

FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
DA UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

Procedência das cascas de concreto armado

Maria Augusta Justi Pisani

São Paulo, jan. 2019

Material didático produzido pelo projeto de pesquisa:

Arquitetura e estrutura: Algumas obras desenvolvidas pelo
engenheiro João Carlos de Figueiredo Ferraz.

APOIO:



- **As cascas tem origem nas estruturas em abóbada – aprox. 2.500 a.C – em Saquara – Egito – complexo do Faraó Djoser – onde são encontrados tetos abobadados em construções comemorativas distribuídas em torno da pirâmide escalonada.**
- **O Ramesseum é o templo funerário de Ramsés II em Luxor, construído aproximadamente em 1.300 a.C, emprega tijolos de terra crua (adobe) rejuntados com argamassas de terra. Figura a seguir:**



Fonte: EARTH AUROVILLE. Technology transfer – Egypt, 2011. Disponível em:
http://www.earth-auroville.com/technology_transfer_egypt_en.php

Nubian vault - vertical cross-section

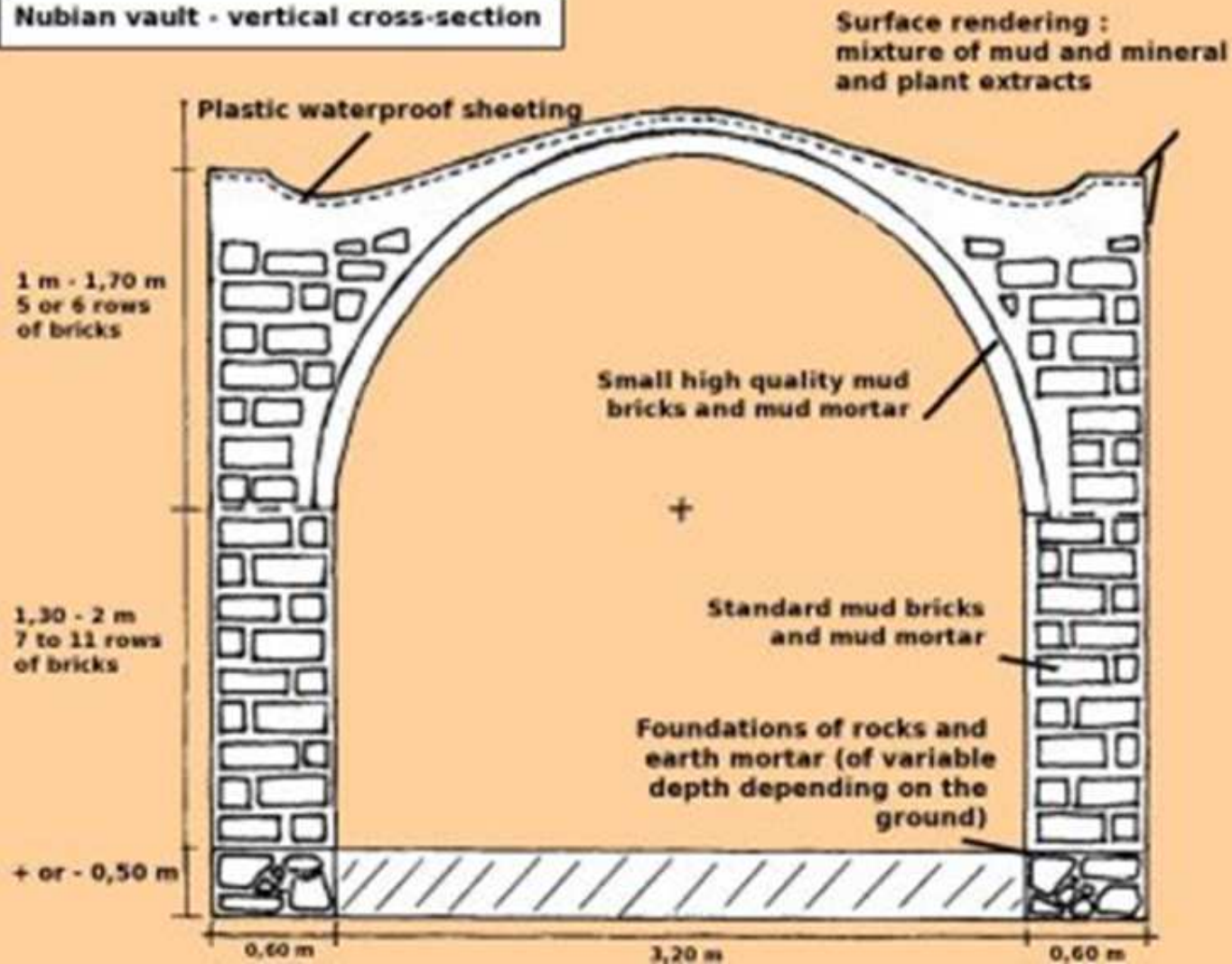


Figura – corte transversal de uma abóbada Egípcia.

