos dos rins, e sobre a abóbada cuja cúpula é rebaixada, porque nesta as tracções

---

<sup>29</sup> *Op. Cit.*, p. 128

surtem no anel extremo, pelo que se torna necessário o emprego de estribos muito maciços." <sup>30</sup>



**Des. 11 e 12** – Traçado e perspectiva de uma abóbada elíptica.

Para o estudo das cúpulas em perspectiva é útil observar os métodos utilizados para se elaborar a construção geométrica de uma esfera e a da sua perspectiva.

Para este caso utilizamos o método dos paralelos.

Os planos de nível utilizados por este método seccionam a esfera segundo círculos dos quais se fez a perspectiva. Estes, no seu conjunto, transmitem a noção da curvatura da superfície.

Outro método que pode utilizar-se é o dos meridianos. Os planos que seccionam a esfera pelos seus pólos, a espaços regulares, intervalados de 45° e que, por isso, tomam diversas posições em relação ao quadro, permitem obter círculos máximos em perspectiva.

---

<sup>30</sup> *Op. Cit.*, p. 128



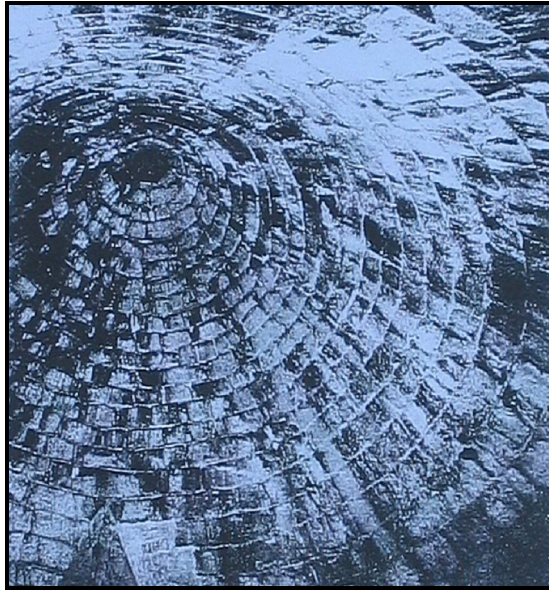


Fig. 65

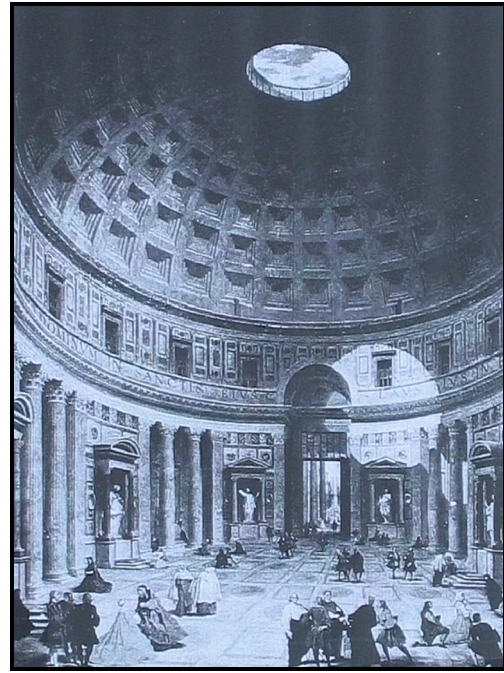


Fig. 66

Fig. 65 – Túmulo de Atreu, aspecto do interior da falsa cúpula.

Fig. 66 – Panteão de Roma, interior pintado por G. Panini.

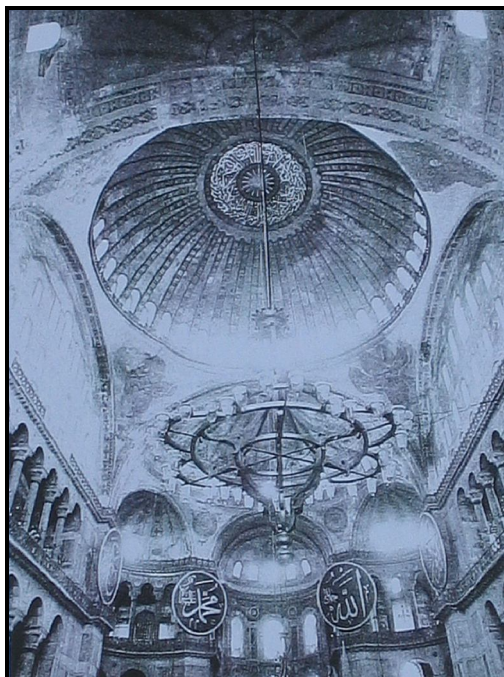


Fig. 67



Fig. 68

Fig. 67 – Aspecto do interior da enorme cúpula da Igreja de Santa Sofia, Istambul.

Fig. 68 – Interior da cúpula da Catedral de Florença.





Fig. 69

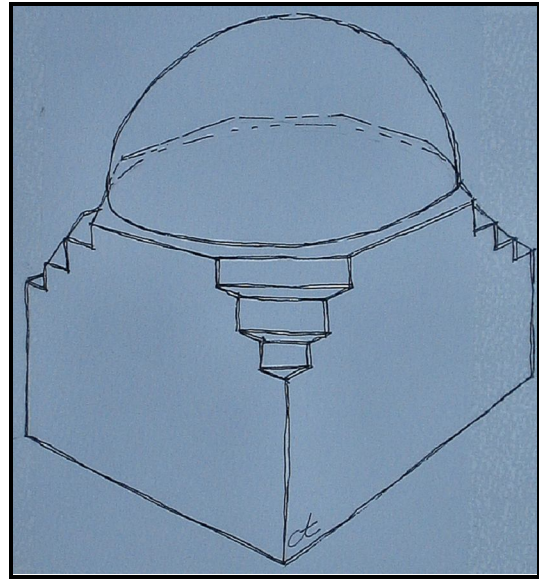


Fig. 70

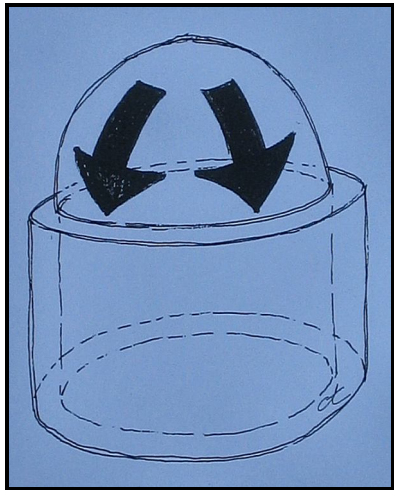


Fig. 69 – Distribuição de esforços numa cúpula esférica.

Fig. 70 – Distribuição de esforços numa cúpula assente em pendentes.



Fig. 71



Fig. 72

Fig. 71 – Cúpula esférica como cobertura de uma escada helicoidal existente no Convento de Cristo, em Tomar.

Fig. 72 – Cúpula esférica da Igreja do Convento Novo, em Évora.

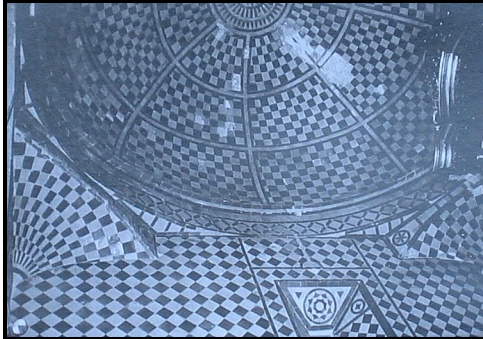


Fig. 73

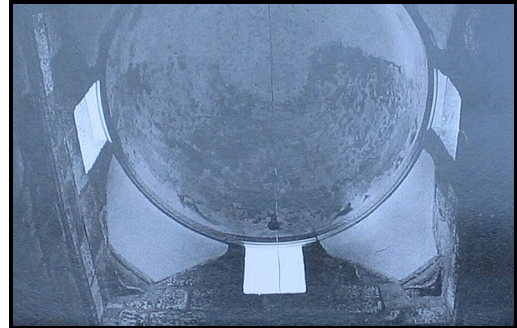


Fig. 74

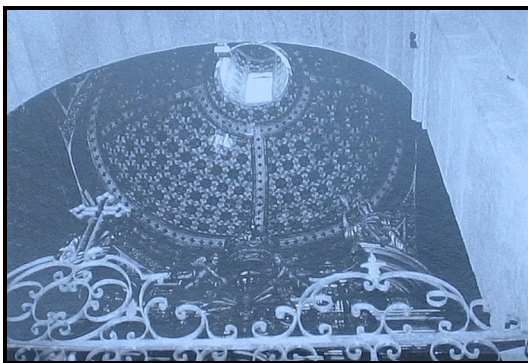


Fig. 75

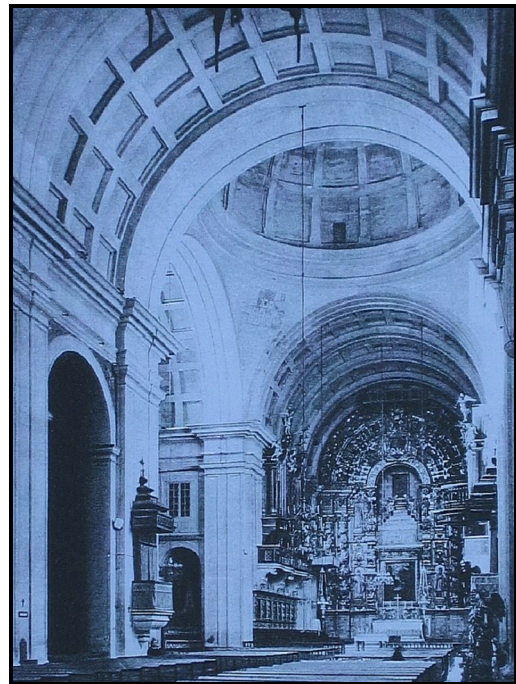


Fig. 76

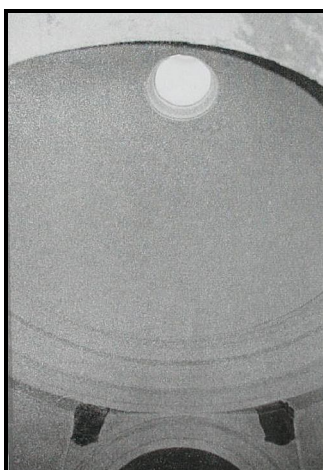
**Fig. 73** – Cúpula elíptica assente sobre pendentes, na Ermida de S. Brás em Évora.

**Fig. 74** - Cúpula elíptica assente sobre pendentes, na Igreja de S. Frutuoso de Montélios, Braga.

**Fig. 75** - Cúpula elíptica assente sobre pendentes, na Igreja de S. Antão, Évora

**Fig. 76** – Cúpula esférica na Sé Nova de Coimbra.





**Fig. 77-** Aspecto do interior de uma das cúpulas menores, da Igreja do Bom Jesus de Valverde, Évora.

Para uma definição mais precisa poderão conjugar-se os dois métodos, embora a representação fique carregada e perca alguma elegância.

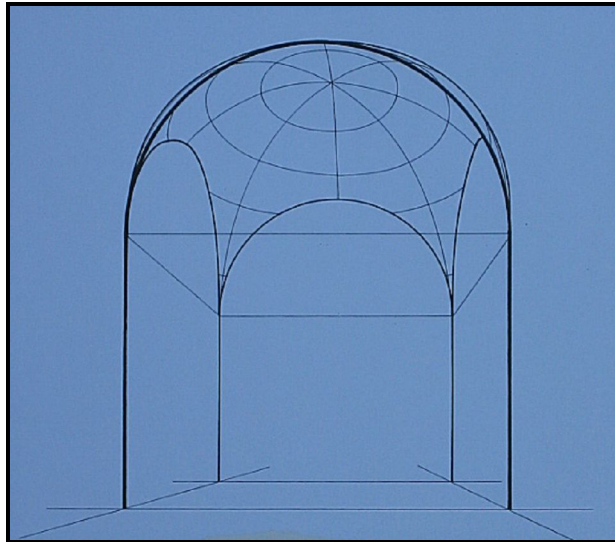
A perspectiva de cúpulas surge algumas vezes no decurso do presente trabalho, por se considerar que se trata de uma das formas mais perfeitas, que conferem aos edifícios que cobrem uma maior grandiosidade e se tornam marcantes, no perfil das próprias cidades.

#### **1.2.1.7. Abóbada de vela**

A abóbada de vela pode considerar-se gerada nos mesmos termos de uma cúpula esférica, mas seccionada por planos perpendiculares a um polígono inscrito no círculo directriz.

Estas abóbadas podem encontrar-se no cruzamento de duas abóbadas de berço de intradorso contínuo.

A perspectiva desta abóbada foi elaborada a partir da perspectiva de uma semiesfera, que a seguir se seccionou com quatro planos verticais perpendiculares ao quadrado inscrito.



**Des. 13** – Perspectiva de uma abóbada de vela.

### **1.2.2. Superfícies compostas**

A rigidez da abóbada de berço, que podia cobrir espaços ortogonais e que, pelo seu peso, precisava de espessas paredes de suporte, levou à procura de outras soluções, encontradas com as superfícies compostas.

Estas resultam da intersecção de duas superfícies simples, não se apresentando o seu intradorso como uma superfície contínua.

No grupo das superfícies compostas incluiremos, sem esgotar todos os tipos, a abóbada de arestas, com as suas variantes de arco abatido, a abóbada em arco de claustro ou cúpula poligonal, abóbada em arco de claustro com tecto plano, abóbada de berço com testas em arco de claustro, a abóbada de berço quebrado, a abóbada que cobre um espaço de planta obtusa, a abóbada em barrete de clérigo.

Como não se pretende esgotar este tema daremos apenas nota de alguns casos de abóbadas compostas.

#### **1.2.2.1. Abóbada de arestas**



A abóbada de arestas resulta da intersecção de dois cilindros de igual diâmetro e flecha, o que permite uma maior flexibilidade no tratamento dos espaços.

Como refere Pillet, nos seus tratados de Geometria Descritiva e de Estereotomia: “ As combinações de cilindros que dão origem às abóbadas compostas podem variar até ao infinito.”<sup>31</sup>

Esta intersecção faz-se segundo duas curvas planas – as arestas – que dão o nome à abóbada. O interior destas superfícies é um conjunto de intradorsos conjugados.

Em termos geométricos, as abóbadas de arestas são caracterizadas pelos elementos que Pillet nos indica: “ Quando duas superfícies do segundo grau têm dois planos tangentes comuns em dois pontos comuns, elas intersectam-se segundo duas curvas planas. Estas curvas encontram-se em dois pontos, ditos pontos duplos, que são precisamente aqueles em que os planos tangentes são comuns. ”<sup>32</sup>

Para a obtenção das curvas de intersecção no sistema de Monge, consideram-se os planos limites dos cilindros, que, por serem comuns, dão origem a uma intersecção total, e na qual surgem também dois pontos comuns.

Importa, também, referir as características estruturais da abóbada de arestas para melhor se entender a grande utilização que teve na sua já longa história.

Ao invés do que acontecia com a abóbada de berço, cujo esforço se distribuía ao longo das paredes de suporte, a abóbada de arestas concentra os esforços em pontos definidos onde, normalmente, se situam os pilares.

As paredes de edifícios com este tipo de coberturas tornam-se mais ligeiras, permitindo a abertura de vãos de apreciável dimensão e o escoramento é feito apenas em concordância com os pilares.

---

<sup>31</sup> Jules Pillet, *Traité de Stéréotomie*, Paris, Librairie Scientifique Albert Blanchard, 1923, p. 87

<sup>32</sup> Jules Pillet, *Traité de Géométrie Descriptive*, Paris, Librairie Scientifique Albert Blanchard, 1921, p. 80

Para apreciar a configuração e o desenvolvimento das curvas de intersecção, curvas de segundo grau, que no sistema de Monge só podem apreender-se por abstracção, fez-se a sua representação em perspectiva.

Para a observação das curvas planas de intersecção na parte do intradorso das abóbadas utilizou-se a perspectiva central.

Com o objectivo de obter uma visão global da abóbada pelo seu intradorso e extradorso, bem como das curvas de intersecção, adoptou-se uma perspectiva com dois pontos de fuga, colocada no espaço real, e no intermédio.

Estudou-se o que seria um princípio de definição de estereotomia de uma abóbada de arestas.

Fez-se também o estudo de uma variante da abóbada de arestas, a abóbada em arco abatido, por, na sua intersecção, apresentar curvas planas no intradorso e curvas empenadas no extradorso.

#### **1.2.2.2. Abóbada em arco de claustro ou cúpula poligonal**

Esta abóbada corresponde ao espaço de intersecção de duas abóbadas de berço de igual flecha.

Pode apresentar a configuração que resultar da figura escolhida para o polígono da base, tal como acontece, por exemplo, com a cúpula da Catedral de Florença, inscrita num polígono directriz octogonal, tendo como geratrizes arcos elípticos.

Em termos estruturais, a abóbada em arco de claustro, tal como acontece com a abóbada de berço, necessita de paredes bastante espessas.

Foi feito o seu estudo em perspectiva utilizando o método dos dois pontos de fuga, de forma a permitir apreciar a globalidade da abóbada e as curvas de intersecção que, tal como na abóbada de arestas de berço, são também planas.

#### **1.2.2.3. Abóbada em arco de claustro com tecto plano**

Esta abóbada é uma variante da abóbada em arco de claustro, muito usada na cobertura de salas de planta quadrada ou rectangular.

Tal como a anterior, pode considerar-se como o espaço de intersecção de duas abóbadas de berço de igual flecha, mas que foi seccionada na altura pretendida por um plano horizontal.

É muitas vezes utilizada em coberturas de grandes salas, por exemplo, em museus, onde, na parte plana do tecto, são colocadas coberturas transparentes, para permitirem iluminação zenital.

### **1.2.2. Superfícies compostas**

A rigidez da abóbada de berço, que podia cobrir espaços ortogonais e que, pelo seu peso, precisava de espessas paredes de suporte, levou à procura de outras soluções, encontradas com as superfícies compostas.

Estas resultam da intersecção de duas superfícies simples, não se apresentando o seu intradorso como uma superfície contínua.

No grupo das superfícies compostas incluiremos, sem esgotar todos os tipos, a abóbada de arestas, com as suas variantes de arco abatido, a abóbada em arco de claustro ou cúpula poligonal, abóbada em arco de claustro com tecto plano, abóbada de berço com testas em arco de claustro, a abóbada de berço quebrado, a abóbada que cobre um espaço de planta obtusa, a abóbada em barrete de clérigo.

Como não se pretende esgotar este tema daremos apenas nota de alguns casos de abóbadas compostas.

#### **1.2.2.1. Abóbada de arestas**

A abóbada de arestas resulta da intersecção de dois cilindros de igual diâmetro e flecha, o que permite uma maior flexibilidade no tratamento dos espaços.

Como refere Pillet, nos seus tratados de Geometria Descritiva e de Estereotomia: “ As combinações de cilindros que dão origem às abóbadas compostas podem variar até ao infinito.”<sup>33</sup>

Esta intersecção faz-se segundo duas curvas planas – as arestas – que dão o nome à abóbada. O interior destas superfícies é um conjunto de intradorsos conjugados.

Em termos geométricos, as abóbadas de arestas são caracterizadas pelos elementos que Pillet nos indica: “ Quando duas superfícies do segundo grau têm dois planos tangentes comuns em dois pontos comuns, elas intersectam-se segundo duas curvas planas. Estas curvas encontram-se em dois pontos, ditos pontos duplos, que são precisamente aqueles em que os planos tangentes são comuns. ”<sup>34</sup>

Para a obtenção das curvas de intersecção no sistema de Monge, consideram-se os planos limites dos cilindros, que, por serem comuns, dão origem a uma intersecção total, e na qual surgem também dois pontos comuns.

Importa, também, referir as características estruturais da abóbada de arestas para melhor se entender a grande utilização que teve na sua já longa história.

Ao invés do que acontecia com a abóbada de berço, cujo esforço se distribuía ao longo das paredes de suporteis abóbada de arestas concentra os esforços em pontos definidos onde, normalmente, se situam os pilares.

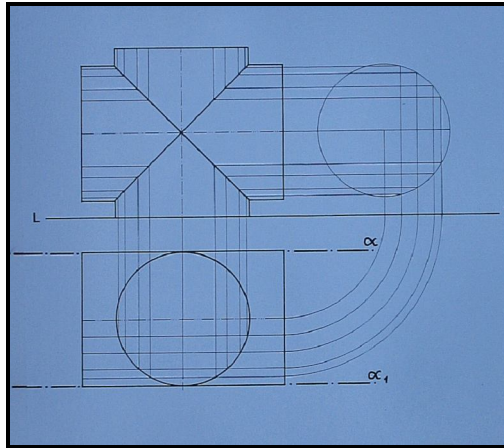
As paredes de edifícios com este tipo de coberturas tornam-se mais ligeiras, permitindo a abertura de vãos de apreciável dimensão e o escoramento é feito apenas em concordância com os pilares.

---

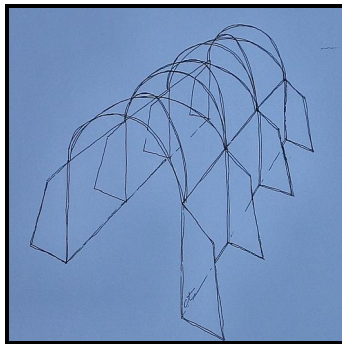
<sup>33</sup> Jules Pillet, *Traité de Stéréotomie*, Paris, Librairie Scientifique Albert Blanchard, 1923, p. 87

<sup>34</sup> Jules Pillet, *Traité de Géométrie Descriptive*, Paris, Librairie Scientifique Albert Blanchard, 1921, p. 80

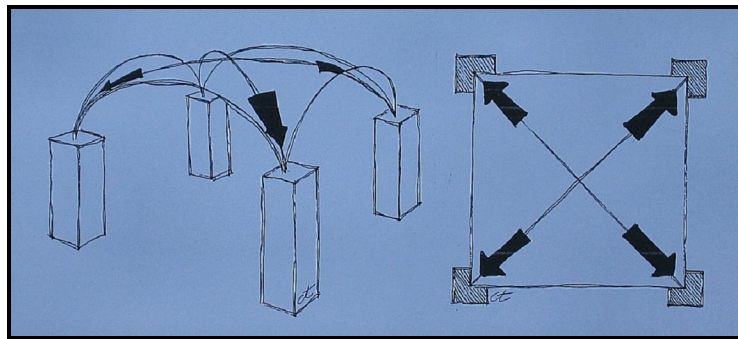




**Des. 14** – Intersecção de dois cilindros, com planos de tangência comuns.



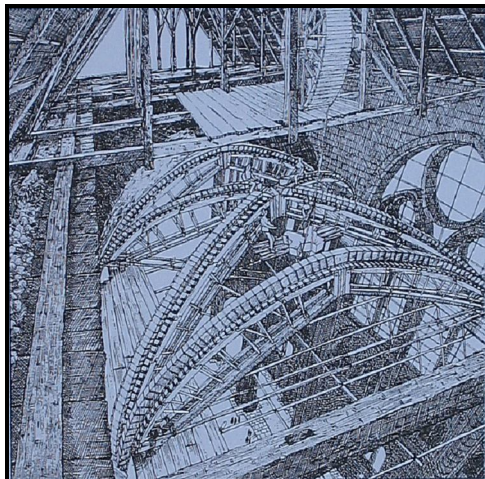
**Fig. 78**



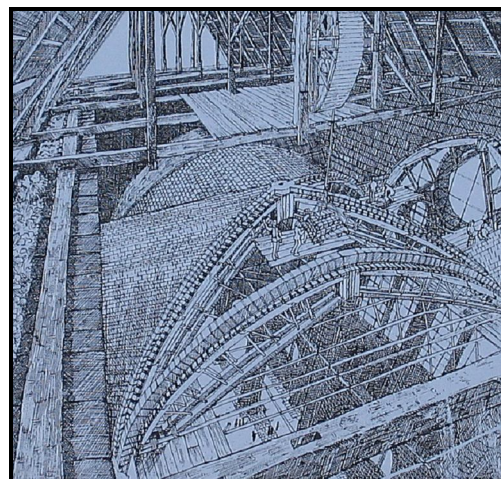
**Fig. 79**

**Fig.78** – Esquema de abóbadas de arestas apoiadas por contrafortes.

**Fig. 79** – Distribuição de esforços numa abóbada de arestas.



**Fig. 80**



**Fig. 81**

**Fig. 80** – Abóbada de ogivas, colocação das ogivas sobre os cimbramentos de madeira.

**Fig. 81** – Abóbada de ogivas, preenchimento dos panos da abóbada.

Para apreciar a configuração e o desenvolvimento das curvas de intersecção, curvas de segundo grau, que no sistema de Monge só podem apreender-se por abstracção, fez-se a sua representação em perspectiva.

Para a observação das curvas planas de intersecção na parte do intradorso das abóbadas utilizou-se a perspectiva central.

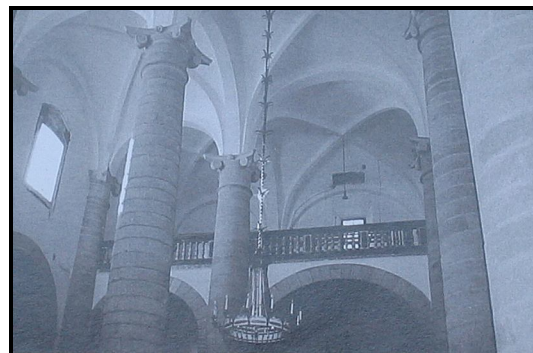
Com o objectivo de obter uma visão global da abóbada pelo seu intradorso e extradorso, bem como das curvas de intersecção, adoptou-se uma perspectiva com dois pontos de fuga, colocada no espaço real, e no intermédio.

Estudou-se o que seria um princípio de definição de estereotomia de uma abóbada de arestas.

Fez-se também o estudo de uma variante da abóbada de arestas, a abóbada em arco abatido, por, na sua intersecção, apresentar curvas planas no intradorso e curvas empenadas no extradorso.



**Fig. 82**



**Fig. 83**

**Fig. 82** – Vista de abóbada de arestas existente no Colégio do Espírito Santo, em Évora.

**Fig. 83** – Vista das abóbadas da Igreja de Santo Antão, em Évora.



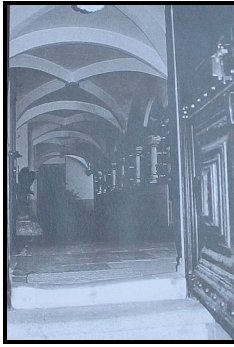


Fig. 84

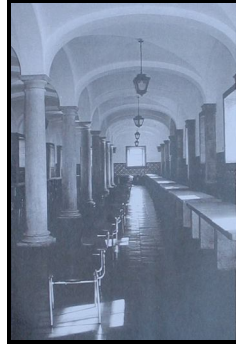
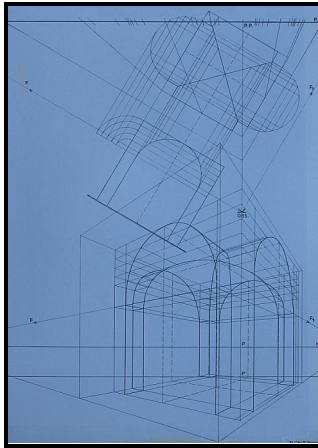


Fig. 85

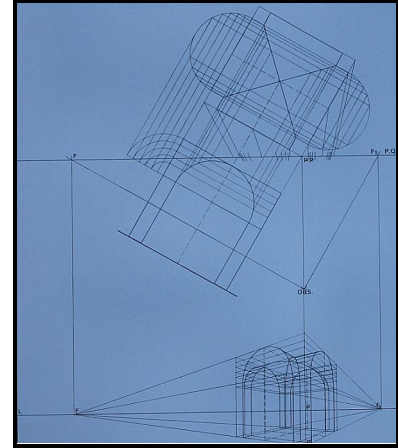


Fig. 86

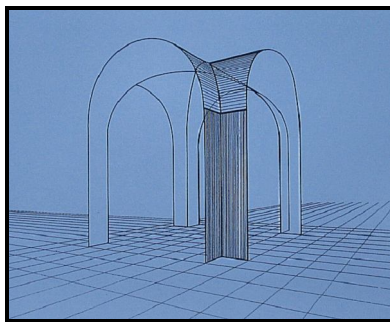
- Fig. 84 - Cruzamento de ogivas (arestas) no Claustro do Convento do Espinheiro, Évora.  
 Fig. 85 - Abóbada de arestas d arco abatido, no antigo refeitório do Colégio do Espírito Santo, Évora.  
 Fig. 86 - Abóbada de arestas pintada com frescos, no Convento Novo, Évora.



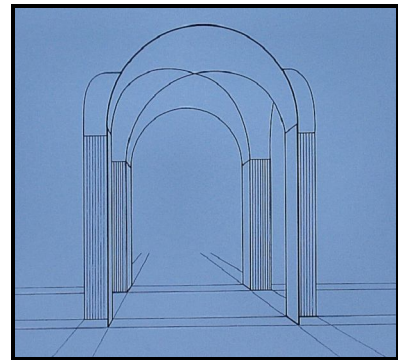
Des. 15



Des. 16

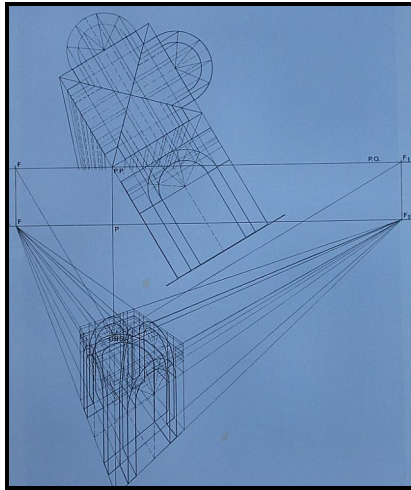


Des. 17

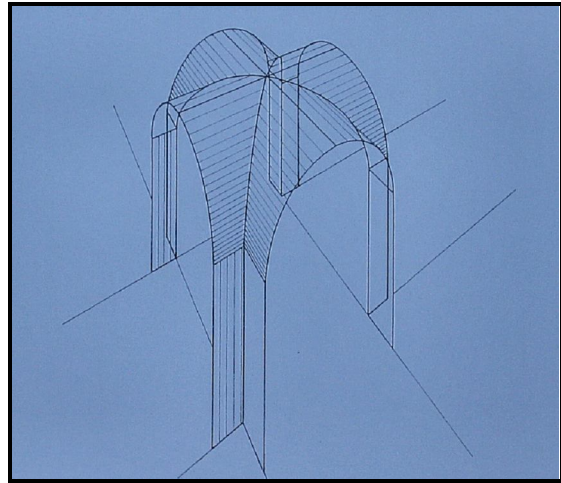


Des. 18

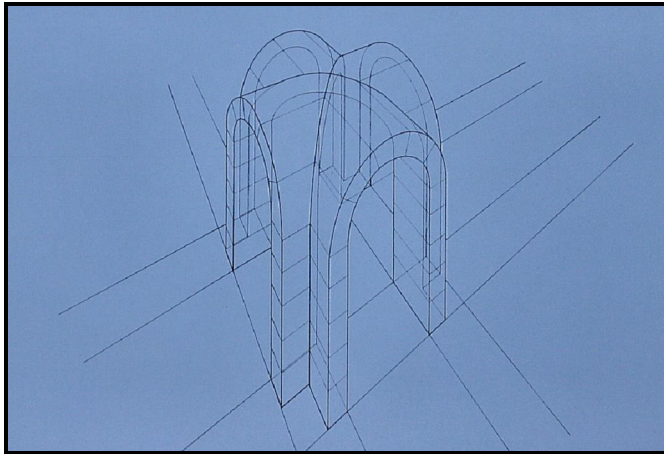
- Des. 15 - Traçado da perspectiva de uma abóbada de arestas, que se encontra no espaço intermédio.  
 Des. 16 - O mesmo traçado, considerando que a abóbada se situa no espaço real.  
 Des. 17 - Perspectiva de uma abóbada de arestas, no espaço real.  
 Des. 18 - Perspectiva central de uma abóbada de arestas.



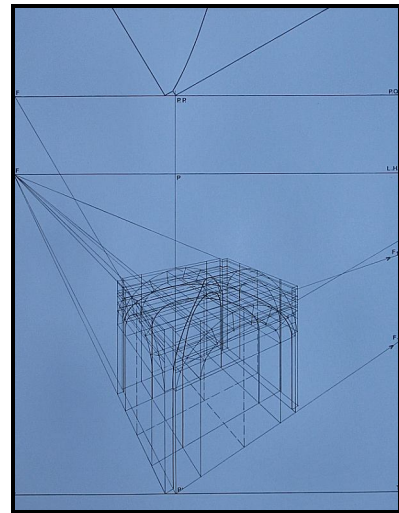
Des. 19



Des. 20



Des. 21



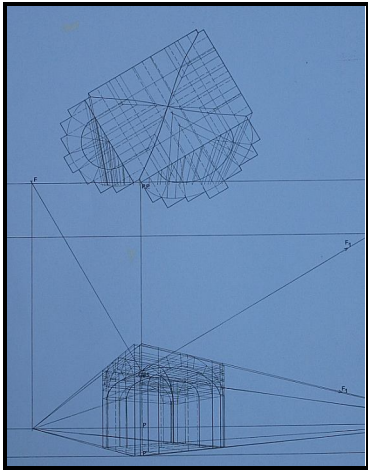
Des. 22

**Des. 19** - Traçado da perspectiva de uma abóbada de arestas, considerando as superfícies do extradorso e do intradorso, com as respectivas curvas planas de intersecção.