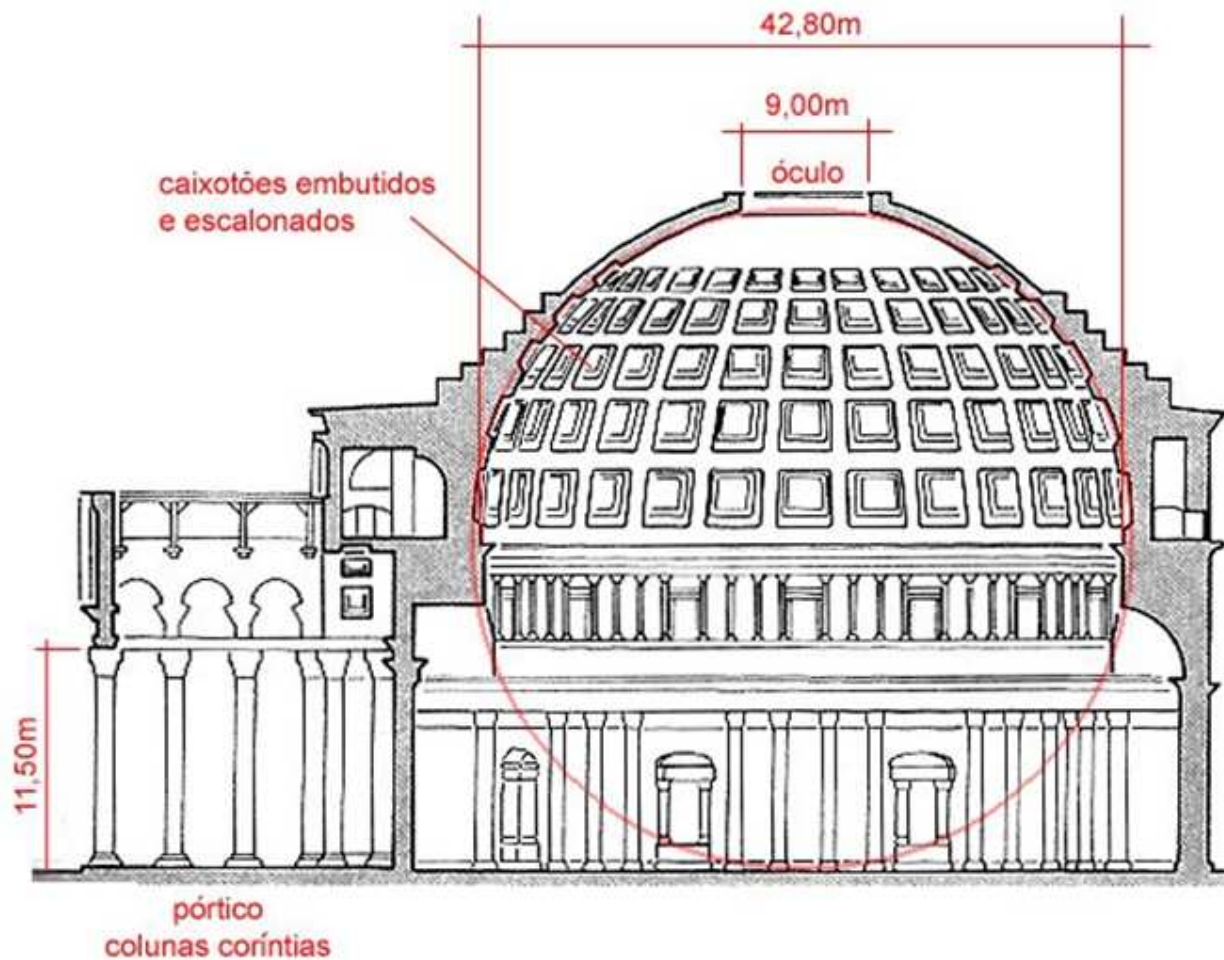
Fonte: BHD RESEARCH NOTES. Nubian Vault Technique. Disponível em: <http://bhd-research-notes.blogspot.com.br/search/label/catanary> Acesso em 18 abr. 2018

Os Romanos, povos que agregaram todas as técnicas construtivas de seu império, desenvolveram o sistema de arcadas, como os aquedutos e o Coliseu.

Foto: Maria Augusta Justi Pisani (2016)



O Panteão é uma obra-prima da construção de abóbadas antigas e tem resistido quase dois mil anos. Raio de 42,80 metros foi construído no início do século II aC, aproximadamente ano 125 d.C. A granulometria do concreto vai diminuindo à medida que se eleva, tendo sido usada pedras menores e mais leves no final.





O concreto utilizado no Coliseu é uma mistura de material pozolânico (nome proveniente da região italiana de Pozzuoli onde se encontra cinzas vulcânicas) com agregados leves (pedra pomes).

Foto: Maria Augusta Justi Pisani (2016)

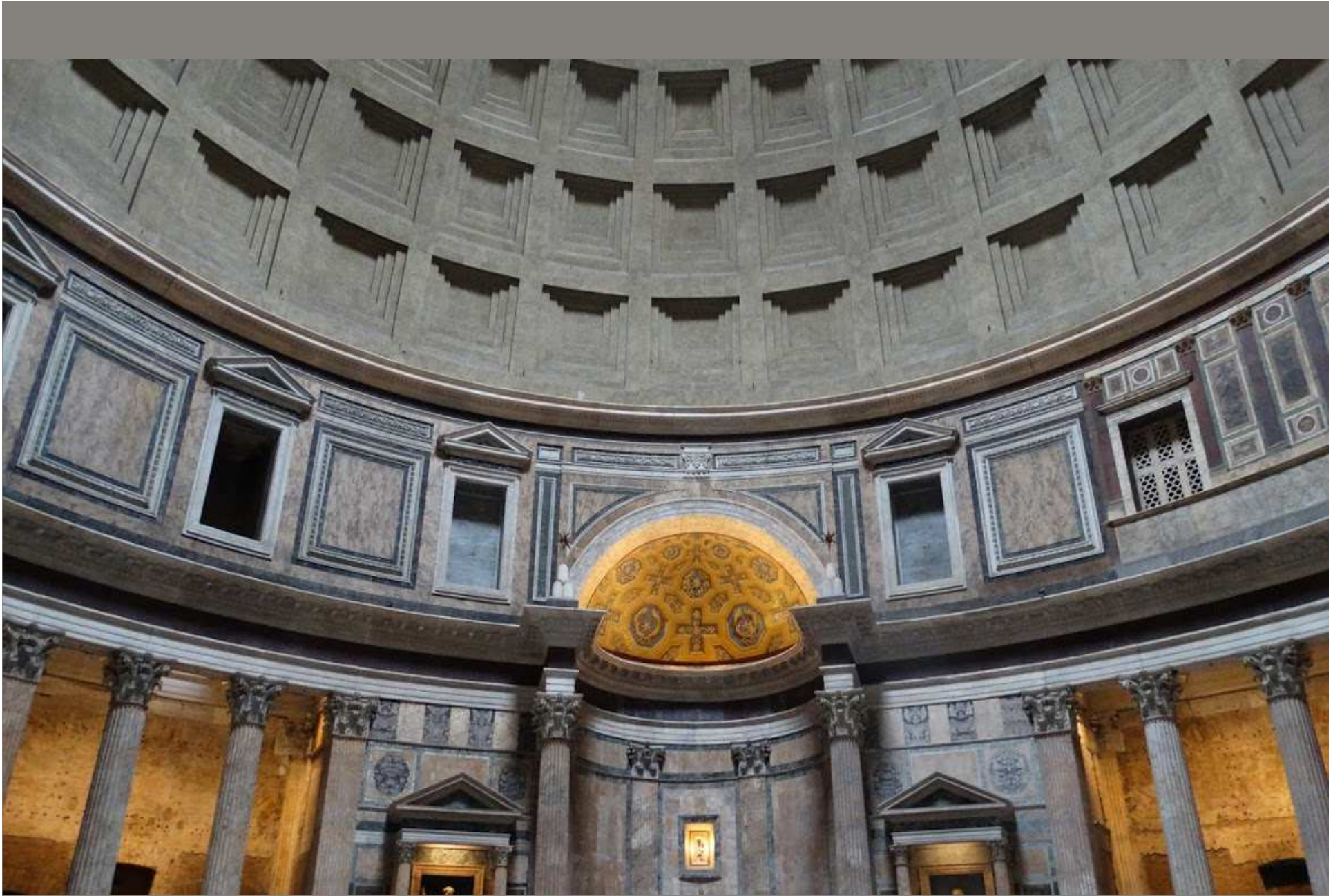


Foto: Maria Augusta Justi Pisani (2016)

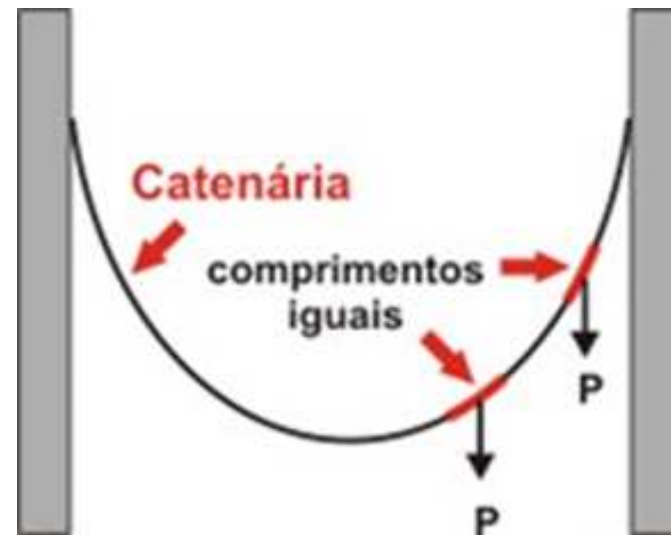
Outro edifício que emprega abóbadas é a Basílica de Santa Sofia, construída entre 532 e 537 d.C. Projetada por Antêmio de Trales e Isidoro de Mileto. Emprega cúpulas e semi cúpulas com alvenarias e concreto pozolânico.



Fonte: Hagia Sophia. Ecclesia. Disponível em:

<http://ecclesia.org.br/news/2013/2015/11/28/deputados-da-duma-de-estado-propoem-restituicao-da-catedral-de-hagia-sophia-de-constantinopla-a-igreja-ortodoxa/>

A partir do século XVII - Jakob Bernoulli e depois com Johann Bernoulli, Leibnitz e Huygens, procuravam uma equação catenária para construir uma abóbada na qual apenas forças de compressão estivessem presentes. Estabeleceram assim que o eixo adequado de um arco deveria possuir a forma de catenária invertida.



Uma força aplicada em um ponto qualquer da curva a divide igualmente por todo material. Por isso é usada para a execução de iglus e túneis

O uso da catenária foi aplicado nas estruturas do arquiteto Antoni Gaudí (1852-1926), construindo modelos suspensos com pesos aplicados para reproduzir o carregamento atuante na estrutura e determinando assim a sua forma.



Modelo feito por Gaudí para encontrar as catenárias da Sagrada Família. Fonte: FLICKR.
Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/scottcphtoroma/2919253381>

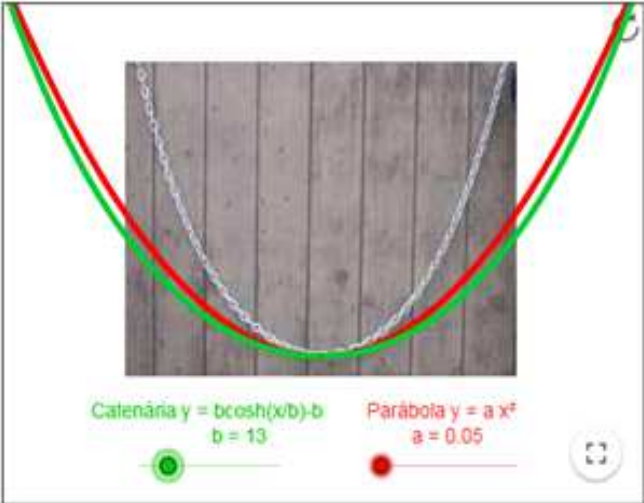
Teto da Sagrada Família - Fonte:
https://pt.wikipedia.org/wiki/Templo_Expiat%C3%B3rio_da_Sagrada_Fam%C3%ADlia#/media/File:Sagrada_Familia_nave_roof_detail.jpg