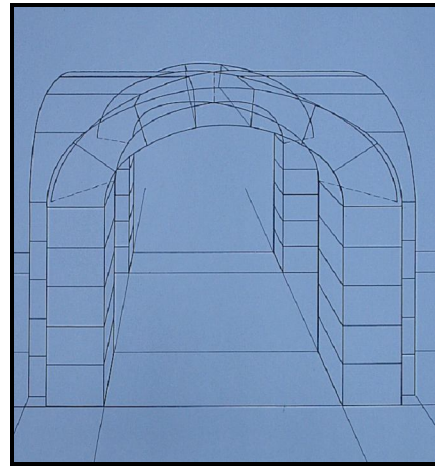
**Des. 20** - Perspectiva de uma abóbada de arestas.

**Des. 21** - Perspectiva de uma abóbada de arestas, com esboço de estereotomia.

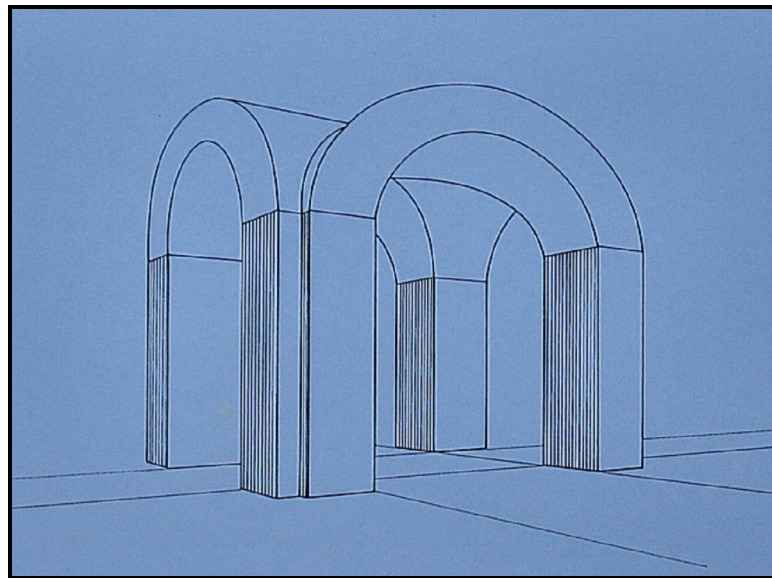
**Des. 22** - Traçado da perspectiva de uma abóbada de arestas de arco abatido. Podem observar-se as curvas planas do intradorso, e as curvas empenadas da intersecção das superfícies do extradorso.



Des. 23



Des. 24



Des. 25

**Des. 23** – Traçado da perspectiva de uma abóbada de arestas, de arco abatido, com uma altura de visão normal.

**Des. 24** – Perspectiva central de uma abóbada de arestas de arco abatido.

**Des. 25** - Perspectiva de uma abóbada de arestas de arco abatido.

#### 1.2.2.2. Abóbada em arco de claustro ou cúpula poligonal

Esta abóbada corresponde ao espaço de intersecção de duas abóbadas de berço de igual flecha.

Pode apresentar a configuração que resultar da figura escolhida para o polígono da base, tal como acontece, por exemplo, com a cúpula da



Catedral de Florença, inscrita num polígono directriz octogonal, tendo como geratrizes arcos elípticos.

Em termos estruturalista abóbada em arco de claustro, tal como acontece com a abóbada de berço, necessita de paredes bastante espessas.

Foi feito o seu estudo em perspectiva utilizando o método dos dois pontos de fuga, de forma a permitir apreciar a globalidade da abóbada e as curvas de intersecção que, tal como na abóbada de arestas de berço, são também planas.

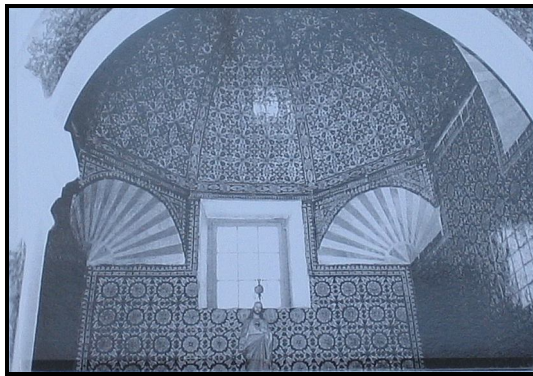


Fig. 87

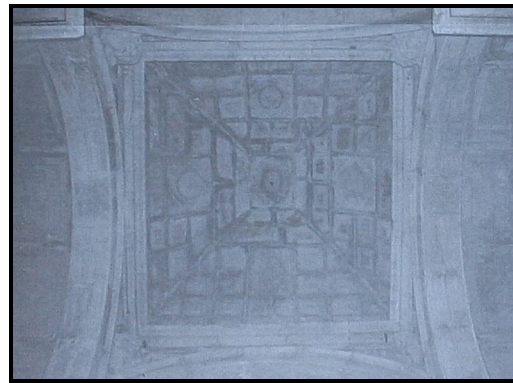


Fig. 88

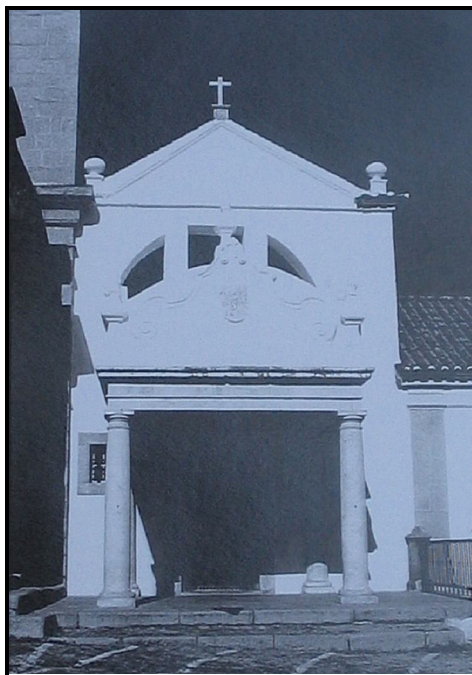


Fig. 89

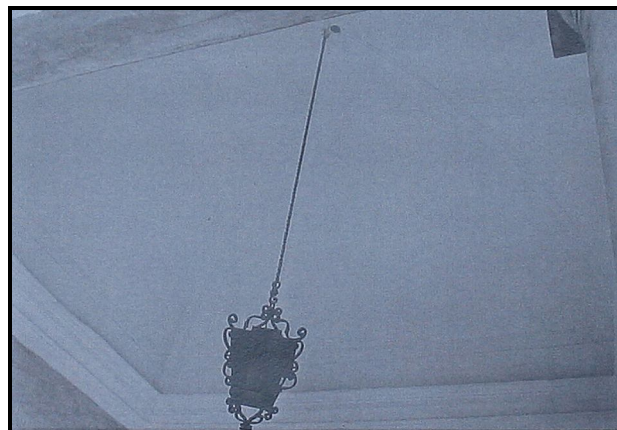
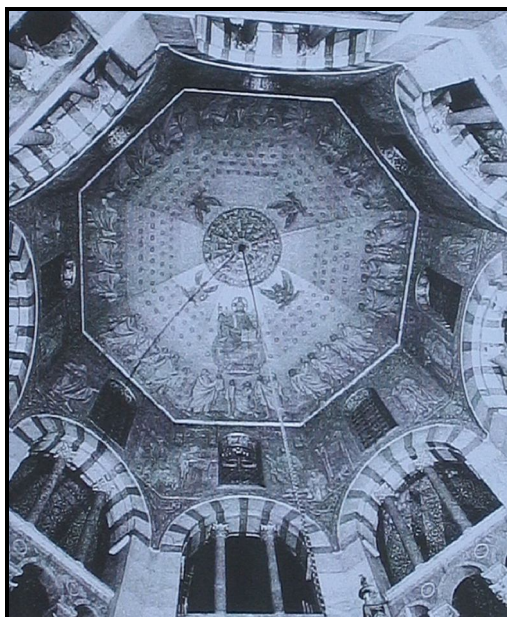
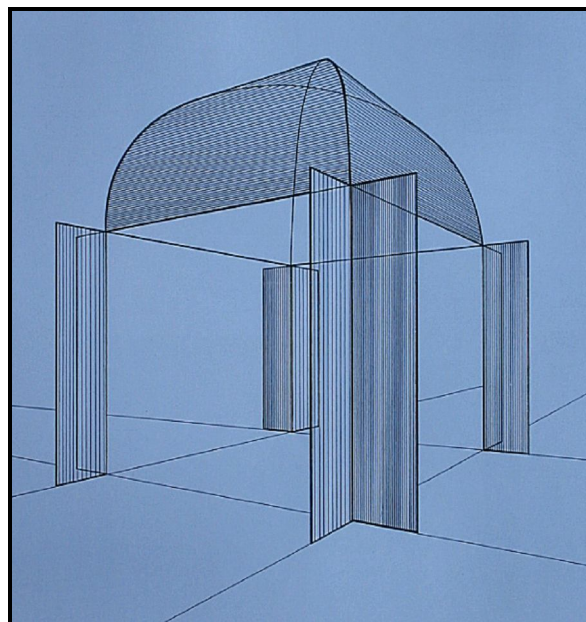


Fig. 90



**Fig. 91**



**Des. 26**

**Fig. 87** – Cúpula octogonal apoiada em trompas cónicas, Igreja de S. Mamede em Évora.

**Fig. 88** – Abóbada em arco de claustro no cruzeiro da Igreja da Conceição, em Tomar.

**Fig. 89** – Entrada principal do Colégio do Espírito Santo, em Évora, onde como cobertura se encontra no extradorso, uma abóbada em arco de claustro, ou cúpula poligonal.

**Fig. 90** – Intradorso da referida abóbada.

**Fig. 91** – Capela Palatina de Aix-La-Chapelle, onde se observa a cúpula de planta octogonal, magnificamente coberta por mosaicos, figurando Cristo Abençoador.

**Des. 26** – Perspectiva de uma abóbada em arco de claustro, ou cúpula poligonal.

### **1.2.2.3. Abóbada em arco de claustro com tecto plano**

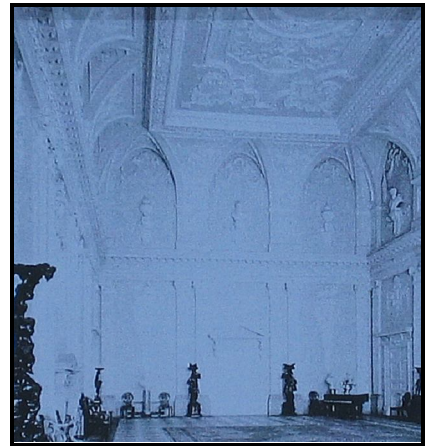
Esta abóbada é uma variante da abóbada em arco de claustro, muito usada na cobertura de salas de planta quadrada ou rectangular.

Tal como a anterior, pode considerar-se como o espaço de intersecção de duas abóbadas de berço de igual flecha, mas que foi seccionada na altura pretendida por um plano horizontal.

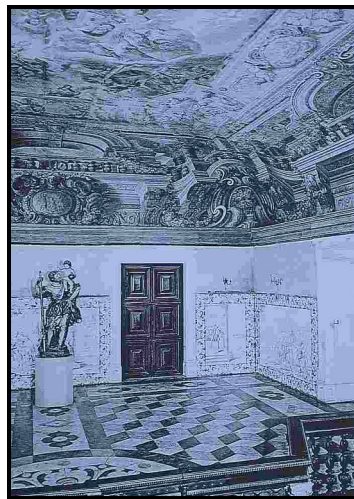
É muitas vezes utilizada em coberturas de grandes salas, por exemplo, em museus, onde, na parte plana do tecto, são colocadas coberturas transparentes, para permitirem iluminação zenital.



**Fig. 92**



**Fig. 93**



**Fig. 94**

**Fig. 92** – Abóbada em arco de claustro com tecto plano, num corredor do Colégio do Espírito Santo, Évora.

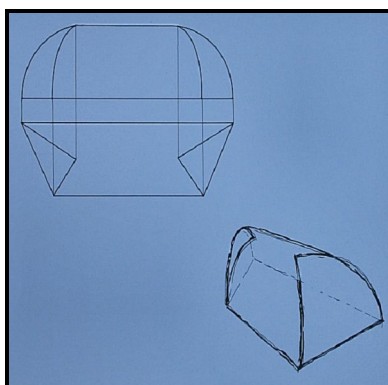
**Fig. 93** – Ragley Hall Warwickshire. Nesta obra de James Gibbs de 1750-1755, pode apreciar-se um bom exemplo de abóbada em arco de claustro com tecto plano e penetrações.

**Fig. 94** – Mosteiro de São Vicente de Fora, na Portaria encontra-se esta abóbada em arco de claustro com tecto plano, coberta com uma interessante perspectiva em trompe l'oeil.

#### **1.2.2.4. Abóbada de berço com testas em arco de claustro**

Esta abóbada reúne características das duas abóbadas anteriormente citadas, com a diferença de se destinar a cobrir, preferencialmente, espaços trapezoidais.



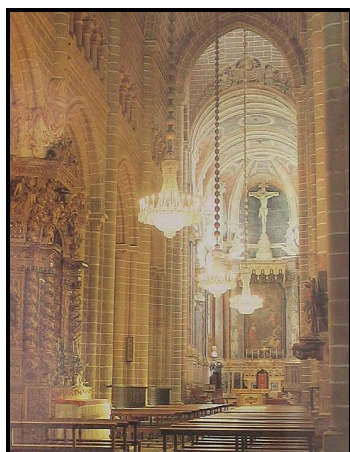


**Fig. 95** – Abóbada de berço com testas em arco de claustro.

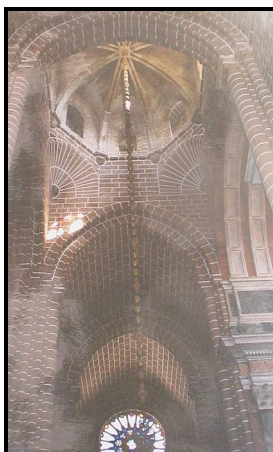
### 1.2.2.5. Abóbada de berço quebrado

Considerando o plano das impostas, a abóbada é gerada pela deslocação deste ao longo do polígono limite da abóbada.

De vários exemplos existentes no nosso património, escolheu-se a abóbada da nave central da Sé de Évora, por ser a mais representativa, e de que, posteriormente, se apresenta o estudo em perspectiva.



**Fig. 96**



**Fig. 97**



**Fig. 98**

Fig. 96 – Abóbada de berço quebrado, Sé de Évora.

Fig. 97 - Abóbada de berço quebrado, Sé de Évora.

Fig. 98 - Abóbada de berço quebrado, Sé de Évora.

### 1.2.2.6. Abóbada de arestas ogivais

Nas abóbadas de arestas ogivais houve um sem número de combinações possíveis, de que apenas se referem algumas, nomeadamente:

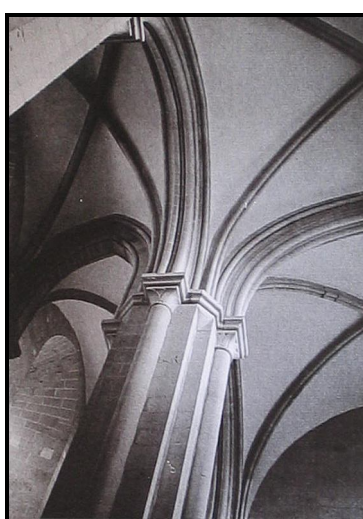
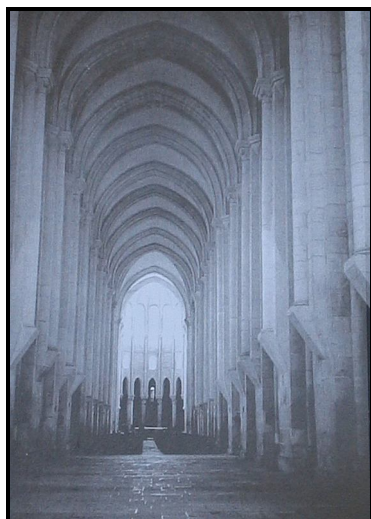
- Abóbada de arestas ogivais, quadripartida, que resulta da intersecção de duas abóbadas de berço quebrado de igual flecha;

- Abóbada de arestas ogivais, hexapartida, que se caracteriza por cada tramo apresentar, para além dos arcos diagonais, um arco transversal situado entre os arcos formeiros, sendo paralelo aos arcos mestres ou torais. Os pilares e os fechos das ogivas dos arcos são ligados por nervuras.

Para observação da curva de intersecção pelo intradorso da abóbada do primeiro caso fez-se uma perspectiva com dois pontos de fuga considerando-a colocada no espaço real.

Para se poder ter a noção de se observar este espaço pelo seu interior, foi feita uma perspectiva considerando a abóbada situada no espaço intermédio.

Procedeu-se de forma semelhante em relação à abóbada hexapartida, com a particularidade do emprego de pontos de fuga accidentais.



**Fig. 99**

**Fig. 100**

**Fig. 101**

Fig. 99 – Abóbada de ogivas cruzadas, na Igreja da Abadia de Alcobaça





Fig. 102

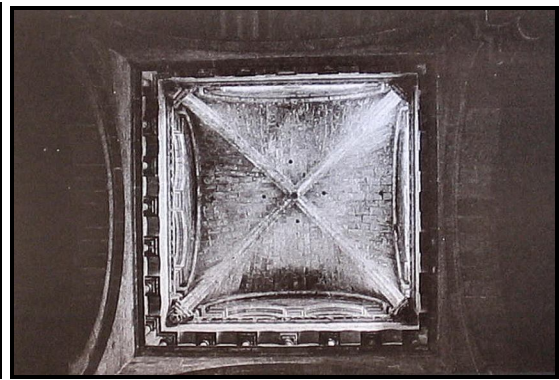


Fig. 103

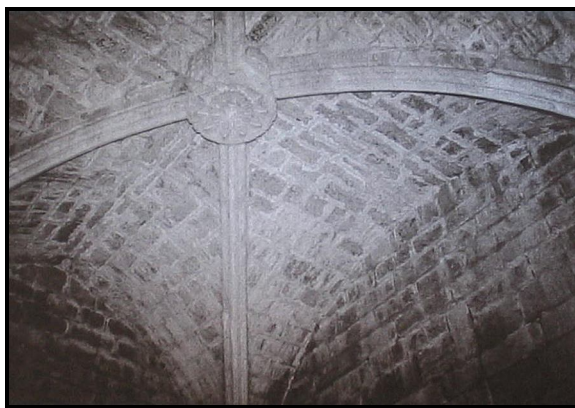


Fig. 104

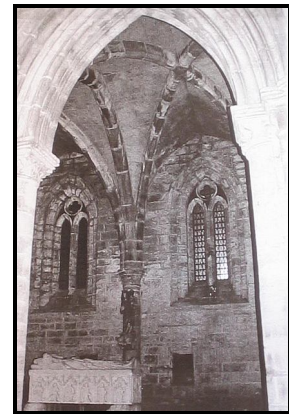


Fig. 105

Fig. 100 – Pormenor da Abóbada de ogivas cruzadas, na Igreja da Abadia de Alcobaça.

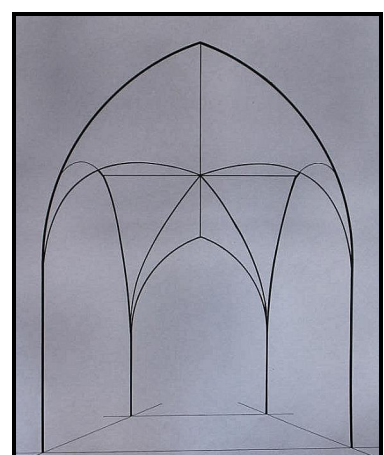
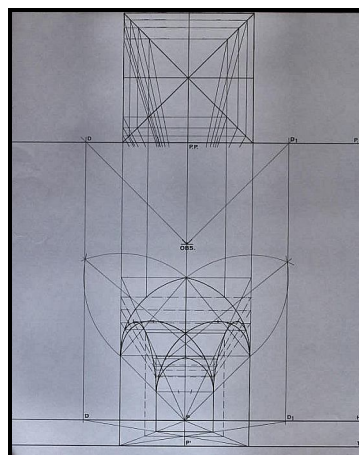
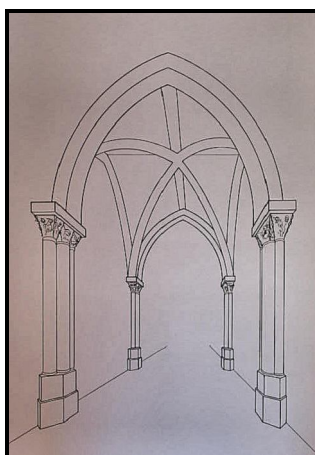
Fig. 101 – Abóbada de ogivas cruzadas, no claustro da Sé de Évora.

Fig. 102 – Abóbada de ogivas cruzadas, no claustro da Sé de Évora.

Fig. 103 – Abóbada de ogivas na Torre da Sé Velha de Coimbra.

Fig. 104 – Abóbada de ogivas, na Torre de Menagem de Beja.

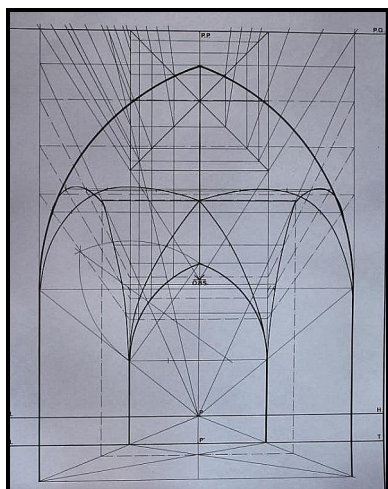
Fig. 106 – Sé de Évora, Capela do Fundador.



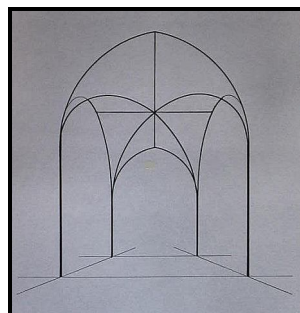
Des. 27

Des. 28

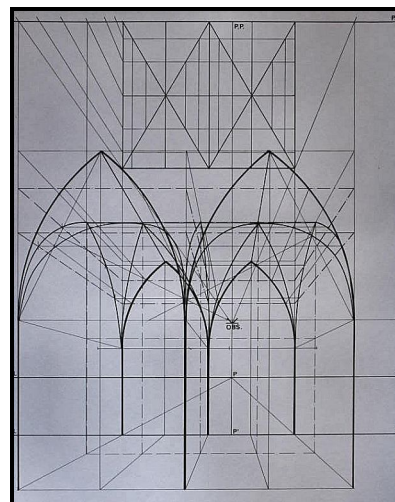
Des. 29



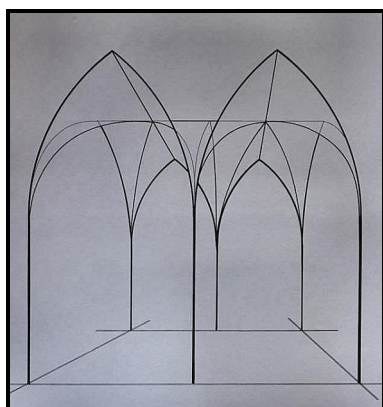
Des. 30



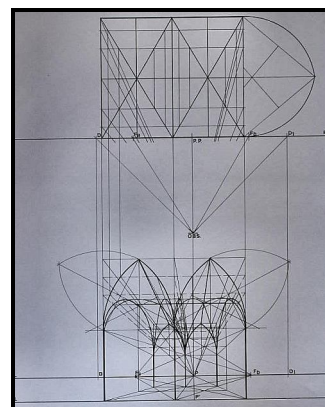
Des. 31



Des. 32



Des. 33



Des. 34

**Des. 27** – Perspectiva de uma abóbada de arestas cruzadas, no claustro da Sé de Évora.

**Des. 28** – Traçado da perspectiva de uma abóbada de arestas cruzadas, no espaço real.

**Des. 29** – Perspectiva de uma abóbada de ogivas.

**Des. 30** – Traçado perspectico de uma abóbada de ogivas, situada no espaço intermédio.

**Des. 31** – Perspectiva de uma abóbada de ogivas cruzadas.

**Des. 32** - Traçado perspectico de uma abóbada de ogivas cruzadas com oito panos, situada no espaço intermédio.

**Des. 33** - Perspectiva de uma abóbada de ogivas cruzadas de oito panos.

**Des. 34** – Traçado da perspectiva de uma abóbada de ogivas cruzadas, situada no espaço real.

### 1.2.2.7. Abóbada que cobre um espaço de planta obtusa



Esta abóbada obtém-se pela intersecção de duas abóbadas de berço de igual flecha ou de flechas diferentes cujos eixos são oblíquos.

É muito utilizada para a cobertura de espaços em corredor, apresentando-se como exemplo uma abóbada desta natureza, existente no Convento de Cristo, em Tomar.

Desta abóbada foi feita uma perspectiva central, para se observar a curva plana de intersecção no intradorso, e uma perspectiva com dois pontos de fuga, e uma outra também com dois pontos de fuga e transposição de linha de terra, para se ter uma ideia global do espaço e da curva empenada do extradorso.



Fig. 107

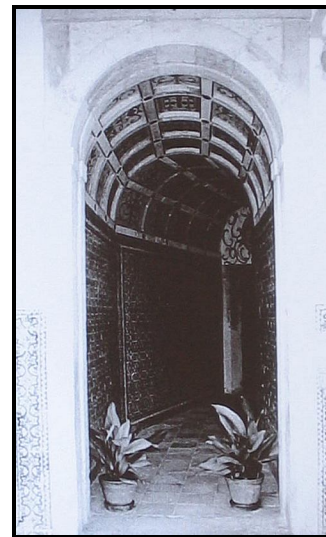
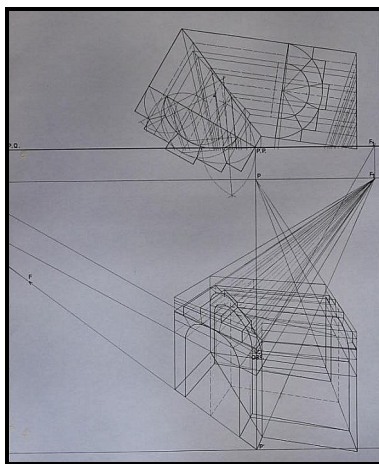
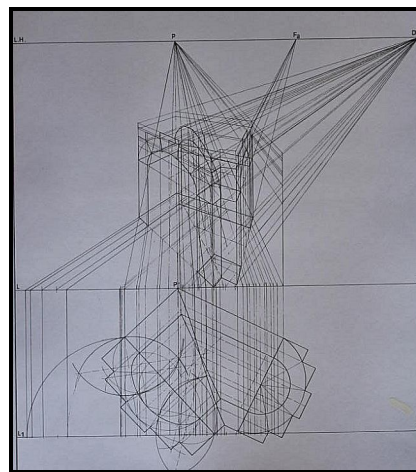


Fig. 108



Des. 35



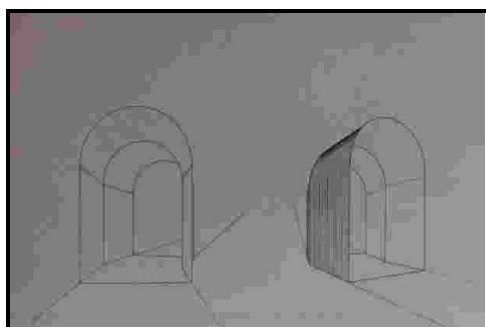
Des. 36

Fig. 107 – Abóbada que cobre um corredor do Convento de Cristo, em Tomar.

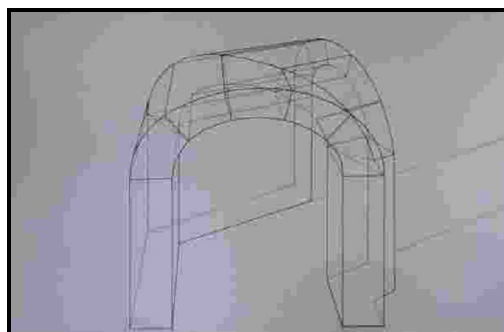
Fig. 108 – Aspecto global do local atrás referido.

Des. 35 – Traçado da perspectiva de uma abóbada, considerando uma altura de visão elevada.

Des. 36 - Traçado da perspectiva de uma abóbada, com transposição da L.T., considerando as superfícies do intradorso e do extradorso.



**Des. 37**



**Des. 38**

Des. 37 – Perspectiva central e oblíqua de uma abóbada que cobre um espaço de planta obtusa.

Des. 38 - Perspectiva central de uma abóbada onde podem observar-se as curvas planas de intersecção do intradorso e do extradorso.

### **1.2.2.8. Abóbada em barrete de clérigo**

Da intersecção de duas abóbadas de berço, com flechas diferentes, resulta uma abóbada que tem a designação de abóbada em barrete de clérigo.

A solução geométrica no sistema de Monge utiliza a intersecção de dois cilindros que, sendo superfícies do segundo grau, se intersectam segundo curvas empenadas no espaço, mas que se representam bidimensionalmente como curvas planas.

Esta situação é definida pelo seguinte teorema a que Pillet faz referência no seu "Traité de Géométrie Descriptive ": " Quando duas superfícies do segundo grau têm um plano de simetria comum, a sua intersecção,

empenada no espaço, projecta-se sobre esse plano de simetria, segundo uma curva do segundo grau.<sup>35</sup> “

### **1.2.3. Superfícies complexas**

Estas superfícies resultam da intersecção de abóbadas de tipos diferentes, sendo as mais comuns: a abóbada de berço com lunetas, com lunetas cilíndricas, oblíquas, quebradas, esféricas e cónicas; lunetas rampantes; a abóbada hexagonal regular de lunetas; abóbada de cruzaria de ogivas; a abóbada estrelada; abóbada de leque; abóbada de aresta com espigões duplos; a abóbada de aresta com panos cortados, cúpula assente em tambor; abóbada tipo bizantino e abóbada de combados.

#### **1.2.3.1 Abóbadas de berço com lunetas**

As lunetas nas abóbadas de berço têm por objectivo criar aberturas para iluminação de espaços determinados, ou para comunicação entre espaços, tendo, por vezes, uma finalidade apenas decorativa.

A luneta é uma abóbada de dimensão menor do que aquela em que se insere e pode também designar-se por unha.

As curvas de intersecção destas abóbadas são, geralmente, empenadas, mas representam-se bidimensionalmente como curvas do segundo grau.

Interessa uma melhor percepção de como se desenvolve o empeno destas curvas de intersecção, porque elas se encontram nos locais de construção mais complexa e também para se obter um melhor esclarecimento para a estereotomia das pedras a utilizar nesses pontos.

Apenas a perspectiva permite a observação do empeno destas curvas. Por isso, foi elaborada uma perspectiva, com o objecto situado no espaço real e com uma altura de visão normal, para permitir uma mais clara observação deste facto.

---

<sup>35</sup> Jules Pillet, *Traité de Stéréotomie*, p. 87

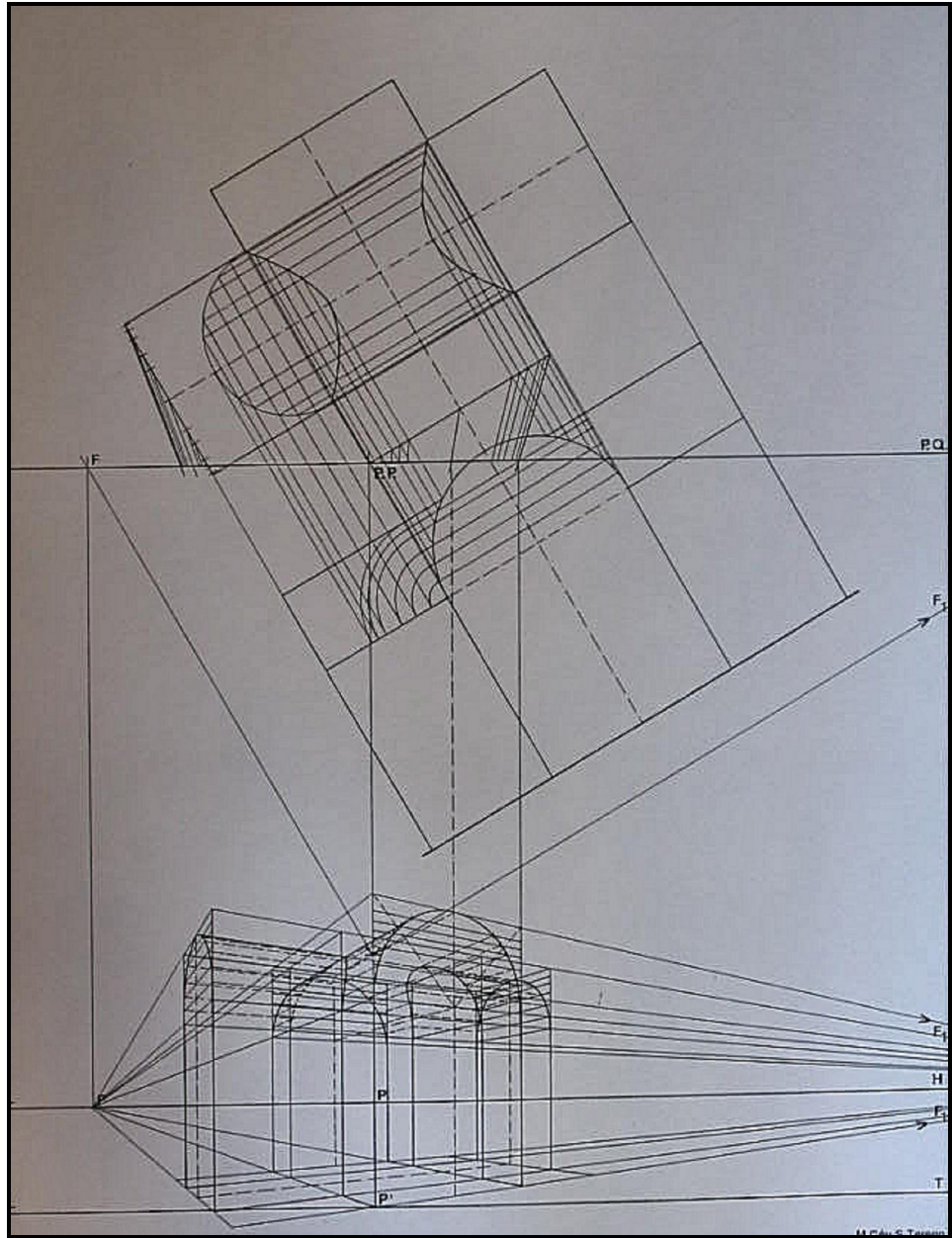


### **1.2.3.2. Abóbada de berço com lunetas cilíndricas / flechas diferentes**

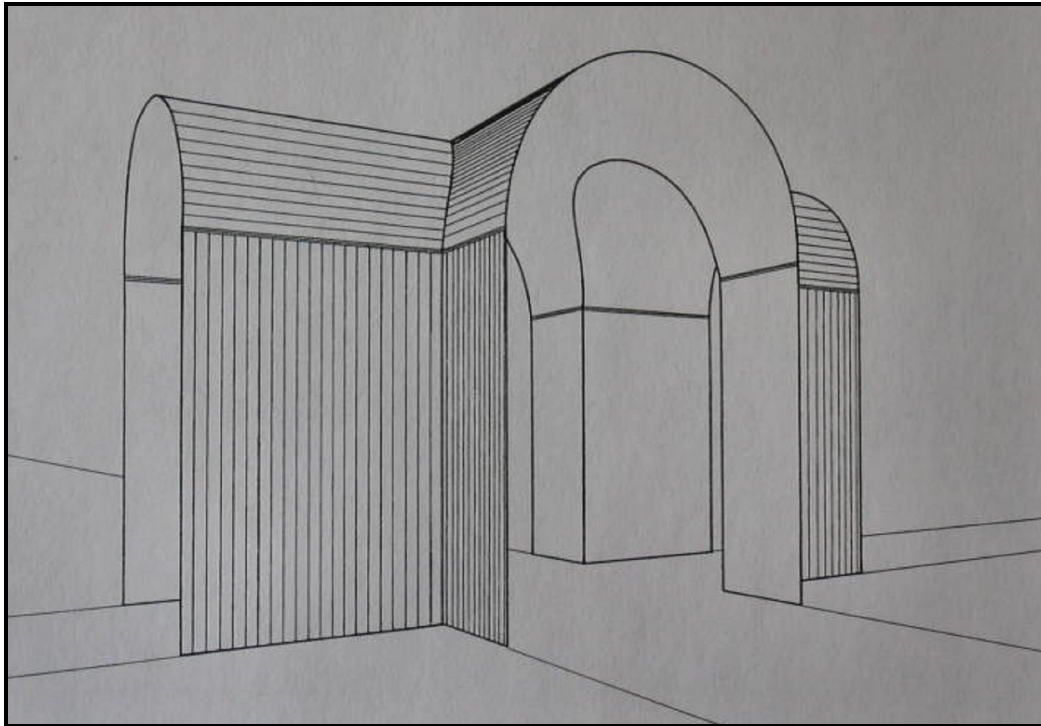
Estas lunetas resultam da intersecção de pequenas abóbadas também de berço com uma de maiores dimensões.