Diferença entre parábola e catenária

Autor: TV Escola

Desenvolvido pelo Prof. Fernando Villar – CAp/UFRJ



Catenária $y = b \cosh(x/b) - b$
 $b = 13$

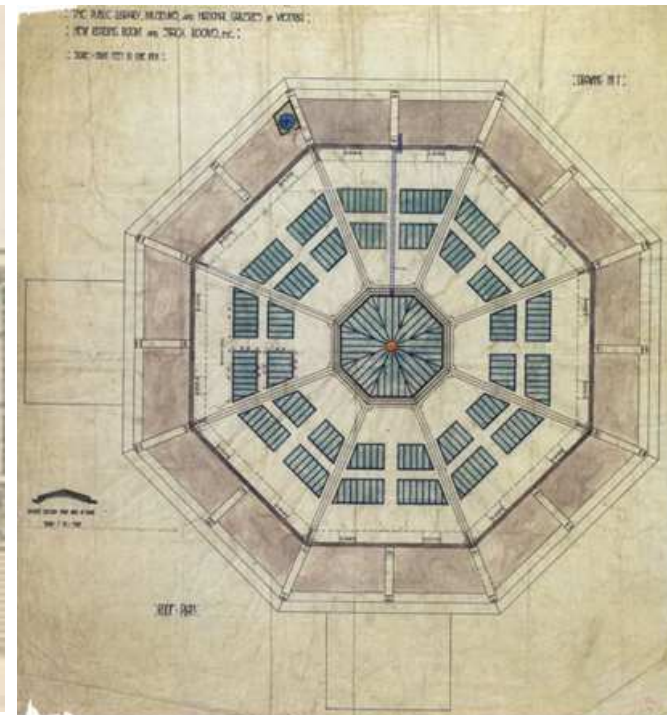
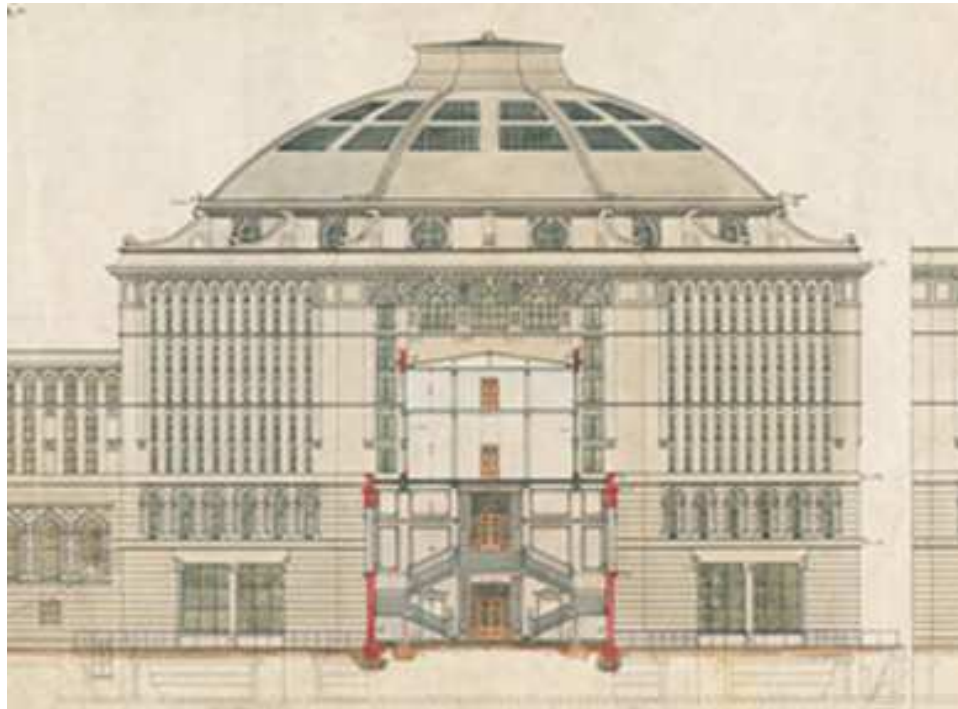
Parábola $y = a x^2$
 $a = 0.05$

Novos Recursos | Descubra o GeoGebra | Recursos semelhantes

PT 11:01 17/05/2018

Diferença entre parábola e catenária –
Fonte: Geogebra. TV Escola.
Desenvolvido pelo Prof. Fernando
Villar – CAp/UFRJ Disponível em:
<https://www.geogebra.org/m/PvAhNsdC>

Em 1909 os Swanson Brothers construíram a cúpula octogonal da Melbourne Public Library, com 34,80 de diâmetro e que foi na época a estrutura de concreto mais alta do mundo.



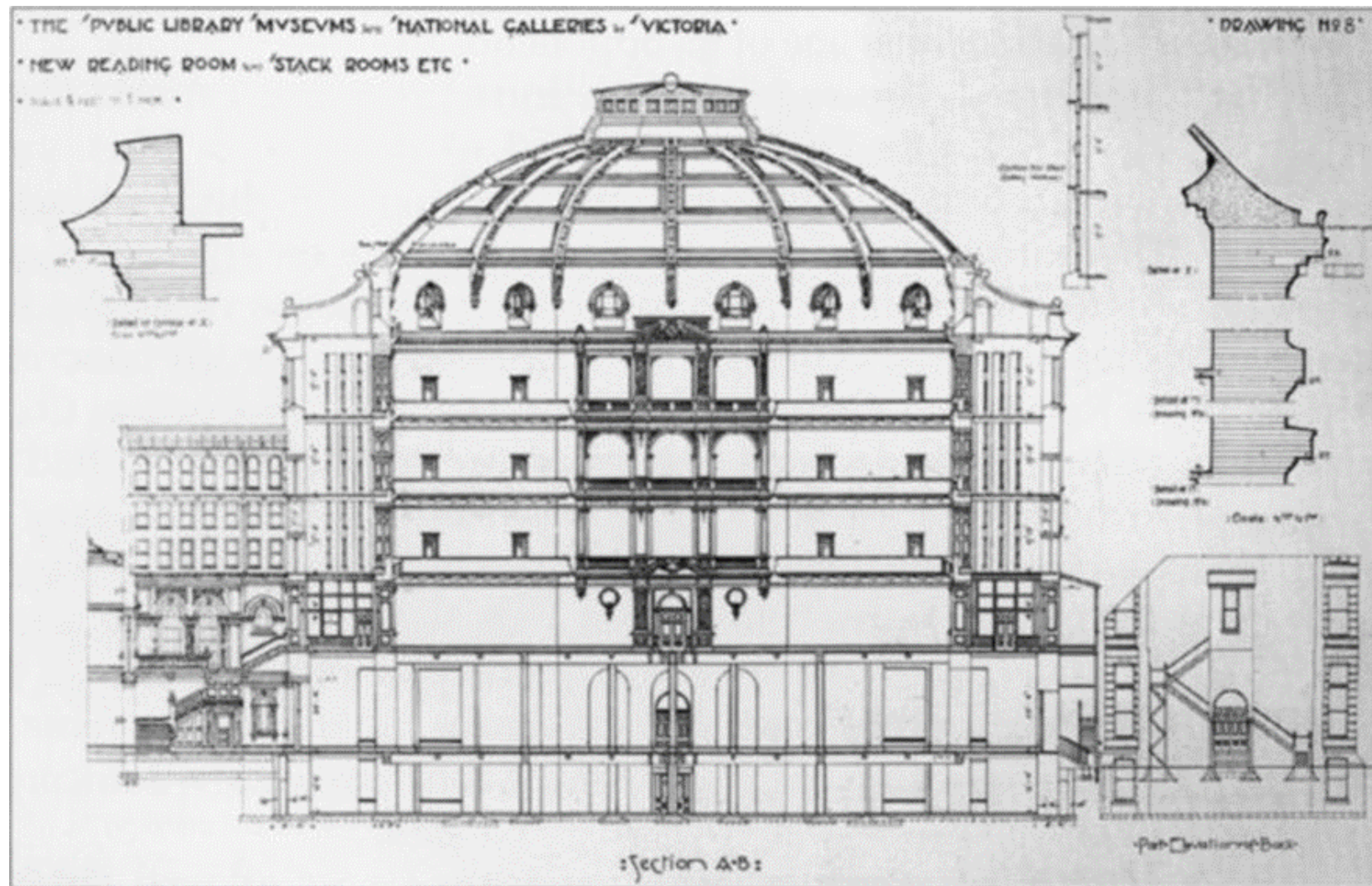
New Reading Room, plan of dome glazing, by Bates, Peebles & Smart
[Bates, Smart & McCutcheon Collection, University of Melbourne Archives]

Melbourne Public Library.

Fonte: LEWIS, Miles The Dome. The La Trobe Journal. Victoria, Austrália: State Library Victoria No 72 Spring 2003, p.43-63. Disponível em:

<http://www3.slv.vic.gov.au/latrobejournal/issue/latrobe-72/t1-g-t6.html#latrobe-72-047a>

Fonte: LEWIS, Miles The Dome. The La Trobe Journal. Victoria, Austrália: State Library Victoria No 72 Spring 2003, p.43-63.
Disponível em: <http://www3.slv.vic.gov.au/latrobejournal/issue/latrobe-72/t1-g-t6.html#latrobe-72-047a>



Bates, Peebles & Smart. The Public Library Museums and National Galleries of Victoria,
New Reading Room, Stack Rooms etc., drawing no. 8, Section AB.

La Trobe Picture Collection

Outro exemplo pioneiro de casca é a da Igreja de Cenakelkerk (1913 – 1915) projetada pelo engenheiro arquiteto Jan Wiebenga (1886-1974) construída em Nijmegen, Holanda. A cúpula tem 14.50 metros de diâmetro e 10 centímetros de espessura



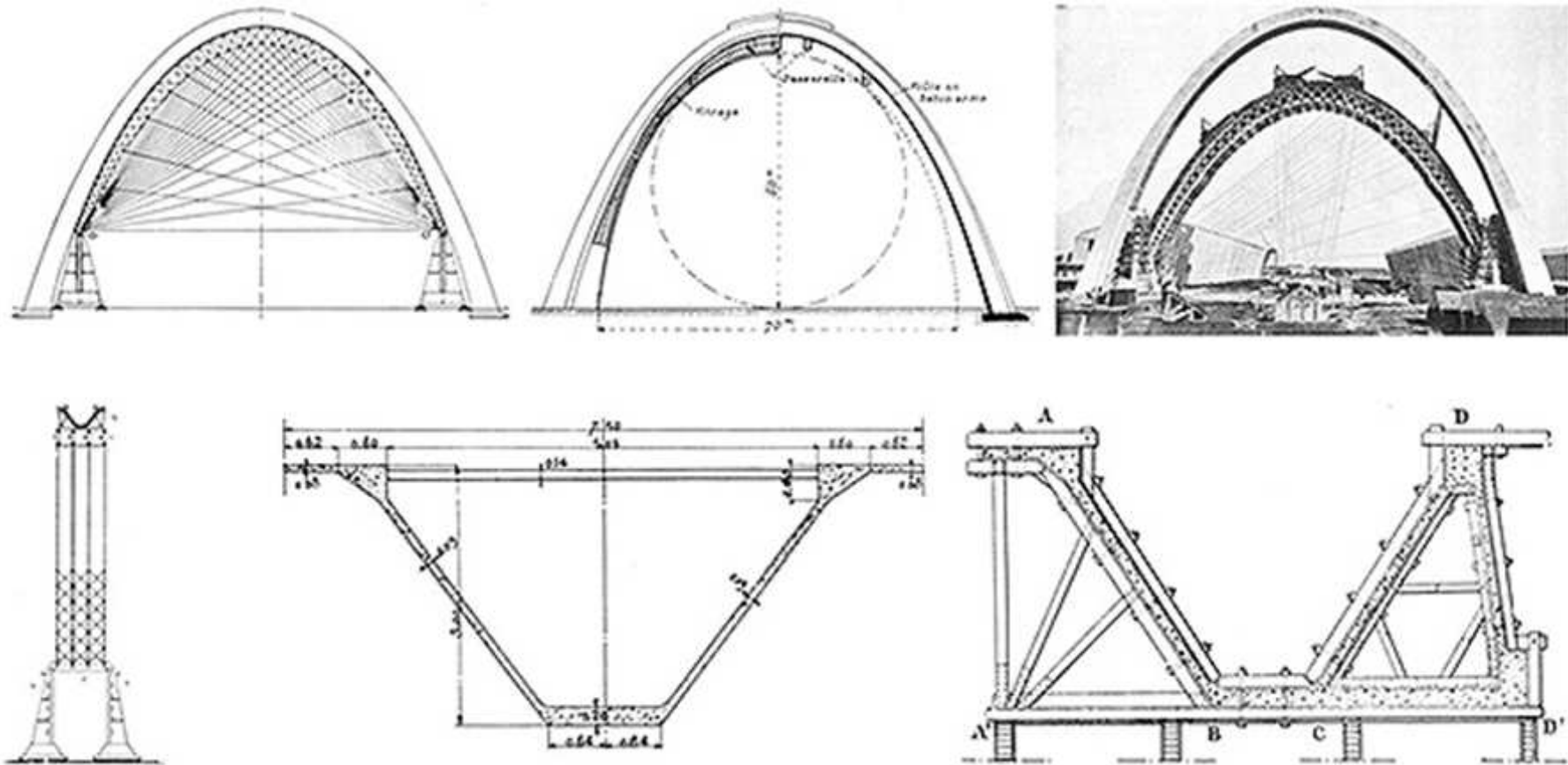
Igreja de Cenakelkerk (1913-1915)– Fonte: Cenalkeklerk. Disponível em:
[https://nl.wikipedia.org/wiki/Cenakelkerk_\(Heilig_Landstichting\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Cenakelkerk_(Heilig_Landstichting))

A partir de 1928 o engenheiro francês Eugène Freyssinet (1879-1962) dedicou-se a pesquisa de concreto protendido e de alta resistência. O método Freyssinet foi aplicado na estação portuária de Le Havre, França, em 1933 e após essa obra o **método Freyssinet** foi gradualmente sendo empregado em vários outros países.