No sistema de Monge foi efectuada a intersecção de dois cilindros correspondentes a esta situação, para se obterem as projecções ortogonais e as respectivas curvas de intersecção. Estas são empenadas no espaço, mas neste sistema são representadas como curvas planas.

A perspectiva em que se estuda este caso, situando-se o objecto no espaço real, foi feita com dois pontos de fuga para melhor se observar o empeno das curvas de intersecção.



Des. 42



Des. 43



Fig. 109

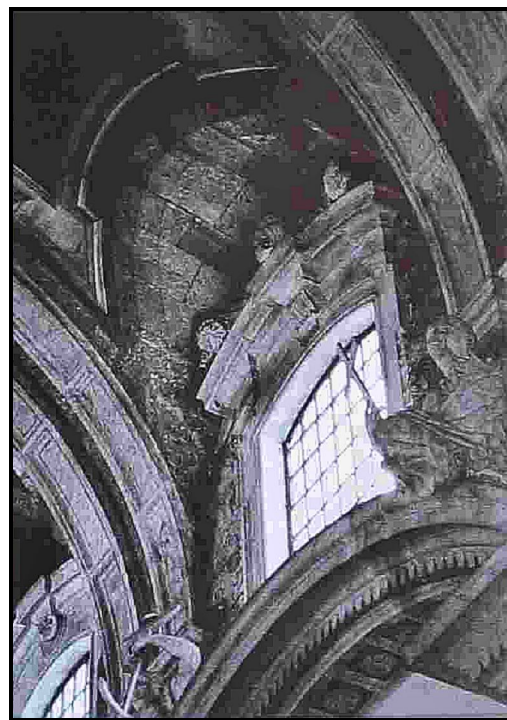


Fig. 110

**Des. 42** - Traçado da perspectiva de uma abóbada, resultante da intersecção de duas abóbadas de berço de flechas diferentes.

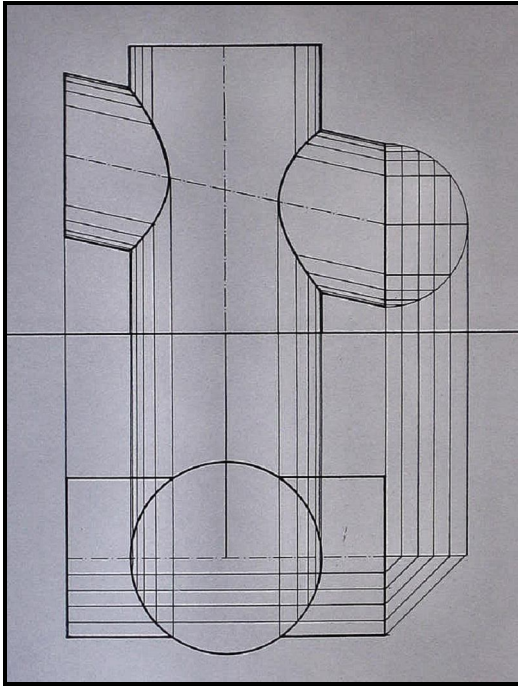
**Des. 43** - Perspectiva de uma abóbada com flechas diferentes, abóbada de penetrações.



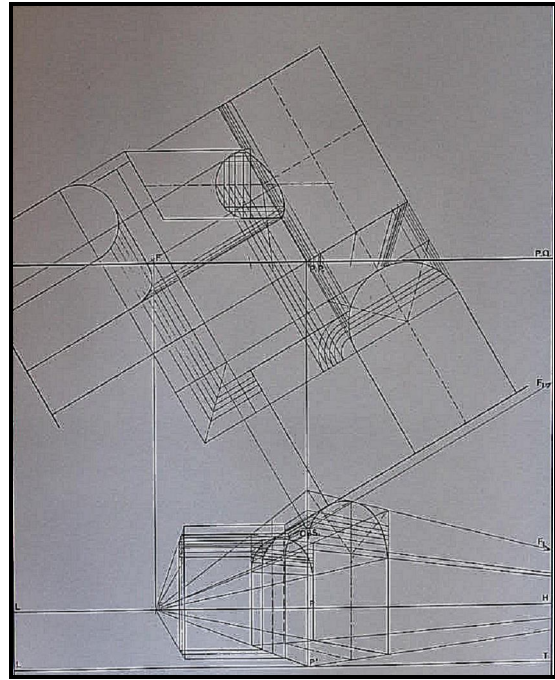
**Fig. 109** – Abóbada de penetrações com lunetas, na Capela – Mor da Sé de Évora.

**Fig. 110** – Luneta cilíndrica, na abóbada anteriormente referida.

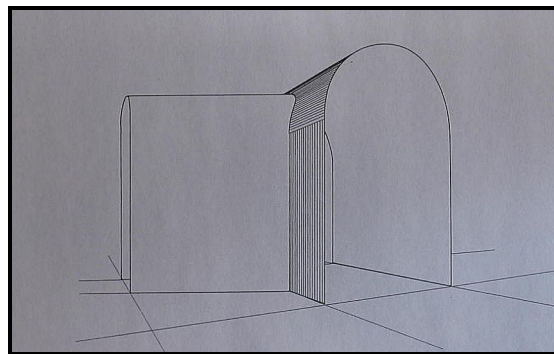
### 1.2.3.3. Abóbada de berço com lunetas cilíndricas oblíquas



**Des. 44**



**Des. 45**



**Des. 46**

**Des. 44** – Intersecção de dois cilindros de eixos oblíquos, e diâmetros diferentes.

**Des. 45** – Traçado da perspectiva de duas abóbadas de berço, com eixos oblíquos e flechas diferentes.

**Des. 46** - Perspectiva de duas abóbadas de berço, com eixos oblíquos e flechas diferentes.



A intersecção de duas abóbadas de berço com flechas de dimensões diferentes e eixos oblíquos entre si determinam lunetas cilíndricas oblíquas e as curvas de intersecção são, como no caso precedente, empenadas, como se pode observar na perspectiva elaborada.

#### 1.2.3.4. Abóbada de berço com lunetas de superfícies quebradas

Estas lunetas obtêm-se pela intersecção de pequenas abóbadas, constituídas por superfícies quebradas, com abóbadas de maior dimensão, que podem ser de berço ou berço quebrado.

Neste caso, as curvas de intersecção, também empenadas, apresentam um ponto de inflexão, como pode observar-se na perspectiva correspondente.

#### 1.2.3.5. Abóbada de berço com lunetas esféricas

A intersecção de porções de superfícies esféricas com abóbadas de berço determina lunetas esféricas.

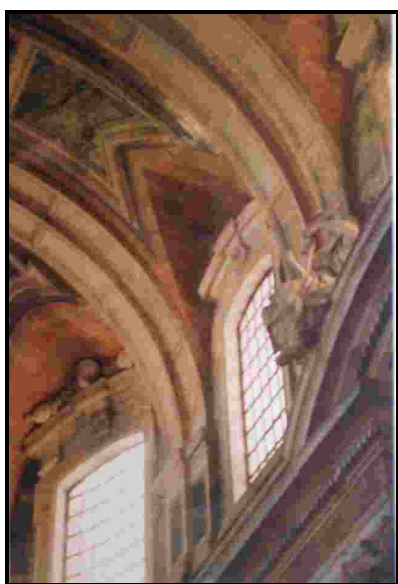
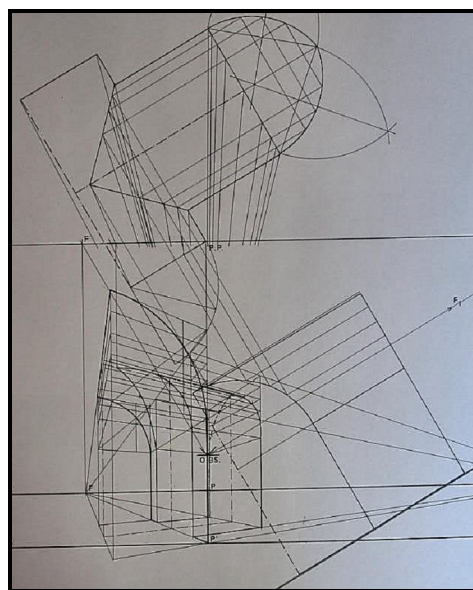
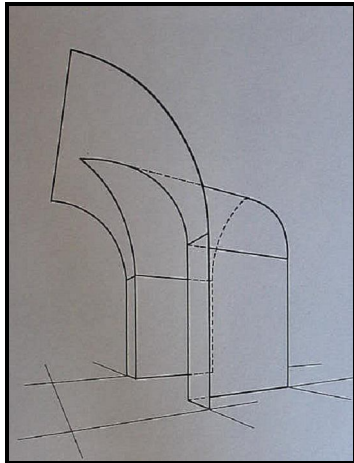


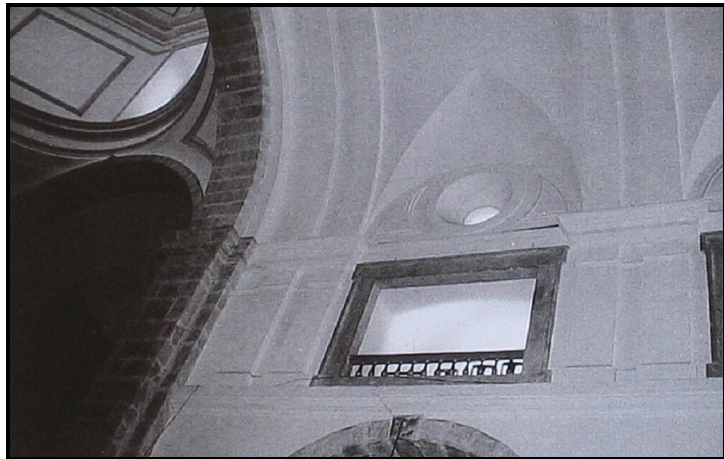
Fig. 111



Des. 47



**Des. 48**



**Fig. 112**

**Fig. 111-** Luneta quebrada da abóbada de penetrações da Capela-Mor da Sé de Évora.

**Des. 47** – Traçado da perspectiva de uma luneta quebrada, com altura de visão normal.

**Des. 48** - Perspectiva de uma luneta quebrada, com altura de visão normal.

**Fig. 112** – Luneta quebrada, na nave da Igreja de N.ª Senhora do Carmo, em Évora.

#### **1.2.3.6. Abóbada de berço com lunetas cónicas**

A luneta cónica resulta da intersecção de uma abóbada de berço com uma abóbada cónica de menor dimensão.

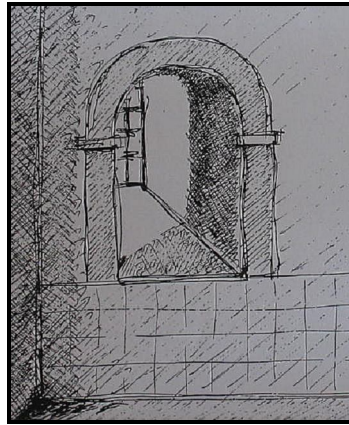
Para melhor definição da curva empenada de intersecção em perspectiva foi feito previamente o estudo das suas projecções ortogonais.

Foram elaboradas duas perspectivas, com alturas de visão diferentes, para ficar mais explícito o empeno da curva de intersecção no intradorso e no extradorso.

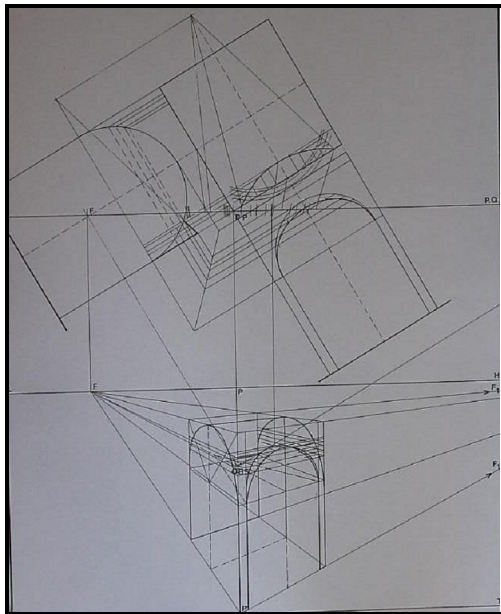
#### **1.2.3.7. Abóbada de berço com lunetas rampantes**

Obtém-se pela intersecção de pequenas abóbadas rampantes com abóbadas de berço e apresenta curvas de intersecção empenadas, como se pode observar na perspectiva elaborada.

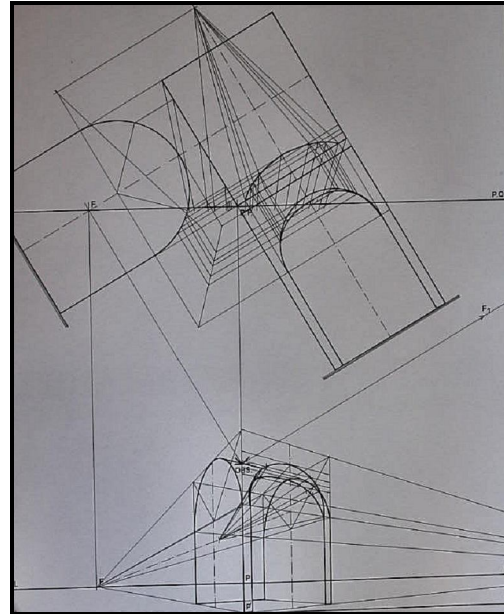
Existem curiosos exemplares de pequenas abóbadas de berço rampantes oblíquas na Igreja do Convento da Madre de Deus, na Igreja dos Mártires, e em outras igrejas de Lisboa.



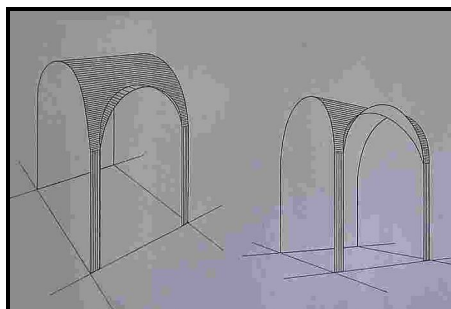
**Fig. 113** – Abóbada rampante, existente numa janela do Convento da Madre de Deus, em Lisboa.



**Des. 49**

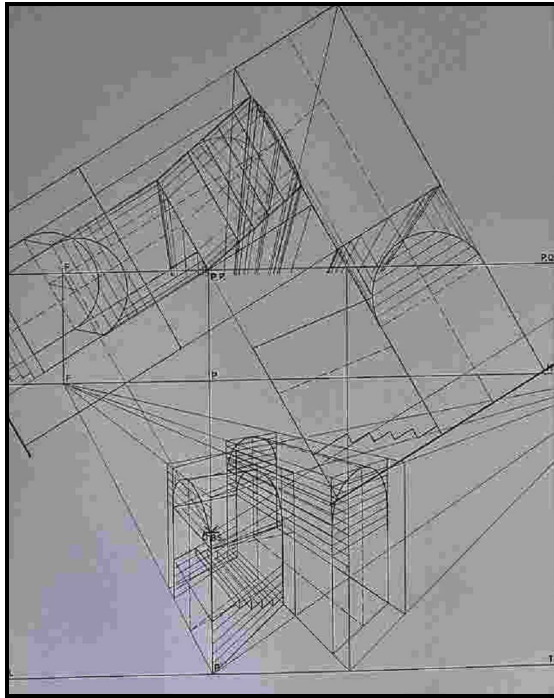


**Des. 50**

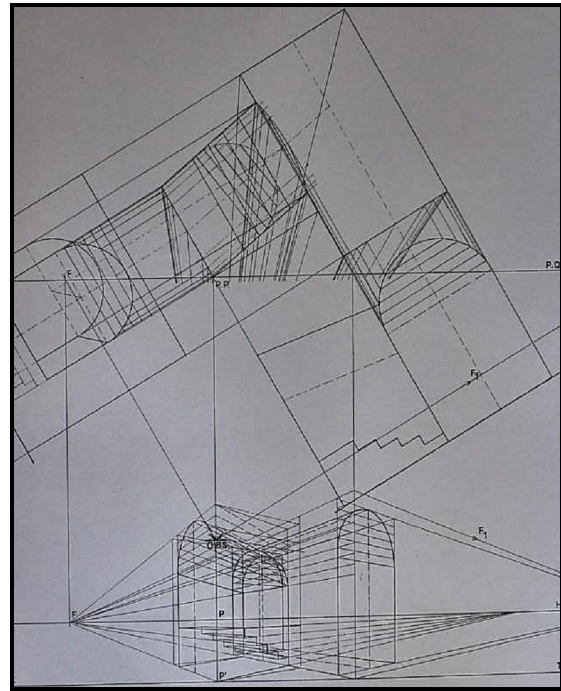


**Des. 51**

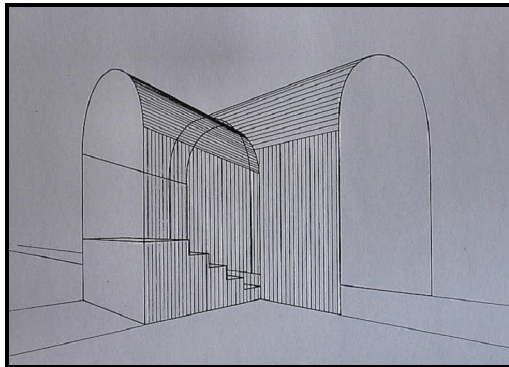




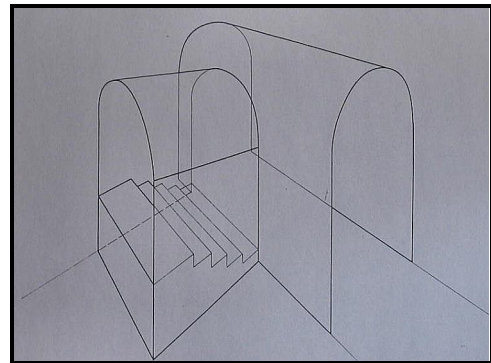
**Des. 52**



**Des. 53**



**Des. 54**



**Des. 55**

**Des. 49** – Traçado da perspectiva de uma luneta cónica, com altura de visão elevada para melhor permitir a observação da curva empenada resultante da intersecção das superfícies.

**Des. 50** - Traçado da perspectiva de uma luneta cónica, com altura de visão normal.

**Des. 51** – Perspectiva de lunetas cónicas.

**Des. 52** – Traçado da perspectiva de uma abóbada rampante de eixo oblíquo, considerando uma altura de visão elevada.

**Des. 53** - Traçado da perspectiva de uma abóbada rampante de eixo oblíquo, considerando uma altura de visão normal.

**Des. 54** – Perspectiva da abóbada rampante de eixos oblíquos.



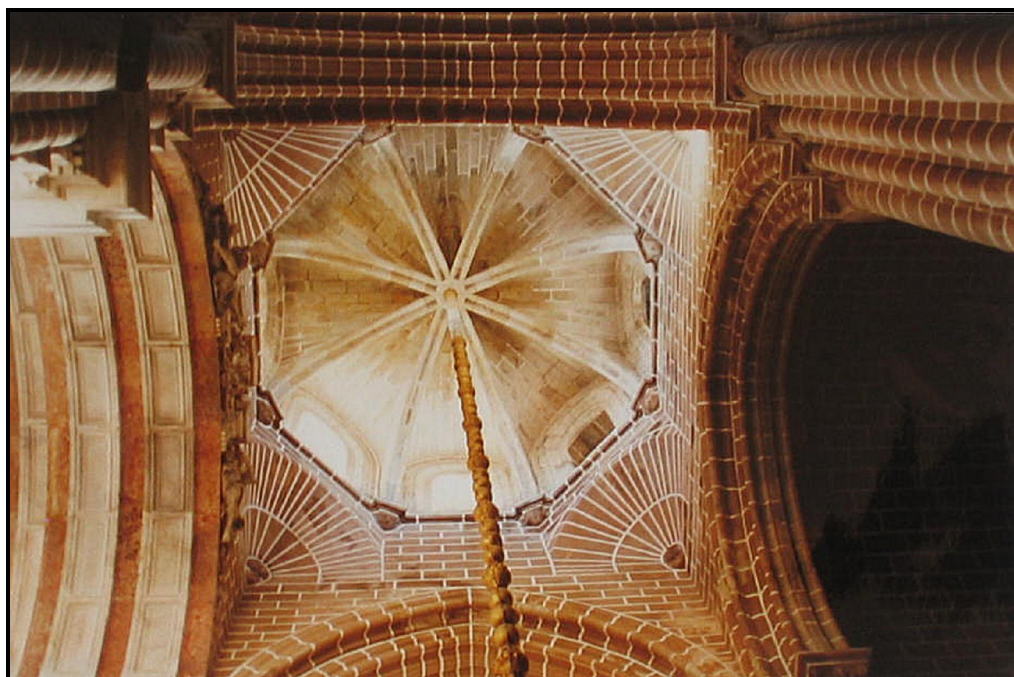
**Des. 55** - Perspectiva da abóbada rampante de eixos oblíquos, com altura de visão elevada.

### **1.2.3.8. Abóbadas hexagonais ou octogonais regulares de lunetas, ou cúpulas de lunetas**

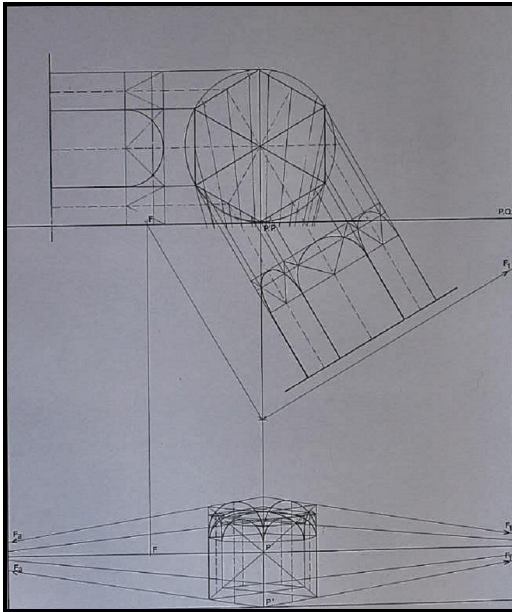
Uma abóbada deste tipo resulta da intersecção completa de três ou quatro cilindros, todos com o mesmo diâmetro, e as curvas planas de intersecção cruzam-se num ponto.

Estas curvas, em virtude de os planos de intersecção dos cilindros serem oblíquos a todas as geratrizes, são elípticas.

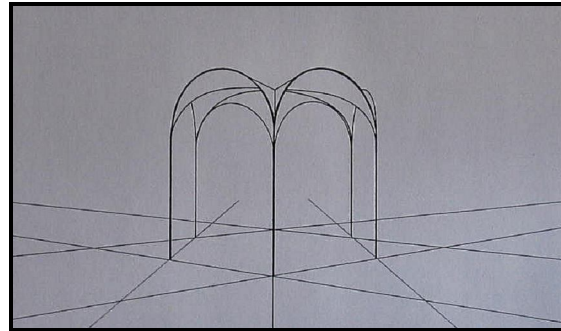
Pelo facto de as curvas de intersecção serem planas em representação bidimensional e no espaço, faz-se apenas uma perspectiva oblíqua de uma abóbada hexagonal, com altura de visão normal, para se poder observar o intradorso desta abóbada.



**Fig. 114** – Torre octogonal, na Sé de Évora.



**Des. 56**



**Des. 57**

**Des. 56** – Traçado da perspectiva de uma abóbada em luneta hexagonal, ou cúpula de lunetas.

**Des. 57** – Perspectiva de uma abóbada em luneta hexagonal.

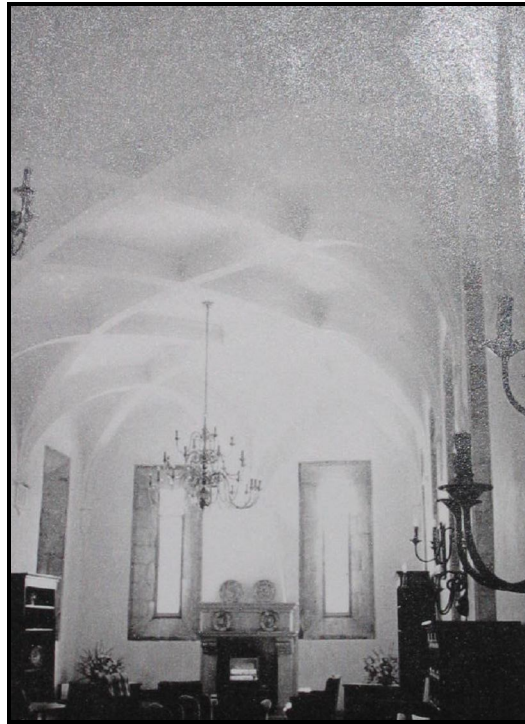
### 1.2.3.9. Abóbada em cruzaria de ogivas

Esta abóbada pode considerar-se resultante da conjugação de secções de abóbadas com diversas dimensões e direcções, como as ogivas evidenciam.

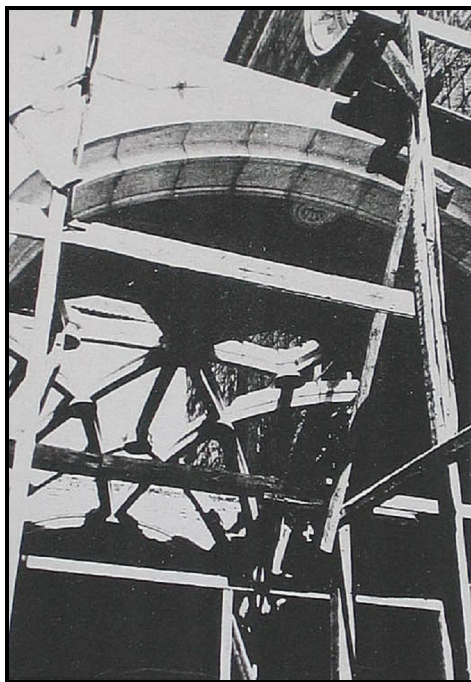
Estas ogivas têm por objectivo o aligeiramento da abóbada através de uma maior repartição de esforços.



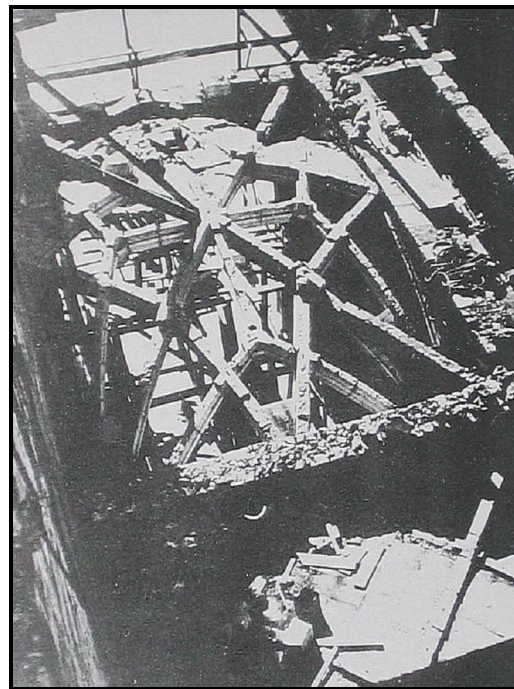
Fig. 115



**Fig. 116**



**Fig. 117**



**Fig. 118**

Fig. 115 – Abóbada em cruzaria de ogivas, na gallé da Sé de Braga.

Fig. 116 – Abóbada em cruzaria de ogivas, na Sala do Capítulo do Convento da Graça em Évora.

**Fig. 117** – Mosteiro dos Jerónimos, lançamento das ogivas da abóbada de cruzaria de



ogivas, na época em que foi acrescentado o pórtico de acesso à Igreja e ao claustro do mosteiro, em inícios do séc. XX.

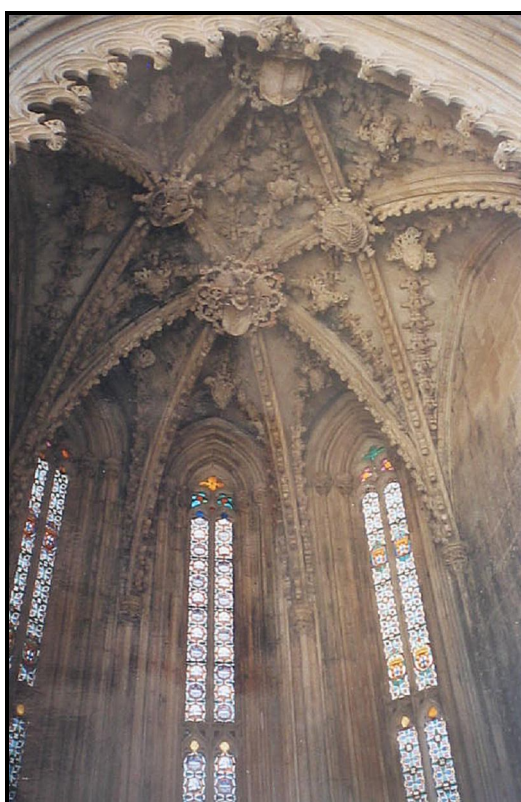
**Fig. 118** – Mosteiro dos Jerónimos, aspecto das ogivas da abóbada aquando da sua construção.

### 1.2.3.10. Abóbadas estreladas

As abóbadas estreladas têm um número de pontas variável, como pode observar-se no Mosteiro de Santa Maria da Vitória, na Batalha.

As abóbadas de leque, que podem cobrir naves completas, têm ogivas que lembram folhas de palmeira, saindo de pilares, por vezes ricamente decorados, como os que existem na Igreja de Santa Maria de Belém, em Lisboa.

Estas construções monumentais, apesar de utilizarem materiais pesados, revelam um domínio da técnica que nos transmite a sensação de uma leveza resistente e, também, de uma sensibilidade artística mais apurada.