Eugène Freyssinet construiu em 1923 os Hangares do Aeródromo Militar de Orly com duas abóbadas com mais de 50 metros de altura e 300 metros de comprimento. Esses hangares tinham cascas dobradas para aumentar a resistência e foram moldadas com o emprego de formas deslizantes. Esses edifícios foram demolidos no fim da Segunda Guerra Mundial.



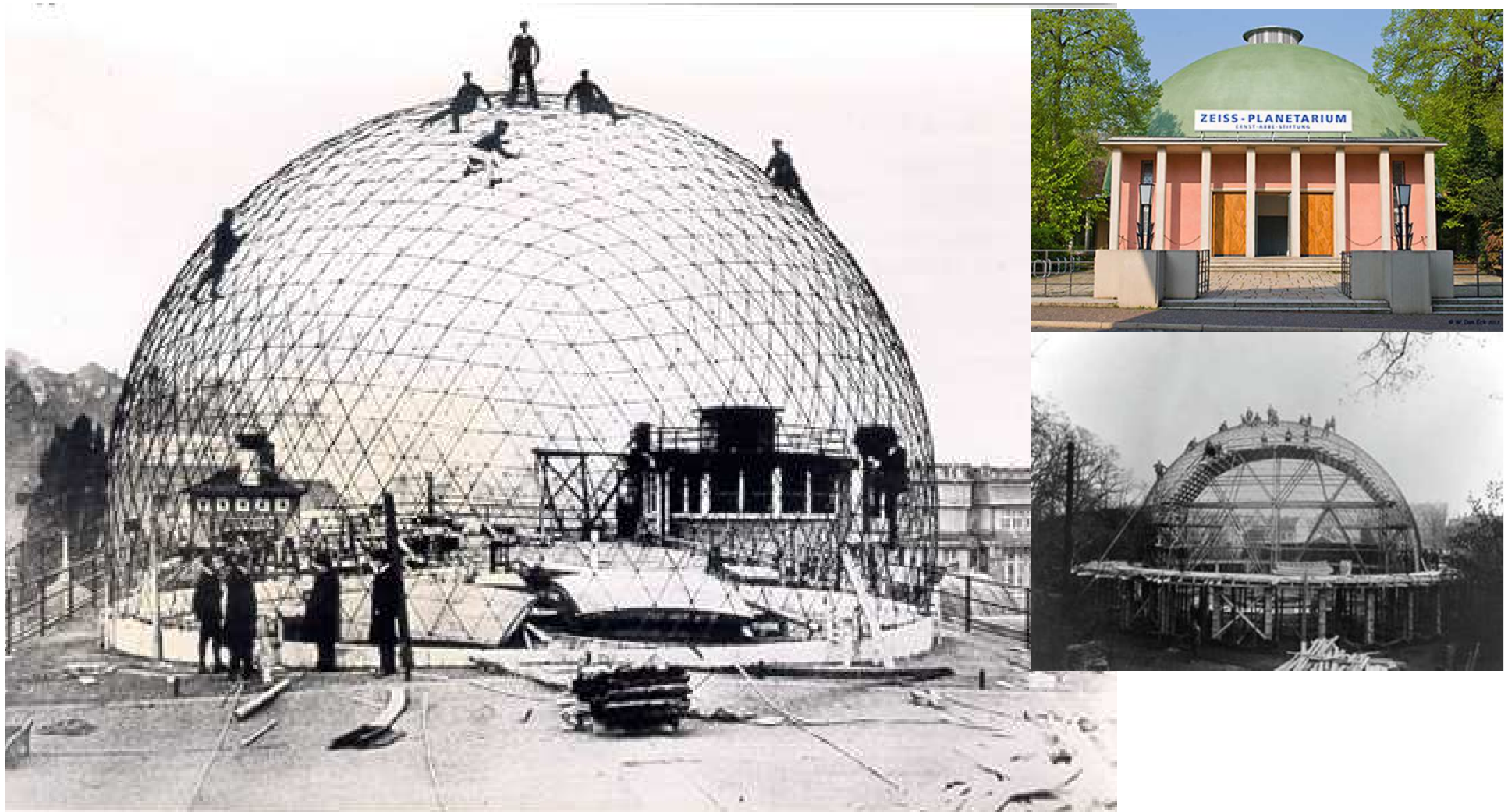
Hangares para dirigibles de Orly. Arquiscopio. Disponível em:
<http://arquiscopio.com/archivo/2013/02/02/hangares-para-dirigibles-de-orly/>



Freyssinet despertou o fascínio pelo novo material dos alemães Franz Dischinger (1887-1953) e Ulrich Finsterwalder (1897-1988), engenheiros na Dyckerhoff & Widmann AG. Verificaram que a combinação de concreto e aço conseguia superar os problemas de tensão das cúpulas antigas, permitindo estruturas mais leves e inovadoras.

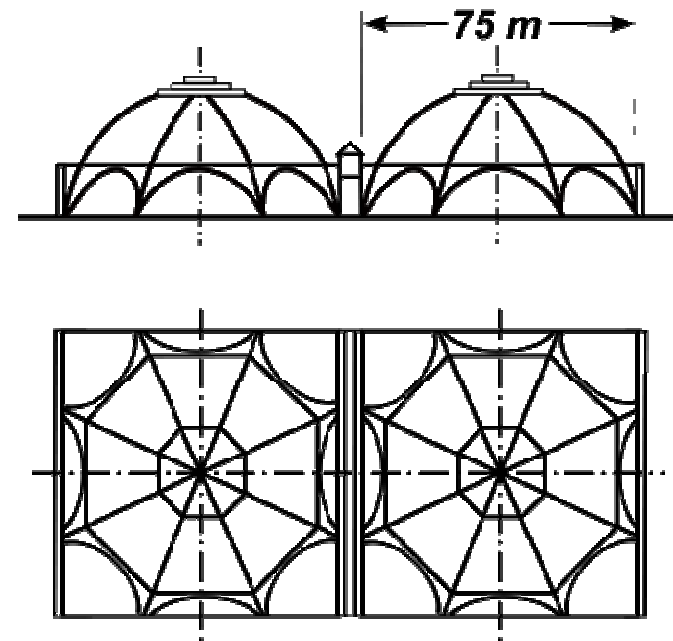
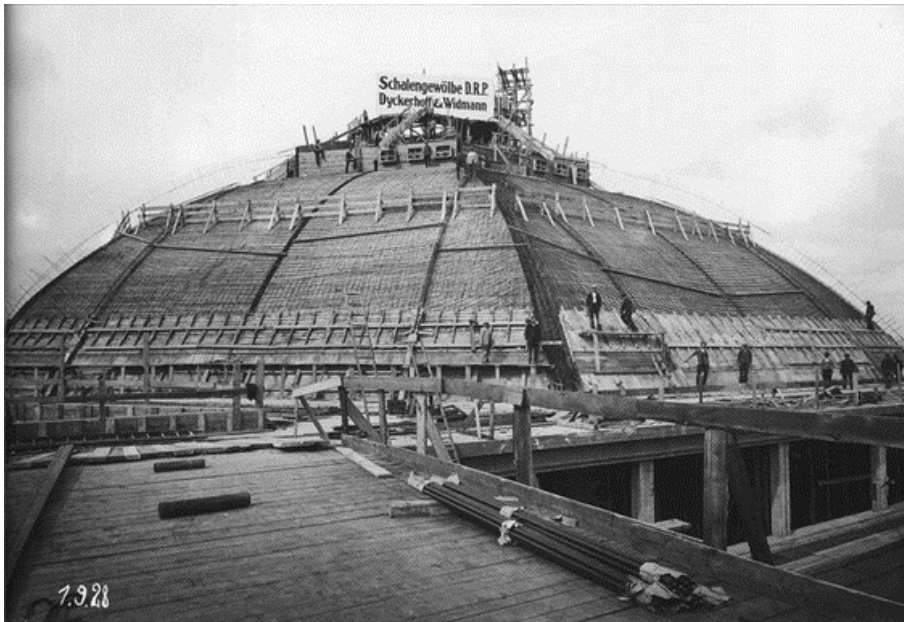
Dischinger e Finsterwalder projetaram uma estrutura em casca de concreto armado para as Industrias Carl Zeiss Optical em Jena na Alemanha com a colaboração de Walter Bauersfeld (1879-1959), um dos engenheiros da empresa Carl Zeiss

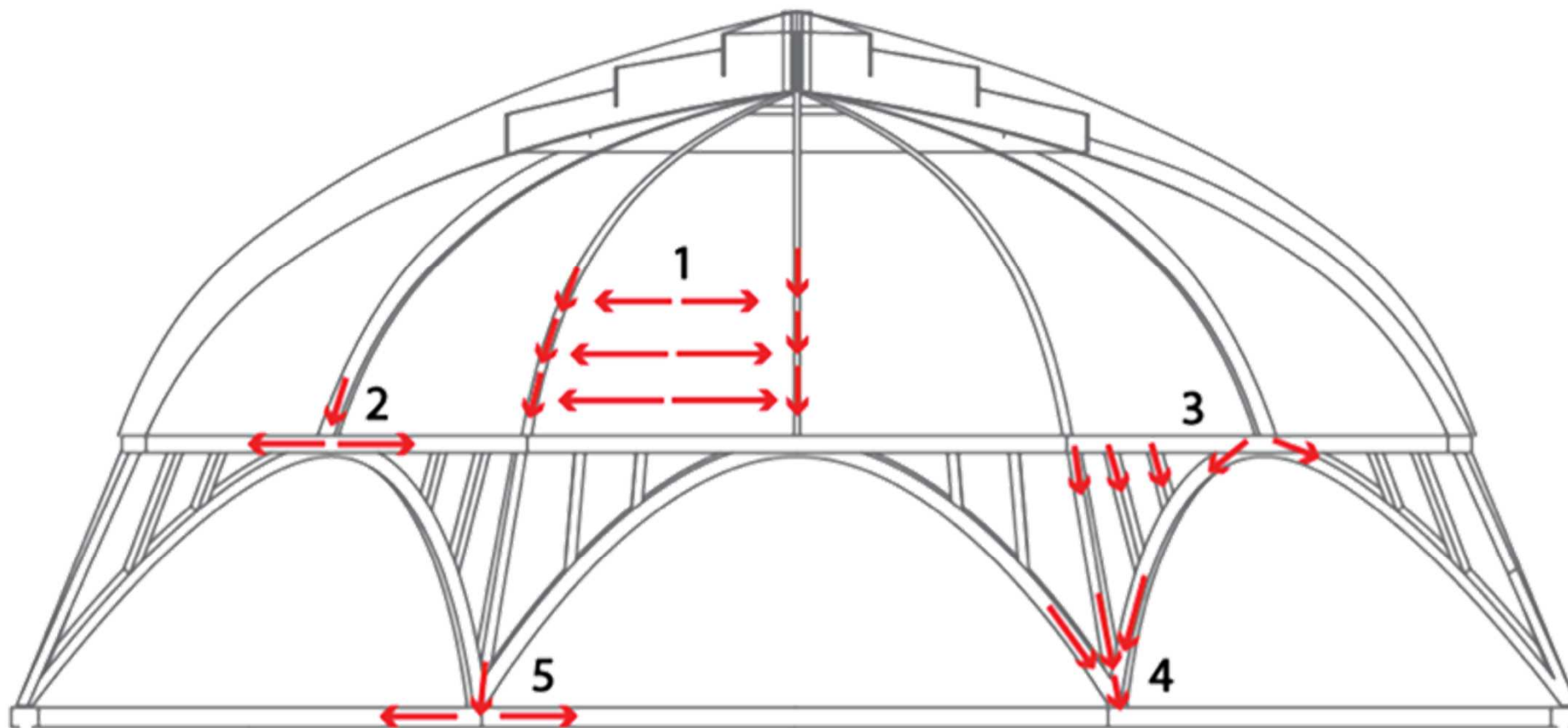
O planetário de Zeiss em Jena – no ano de 1925
No final de 1924 inicia a construção do planetário Jena – com 25 metros de vão – projeto dos arquitetos Schreiter & Schlag. A partir desse outros planetários são construídos pelo mundo – sendo que após muitos serem destruídos pela Segunda Guerra Mundial, o Planetário Jena permaneceu e é o mais antigo do mundo. (Fonte: ZEISS Planetarium Jena. Acessível em: <http://www.planetarium-jena.de/Geschichte.43.0.html>)