**Fig. 119**



**Fig.12**

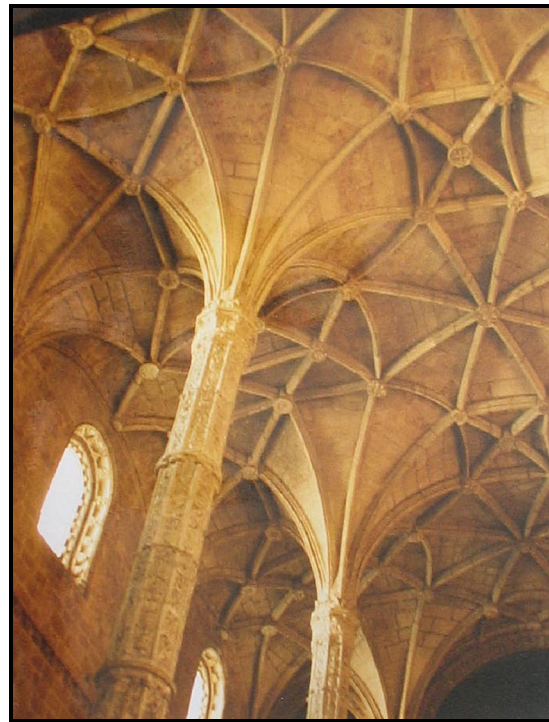




**Fig. 121**



**Fig. 122**



**Fig. 123**

**Fig. 119-** Abóbada estrelada no Mosteiro da Batalha.

**Fig. 120** – Abóbada estrelada na Capela-Mor da Igreja de S. Francisco em Évora.

**Fig. 121** – Abóbada estrelada na Torre medieval de Beja.

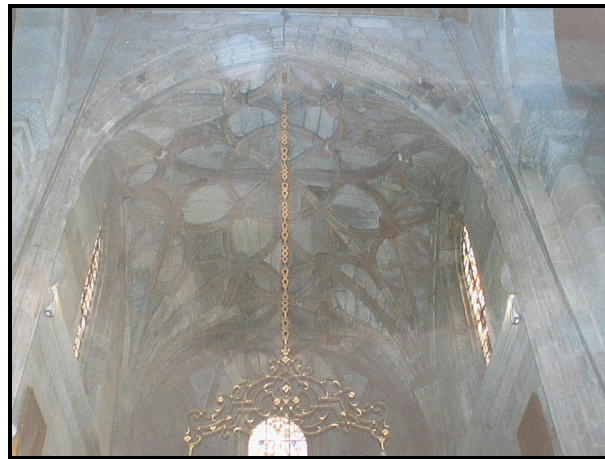
**Fig. 122** – Abóbada estrelada no Mosteiro dos Jerónimos.

**Fig. 123** – Abóbada estrelada no Mosteiro dos Jerónimos.

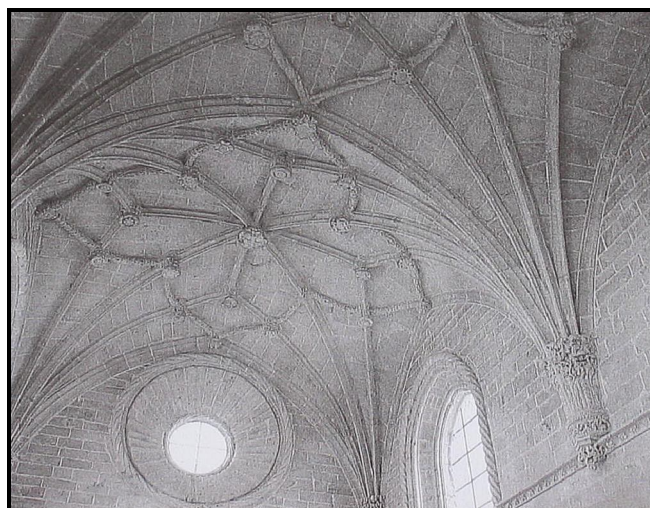
Dentro das abóbadas estreladas podem considerar-se as abóbadas de combados, que se caracterizam pelo facto de os terceletos serem lateralmente encurvados, entrelaçando entre si os fechos das abóbadas, sem partirem dos seus ângulos.

O exemplo mais conhecido é o da capela-mor da Sé de Braga.

Devem, no entanto, referir-se também a abóbada da Casa do Capítulo, do Convento de Cristo, em Tomar, e uma abóbada de combados, na parte inferior do coro alto, na Igreja de Santa Maria de Belém.



**Fig. 124** – Abóbada de combados na Capela-Mor da Sé de Braga.



**Fig. 125**



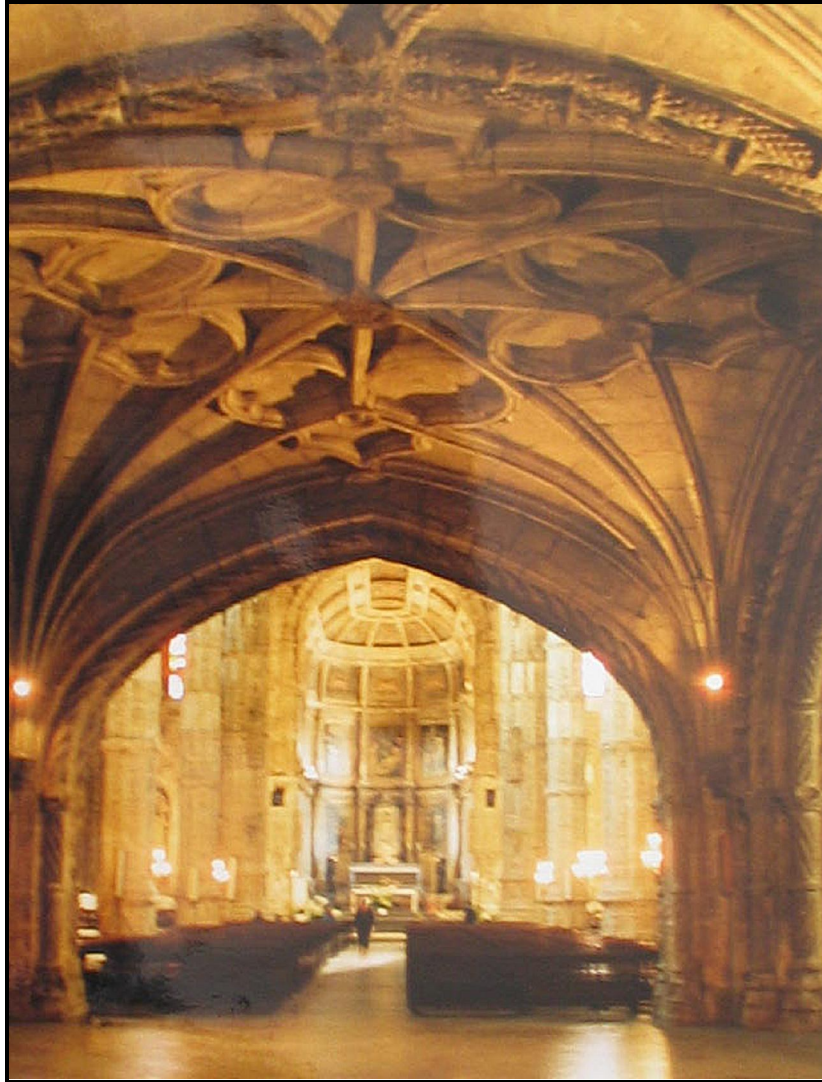


Fig. 126

Fig. 125 – Abóbada de combados na Casa do Capítulo do Convento de Cristo, em Tomar.

Fig. 126 – Abóbada de combados no Mosteiro dos Jerónimos, em Lisboa.

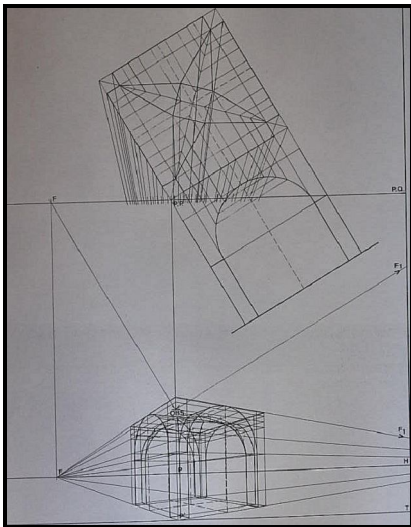
#### **1.2.3.11. Abóbada de arestas com espigões duplos (pendurões, ou pendentives) e tecto plano**

Tomando duas abóbadas de berço e considerando sobre as geratrizes mais altas de cada uma delas dois pontos simétricos obtém-se um quadrado que define a superfície plana superior da abóbada.

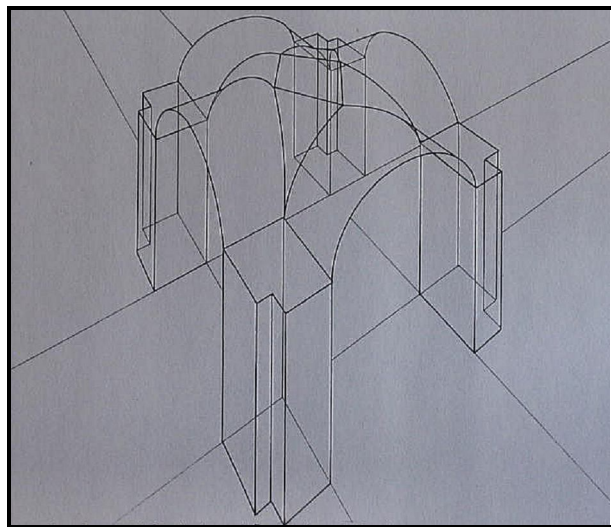
Estes quatro pontos ligam-se através de triângulos esféricos, também chamados de pendurões, ou pendentives.

No sistema de Monge consideram-se, em projecção horizontal, as rectas correspondentes aos traços de planos verticais que seccionam as abóbadas segundo curvas planas.

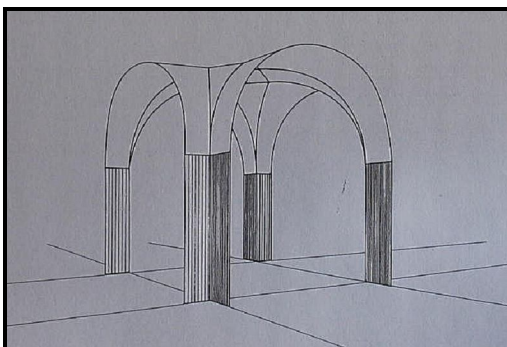
Em perspectiva oblíqua consideram-se duas alturas de visão, uma bastante alta, para se obter a visualização das curvas de intersecção pelo extradorso, e a outra a uma altura normal para se observarem as curvas de intersecção pelo intradorso.



Des. 58



Des. 59



Des. 60

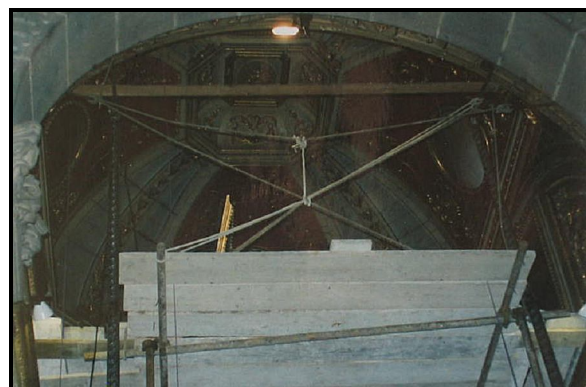


Fig. 127





**Fig. 128**

**Des. 58** – Traçado da perspectiva de uma abóbada de espigões duplos e tecto plano.

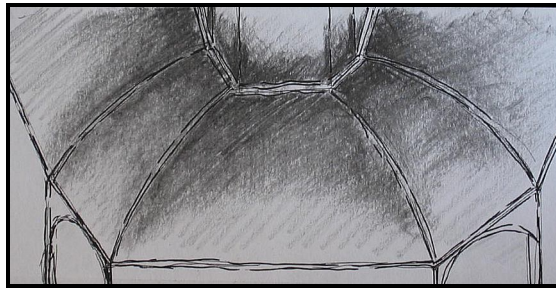
**Des. 59** – Perspectiva de uma abóbada de espigões duplos e tecto plano.

**Des. 60** – Perspectiva de uma abóbada de espigões duplos e tecto plano, considerando uma altura de visão normal.

### **1.2.3.12. Abóbada de arestas com panos cortados**

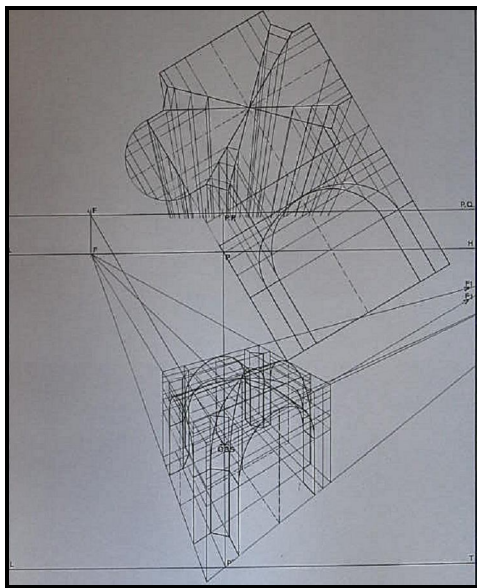
Esta abóbada obtém-se de forma semelhante à que foi estudada anteriormente.

Consideremos duas abóbadas de berço de igual flecha que se intersectam. Fazendo passar pelo ponto de intersecção dos seus eixos planos verticais, oblíquos aos berços, que os cortam segundo curvas planas, obtêm-se os panos cortados que constituem esta abóbada.

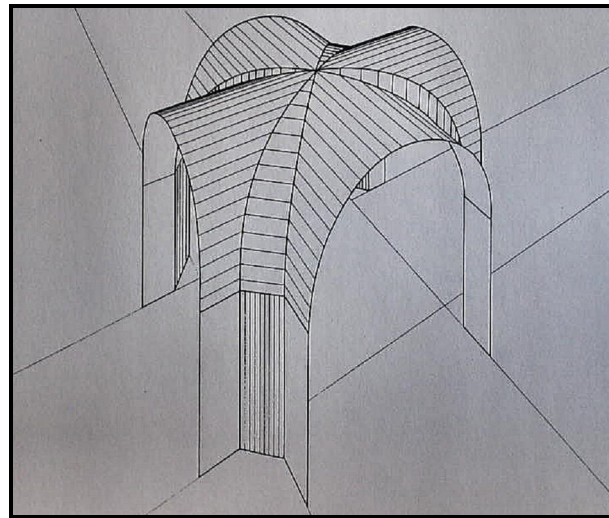


**Fig. 129** – Abóbada de arestas com panos cortados, que cobre a escada de acesso ao primeiro piso da Biblioteca Pública, em Évora.

Em perspectiva oblíqua, com ponto de vista elevado, oferece-se a visão das curvas planas que constituem a intersecção dos planos verticais com os berços da abóbada.



**Des. 61**



**Des. 62**



**Fig. 130**

**Des. 61** – Traçado da perspectiva de uma abóbada de arestas com panos cortados.

**Des. 62** – Perspectiva de uma abóbada de arestas com panos cortados.

**Fig. 130** – Henry Van De Velde, FolkWang – Museum de Hagen – Vestefália. Salão do Museu, onde pode observar-se uma abóbada de arestas de panos cortados, com tecto plano.

### **1.2.3.13. Cúpula assente em tambor**

As cúpulas são formadas por várias superfícies que constituem o todo:

- A cúpula esférica, propriamente dita;
- O tambor cilíndrico em que esta assenta, com ou sem lunetas;
- Os triângulos esféricos que fazem a transição do cilindro do tambor para a figura poligonal onde este nasce;
- A torre lanterna, pequena abóbada em cúpula que, frequentemente, encima a cúpula esférica.

A directriz da cúpula, para além da forma circular, pode apresentar forma elíptica, com o tambor também elíptico, como se verificou, com frequência, no período barroco.

O tambor apresenta, vãos, por vezes, para permitir a iluminação do interior do edifício.

Quando não existe tambor abrem-se os vãos para iluminação na base da cúpula semiesférica (tal como acontecia com as cúpulas de tipo bizantino).



Efectuou-se uma perspectiva oblíqua, com ponto de vista elevado, para permitir a apreciação global do conjunto, bem como a conjugação das superfícies, de uma abóbada elíptica com tambor e torre lanterna.

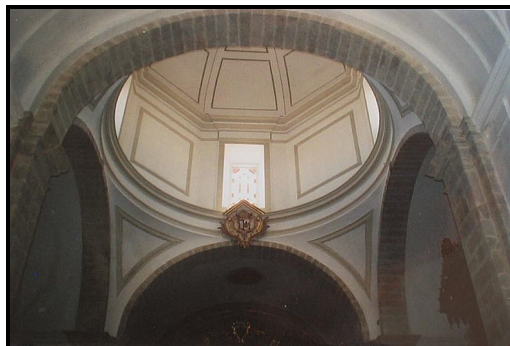


Fig. 131

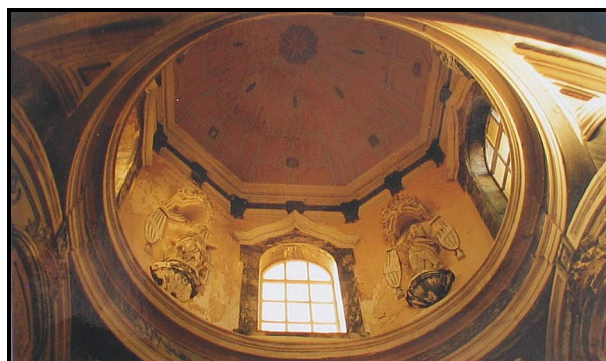


Fig. 132



Fig. 133



Fig. 134

Fig. 131 – Cúpula da Igreja de Nossa Senhora do Carmo, Évora.

Fig. 132 – Cúpula da Capela da Igreja do Espírito Santo de Évora.

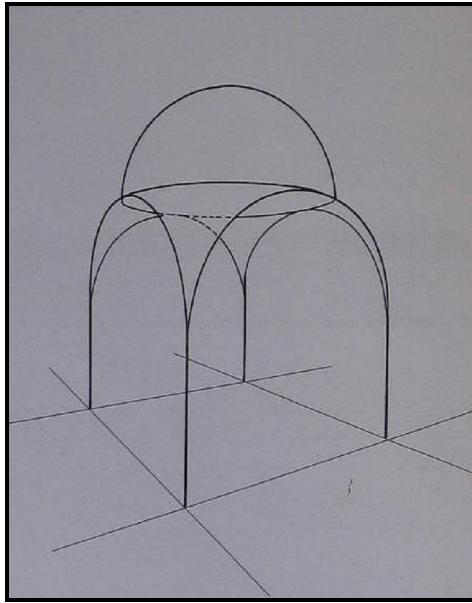
Fig. 133 – Cúpula da Igreja de Santa Engrácia, em Lisboa.

Fig. 134 – Cúpula da Basílica da Estrela, Lisboa.

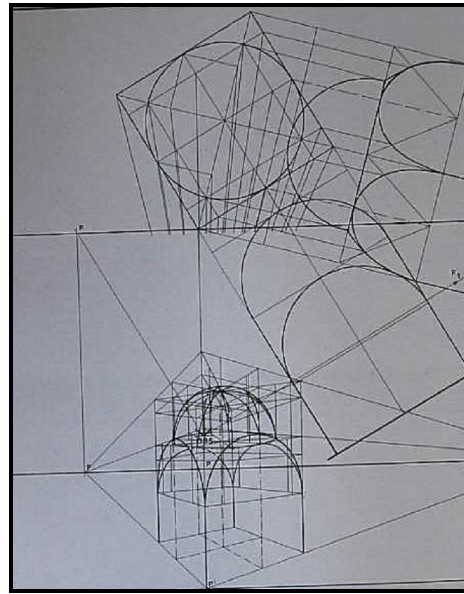
#### 1.2.3.14. Cúpula de tipo bizantino

É uma cúpula esférica que difere estruturalmente da anterior por assentar sobre triângulos esféricos que fazem a transição para o polígono da base ou para pilares de suporte.





Des. 63



Des. 64

Des. 63 – Perspectiva de uma cúpula de tipo bizantino.

Des. 64 – Traçado da perspectiva de uma cúpula de tipo bizantino.

### 1.3. Superfícies de suporte e outras

Foram consideradas as superfícies que estão directamente relacionadas com as abóbadas e que lhes servem de suporte.

Nesta categoria podemos incluir os triângulos esféricos, as trompas cónicas e as trompas cilíndricas.

#### 1.3.1. Triângulos esféricos, pendurões ou pendentives

Os triângulos esféricos são superfícies que surgem nos ângulos das paredes e que fazem a transição de um polígono (quadrangular ou com maior número de lados) para o círculo de uma cúpula.

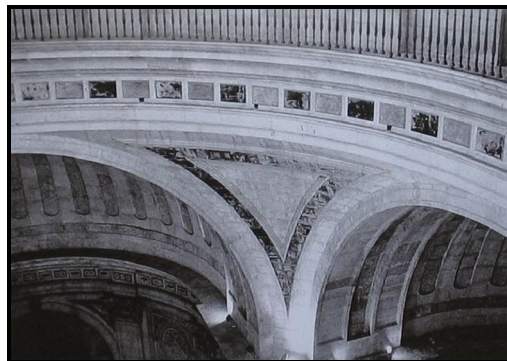
Estas superfícies encontram-se, com muita frequência, na arquitectura bizantina, passaram ao românico, depois à arquitectura renascentista e encontram-se ainda na actualidade.

Um exemplo destas superfícies, de que foi feita uma perspectiva, encontra-se na Igreja de Santa Sofia de Constantinopla.

Incluem-se imagens de cúpulas, da mesma natureza, existentes em Portugal.



**Fig. 135**



**Fig. 136**

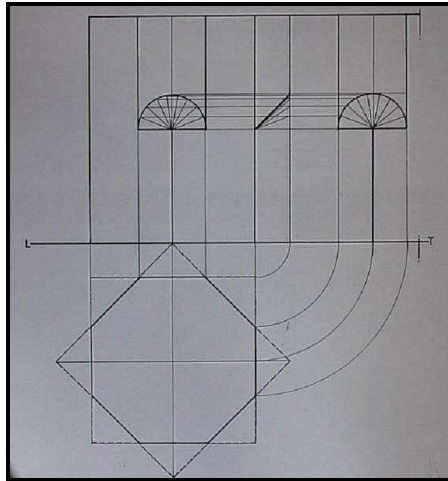
**Fig. 135** – Triângulos esféricos que suportam a cúpula da Igreja de N.<sup>a</sup> S.<sup>a</sup> do Carmo, em Évora.

**Fig. 136** - Triângulo esférico na Igreja de Santa Engrácia, em Lisboa.

### **1.3.2. Trompas cónicas**

A trompa cónica é uma superfície que permite estabelecer a transição de um polígono qualquer para uma abóbada esférica, servindo-lhe de apoio ou de reforço.

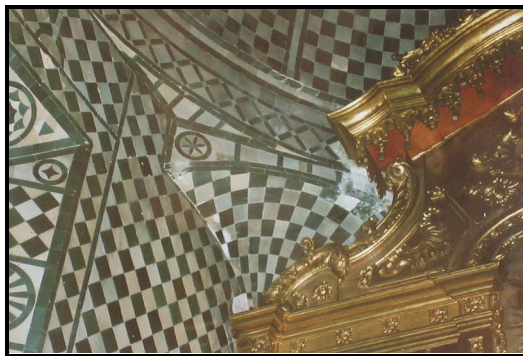
Esta transição é feita, geralmente, de uma planta quadrangular para uma octogonal, visto que a transição do octógono para o círculo se pode fazer sem superfícies intermédias.



**Des. 65** – Projecções frontal, horizontal e lateral de uma trompa cónica.

Esta característica de elemento de transição permite adaptar da melhor forma as cúpulas esféricas, ou outras, aos cruzeiros quadrados das igrejas ou de outros edifícios.

Construídas nos ângulos dos quadrados, as trompas cónicas são cones cuja directriz é o arco que liga dois lados do octógono subsequente, e cuja geratriz se apoia nesse arco e no vértice do quadrado.



**Fig. 137**



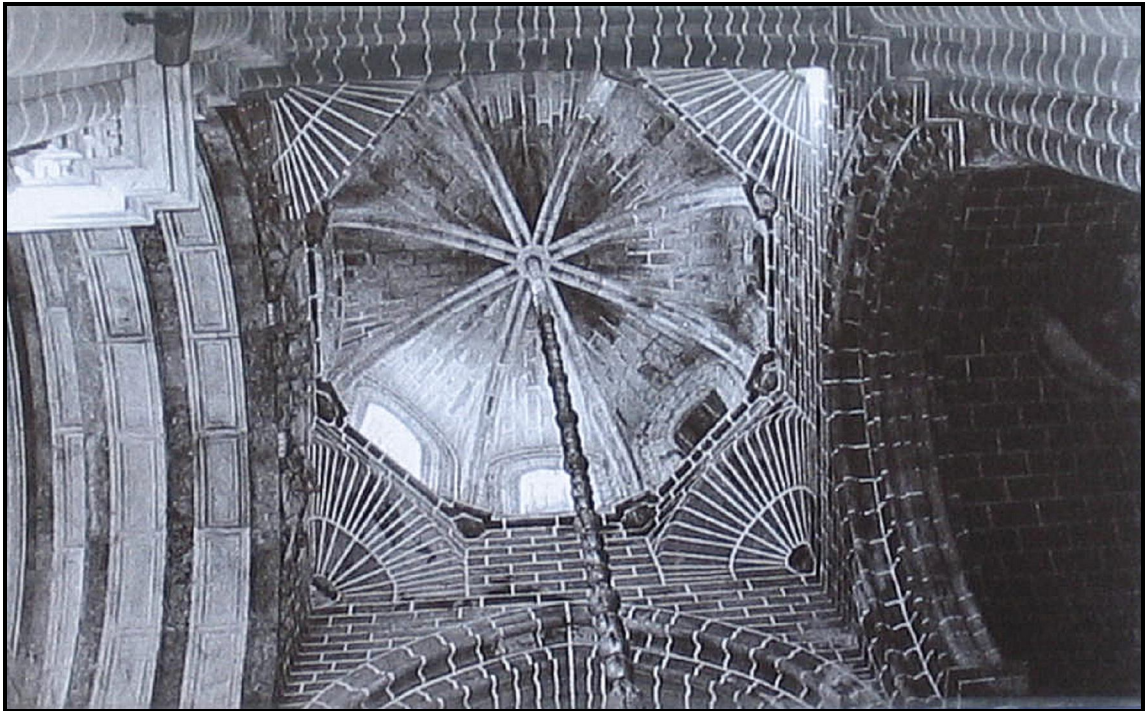
**Fig. 138**

**Fig. 137** – Trompa cónica de suporte da cúpula da Ermita de S. Brás, em Évora.

**Fig. 138** - Trompa cónica de suporte da cúpula octogonal, na Igreja de S. Mamede em Évora.

Trata-se de um elemento construtivo que se encontra com frequência em edifícios construídos de pedra, e podem citar-se como exemplos as trompas existentes nos cruzeiros das Sés de Évora e de Lisboa.

Na Sé de Évora encontram-se ainda duas trompas cónicas, uma no braço esquerdo do transepto e, outra, numa das paredes exteriores do claustro, mostrando outras aplicações destas superfícies nas suas funções de suporte.

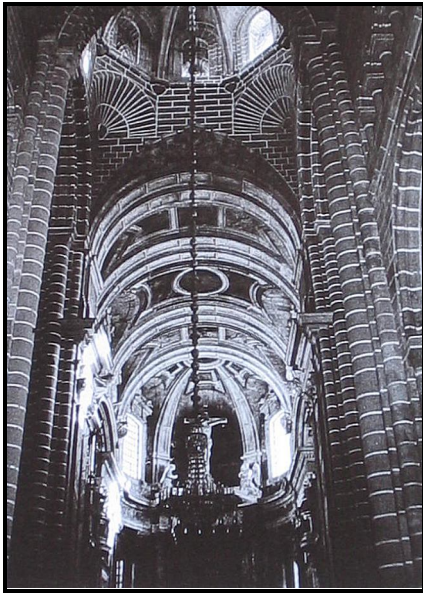


**Fig. 139** – Torre do cruzeiro octogonal apoiada em trompas cónicas, na Sé de Évora.

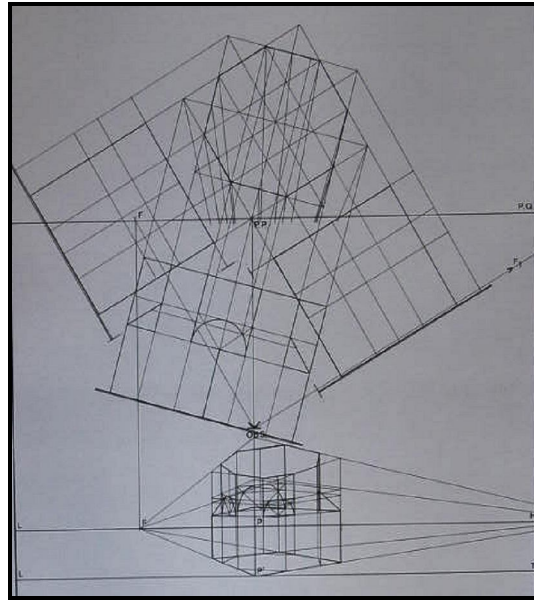
Estudou-se a trompa cónica no sistema de Monge. Deste modo obtiveram-se as projecções vertical, horizontal e lateral das trompas, que permitiram realizar a perspectiva oblíqua das mesmas.

Considerou-se o tambor octogonal de uma torre lanterna, com as suas quatro trompas cónicas e cujo desenvolvimento se pode observar na perspectiva elaborada.

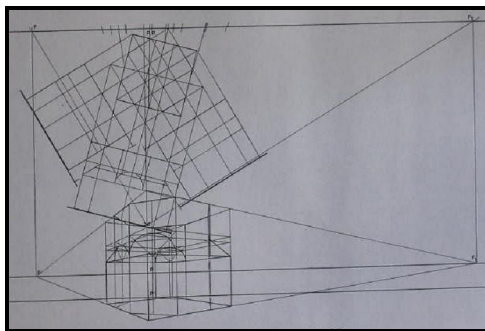




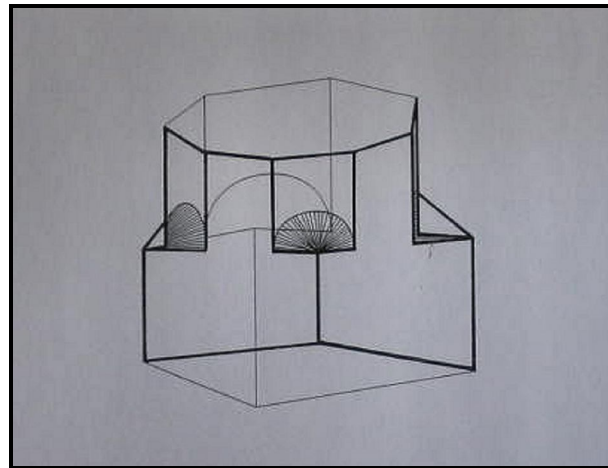
**Fig. 140**



**Des. 66**



**Des. 67**



**Des. 68**

**Fig. 140** – Aspecto global da Torre do Cruzeiro da Sé de Évora.

**Des. 66** – Traçado da perspectiva oblíqua de uma torre apoiada em trompas cónicas, situada no espaço real.

**Des. 67** - Traçado da perspectiva oblíqua de uma torre apoiada em trompas cónicas, situada no espaço intermédio.

**Des. 68** – Perspectiva da torre octogonal.



Fig. 141

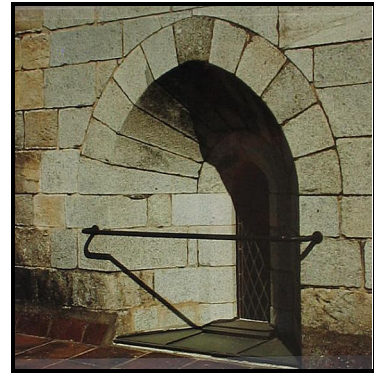


Fig. 142



Fig. 143

**Fig. 141** – Trompa cónica no cunhal sudoeste do claustro da Sé de Évora, lado exterior.

**Fig. 142** – Trompa cónica de uma janela, nas naveas laterais da Sé de Évora.

**Fig. 143** – Trompas cónicas existentes na Torre de Menagem, em Beja.

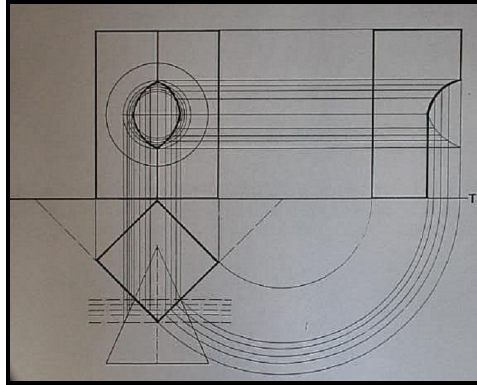
### 1.3.3. Trompa cónica em ângulo

Outro tipo de trompa cónica é o da que se situa num ângulo.

Esta trompa resulta da intersecção de um cone com um prisma quadrangular, em que o plano de perfil que contém o eixo do cone, contém em simultâneo o eixo do prisma.

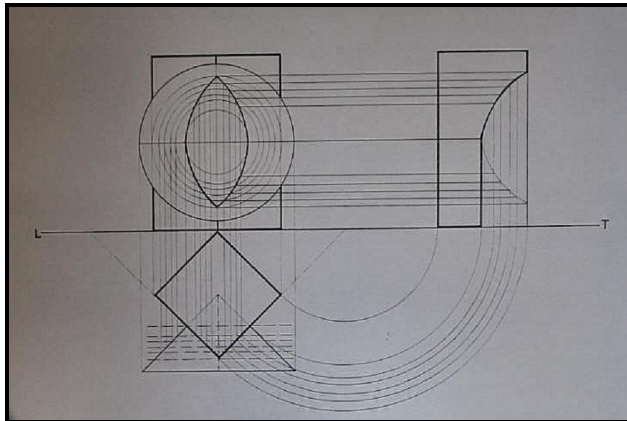
No sistema de Monge foram considerados dois casos:

a) Os planos que contêm as faces do prisma não são perpendiculares a nenhuma das geratrizes do cone, pelo que a secção obtida é constituída por arcos de elipse;

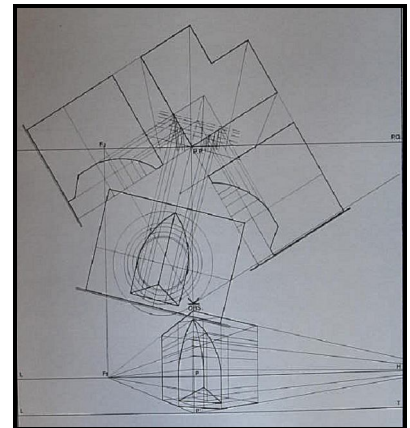


**Des. 69** – Intersecção de um cone com um prisma, em que as geratrizes do cone não são perpendiculares às faces do prisma.

b) Os planos que contêm as faces do prisma são perpendiculares a duas geratrizes do cone, o que vai originar uma secção definida por arcos de parábola.

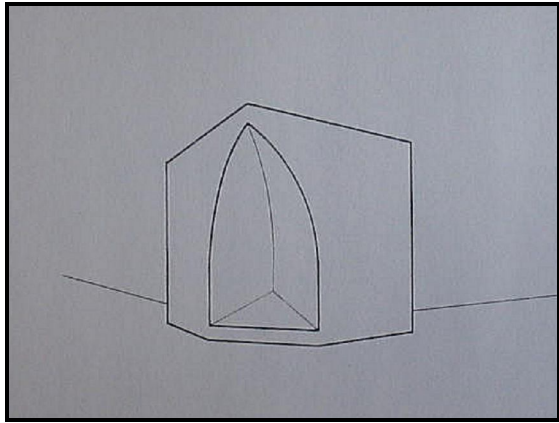


**Des. 70**

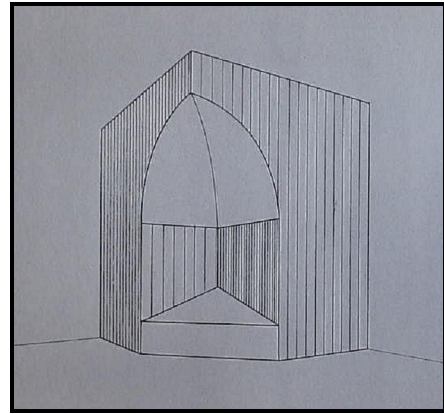


**Des. 71**





**Des. 72**



**Des. 73**



**Figs. 144**

**Des. 70** – Intersecção de um cone com um prisma, mas em que as geratrizes do cone são perpendiculares às faces do prisma.

**Des. 71** – Traçado da perspectiva de uma trompa cónica em ângulo.

**Des. 72** – Perspectiva de uma trompa cónica em ângulo.

**Des. 73** – Perspectiva de uma trompa cónica em ângulo.

**Figs. 144** – Dois aspectos de uma trompa cónica em ângulo, Vila nove de S. Bento, Distrito de Beja.

Foi em relação ao último caso que se elaborou a perspectiva de uma trompa cónica em ângulo, utilizando o método de dois pontos de fuga, com um ponto de vista alto.

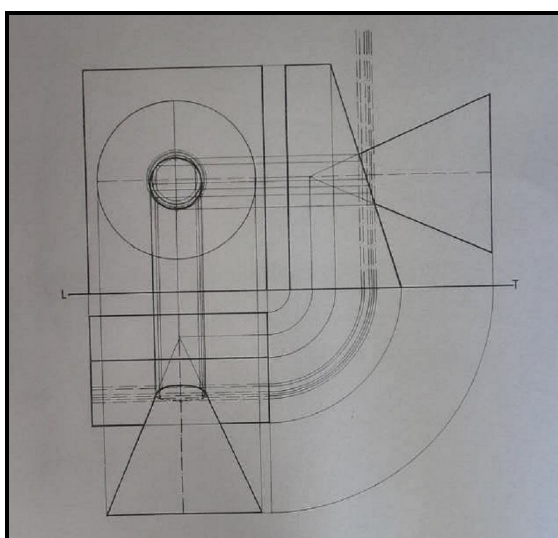
### 1.3.4. Trompa cónica em muro de talude



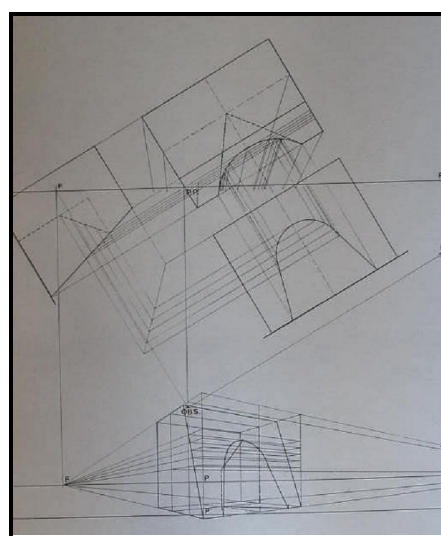
Esta trompa localiza-se num muro cujo pano exterior é oblíquo ao plano horizontal.

O plano que define o talude secciona o cone que dá origem à trompa, segundo todas as suas geratrizes, razão pela qual a secção que se obtém é oblíqua.

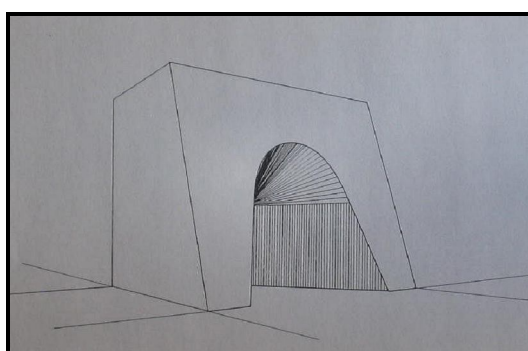
Feita a intersecção no sistema de Monge, para se obterem os elementos bidimensionais caracterizadores da trompa, foi elaborada uma perspectiva oblíqua da mesma, seguindo o método dos dois pontos de fuga.



**Des. 74**



**Des. 75**



**Des. 76**

**Des. 74** – Intersecção de um cone com uma superfície plana em rampa.

**Des. 75** – Traçado da perspectiva de uma trompa cónica num muro em talude.

**Des. 76** – Perspectiva de uma trompa cónica num muro em talude.

### **1.3.5. Trompa cilíndrica em cunhal**

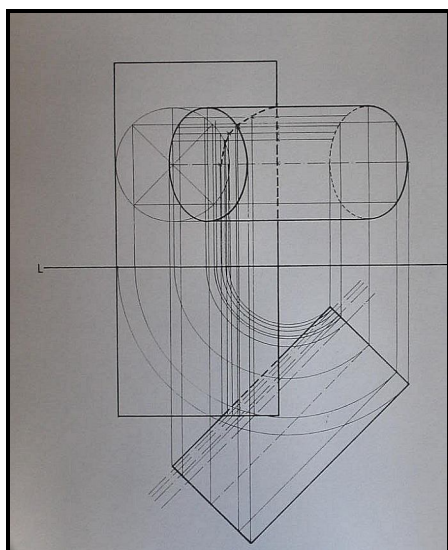
A sua utilização tem já muitos séculos e podem encontrar-se alguns exemplos em cunhais de edifícios construídos de pedra.

Normalmente o objectivo é o de facilitar a circulação, em particular se o edifício a que pertence se situar numa rua pouco ampla.

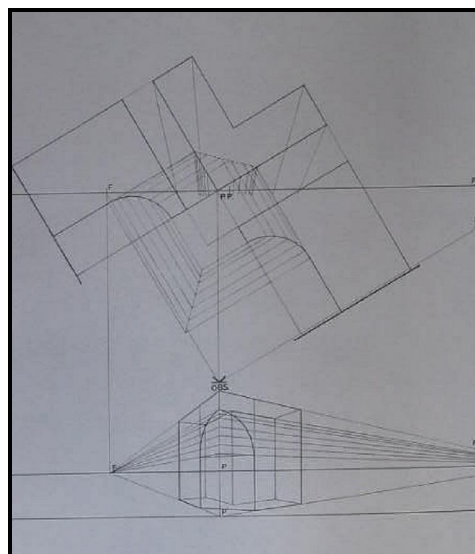
Pode ainda servir como suporte de uma varanda, ou ser utilizado como nicho, permitindo a colocação de uma imagem, como acontece no cunhal da torre sul da frontaria da Sé de Évora.

A trompa cilíndrica é gerada pela intersecção de um prisma quadrangular com um cilindro, cujas geratrizes fazem o ângulo pretendido com o prisma.

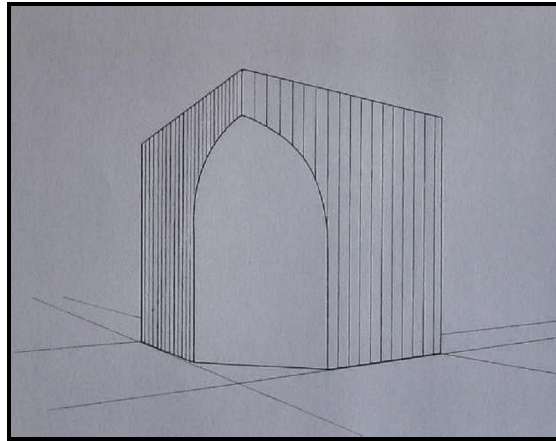
Determinou-se a intersecção e obtiveram-se a planta e o alçado da trompa cilíndrica. A partir destes elementos elaborou-se a perspectiva e nela se podem observar os arcos de círculo que constituem as curvas de intersecção do cilindro com o prisma.



Des. 77



Des. 78



**Des. 79**

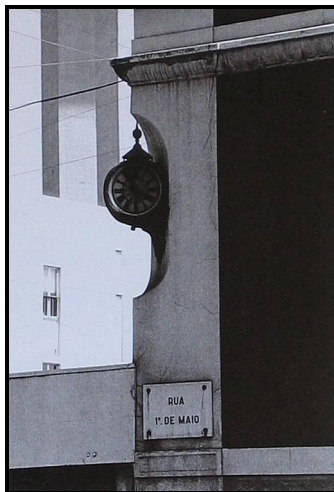
**Des. 77** – Intersecção de um cilindro com um prisma, segundo uma aresta deste.

**Des. 78** – Traçado da perspectiva de uma tropa cilíndrica em ângulo.

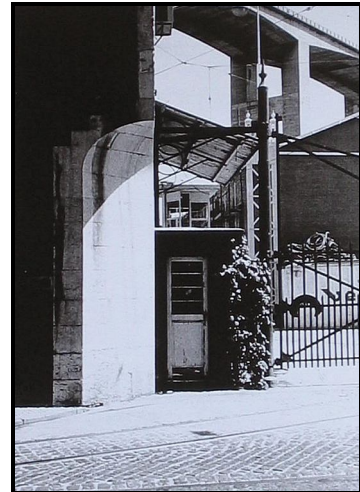
**Des. 79** – Perspectiva de uma tropa cilíndrica em ângulo.



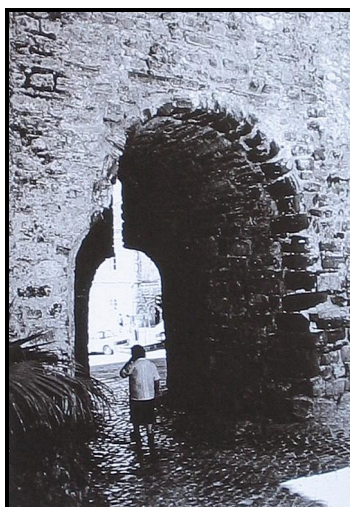
**Fig. 145**



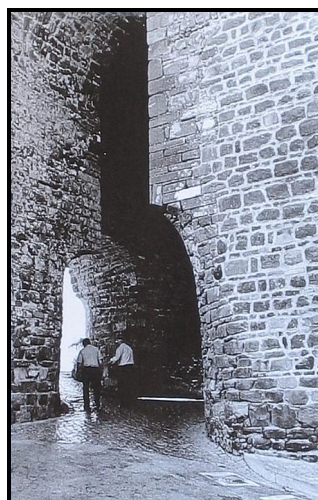
**Fig. 146**



**Fig. 147**



**Fig. 148**



**Fig. 149**



**Fig. 150**

**Fig. 145** – Trompa cilíndrica em ângulo, na Sé de Évora.

**Fig. 146** – Trompa cilíndrica em ângulo, na Rua 1ª de Maio, Lisboa.

**Fig. 147** – Trompa cilíndrica em ângulo, na Rua 1ª de Maio, Lisboa.

**Fig. 148** – Trompas cilíndricas em ângulo, na entrada do castelo de Silves.

**Fig. 149** – Trompas cilíndricas em ângulo, na entrada do castelo de Silves.

**Fig. 150** – Trompa cilíndrica em ângulo, na Rua do Patrocínio, Lisboa.

### 1.3.6. Trompa cilíndrica de suporte

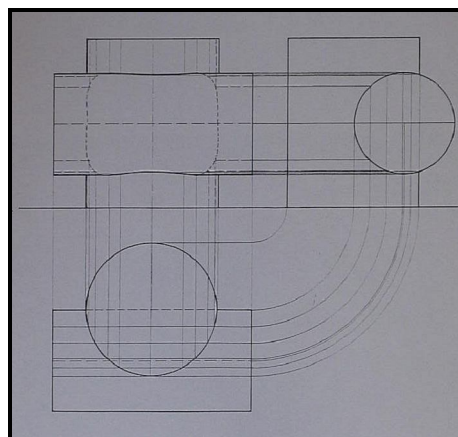
Esta trompa resulta da intersecção de dois cilindros, cujas geratrizes são perpendiculares.

Esta trompa adapta-se bem a superfícies curvas e pode servir para os mais diferenciados tipos de suporte, desde pequenas torres cilíndricas, a grossas colunas, e ainda com a função de mísulas.

Normalmente utiliza-se o teorema mencionado em 1.2.2.8., para proceder à intersecção dos cilindros.

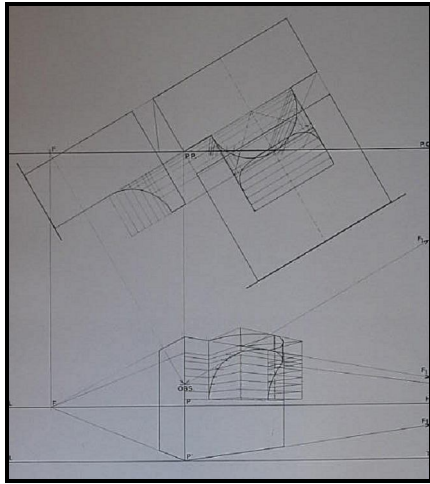
Esta intersecção é representada, no sistema de Monge, por curvas planas, mas, pode observar-se na perspectiva realizada que, no espaço, são empenadas.

Na Sé de Évora encontram-se vários exemplos de trompas cilíndricas. Os mais evidentes são as trompas que servem de mísulas aos arcos das duas capelas laterais à capela-mor.

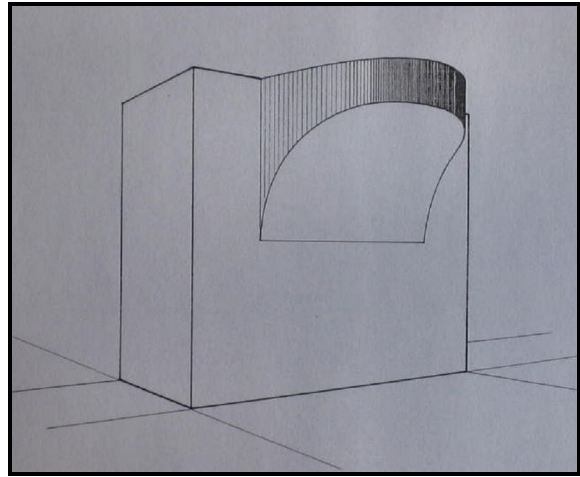


**Des. 80** – Intersecção de dois cilindros.





Des. 81



Des. 82



Fig. 151

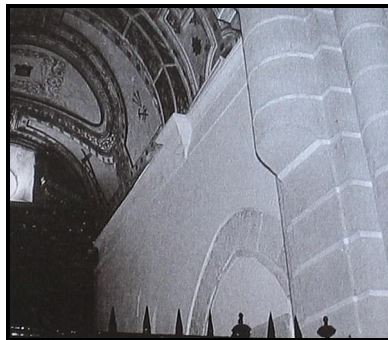


Fig. 152

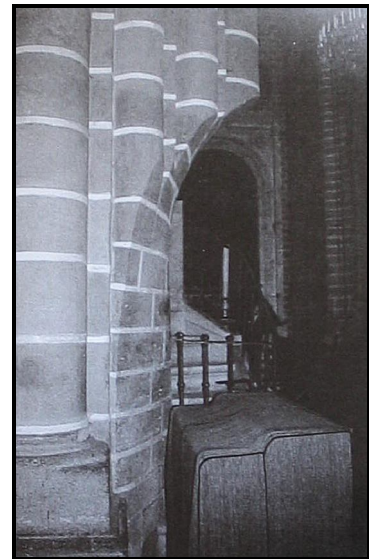


Fig. 153

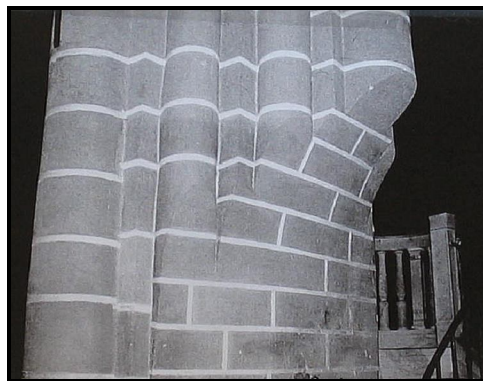


Fig. 154

Des. 81 – Traçado da perspectiva de uma trompa cilíndrica.

**Des. 82** – Perspectiva de uma trompa cilíndrica.

**Fig. 151** – Trompas cilíndricas nas Capelas laterais da Sé de Évora.

**Fig. 152** – Trompa cilíndrica com a função de mísula numa das Capelas laterais da Sé de Évora.

**Fig. 153** – Trompa cilíndrica no pilar do cruzeiro, para permitir o acesso ao púlpito, também na Sé de Évora.

**Fig. 154** – Outro aspecto da mesma trompa.

### 1.3.7. Escada helicoidal

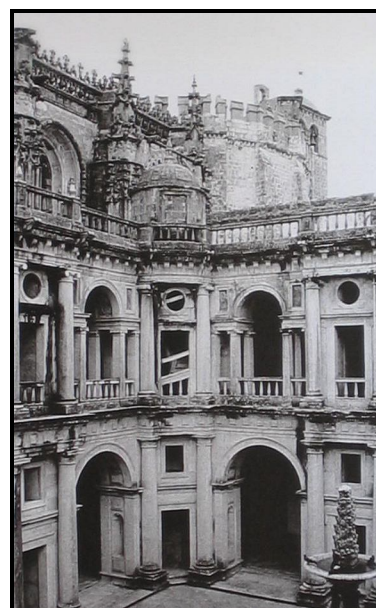
A escada helicoidal é muito utilizada, quando se pretende fazer o acesso entre pisos, e ocupar o mínimo espaço.

Desenhou-se uma escada que se encontra no claustro da Sé de Évora, e que faz a comunicação com o terraço.

Há exemplos muito interessantes, de escadas helicoidais no claustro de D. João III, do Convento de Cristo, em Tomar.



**Fig. 155**



**Fig. 156**

**Fig. 155** – Escada helicoidal, do claustro da Sé de Évora.

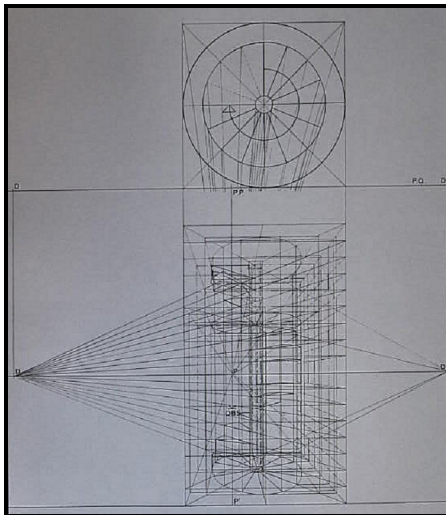
**Fig. 156** – Aspecto geral do Claustro de D. João III, no Convento de Cristo em Tomar.



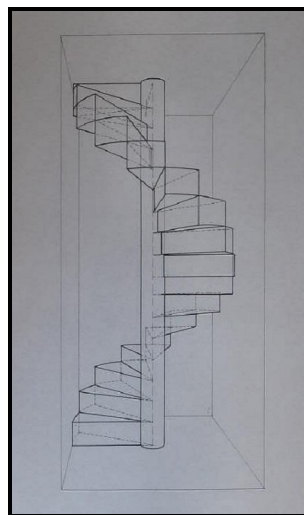
**Fig. 157**



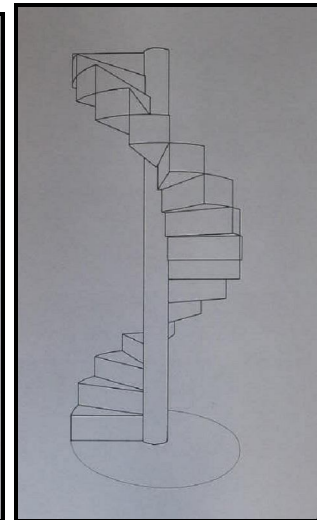
**Fig. 158**



**Des. 83**



**Des. 84**



**Des. 85**

**Fig.157** – Escada helicoidal existente no referido claustro do Convento de Cristo.

**Fig. 158** – Pormenor da mesma escada.

**Des. 83** – Traçado da perspectiva de uma escada helicoidal.

**Des. 84** – Perspectiva da escada helicoidal, com vista interior dos degraus.

**Des. 85** - Perspectiva da escada helicoidal.

#### **1.4. Superfícies significativas aplicadas a alguns monumentos históricos**

Fizemos referência a superfícies com interesse para o objecto deste trabalho considerando-as em si mesmas, embora sempre que possível ligadas a edifícios com as características de monumento histórico.

Vamos agora observar com atenção alguns desses edifícios e estudá-los em perspectiva linear de forma a salientar a percepção que se obtém, com esta forma de representação, das suas superfícies curvas, de revolução e empenadas.

Em primeiro lugar, estudamos edifícios que se situam no espaço da civilização ocidental, incluindo a fronteira com a civilização oriental, e depois, estudamos alguns edifícios do continente português, com especial incidência em Évora, tendo em vista a consideração posterior de uma hipótese de acção de salvaguarda.

#### **1.4.1. Túmulo de Atreu, Grécia**

O Tesouro de Atreu, ou Túmulo de Agamemnon, em Micenas, data aproximadamente de 1250 anos a.C.

É um túmulo em tholos formado por um corredor e uma câmara circular abobadada, com dimensões grandiosas. O corredor, murado, tem cerca de 36 metros de comprimento e 6 metros de largura e conduz a uma fachada com cerca de 10,5 metros de altura. Nesta fachada abre-se uma porta trapezoidal, com 5,4 metros de altura, com 2,4 metros na ombreira e 2,7 m na base. Esta porta dá acesso à câmara circular com 14,6 metros de diâmetro, fechada por uma falsa cúpula com 13,5 metros de altura, constituída por 33 fiadas regulares de pedras.

O aparelho utilizado no corredor murado é o rectangular isodomo, com a alternância de fiadas de pedras largas e estreitas, um dos vários tipos de aparelho utilizados pelos gregos.

Na falsa cúpula as pedras não são talhadas de modo a constituírem o interior da superfície regular de uma cúpula, mas são colocadas em fiadas



sobrepostas que, no sentido ascendente, se vão aproximando do eixo até ao fecho.

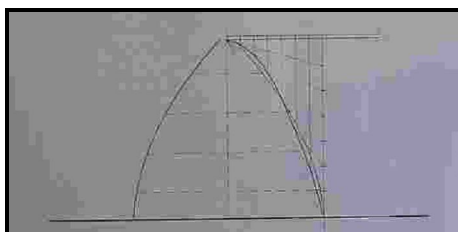
A superfície assim gerada aproxima-se muito de um parabolóide de revolução, como se pode constatar através da sobreposição do parabolóide, desenhado pelo método prático do traçado da parábola, com parâmetros semelhantes, ao corte esquemático da câmara.

A estereotomia da pedra tão rigorosa é invulgar nas construções da época, voltando a ser retomada mais tarde com a mesma mestria.

É de salientar também a dimensão do vão, que só será ultrapassado mais de um

Milénio depois com a construção do Panteão de Roma.

Como exemplo mais remoto de uma produção arquitectónica apresenta um interesse particular para este trabalho por a sua superfície de cobertura ganhar expressão com a representação em perspectiva.

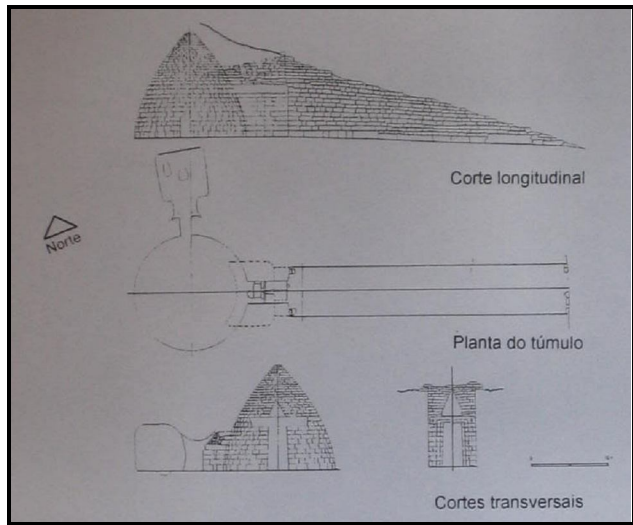
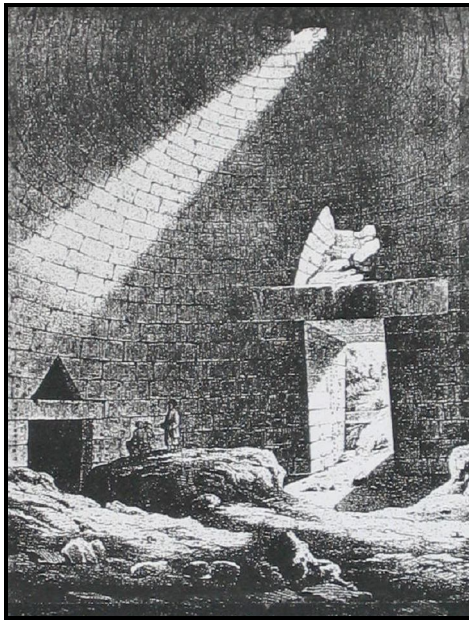


**Fig. 159** – Sobreposição de uma parábola e do corte do Túmulo de Atreu, para mostrar o desenvolvimento parabólico desta falsa cúpula.

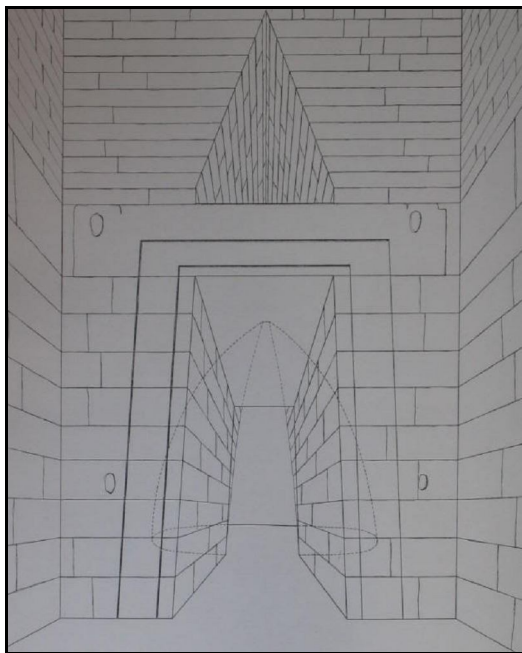
Tomamos como base de trabalho alguns desenhos constantes do " Le Grand Atlas de l'Architecture Mondiale " dirigido por Sir John Julius Norwich e o estudo em perspectiva foi feito com base em elementos de alçado, corte e planta, incluídos no livro " Encyclopedia of World Architecture ".<sup>36</sup>

Para a execução da perspectiva considerou-se o observador no corredor de acesso à câmara, próximo da sua entrada, para se obter uma noção mais próxima possível da realidade, no que respeita à parte exterior do túmulo, à estereotomia isodómica dos muros do corredor e da fachada.

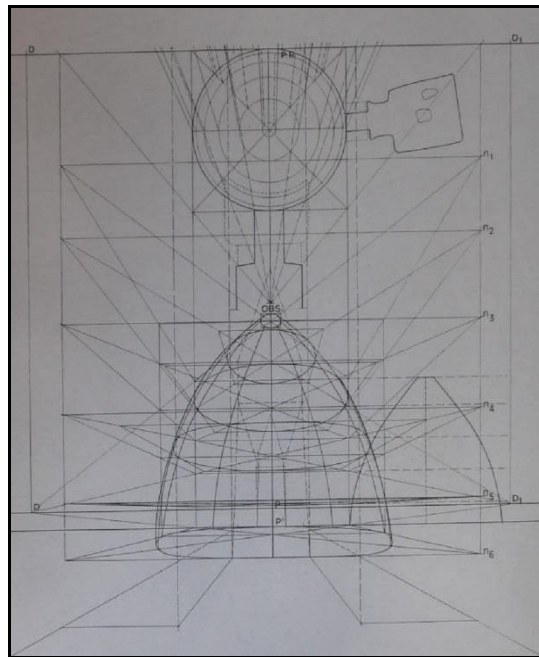
<sup>36</sup> Sir John Norwich, *Le Grand Atlas de l'Architecture Mondiale*, Réalisé par Encyclopedia Universalis, France, S.A. , 1988, p.135



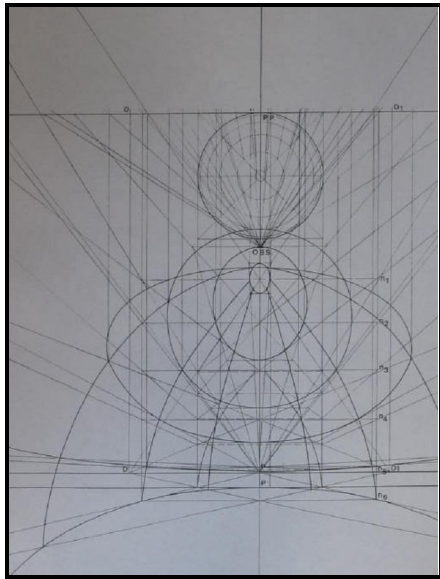
**Fig. 160** – Aspecto do interior do Túmulo de Atreu, segundo desenho de Edward Dodwell, entre 1801 – 1806.



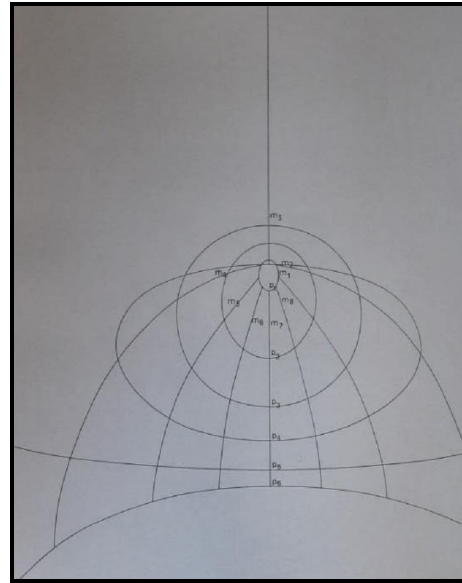
**Des. 86**



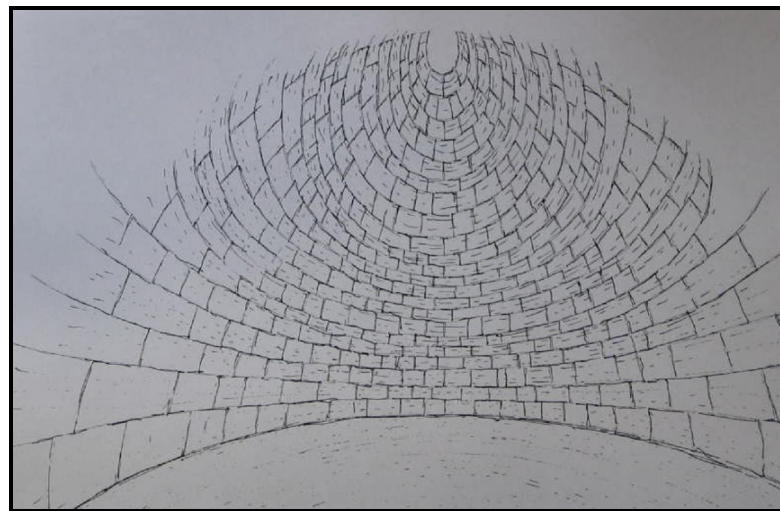
**Des. 87**



**Des. 88**



**Des. 89**



**Des. 90**

**Des. 86** – Perspectiva do acesso ao Túmulo de Atreu.

**Des. 87** – Perspectiva da falsa cúpula, como se fosse possível observá-la do exterior.

**Des. 88** – Perspectiva do interior da falsa cúpula.

**Des. 89** – Perspectiva do interior da falsa cúpula, definida por paralelos e meridianos.

**Des. 90** – Desenho do interior da falsa cúpula, com esboço de estereotomia.

Como este monumento surge apenas como exemplo de uma superfície de cobertura complexa não se fez uma perspectiva no interior da câmara e apenas se sugere a sua forma a tracejado sobreposto à perspectiva elaborada.

Para isso considerou-se que a câmara se situa no espaço intermédio em relação ao quadro o que permite uma noção próxima da realidade, apesar da maior divergência dos raios visuais.

Utilizou-se o método dos planos de nível e a inscrição dos círculos em quadrados para se obter a sua melhor definição.

Para se obter uma melhor expressão da superfície utilizou-se também o método dos meridianos.

Mostra-se também um desenho com o aspecto da estereotomia que o túmulo apresenta do exterior.

Para se mostrar como uma circunferência se apresenta em perspectiva como uma parábola aproximou-se o observador para que esta circunferência ficasse tangente ao plano neutro. Isto pode ser constatado em relação aos três planos de nível de menor cota.

Utilizou-se uma perspectiva à mão livre para apresentar o interior da superfície de cobertura da câmara.

#### **1.4.2. Panteão de Roma**

O imperador Adriano ao pretender criar um grande espaço coberto por uma cúpula, mandou reconstruir o Panteão que Agripa tinha mandado erigir, cerca de 25 a.C., decorrendo aquelas obras de 110 d.C. a 124 d.C.

O edifício é constituído por duas partes distintas e com uma conjugação algo difícil: a rotunda e o pórtico de colunas.

A rotunda é um cilindro de cerca de 43,5 metros de diâmetro interior, coberto por uma abóbada semiesférica com altura igual ao diâmetro, ou seja, trata-se de uma esfera de 43,5 metros de diâmetro inscrita no cilindro que é a rotunda.

A parte interior do Panteão é iluminada por um óculo de cerca de 8,5 metros de diâmetro.

A estrutura da cúpula é constituída por nervuras e arcos em tijolo, com enchimento com opus caementicium.



O intradorso da semiesfera encontra-se ornamentado por um reticulado de meridianos e paralelos, formando quadriláteros, os caixotões, em cinco filas de cofragens em direcção ao óculo e que contribuem para acentuar a noção de esfericidade e a importância da concavidade.

Este reticulado favorece a elaboração da perspectiva, pois adequa-se perfeitamente à utilização simultânea de dois métodos para se perspectivar uma esfera, o dos meridianos e o dos paralelos.

Esta estrutura foi tão bem concebida e realizada que conseguiu resistir quase inacta aos efeitos do tempo e das delapidações dos homens.

A cúpula tem espessura variável e vai diminuindo desde os 6 metros que apresenta nos rins, até ao 1,5 metros que tem na coroa.

O cilindro, ou tambor, suporte da cúpula, com 6 metros de espessura, repousa num anel de cimento de fundação com cerca de 7,3 metros de espessura, por 4,5 metros de profundidade.

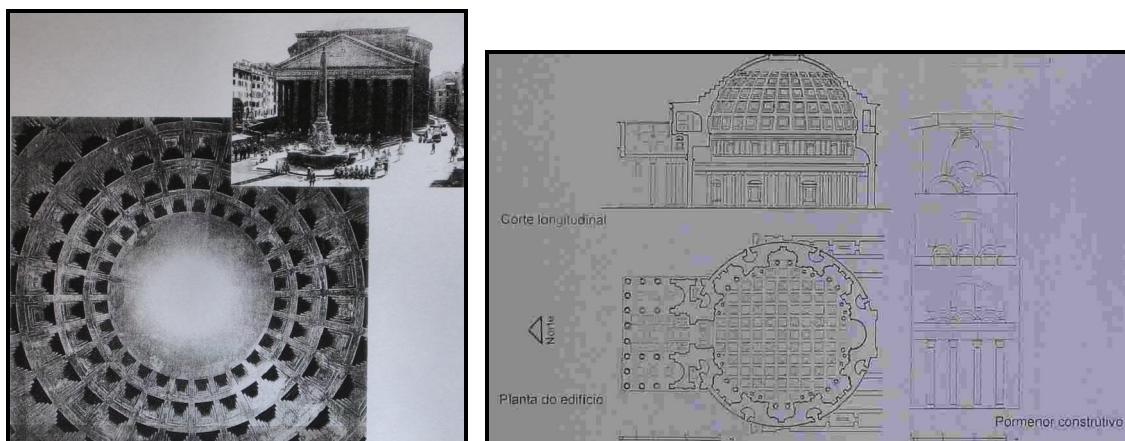
Esta parte encontra-se aligeirada devido à abertura de oito exedras de bases rectangulares e semicirculares. Duas destas exedras encontram-se no eixo principal que passa pela entrada.

A cúpula apoia-se alternadamente sobre pilares e sobre os arcos de descarga que se situam entre eles.

O pórtico de colunas é octástilo e é constituído por colunas coríntias monolíticas com cerca de 12,5 metros de altura e 4,5 metros de diâmetro na base.

O edifício foi convertido em igreja cristã, em 609 d.C., o que contribuiu para o seu bom estado de conservação.

Pode considerar-se como expoente entre as cinco maiores cúpulas existentes, sendo as outras: Santa Sofia de Constantinopla (da autoria de Anthemio de Tales e Isidoro de Mileto), Catedral de Florença (da autoria de Brunelleschi), São Pedro de Roma (desenhada por Miguel Ângelo e concluída por Giacomo della Porta), e Catedral de São Paulo, em Londres (da autoria de Sir Christopher Wren).



**Fig. 161** – Panteão de Roma. Aspectos do seu interior e exterior, e planta, corte e aspectos construtivos do mesmo.

Os objectivos da representação em perspectiva linear do Panteão romano são dois:

Mostrar, em termos de imagem, o seu espaço interior e evidenciar, em termos geométricos, incluindo a execução da perspectiva, os métodos utilizados para a determinação de circunferências que permitem representar uma semiesfera, vista por dentro.

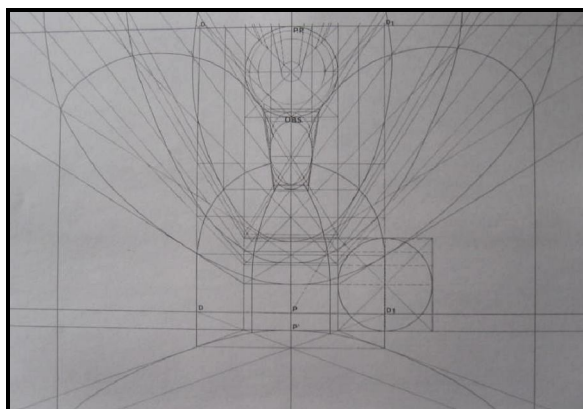
Para a elaboração da perspectiva recorreremos à planta e corte existentes no “ Encyclopedia of World Architecture ”.<sup>37</sup>

Considerou-se a rotunda colocada à frente do plano do quadro e tangente ao plano neutro. Desta forma a perspectiva da circunferência da base assente no plano do geometral é uma parábola, em virtude de a geratriz da semiesfera no ponto de tangência estar assente no plano neutro e, como tal, ser paralela ao plano do quadro, só o podendo encontrar no infinito.

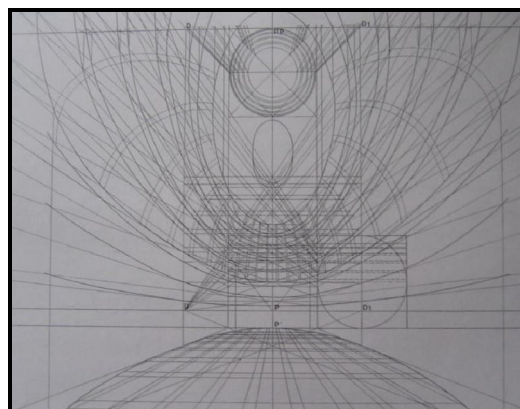
Para se transmitir uma noção mais real da curvatura da cúpula desenharam-se os caixotões que a ornaram e que, sendo definidos por paralelos e meridianos da esfera, permitem evidenciar a utilização destes métodos para a sua definição.

<sup>37</sup> Henri Stierlin, *Encyclopedia of World Architecture*, Colónia, Benedikt Taschen Verlag GmbH, 1994, p.81

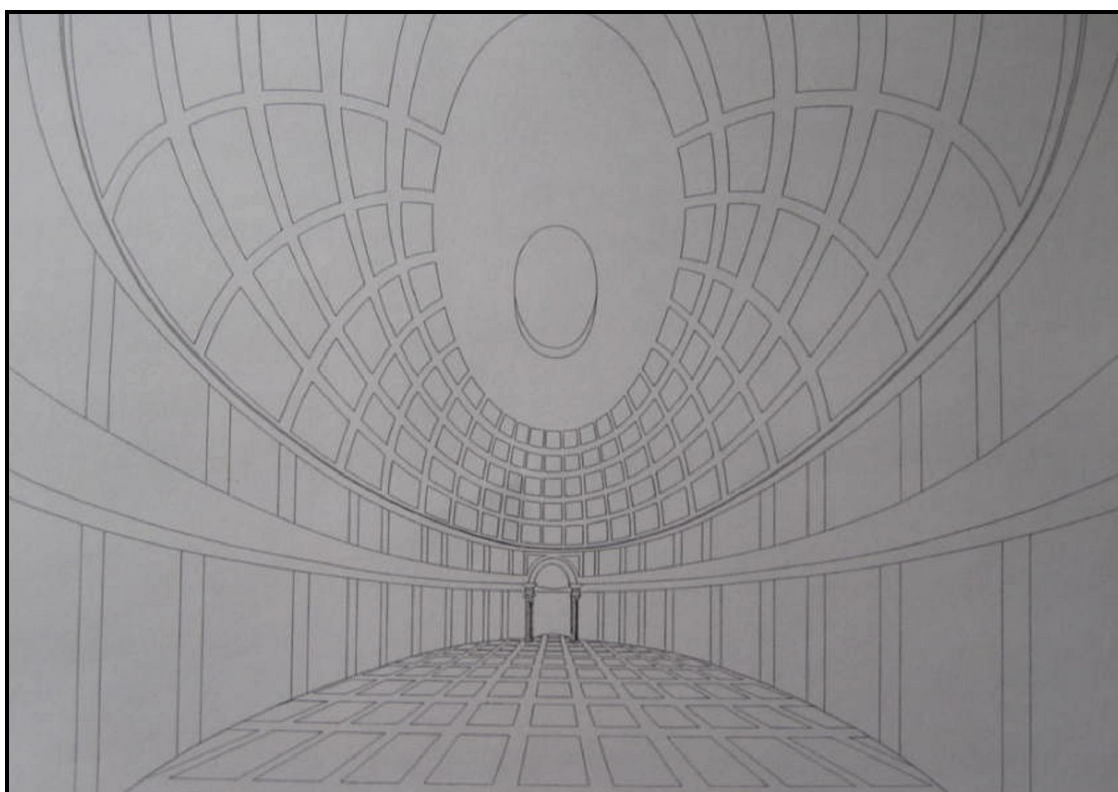
Esta perspectiva pretende também estabelecer um paralelo com a perspectiva feita por Rafael e que, durante muito tempo, foi um modelo, e cuja imagem se apresentou, no capítulo 2º do presente trabalho.



**Des. 91**



**Des. 92**



**Des. 93**

**Des. 91** – Perspectiva da cúpula do edifício.

**Des. 92** – Perspectiva dos meridianos e paralelos que definem os caixotões da cúpula esférica.

**Des. 93** – Perspectiva esquemática do interior do Panteão de Roma.

### **1.4.3. Santa Sofia de Constantinopla**

Foi mandada construir pelo imperador Constantino, em 360 d.C., não só para satisfazer as necessidades de culto da nova religião cristã, mas também para como afirmação do seu poder.

Destruída por um grande incêndio em 532, foi mandada reconstruir e foi tal o empenho do imperador Justiniano que pôde ser sagrada em fins de 537, o que lhe permitiu produzir uma histórica expressão: " Glória a Deus que me julgou digno de construir uma tal obra. Venci-te Salomão! ".<sup>38</sup>.

Justiniano encarregou os arquitectos Isidoro de Mileto e Anthemio de Thales de erigir esta igreja grandiosa cuja planta se insere num rectângulo de 76 metros, por 67 metros e é constituída por um nartece e um corpo central quadrangular com pátio; num dos lados há um absidiolo. Este quadrado tem inscrito um outro quadrado menor, de 31 metros de lado, que é definido por quatro grandes pilares que servem de suporte à grande cúpula e esta apoia-se, nos seus flancos norte e sul em semicúpulas que transmitem os seus empuxos aos contrafortes laterais.

Estas semicúpulas encontram-se com a cúpula principal segundo o eixo longitudinal, que contém a entrada, orientado no sentido nascente – poente, e estão, por sua vez ligadas a outras três semicúpulas que cobrem as exedras. Desta forma, o espaço cultual é bastante amplo, ao mesmo tempo que os esforços ficam mais distribuídos.

Sobre os quatro pilares apoiam-se quatro grandes arcos de volta inteira. Sobre os fechos destes arcos repousa a cúpula, cujo diâmetro é igual ao lado do quadrado.

Os espaços da cúpula, entre os seus pontos de apoio nos arcos, são preenchidos por superfícies côncavas e triangulares, características do estilo bizantino.

Como se vê, a diferença estrutural entre esta cúpula e as que foram construídas pelos romanos é que estas distribuíam todos os esforços sobre paredes contínuas de apoio obrigando-as a um espessura acentuada, e as

---

<sup>38</sup> Augusto Fuschini, *A Architectura da Edade Média*, p. 67



cúpulas bizantinas dirigiam os esforços sobre quatro pontos de apoio, permitindo amplos vãos.

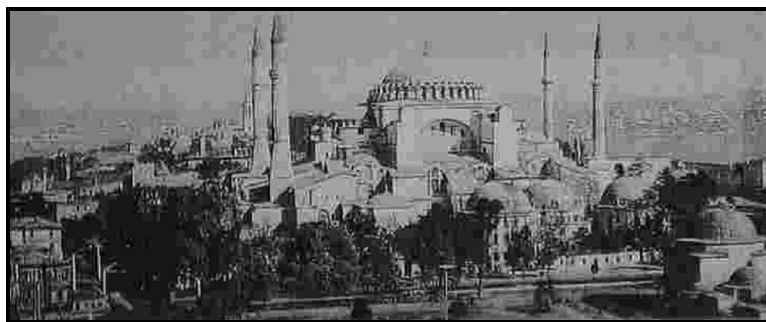
A cúpula, que se eleva a uma altura interior de 55 metros acima do solo, é constituída por quarenta nervuras, para aligeirar o seu peso e onde se abre igual número de janelas. Estas proporcionam uma iluminação difusa muito convidativa ao recolhimento.

A boa conservação desta igreja até à actualidade essencialmente, à qualidade dos materiais de construção. As paredes foram construídas em alvenaria de pedra, os quatro grandes pilares também de pedra cuidadosamente talhada, ligadas com cimento e gatos de ferro.

As fiadas de pedra assentam sobre lâminas de chumbo para permitir uma repartição dos esforços mais uniforme.

Para a elaboração da perspectiva considerou-se o edifício situado no espaço intermédio, para proporcionar uma perspectiva semelhante à que teria um observador ao entrar na igreja, apesar das distorções.

Inscreeveu-se a planta da igreja num rectângulo envolvendo a grande cúpula e as semiesferas laterais e encostou-se ao plano do quadro.



**Fig. 162** – Vista global da Igreja de Santa Sofia de Constantinopla.

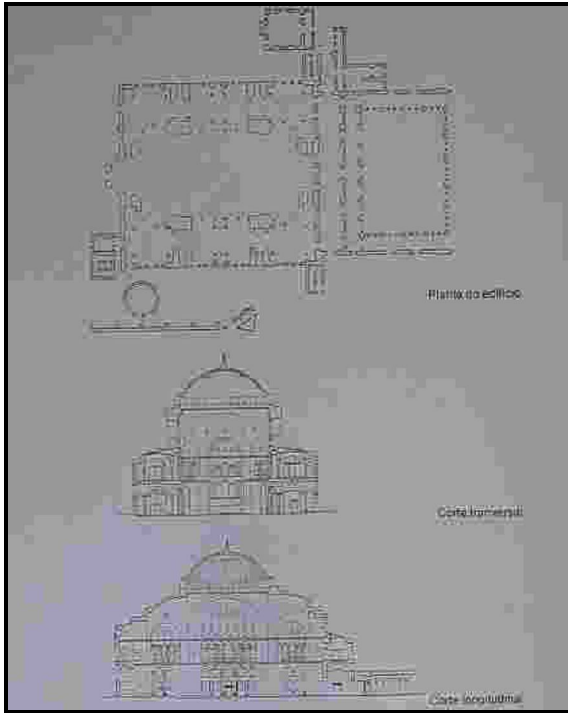
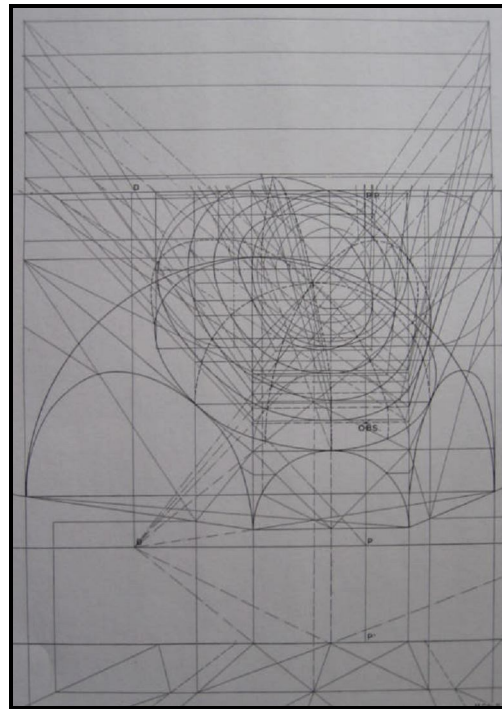
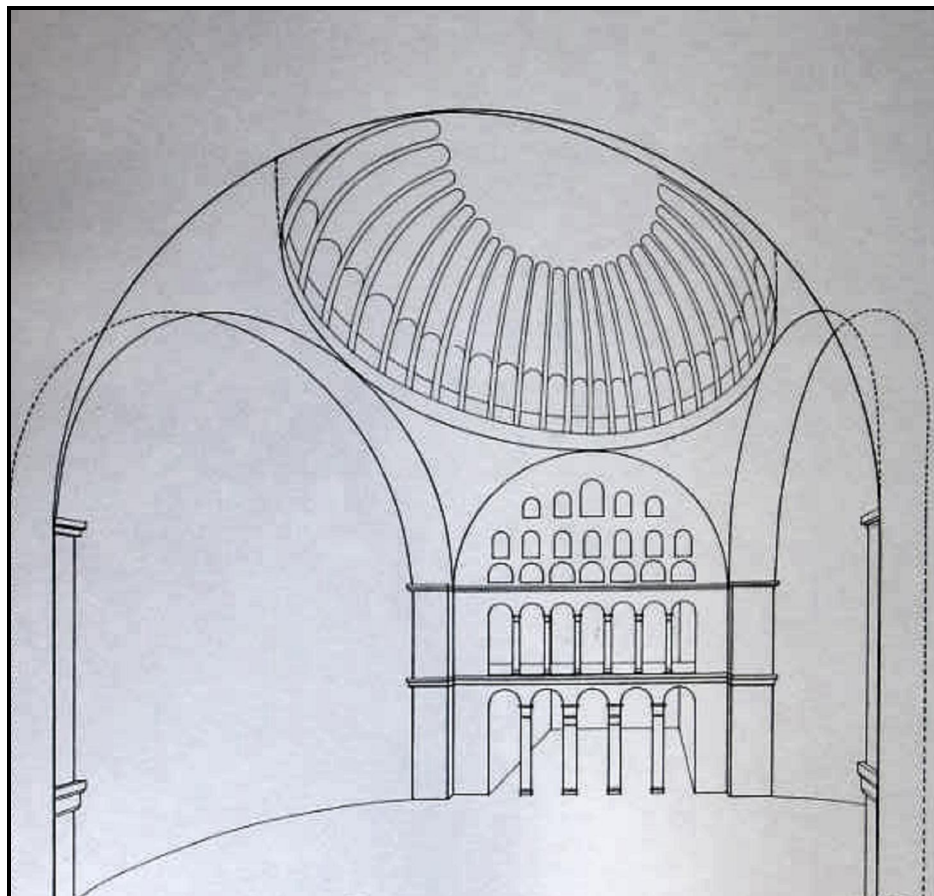


Fig. 162 a



Des. 94



Des. 95

**Fig. 162 a** – Planta e cortes da Igreja de Santa Sofia.

**Des. 94** – Perspectiva da cúpula através da utilização de planos de nível.

**Des. 95** – Perspectiva do interior da Igreja de Santa Sofia de Constantinopla.

O observador colocado a uma altura considerável, tem uma visão mais nítida dos triângulos esféricos.

Na perspectivação dos triângulos esféricos teve-se em conta que os conjuntos dos vértices superiores, e dos arcos compreendidos definem o círculo inferior de cúpula, e que os vértices correspondem ao topo dos pilares.

Assinalam-se os pontos de distância inteira, um deles situados do lado esquerdo, que é visível, e o do lado direito apenas apercebido.

Em desenho, mostra-se o interior da Igreja de Santa Sofia, sem aparecerem representadas as linhas de construção da perspectiva, de modo a poder ver-se a semiesfera da cúpula com os seus gomos, meridianos, os triângulos esféricos, os grandes arcos de apoio da cúpula e ainda um dos alçados do interior da igreja.

Os edifícios que vão ser estudados a seguir pertencem ao património arquitectónico português, encerram superfícies do tipo que é objecto do nosso estudo, merecem a maior atenção no que respeita à sua salvaguarda tanto do ponto de vista da sua conservação, como de um eventual restauro.

A última razão associada ao facto de Évora pertencer ao Património Mundial, desde 1986, apontou para que a escolha recaísse nos edifícios desta cidade, pois devem merecer cuidada atenção de todos nós.

#### **1.4.4. Sé de Évora**

Começamos pelo edifício que caracteriza o perfil da cidade, a sua Sé, e que é o monumento de maior projecção.

A Sé de Évora, dedicada a Santa Maria, tal como todas as catedrais medievais do país, teve o início da sua construção primitiva situado cerca de 1186<sup>39</sup>, atribuindo-se os seus fundamentos ao bispo D. Paio.

Sagrada no ano 1204, por D. Soeiro, presume-se, porém, que o edifício actual date de uma época posterior, cerca de 1280, e que tenha sido concluído ao redor de 1340.<sup>40</sup>

A Sé de Évora é a maior das catedrais portuguesas, com um comprimento exterior de 80 metros. De largura ampla, 23,30 metros, tem também uma altura significativa, cerca de 19,05 metros na sua nave central.

Certamente, inspirada na Sé de Lisboa <sup>41</sup>, apresenta, no entanto, características já protogóticas, tais como, as abóbadas de berço quebrado e a iluminação, mais profusa.<sup>42</sup>

A Sé tem sido descrita quase sempre do ponto de vista da História da Arte e muitas dessas descrições, de grande erudição, são de recorte literário excelente. Por esse motivo, não nos propomos enveredar por um caminho diferente da área em que trabalhamos e em que a nossa contribuição não poderia ser muito significativa.

Parece, no entanto, interessante observar como António B. Gromicho<sup>43</sup> deu uma excelente ideia numa palestra que realizou e foi publicada no Boletim " Cidade de Évora " de Dezembro de 1943: " A Sé, coroa condigna desta urbes, rainha graciosa, fundada logo no começo da monarquia, fala-nos da conquista da cidade por Geraldo em 1165 ou 1166 com brasão altaneiro incrustado nos seus muros; desprende-nos à vista como a fé de todas as gerações se traduziu em obras-primas e dispare; mostra-nos entrelaçados e por vezes confundidas as mais variadas escolas de arte: arquitectura romano-gótico, na estrutura geral, gótico puro no claustro do (séc. XIV), renascença do séc. XVI no côro, nos órgãos, na capela do

---

<sup>39</sup> Pedro Dias, *A Arquitectura Gótica Portuguesa*, Lisboa, Editorial Estampa, 1994, p. 66

<sup>40</sup> Virgolino Ferreira Jorge, *Der Dom von Évora – Sein Stellung in der Mittelalterlichen Architektur Portugals*, Dissertação de Doutoramento, Freiburg, 1983, p.II

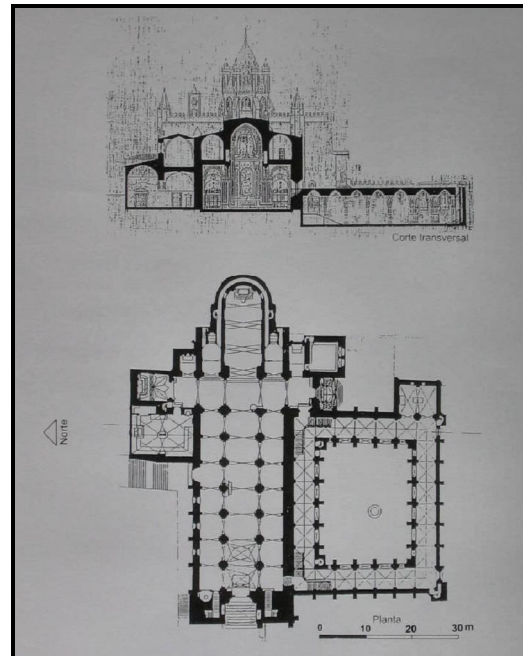
<sup>41</sup> Jorge H. P. da Silva, *Páginas de História de Arte*, Lisboa, Editorial Estampa, 1986

<sup>42</sup> Reynaldo dos Santos, *Oito Séculos de Arte Portuguesa – História e Espírito*, (2) (3 vol.), Lisboa, Empresa Nacional de Publicidade, s/d, p. 30

<sup>43</sup> Dr. António Bartolomeu Gromicho, Boletim nº 5, da Comissão Municipal de Turismo de Évora, " A Cidade de Évora ", " Évora – Rainha da Arte e do turismo 1943, p. 37



Esporão, renascença joanina (séc. XVIII), na capela-mor de mármore inverosímeis; na escultura, oferece-nos o apostolado do portal, (séc. XIII), os evangelistas do claustro, (séc. XIV), a Senhora do Ó ou do Anjo (séc. XII) que nos recorda o dador, Afonso Henriques, e o Anjo, em frente, de Olivier de Gand; na pintura, revelou-nos uma rica colecção de primitivos na exposição do Liceu pelo I Centenário em 1941; na ourivesaria, na paramentaria exhibe-nos peças de valor incalculável. A Sé de Évora é, sem dúvida, pela sua história e pela sua opulenta riqueza a mais vasta e a mais bela de todo o Paiz. “



**Fig. 163** – Fachada da Sé de Évora e corte e planta, do mesmo edifício.

#### **1.4.4.1. Superfícies**

Na Sé, cujo valor arquitectónico é considerado significativo no quadro das nossas catedrais, centramos a atenção, essencialmente, nas superfícies que podem ser objecto deste estudo.

No alçado ocidental deparamos, na torre sul, na sua esquina de acesso ao nartece de entrada, com uma pequena trompa cilíndrica, que se supõe tenha tido a função de nicho.

Vazados nas faces das torres viradas para o nartece encontram-se dois arcosólios, em arco quebrado, tendo o da torre sul uma moldura em arco trilobado.

O nartece, de planta rectangular, é coberto por uma abóbada de ogivas cruzadas.

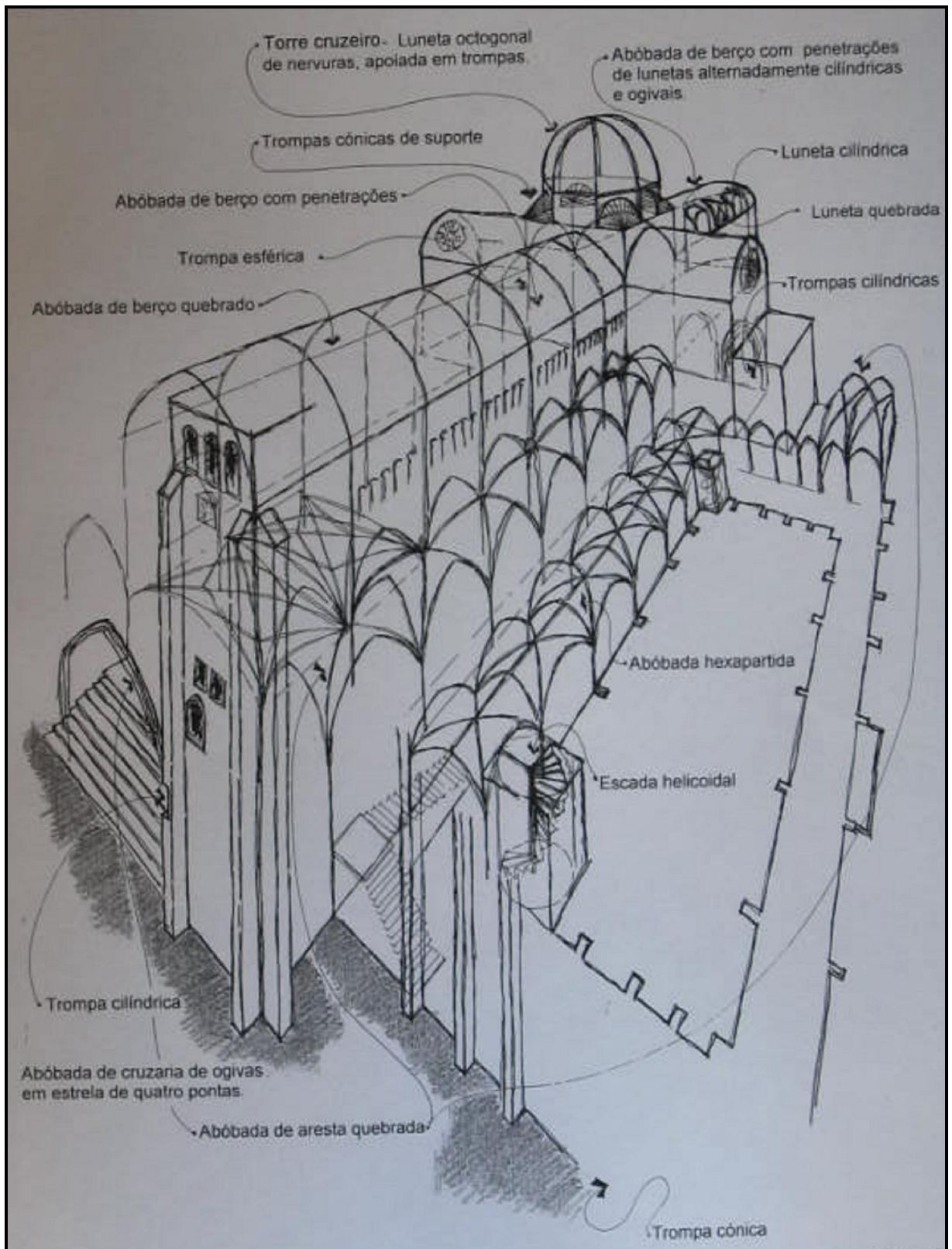
Ao entrar no templo deparamos, na nave central, com duas abóbadas em cruzaria de ogivas, formando estrelas de quatro pontas, nos dois primeiros tramos, que suportam o coro-alto, e, nos seguintes cinco tramos, observamos uma abóbada de berço quebrado, apoiada em robustos cintos.

As naves colaterais são cobertas por abóbadas de arestas ogivais, ambas ao mesmo nível, com excepção do primeiro tramo da nave do lado sul, que tem uma abóbada de aresta em arco abatido, que se desenvolve a menor altura, em consequência da escada que conduz à parte superior, onde, actualmente, se encontra o museu da sé.

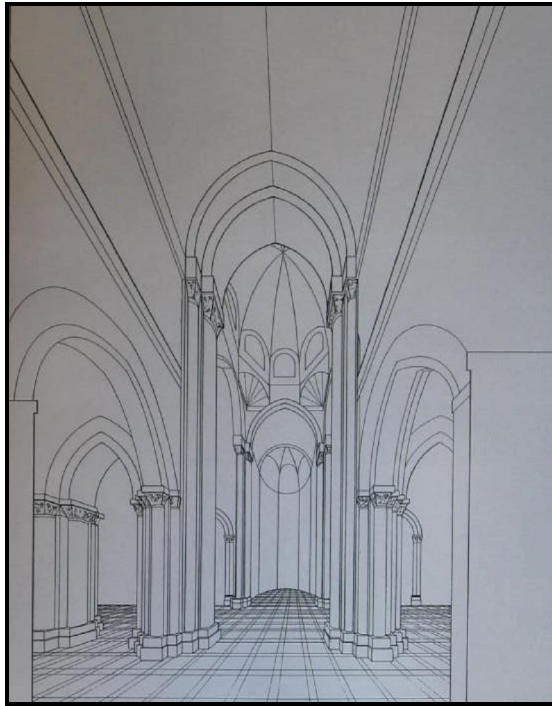
Nos alçados norte e sul observam-se frestas cuja parte superior é constituída por trompas cónicas.

Chegados ao transepto, a nossa vista é atraída pela torre cruzeiro, que nasce de um corpo quadrangular, em cujos vértices surgem trompas cónicas de suporte a quatro faces do octógono em que a torre se eleva.

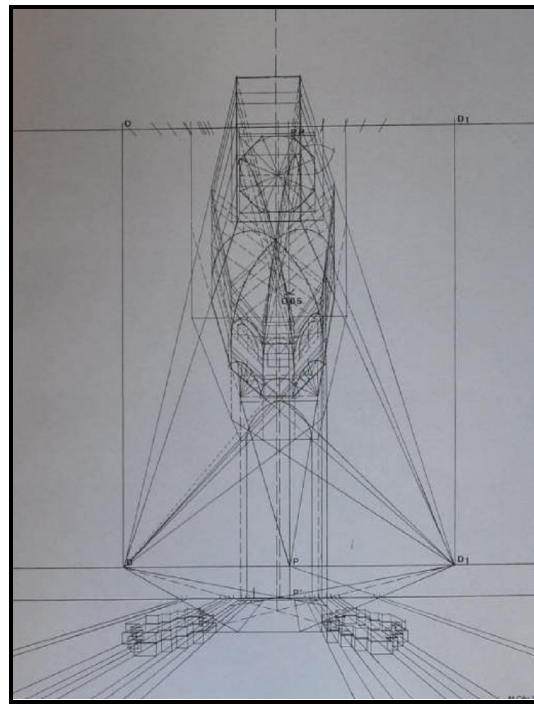
A cobertura desta torre é uma abóbada de cruzaria de ogivas (abóbada de lunetas octogonal).



Des. 96



**Des. 97**



**Des. 98**

**Des. 96** – Perspectiva esquemática da Sé de Évora, com definição das suas principais superfícies.

**Des. 97** – Perspectiva global da Sé de Évora.

**Des. 98** – Traçado da perspectiva da Torre do Cruzeiro, e das trompas cónicas de suporte.

Continuamos para a Capela-mor, que é coberta por uma abóbada de berço

E, no braço norte do transepto, encontra-se a capela do Esporão, coberta por uma abóbada de cruzaria de ogivas estrelada de oito pontas.

Na transição do braço do transepto para a capela do Esporão encontra-se, com função de suporte, logo abaixo do trifório, uma secção de superfície esférica.

No topo sul do transepto encontra-se a porta do Sol e, na parte exterior desta, existe uma abóbada de cruzaria de ogivas estrelada.

A cobertura dos absidiolos adjacentes à capela-mor é em abóbada de berço de

Penetrações, guarnecidas de talha dourada, e, nos absidiolos extremos, a cobertura é feita em abóbada de berço.



Os arcos torais destes absidiolos apoiam-se em trompas cilíndricas que desempenham também a função de mísulas, e, nas suas paredes de topo, encontram-se secções de superfícies cónicas envolvendo os óculos de iluminação. Estes óculos vistos pelo exterior são envolvidos por troncos de cone.

O pilar sul do cruzeiro foi desbastado em forma de trompa cilíndrica, para manter a sua função estrutural e permitir a instalação da escada de acesso ao púlpito.

Depois de observado o interior da catedral podemos dirigir-nos ao claustro, onde também podem encontrar-se superfícies aparentadas com aquelas que acabamos de descrever.

Assim, as coberturas do claustro são abóbadas de cruzaria de ogivas cruzadas de oito panos e a capela do fundador tem como cobertura uma abóbada de arestas ogivais.

Para acesso ao terraço existem quatro escadas helicoidais.

No lado exterior do alçado meridional do claustro, junto da escada próxima da Capela do Fundador, existe uma trompa cónica como superfície de transição.

Também nesta alçado se rasgam duas janelas de arco quebrado cujas superfícies superiores são secções de trompas cónicas.

#### **1.4.4.2. Perspectiva**

Por se tratar de um edifício com uma grande abundância de formas geométricas, para além de uma perspectiva de conjunto, que procura transmitir

Uma sensação idêntica à que tem um observador no local foram elaboradas outras respeitantes a pequenos troços de superfícies.

Apresenta-se a perspectiva da torre cruzeiro, com a sua cúpula de arco quebrado, sobre o tambor octogonal, por sua vez apoiado em trompas cónicas que permitem a transição para o quadrado do cruzeiro.

Foi também elaborada a perspectiva de um troço da abóbada de ogivas do claustro, bem como a perspectiva de uma das escadas helicoidais de acesso ao terraço.

Desenhou-se, ainda, a perspectiva do arco quebrado das capelas colaterais da cabeceira da Igreja, que assenta em trompas cilíndricas, com o papel de mísulas.

#### **1.4.4.3. Alterações posteriores**

Para obstar à ruína de alguns elementos de cantaria que se achavam gravemente afectados pelo salitre foi feito, em 1699, o revestimento com argamassa, das naves, pilares e abóbadas, sob a direcção do arquitecto João Nunes Tinoco.

As capelas laterais do séc. XVII foram mandadas decorar, em 1690, pelo arcebispo D. Frei Luis da Silva e foram, mais tarde retiradas.

Em 1718<sup>44</sup> foi demolido o presbitério e, em 1721, teve início a construção da

Actual capela-mor, com desenho de João Frederico Ludovice.

Em 1814, dois lanços do claustro foram destruídos para darem lugar a novas salas e vestiarias.

Em 1921, procedeu-se à limpeza e desaterro internos do claustro, promovidos pelo Grupo Pró-Évora.

#### **1.4.5. Igreja de S. Francisco**

A Igreja de S. Francisco foi mandada erigir por D. João II, cerca de 1480, mas só foi concluída durante o reinado de D. Manuel I.

Tratando-se de uma igreja de grandes dimensões, com nave única, é no dizer de Mário T. Chicó<sup>45</sup>: “ Um monumento único profundamente original,

---

<sup>44</sup> Túlio Espanca, *Inventário Artístico de Portugal*, Concelho de Évora, VII, Lisboa, Academia Nacional de Belas Artes, 1966, p. 30

<sup>45</sup> Túlio Espanca, *Inventário Artístico de Portugal*, Concelho de Évora, VII, Lisboa, Academia Nacional de Belas Artes, 1966, p. 30

devido às novidades introduzidas no país, e ao modo como as conjuga com as fórmulas tradicionais. “

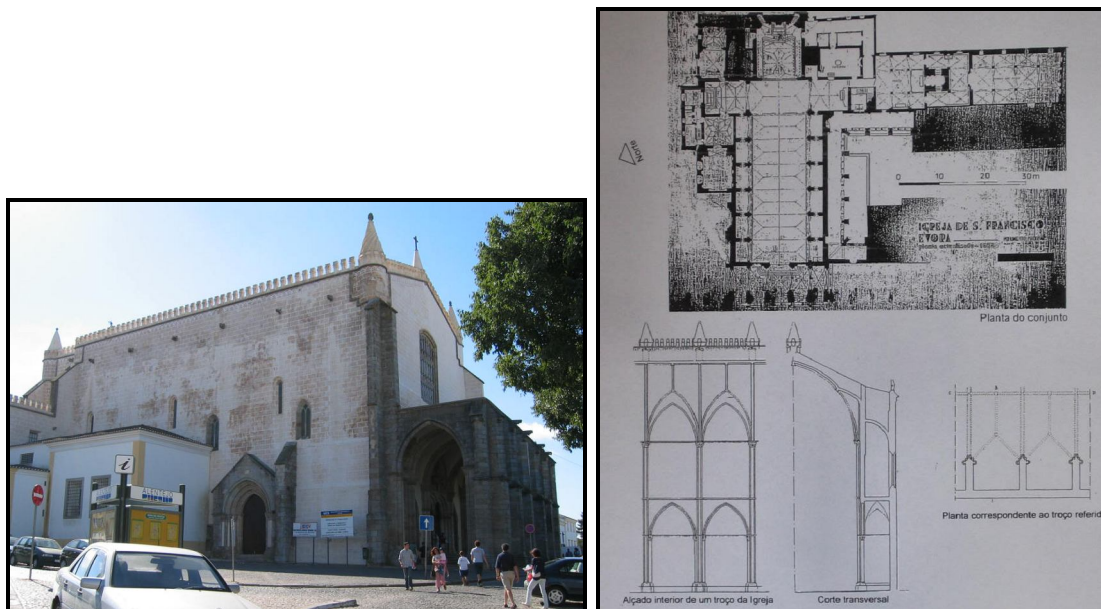
Essas novidades são mais evidentes na forma como é concebida a estrutura e no modo como é feita a iluminação.

Com planta rectangular, é constituída por uma grande nave única, com um vão de cerca de 13 metros de largura dividida em sete tramos transversais, transepto e é coberto por uma abóbada de berço quebrado.

A capela-mor, de largura inferior à da nave, tem dois tramos.

De cada lado da grande nave existem seis capelas comunicantes, pouca profundas, e na parte superior destas, corre uma galeria.

A descrição de Augusto Filipe Simões, sobre a estrutura da igreja, dá a noção de que as paredes que separam as capelas, feitas em alvenaria, têm funções idênticas às que tinham os arcobotantes em igrejas góticas de construção anterior.



**Fig. 164** – Vista da Igreja de S. Francisco, planta e pormenores da mesma.

#### 1.4.5.1. Superfícies

Visitemos a Igreja para apreciar as superfícies curvas e empenadas que ela nos oferece.

A galilé é precedida por arcos em ferradura, quebrados e de volta perfeita, de que não é transparente o critério de implantação e é coberta por cinco abóbadas de arestas cruzadas.

Dentro do templo somos impressionados pelas vastas dimensões e, o que mais atrai a atenção, é a enorme abóbada de berço quebrado com penetrações de superfícies quebradas.

As capelas laterais da nave são cobertas por abóbadas de arestas de cruzaria simples.

No transepto, os dois tramos do lado esquerdo são cobertos por abóbadas de cruzaria de ogivas hexapartidas, com liernes e terciarões, e os dois tramos do lado direito são cobertos por abóbadas de cruzaria de ogivas hexapartidas.

Na capela-mor, de dois tramos, a cobertura é constituída por abóbadas de cruzaria de ogivas, estreladas, de seis pontas.

No braço sul do transepto encontra-se a sala do capítulo, de planta rectangular, dividida em três naves de cinco tramos, tendo sido adaptado a capela do Senhor Jesus dos Passos o quarto tramo da nave central.

A cobertura da nave central desta sala é feita em abóbadas de aresta de arco abatido e a das naves laterais em abóbada de aresta de arco quebrado abatido.

No seguimento desta sala encontra-se a Capela dos Ossos, também de três naves, mas apenas com quatro tramos, com a cobertura feita da mesma forma que a da sala anterior.

O que resta do claustro, apenas completo no lanço adjacente à Igreja, é coberto por uma abóbada de berço, que não é a primitiva.

De formas exteriores simples, com superfícies lisas, onde é bem visível a estereotomia, há a salientar os contrafortes duplos que servem de remate aos cunhais, sendo encimados por cones com entalhes torsos.

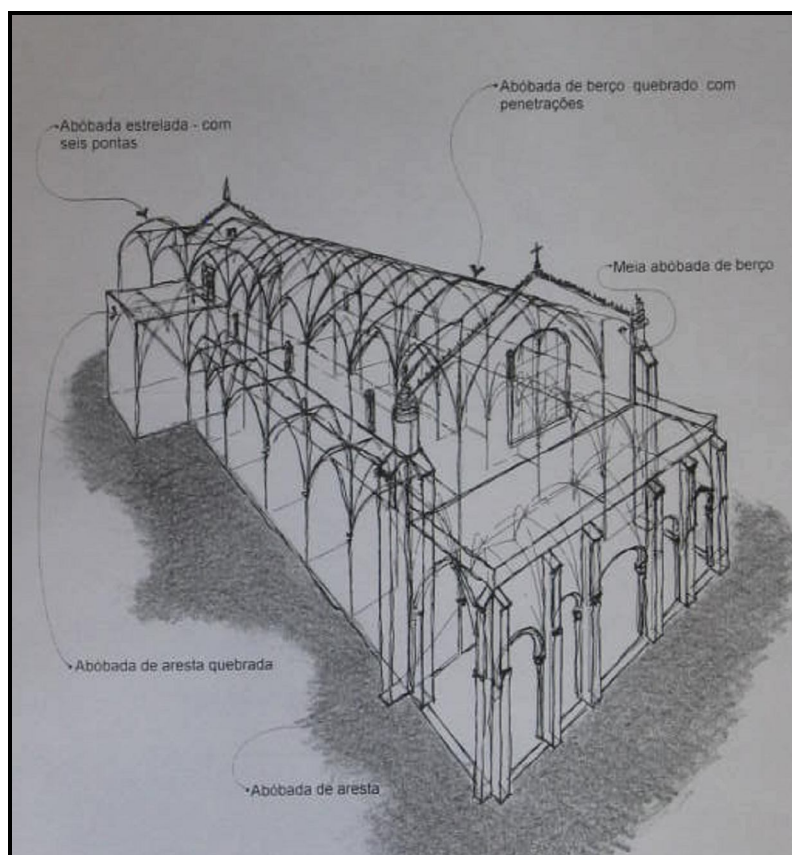


Toda a Igreja é construída em alvenaria de pedra aparelhada o que contribui para realçar a simples geometrização da sua composição.

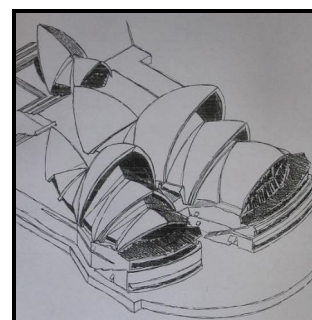
#### 1.4.5.2. Perspectiva

Para a elaboração da perspectiva desta Igreja foram utilizados elementos (planta, alçados e cortes) colhidos na Direcção Regional de Edifícios e Monumentos do Sul.

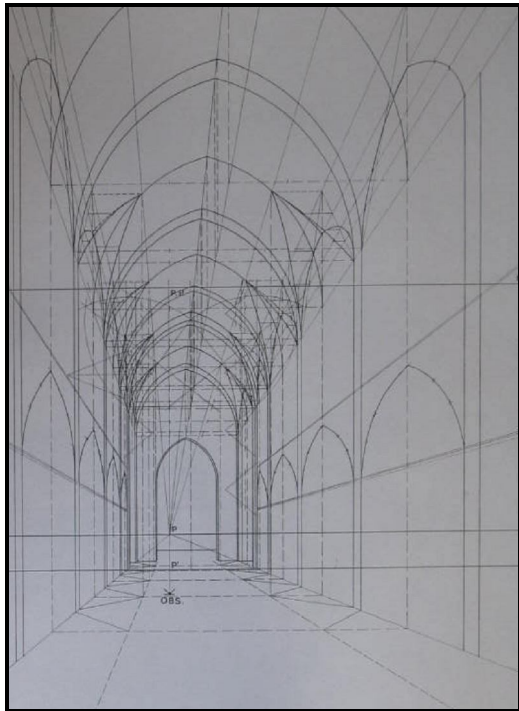
Desenhou-se a Igreja em perspectiva central, por ser mais adequado a representar espaços interiores, e considerou-se todo o edifício situado no espaço intermédio, por duas razões: para proporcionar uma imagem semelhante à que tem o observador quando entra; para simplificar a execução encostando um dos cortes/alçados ao plano do quadro.



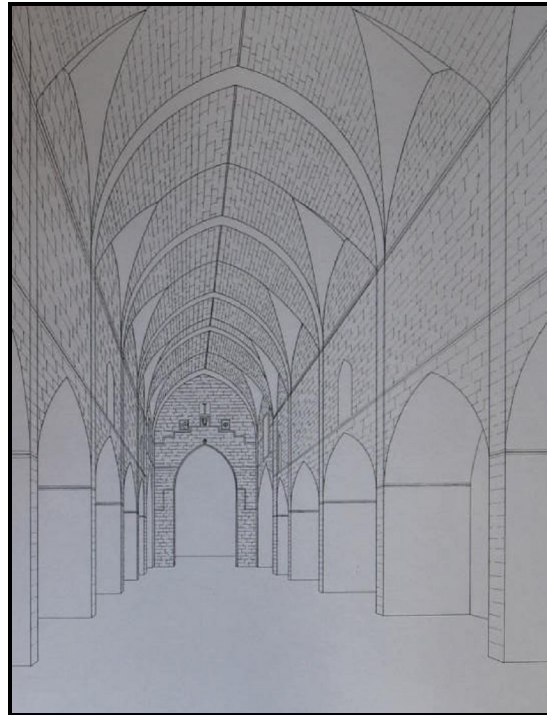
Des. 99



Des. 100



**Des. 101**



**Des. 102**

**Des. 99** – Perspectiva esquemática da Igreja de S. Francisco, com indicação das suas superfícies.

**Des. 100** – Ópera de Sidney – Jorn Hutson, 1957-1965, superfícies de cobertura que muito se assemelham às encontradas com alguma frequência em igrejas góticas e de épocas posteriores, como no caso das superfícies quebradas existentes na Igreja de S. Francisco.

**Des. 101** – Perspectiva da abóbada da Igreja, em que se evidenciam as superfícies quebradas.

**Des. 102** – Perspectiva do interior da igreja de S. Francisco.

#### **1.4.6. Igreja do Convento de Nossa Senhora da Graça**

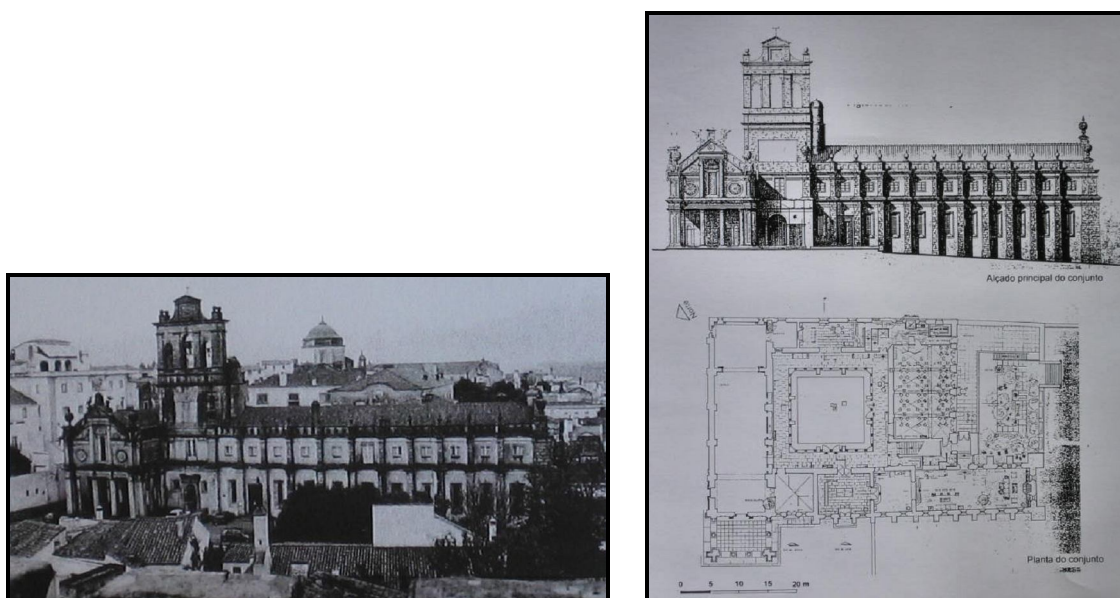
Segundo a tradição, cerca de 1511, existia já no local uma igreja. No entanto, apenas em 1520 é-lhe outorgado alvará de fundação pelo bispo D. Afonso de Portugal.

O edifício destinava-se à Ordem dos Eremitas Calçados de Santo Agostinho e a construção é contemporânea da permanência de D. João III na cidade de Évora. Ao ser visitado pelo rei, em 1532, este, apesar de ter apreciado muito a fachada, encontrou-o desproporcionado, quanto ao

espaço interior e é admissível que, por essa razão, o tenha doado a D. Francisco de Portugal, que nele instituiu o Panteão familiar.

Pensa-se que foi Miguel de Arruda o arquitecto deste edifício, hipótese sugerida por Rafael Moreira na sua dissertação de doutoramento " A arquitectura do Renascimento no Sul de Portugal<sup>46</sup> " .

Conjecturou que Miguel de Arruda, foi filho de Francisco de Arruda e, assim, se poderia explicar que: " Nada mais natural que este quisesse ser enterrado, ao lado da alta nobreza eborense, naquela que foi a primeira e precoce grande obra da responsabilidade do filho."<sup>47</sup>



**Fig. 165** – Vista do conjunto do Convento de N.ª. S.ª. Da Graça, alçado principal e planta do conjunto.

A igreja foi concebida em planta rectangular e compõe-se de quatro tramos e capela-mor.

Por vicissitudes diversas o edifício sofreu, ao longo do tempo, alterações que não permitem apreciá-lo tal como teria sido à data da sua construção.

De interior sóbrio, apresenta como motivo de interesse, na capela-mor, um conjunto de janelas perspectivadas, de grande harmonia e beleza formal, feitas de mármore da

<sup>46</sup> Rafael de F. D. Moreira, *A Arquitectura do Renascimento no Sul de Portugal a Encomenda Régia entre o Moderno e o Romano*, Lisboa, Dissertação de Doutoramento em História de Arte, Universidade Nova, 1991

<sup>47</sup> *Op. Cit.*, p. 377

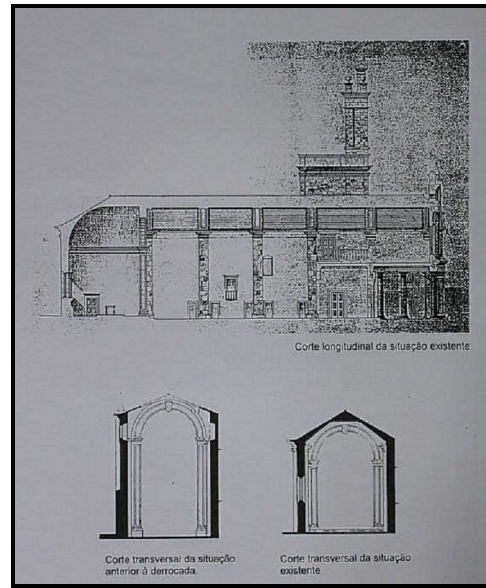


Fig. 166 – “Os Meninos da Graça”, e cortes da Igreja de N.ª S.ª da Graça, em Évora.

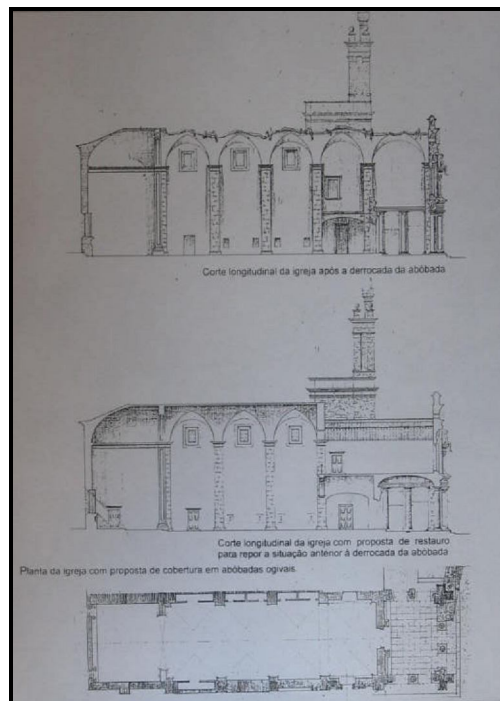
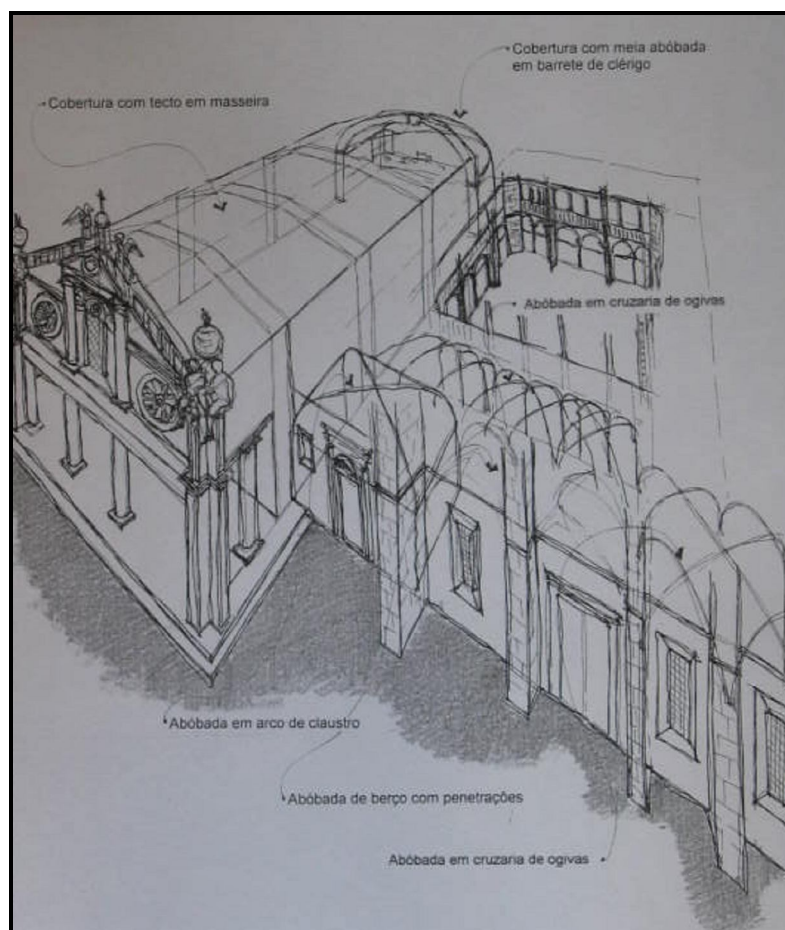


Fig. 166 a – Cortes da igreja de N.ª. S.ª da Graça.





**Des. 103** - Esquema perspectivado do Convento de N.ª. S.ª. Da Graça, evidenciando algumas das suas superfícies.

região, e atribuídas a Nicolau Chanterene, e que contribuem decisivamente para a luz suave que se espalha pela capela-mor.

A cobertura do edifício é feita por um tecto em masseira, e, na capela-mor, manteve-se a semi-abóbada em barrete de clérigo, que não sofreu alterações significativas com a passagem do tempo.

A actual cobertura da nave apoia-se sobre pilastras, que serviram em épocas anteriores como apoio do arranque da anterior abóbada de penetrações.

As alterações mencionadas incidiram principalmente na cobertura do edifício, sendo a mais significativa datada de 1689-91, altura em que depois de ter sido efectuado um exame técnico cuidadoso da abóbada

existente<sup>48</sup>, se chegou à conclusão de que era necessário substituí-la, por não se encontrar em condições de segurança.

É, pois, nessa altura que se procede ao apeamento da referida cobertura e ao nivelamento das empenas, e, conseqüentemente, do espaço interior.

O exterior do edifício é a sua parte mais notável. Apresenta uma fachada renascentista de grande riqueza formal, onde se salientam os quatro gigantes, que, em linguagem popular, são carinhosamente designados por “ Meninos da Graça ”.

#### **1.4.6.1. Superfícies**

Em perspectiva esquemática pretende-se mostrar uma síntese da diversidade de superfícies que o edifício contém.

Assim, não nos referiremos apenas às superfícies existentes na igreja, que actualmente apresentam pouca variedade, mas mostram-se, também, algumas das superfícies existentes, não apenas nos claustros, com as suas abóbadas em cruzaria de ogivas, como em outras salas do piso térreo do Convento.

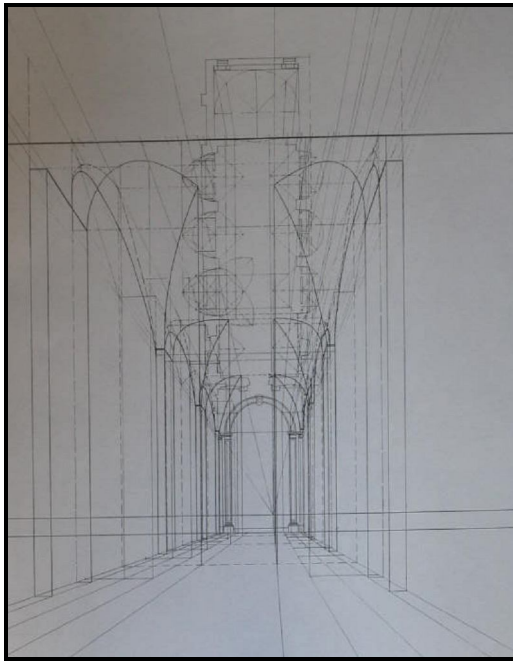
#### **1.4.6.2. Perspectiva do conjunto**

O edifício foi representado em perspectiva considerando três situações diferentes: antes da derrocada da abóbada, no momento imediatamente a seguir a essa derrocada e no estado em que se encontra actualmente.

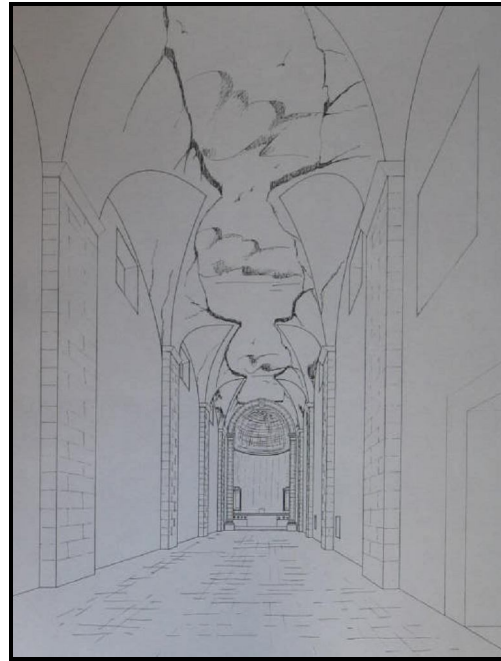
A comparação entre a situação anterior à derrocada e a solução adoptada, feita através das perspectivas, sugere que esta solução terá obedecido mais a requisitos económicos do que formais.

---

<sup>48</sup> Túlio Espanca, *Inventário Artístico de Portugal*, p. 165



**Des. 104**



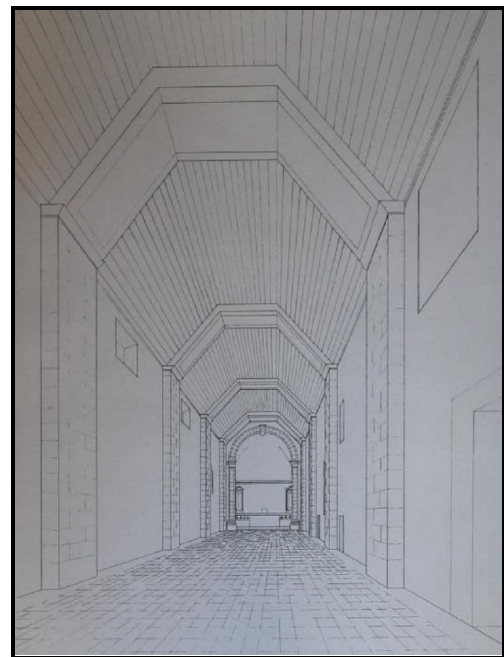
**Des. 105**

**Des. 104** – Traçado da perspectiva da Igreja de N.ª S.ª da Graça de Évora.

**Des. 105** – Perspectiva da Igreja, após a derrocada da abóbada.



**Des. 106**



**Des. 107**

**Des. 106** – Reconstituição perspéctica da Igreja, antes da derrocada da abóbada.

**Des. 107** – Perspectiva da Igreja no seu estado actual.

### **1.4.6.3. Alterações posteriores**

No ano de 1656, no decorrer da guerra da Restauração, o Convento e a Igreja foram atingidos e danificados por bombardeamentos.

Tornou-se necessário o seu restauro, que foi realizado em 1663.

Passados anos, entre 1689 e 1691, a pedido do prior Frei Luís da Cruz<sup>49</sup>, realizou-se um exame cuidadoso à estrutura do edifício e procedeu-se à substituição da antiga abóbada.

Nessa época nivelaram o edifício, no seu espaço interior e empenas, e construíram-se duas meias abóbadas de penetrações nos cantos da capela-mor.

Cerca de 1711, foram feitas reparações nas coberturas.

Posteriormente, em 1884, a abóbada da Igreja ruiu e teve de ser reconstruída.

Já neste século, em 1957, deu-se nova derrocada, desta vez nos dormitórios, noviciado e enfermaria.

Datam de 1955 os primeiros estudos com vista à adaptação do edifício a Messe de Oficiais do Exército.

Depois da exclausuração das ordens religiosas (1834) e até ao ano de 1884, altura em que se deu a derrocada, funcionou na igreja uma escola primária.

O edifício do convento foi utilizado, desde 1834 e até à derrocada de 1957, por uma Brigada de Infantaria, pela Cooperativa Militar, por um Posto de Rádio militar e pela Farmácia Militar.

### **1.4.7. Antigo Colégio e Universidade do Espírito Santo**

Foi o rei D. Manuel I o grande impulsionador da ideia da criação dos Estudos Gerais na cidade de Évora, mas a morte impediu-o de concretizar tal sonho.

---

<sup>49</sup> *Op. Cit.*, p. 165



Ele foi retomado, mais tarde, pelo Cardeal D. Henrique que mandou instalar, cerca de 1540, os padres Jesuítas na Escola criada.

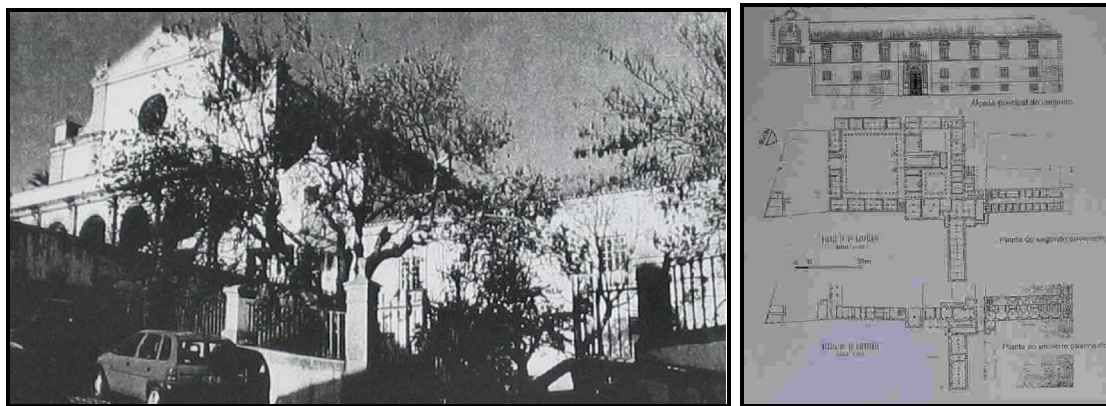
Apenas em Abril de 1559 foi outorgada a instituição da Universidade de Évora, sendo a sua inauguração no dia 1 de Novembro desse ano.

Com a expulsão dos Jesuítas, em 1759, encerrou-se a Universidade e o edifício passou a ter outras utilizações.

É um edifício de grandes dimensões, constituído por vários corpos, o que lhe confere riqueza volumétrica, mas com aspecto muito sóbrio nas suas linhas rectilíneas e nos seus alçados, onde sobressai o contraste entre as alvenarias caiadas de branco e os cunhais e ombreiras de granito.

As portas principais de acesso ao edifício apresentam-se ricamente guarnecidas com mármore branco.

O edifício desenvolve-se em torno do Claustro dos Gerais, ou Pátio das Escolas, um rectângulo que mede cerca de 43 x 39 metros. Este claustro é envolvido por galerias, rematadas por arcos em volta perfeita, que assentam em colunas de mármore.



**Fig. 167** – Vista geral do Conjunto do Colégio do Espírito Santo, alçado principal e plantas do edifício.

Todas as salas de aula, de planta rectangular, segmentadas por dois ou três tramos, com arcos de volta perfeita, que se apoiam em colunas de mármore, têm, no piso térreo, a sua porta aberta para o claustro.

Todas as salas de aula, bem como quase todo o edifício, ostentam belos painéis de azulejos, provenientes, ao que se sabe, da oficina do mestre

lisboeta Oliveira Bernardes, um dos mais representativos artistas nacional dos inícios do séc. XVIII.

Para além do valor patrimonial que este edifício representa, tem todo o interesse do ponto de vista deste trabalho, dada a grande diversidade de superfícies que contém.

Em todo o edifício se podem encontrar várias superfícies objecto do estudo, principalmente em coberturas, que vão desde abóbadas de berço, em corredores, a abóbadas de arestas nas salas e refeitório, cúpulas ou abóbada em arco de claustro na torre lanterna octogonal, a abóbadas em barrete de clérigo em algumas salas, e, ainda, abóbadas rampantes a cobrir lanços de escadas.

Salienta-se, a eixo do Claustro dos Gerais, a antiga capela do Colégio, posteriormente transformada em imponente Sala dos Actos, função que ainda mantém.

Foi considerada na época, pelos Jesuítas, como a mais assinalável existente no país. A sua cobertura é feita por tecto em masseira, e a decoração interior ostenta, para além dos azulejos, elementos decorativos de estuque representando ornamentos florais, animais e grotescos, ao gosto da época.

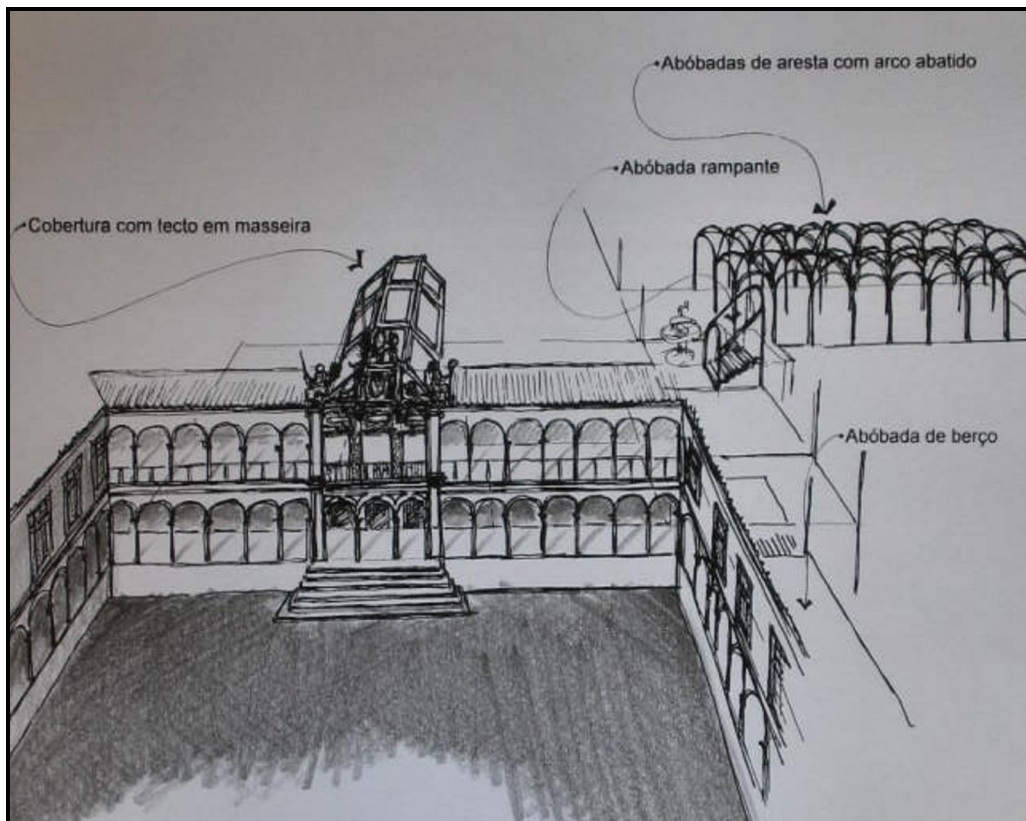
De belas proporções é também o refeitório, que remonta ao último quartel do séc. XVI, e cuja autoria é atribuível a Afonso Álvares<sup>50</sup>, talvez por ser ele o responsável pela direcção das obras a partir de 1570. É uma sala composta por duas naves divididas por arcos de volta abatida, apoiando-se todos em colunas de mármore branco.

A cobertura do refeitório é feita por abóbadas de arestas de arcos abatidos.

Notável também neste edifício é a sala Biblioteca da Universidade. De amplas dimensões, rectangular, é coberta por um tecto em caixotões, profusamente decorados por pinturas a fresco.

---

<sup>50</sup> *Op. Cit.*, p. 76



Des. 108 – Perspectiva esquemática do Conjunto do edifício da Universidade.

#### 1.4.7.1. Igreja

A primeira pedra do edifício foi lançada em Outubro de 1566 e, em Outubro de 1572, foi fechada a sua abóbada.

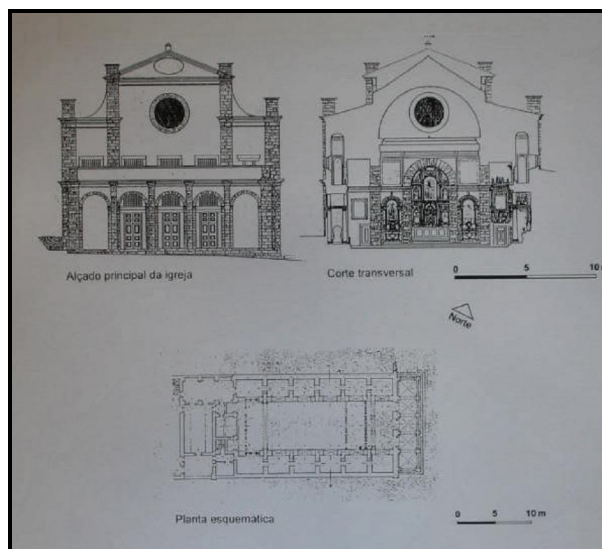
A obra desta Igreja costuma ser atribuída a Manuel Pires<sup>51</sup>.

Apresenta uma forma rectangular e a cobertura é feita com uma abóbada de berço ornamentada por molduras rectangulares.

Divide-se em cinco tramos, e, tal como a Igreja de São Francisco, tem galilé, nave com capelas laterais, coro e capela-mor.

Sofreu adaptação às exigências dos Jesuítas, observáveis na utilização das tribunas sobre as capelas e na existência do púlpito situado a meio da nave.

<sup>51</sup> *Op. Cit.*, p. 82



**Fig. 168** – Vista global da Igreja do Espírito Santo, Alçado principal, corte e planta da Igreja.

O interior, de forma simples, está muito sobriamente decorado, para o que contribuiu certamente, a restituição ao seu aspecto natural, de muitos dos elementos do granito que tinham sido dourados.

Exteriormente, parece ter utilizado o paradigma das igrejas jesuíticas – Il Gesú – de Vignola, em Roma.

A galilé, de aspecto maciço, apresenta sete arcos de volta perfeita, em granito.

O alçado lateral é de certa forma monótono, não fossem as molduras rectangulares que a vão ritmando na parte superior.

De uma forma global é sóbrio e maciço, à semelhança de todo o edifício da Universidade.

#### **1.4.7.2. Superfícies**

Por se tratar de um conjunto de grande riqueza formal, que inclui uma vasta gama de tipos de superfícies, foi elaborada uma perspectiva à mão livre, onde estão assinaladas as mais significativas destas.



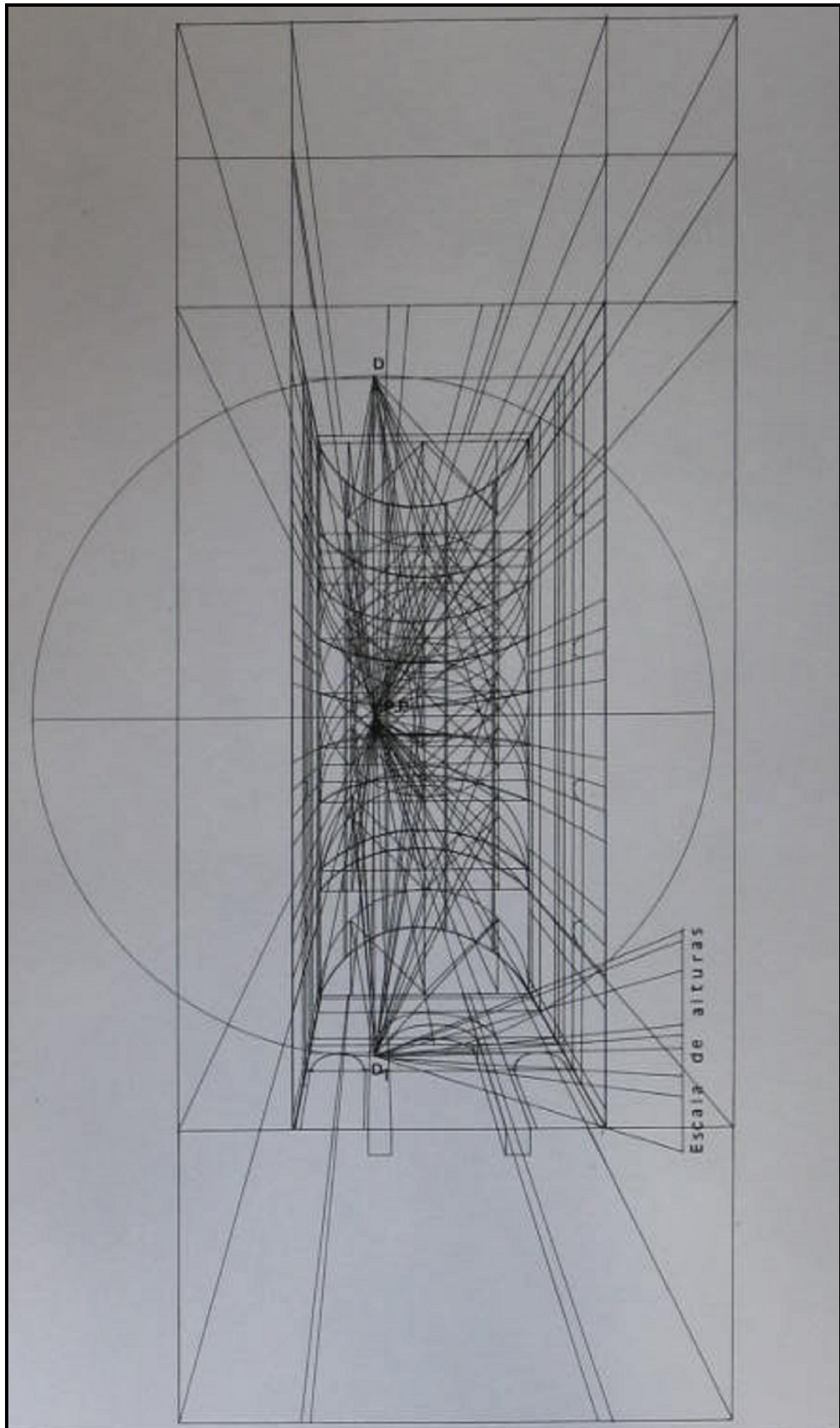
Assim se podem observar as abóbadas de arestas do refeitório antigo, o tecto em masseira da Sala dos Actos e a abóbada rampante que serve de cobertura a um lanço de escadas.

Optou-se por não adensar o desenho, mostrando-se as abóbadas de arestas das salas de aula do piso térreo, as abóbadas de berço dos corredores e as abóbadas de barrete de clérigo de algumas salas do primeiro piso.

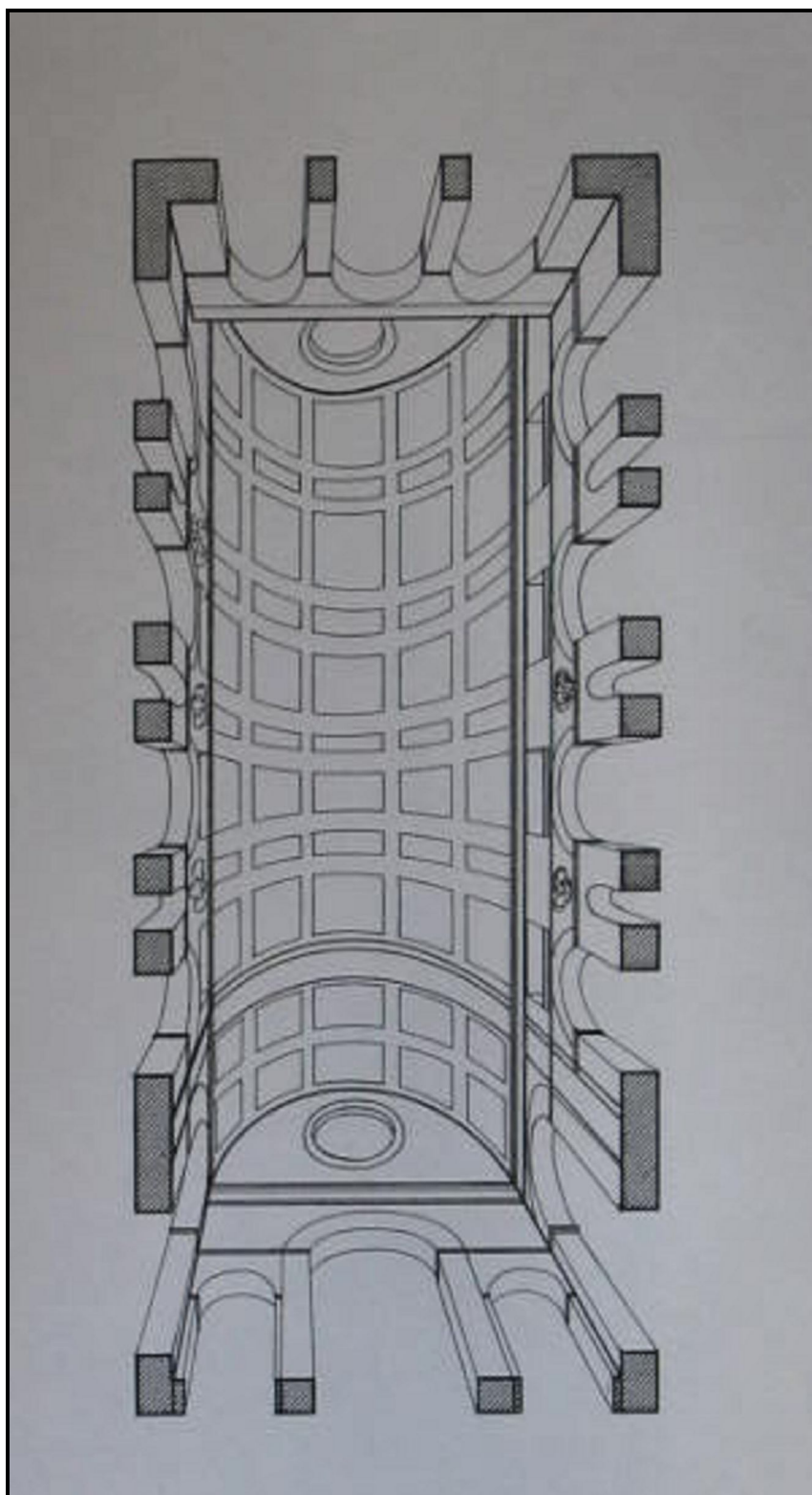
### **1.4.7.3. Perspectiva**

Foi elaborada apenas a perspectiva da Igreja considerando que era observada de baixo para cima.

Des. 109 – Traçado da perspectiva da Igreja, vista de baixo para cima.



Des. 109 – Traçado da perspectiva da Igreja, vista de baixo para cima.



Des. 110 – Perspectiva da Igreja.

#### 1.4.7.4. Alterações posteriores

O objectivo desta análise não é inventariar exaustivamente todas as alterações que foram sendo introduzidas num edifício desta complexidade, que teve, ao longo do tempo, utilizadores com diferentes necessidades.

É, tão só, o de referir alguns dos passos mais importantes que foram dados.

Em 1687, o edifício necessitou de grande reforma, sendo substituídas vinte colunas do Claustro dos Gerais, entre outras obras.

A fachada da primitiva Capela Colegial e actual Sala dos Actos foi também reformulada, e, de acordo com a mudança de função e com a época da intervenção, foi adoptado o estilo de D. João V.

Do interior da sala pouco se manteve devido ao facto de, em 1868, ter desabado a cobertura, e de ter estado muitos anos em ruínas, só sendo restaurada em 1931.

No refeitório, a abóbada de arestas que presentemente o cobre, do séc.XIX, foi construída em substituição de uma cobertura de madeira construída por Jesuítas, em 1714<sup>52</sup>, substituindo, por sua vez, a primeira cobertura que era de estuque

e datava de 1587.

Também na Biblioteca da Universidade, uma parte da cobertura em caixotões, que tinha sido construída em 1708, desabou, já neste século, e foi restaurada pela Direcção Regional de Edifícios e Monumentos do Sul, em 1959.

De assinalar ainda a destruição de que foi alvo uma vasta escadaria<sup>53</sup> que comunicava com o adro da Igreja e com a portaria do noviciado, ocorrida em 1913.

Com a expulsão dos Jesuítas deixou de funcionar a Universidade neste edifício e foi entregue, com todo o recheio, à Terceira Ordem de Penitência de São Francisco, em 1776, que nele se manteve até à extinção das ordens religiosas em 1834<sup>54</sup>.

---

<sup>52</sup> *Op. Cit.*, p. 76

<sup>53</sup> *Op. Cit.*, p. 71

<sup>54</sup> *Op. Cit.*, p. 71



Em 1836 instalou-se no piso superior do Colégio a Casa Pia masculina.

Esta instituição abandonou o edifício em 1957 que foi, posteriormente, utilizado por sucessivas instituições, tais como o Governo Civil, a Junta Geral do Distrito, a Repartição da Fazenda Pública e a Escola Comercial e Industrial Gabriel Pereira.

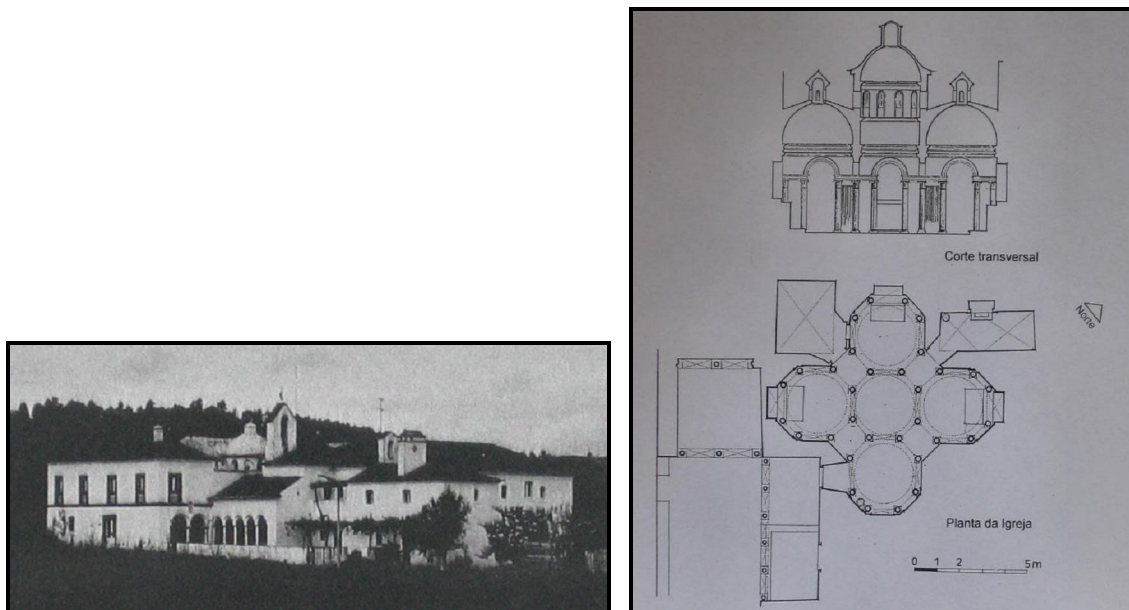
Estiveram também instalados no edifício as Direcções Regionais dos Edifícios e Monumentos do Sul e de Urbanização e ainda o Arquivo Distrital, que ainda hoje se mantém.

No corpo outrora ocupado pela Universidade instalou-se, a partir de 1841, o Liceu Nacional, que o ocupou até ao início da década de Setenta, altura em que foi instalado o Instituto Universitário de Évora e, actualmente, a Universidade.

#### **1.4.8. Convento de Bom Jesus de Valverde**

A Mitra de Évora fundou, nos alvares do séc. XVI, na localidade de Valverde, uma quinta e paço que se destinava a recolhimento e descanso da câmara eclesiástica.

Mais tarde, em 1544, o Cardeal D. Henrique fundou um convento na mesma localidade, destinado à regra dos frades capuchos de S. Bruno, que designou por Bom Jesus.



**Fig. 169** – Vista global do Convento do Bom Jesus de Valverde, planta e corte transversal.

O conjunto é assim composto pelo paço episcopal, com capela, cujo interior, de planta rectangular, com dois tramos, é coberto por uma abóbada de cruzaria de ogivas polinervada, de chaves e mísulas em pedra, e, ainda, por um lago circular que foi construído no séc. XVIII, apresentando características barrocas.

Do conjunto faz parte o convento, que inclui a igreja de planta centralizada, de que foi feito o estudo em perspectiva.

Esta igreja é assim descrita por Túlio Espanca<sup>55</sup>: “ A igreja é um gracioso exemplar da primeira renascença, concebido em cruz grega, nos moldes italianos preconizados por Sebastião Serlio... ”

Concebida em estilo dórico<sup>56</sup>, apresenta cinco capelas octogonais, que têm como cobertura abóbadas semiesféricas, das quais a central repousa sobre um tambor, onde se rasgam janelas que iluminam todo o interior.

Todas as cúpulas são encimadas por pequenos lanternins e repousam em trinta e duas colunas toscanas, de mármore branco.

<sup>55</sup> *Op. Cit.*, p. 348

<sup>56</sup> *Op. Cit.*, p. 348

### 1.4.8.1. Superfícies

As superfícies de interesse que se encontram nesta igreja são as cúpulas esféricas que constituem a cobertura do edifício.

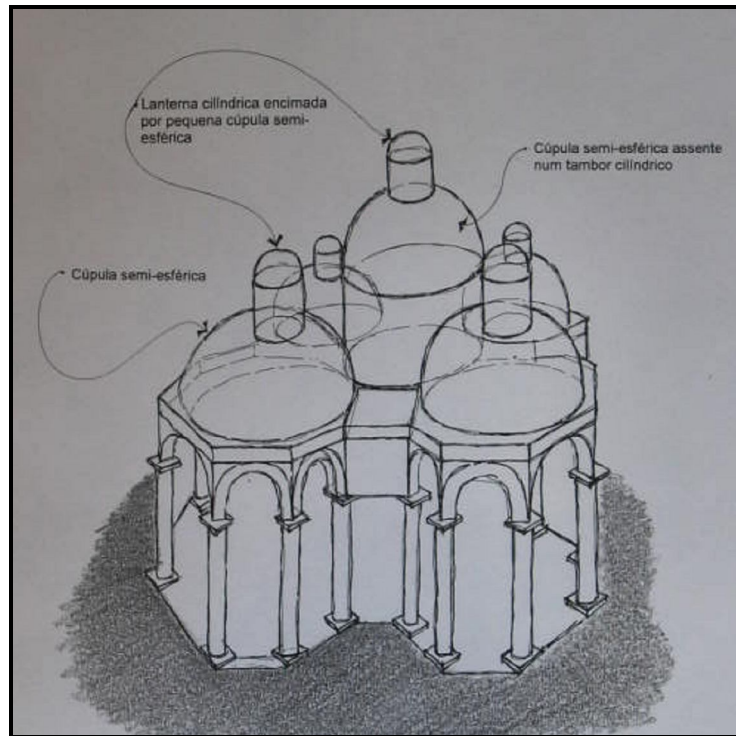


Fig. 111 – Esquema perspectivado da Igreja.

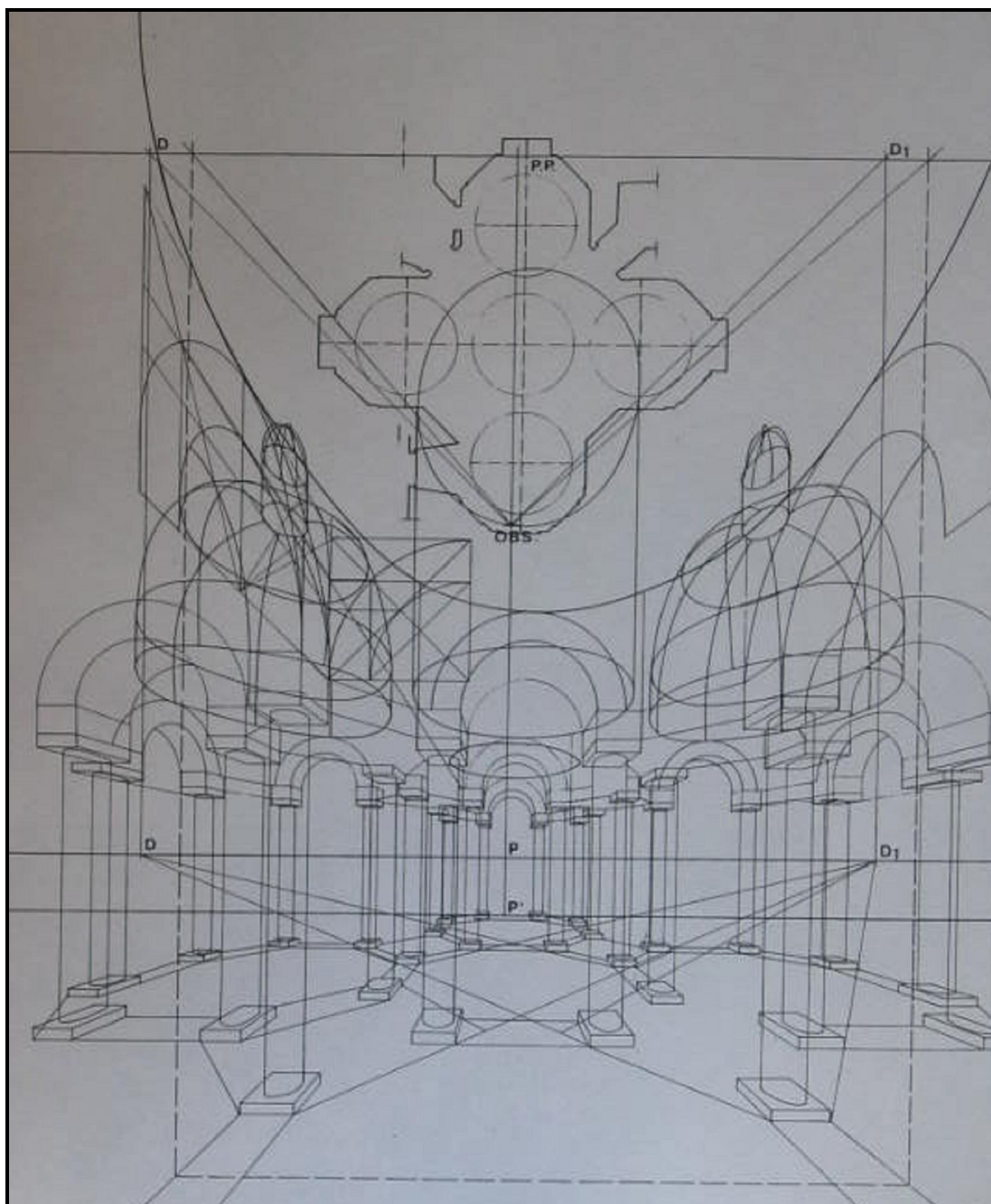
### 1.4.8.2. Perspectiva

A perspectiva que se apresenta pretende mostrar o que um observador encostado à parede do fundo da igreja pode apreciar.

Neste ponto de vista não podem observar-se, na sua totalidade, as abóbadas esféricas, porque a visão é obstruída pelos apoios de granito das mesmas.

No desenho de construção considerou-se que os elementos constituintes da igreja são transparentes de modo a poder observar-se os desenvolvimentos das abóbadas.

Na perspectiva, aprecia-se o que é visível para um observador colocado no ponto referido, situado no plano neutro.



**Des. 112** – Perspectiva das cúpulas que constituem a cobertura da Igreja.





**Des. 113** – Perspectiva do interior da Igreja do Bom Jesus de Valverde.

### **1.5. Em conclusão**

O estudo de superfícies curvas, de revolução e empenadas em perspectiva linear, com a noção de rigor e de clareza que transmite, põe em relevo um elemento significativo do trabalho do arquitecto, quando

chamado a intervir numa acção de salvaguarda de monumentos, especialmente numa fase de restauro.

No entanto, este estudo, dá relevo às áreas mais sensíveis dos edifícios situadas, normalmente, nas suas coberturas, tem o interesse de chamar a atenção para as vulnerabilidades destas e, em consequência, de permitir orientar as acções de salvaguarda, desde as mais simples e correntes às mais complexas, como o restauro, de forma a melhor garantir a sua integridade.

Assim, na óptica de facultar melhor esclarecimento a quem deve desenvolver as acções de salvaguarda, pareceu mais útil transmitir noções globais sobre as diferentes superfícies, sem apresentar estudos de pormenor que teriam interesse numa acção concreta de restauro.

O realce que se obtém para a relação que se estabelece entre os estudos de perspectiva e de salvaguarda é bem marcado pelo estudo de superfícies complexas de monumentos arquitectónicos feitos de pedra.

Por este motivo, pelas características destes estudos e, ainda, pela intenção de abranger uma variada gama de superfícies, este capítulo teve um desenvolvimento maior do que aqueles cujos temas conjuga.

## Origem das figuras e desenhos:

Figuras: 1.; 3. a 5. ; 8. ; 16. ; 17. ; 54. a 58. ; 60. ; 61. ; 71. a 77; 82. a 92. ; 96. a 112. ;114. a 116. ; 119. a 126. ; 128. ; 131 a 134. ; 137. a 150. ; 152. a 158. ; 163. a 169. - Fotografias da autora.

Figuras: 2. ; 26. a 29. ; 31. ; 52. ; 69. ; 60. ; 78. ; 79. ; 95. ; 113. ; 127. ; 151. ; 159. ; 100( feito com base em desenho de obra citada ) - Desenhos da autora

Figura : 6. - Ernesto Veiga de Oliveira e outros, Construções primitivas em Portugal , Lisboa, Publicações D. Quixote, 1988

Figura: 7. - UNESCO " O que é : A protecção do Património Mundial, Cultural e Natural , Lisboa, traduzido e distribuído por Comissão Nacional da UNESCO, s/d

Figuras : 9. ; 10. ; 65. - Roland Martin, Greek Architecture, Milão, Faber and Faber / Electa, 1980

Figuras : 13. a 15. ; 161. - John B. Ward-Perkins, Roman Architecture, Milão, Faber and Faber / Electa , 1979

Figuras: 12. ; 21. ; 25. ; 30. ; 32. a 35. ; 38. ; 41. ; 42. ; 44. ; 45. ; 63. ; 64. ; 66. ; 67. ;93. ; 160. ; 162. - Sir John J. Norwich, Le Grand Atlas d ´ Architecture Mondiale, Réalisé par Encyclopédia Universalis, France, S.A., 1988

Figuras : 18. ; 22. ; 39. ; 40. ; 43. - H. W. Janson , História da Arte - Panorama das Artes Plásticas e da Arquitectura da Pré - História à actualidade, Lisboa , Fundação Calouste Gulbenkian, 1980

Figuras: 19. ; 23. - Enciclopédia Universal da Arte (5) - A Idade Média, Lisboa, Publicit Editora, 1980

Figuras : 20. ; 24. ; 62. - Reinaldo dos Santos , Oito Séculos de Arte Portuguesa - História e Espírito, Lisboa, Empresa Nacional de Publicidade, s/d

Figura : 36. - Janfranco Angeli, Roma em los Siglos, Roma , Edizioni della Lupa, s/d

Figura: 37. - Henri Stierlin, Encyclopedia of World Architecture, Colónia, Benedikt Taschen Verlag GmbH , 1994

Figuras: 46. a 48. - Klaus - Jurgen Sembach, Arte Nova, Bona, Benedikt Taschen Verlag GmbH, 1993

Figuras: 49. a 51. ; 53. ; 59. - Rainer Zerbst, Antoni Gaudí, Benedikt Taschen Verlag GmbH , 1992

Figura : 68. - Luciano Berti, Firenze - Tutta la Città e la sua Arte, Florença, Saverio Becocci editore - Canto de ´Nelli, s/d

Figuras : 80. ; 81. - David Maculay , A Cathedral, Lisboa, Publicações D. Quixote, 1979

Figura : 94. - Monumentos e edifícios notáveis do Distrito de Lisboa, ( 2 ) , Lisboa, Junta distrital de Lisboa, 1975

Figuras : 117. ; 118. - Artur Marques de Carvalho, Do Mosteiro dos Jerónimos, Lisboa  
Imprensa Nacional Casa da Moeda, 1990

Figura: .129. Vienna Dream & Reality - Architectural Design, vol. 55 ,nº 11/12, editor Dr.  
Andreas Papadakis, Londres, AD Editions, 1986

Desenhos : 1 a 113. - Desenhos da autora