A cobertura do Mercado de Leipzig (1927-1929) tem vão de 65,8 m e 75 m de altura, as cúpulas suportam seu próprio peso sem auxílio do resto do edifício e são apoiadas sobre pilares e arcos inclinados.

Fonte: WIKIVISUALLY. Mercado de Leipzig. Disponível em: https://wikivisually.com/lang-de/wiki/Gro%C3%9Fmarkthalle_Leipzig

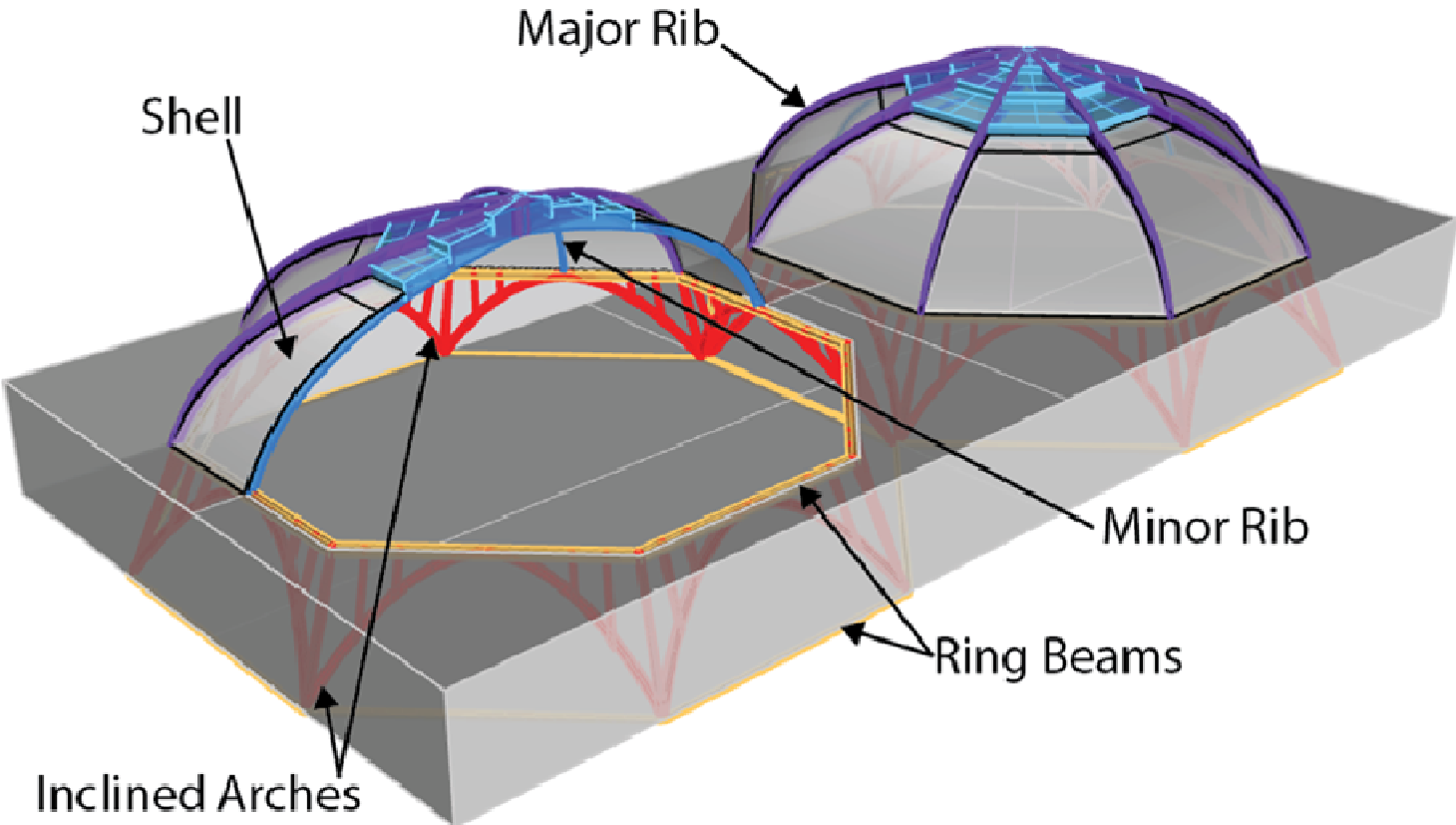




Flow of Forces

Fonte: WIKIVISUALLY. Mercadão de Leipzig. Disponível em: https://wikivisually.com/pt-br/wiki/Gro%C3%9Fmarkthalle_Leipzig

Gabriella Figueroa, Thomas Mbise and Margaret Owensby. Evolution of German Shell.s Efficiency in Form. Disponível em: <http://shells.princeton.edu/Leipzig.html> Acesso em 24 abr. 2018.



COMO REFERENCIAR:

Pisani, Maria Augusta Justi. **Procedência das cascas de concreto armado**. Material Didático. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e urbanismo da Universidade Mackenzie, 2019. Disponível em: <<http://www.gparqcon.com.br/>> Acesso em 07 jan. 2019

Procedência das cascas de concreto armado

Maria Augusta Justi Pisani

São Paulo, jan. 2019

APOIO:

