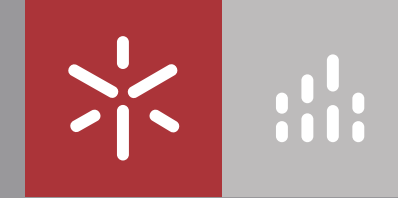




DESCODIFICAÇÃO DO *De re aedificatoria* DE ALBERTI
Gramáticas de forma para a análise e geração de edifícios sagrados

Bruno Acácio Ferreira Figueiredo

UMinho | 2015



Universidade do Minho
Escola de Arquitectura

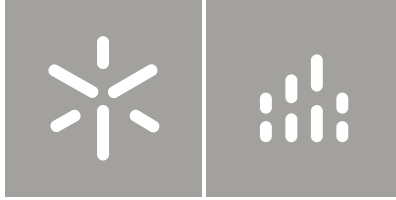
Bruno Acácio Ferreira Figueiredo

DESCODIFICAÇÃO DO *De re aedificatoria* DE ALBERTI

**Gramáticas de forma para a análise
e geração de edifícios sagrados**

[Anexos]

Agosto de 2015



Universidade do Minho
Escola de Arquitectura

Bruno Acácio Ferreira Figueiredo

DESCODIFICAÇÃO DO *De re aedificatoria* DE ALBERTI

**Gramáticas de forma para a análise
e geração de edifícios sagrados**

[Anexos]

Tese de Doutoramento em Arquitectura
[Construção e Tecnologia]

Trabalho efectuado sob a orientação de
Professor Doutor José Pinto Duarte
Professor Doutor Mário Krüger
Professor Doutor Pedro Bandeira

Agosto de 2015

DECLARAÇÃO

Nome: Bruno Acácio Ferreira Figueiredo

Endereço electrónico: bfigueiredo@arquitectura.uminho.pt Telefone: 919003496

Número de Cartão de Cidadão: 10833666

Título da tese:

Descodificação do *De re aedificatoria* de Alberti:

Gramáticas de forma para a análise e geração de edifícios sagrados

Orientadores:

Prof. Doutor José Pinto Duarte (Universidade de Lisboa), Prof. Doutor Mário Krüger (Universidade de Coimbra) e Prof. Doutor Pedro Bandeira (Universidade do Minho)

Ano de conclusão: 2015

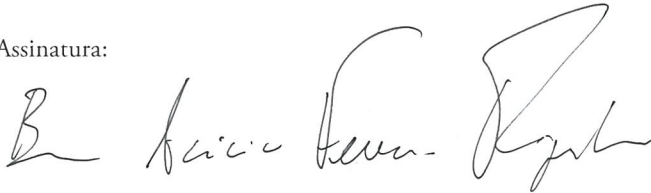
Ramo de Conhecimento do Doutoramento:

Doutoramento em Arquitetura, especialização em Construção e Tecnologia

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA TESE PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE REFERÊNCIA ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho,

Assinatura:



ÍNDICE

Anexo I. Gramática dos Edifícios Sagrados de planta retangular	1
Anexo II. Parâmetros e condições da Gramática dos Edifícios Sagrados de planta retangular	41
Anexo III. As álgebras da Gramática dos Edifícios Sagrados de Planta Retangular	47
Anexo IV. Universo de Soluções no <i>Estágio 1. Composição interna dos templos</i>	53
Anexo V. Análise de um <i>corpus</i> da obra edificada de Alberti	69
Anexo VI. Gramática de forma de edifícios sagrados de planta retangular segundo teoria e projeto de Alberti	87
Anexo VII. Análise de um <i>corpus</i> de igrejas da Renascença portuguesa	113

Anexo I

Gramática dos Edifícios Sagrados de planta retangular

Tabela 1. Enumeração e descrição breve das regras da forma, com divisão por estágios da gramática

Estágio	Regra. Descrição breve			
1.	Composição interna	1 Delineamento da cela		
		2 Abertura da capela-mor		
		3 Abertura das capelas laterais		
		a Primeira abertura		
		b Aberturas subsequentes		
		c Renomeia o ponto de referencia à abertura		
		4 Delineamento da capela-mor		
		a Capela semicircular		
		b Capela retangular		
		5 Delineamento de capelas laterais		
		a Capela semicircular		
		b Capela retangular		
		2.	Delineamento de paredes	6 Adição da espessura das paredes da cela e capelas
				a Tardoz
b Tardoz com capela-mor semicircular				
c Tardoz com capela-mor retangular				
d Frontaria				
e Fachadas laterais				
f Par de capelas laterais semicirculares				
g Par de capelas laterais retangulares				
7 Ligação de paredes das capelas e da cela				
a Capelas semicirculares e as paredes de tardoz e frontaria				
b Capelas retangulares e as paredes de tardoz e frontaria				
c Entre paredes de capelas semicirculares não justapostas				
d Entre paredes de capelas semicirculares contiguas				
e Entre paredes de capelas semicirculares justapostas				
f Entre paredes de capelas retangulares não justapostas				
g Entre paredes de capelas retangulares contiguas				
h Entre paredes capelas retangulares justapostas				
i Entre paredes de capelas semicirculares e retangulares não justapostas				
j Entre paredes de capelas semicirculares e retangulares contiguas				
l Entre paredes capelas semicirculares e retangulares justapostas				

Tabela 2. Continuação da Tabela 1, enumeração e descrição breve das regras da forma, com divisão por estágios da gramática.

Estágio	Regra. Descrição
3.	8 Localização do(s) Pórtico(s)
	a Adossado à frontaria
	b Adossado ao tardo
	c Adossados às fachadas laterais
	d Solto da frontaria
	e Solto do tardo
	f Solto da frontaria e fachadas laterais
	g Solto do tardo e fachadas laterais
	h Soltos no perímetro total do edifício
	i Definição da profundidade do pórtico da frontaria
	j Definição da profundidade do pórtico do tardo
	9 Distribuição de colunas
a Adição de pontos axiais das colunas do pórtico da frontaria	
b Adição de pontos axiais das colunas do pórtico do tardo	
c Adição de pontos axiais das colunas dos pórticos das fachadas laterais	
d Final da adição de pontos axiais das colunas do pórtico da frontaria	
e Final da adição de pontos axiais das colunas do pórtico do tardo	
f Final da adição de pontos axiais das colunas dos pórticos das fachadas laterais	
4.	10 Extrusão das paredes da cela
	11 Extrusão das paredes das capelas
	a Capela-mor de geometria semicircular
	b Capela-mor de geometria retangular
	c Par de capelas laterais semicirculares
d Par de capelas laterais retangulares	
5.	12 Extrusão do pódio
	13 Adição de proto-colunas
	14 Adição de proto-pedestal
	15 Adição de proto-entablamento
	16 Adição de proto-frontão
6.	17 Adição de abóbada à nave central
	18 Adição de telhado à nave central
	19 Adição de abóbada à cobertura das capelas
	a Capela de geometria semicircular
	b Capela de geometria retangular
20 Adição de telhado à cobertura das capelas	
a Capela de geometria semicircular	
b Capela de geometria retangular	
c Capela de geometria retangular, telhado com um caimento	
7.	21 Adição de porta de entrada
	22 Adição de porta de entrada Coríntia com pórtico e frontão
	a Com pórtico solto
	b Com pórtico embebido
	23 Adição de janelas termiais
24 Adição de nichos	
25 Adição de pórtico na ligação de capelas e a nave	
8 .	26 Supressão de marcadores e etiquetas

Estágio 1. Composição interna

Regra 1. Delineamento da cela

descrição textual

No Livro VII, Alberti introduz um conjunto inicial de ratios para o dimensionamento da cela:

“(…) Em quase todos os templos quadrangulares, os Antigos tiveram em vista produzir uma área tal que o comprimento fosse uma vez e meia a sua largura; outros construíram-na tal que a largura fosse superada em um terço pelo comprimento; outros quiseram que o comprimento tivesse o dobro da largura. Nas áreas quadrangulares o maior defeito de deformidade é se houver algum ângulo que não seja recto.”

(VII, 4, 2)

No Livro IX, cap.5 e 6, alarga o conjunto de ratios através da definição de sistemas proporcionais baseados na natureza dos números. No seguimento da descrição das harmonias musicais (IX, 5)¹, Alberti estabelece uma correspondência entre estas proporções e as áreas dos edifícios (IX, VI), diferenciando-os em três tipos de áreas:

“Falamos das áreas mais pequenas, onde os números estão numa razão de igualdade; ou de dois para três ou de três para quatro; e também das áreas médias onde os números estão na razão de um para dois, ou de quatro para nove, ou de nove para dezasseis. Finalmente, referimos as mais amplas onde estão numa razão de um para três ou de um para quatro ou de três para oito.” (IX, 6, 2)

Finalmente, ainda no âmbito do Livro IX, Alberti descreve os “princípios constitutivos da delimitação dos cubos”, isto é, de proporções inatas, propondo a sua aplicação para o dimensionamento da área dos edifícios:

“Na definição das medidas há proporções inatas que não se podem determinar de forma alguma por meio dos números, mas se conseguem, representar mediante raízes e potências. As raízes são os lados dos quadrados dos números; as potências das raízes são as áreas dos mesmos quadrados. Da elevação das áreas nascem os cubos. O primeiro dos cubos, cuja raiz é a unidade, foi consagrado À divindade pelo facto de que, produzido todo ele a partir da unidade, também ele mesmo é uno. Dizem, além disso, que o cubo é, de todas as figuras, o único perfeitamente estável, constante e inabalável em qualquer das faces.

Mas se a própria unidade não é um número mas a nascente dos números que se contém a si mesma e se derrama, talvez seja legítimo dizer que o primeiro número é a dualidade. Desta raiz produz-se a área igual a quatro; elevando-se essa área a uma altura igual à da raiz, realizar-se-á um cubo igual a oito. A partir deste género de cubo obtêm-se os princípios constitutivos da delimitação dos cubos. Com efeito, oferece-se aqui, em primeiro lugar, o lado do cubo que se designa de raiz cúbica; a área de uma face é quatro, e o volume do cubo é oito. A estes elementos junta-se a linha que vai de um ângulo da área ao ângulo oposto, e que, traçada em linha recta, divide essa área em duas partes iguais., pelo que se chama diagonal., Ignora-se qual seja o número da sua medida; mas consta que é a raiz de uma área igual a oito. Vem a seguir também a diagonal do cubo que temos a certeza eu é a raiz do número doze. Finalmente, vem a linha maior de um triângulo rectângulo cujos lados menores são aqueles que contêm o ângulo recto: um destes lados é a raiz de uma área igual a doze. Por sua vez, a terceira maior linha, subtensa a um ângulo recto, é a raiz do número dezasseis. Portanto as proporções de números e medidas, que acabamos de referir, são inerentes à definição de diagonais. O uso destes elementos consiste em atribuir a linha mais curta à largura da área e a mais comprida, correspondente a esta, ao comprimento, ao passo que as médias devem ser atribuídas à altura. Ma às vezes permutar-se-ão, tendo em conta a comodidade dos edifícios.” (IX, 6, 6-7)

¹ Ver cap.xxxxx do corpus onde descrevemos as proporções harmónicas.

parâmetros

wi - largura da cela

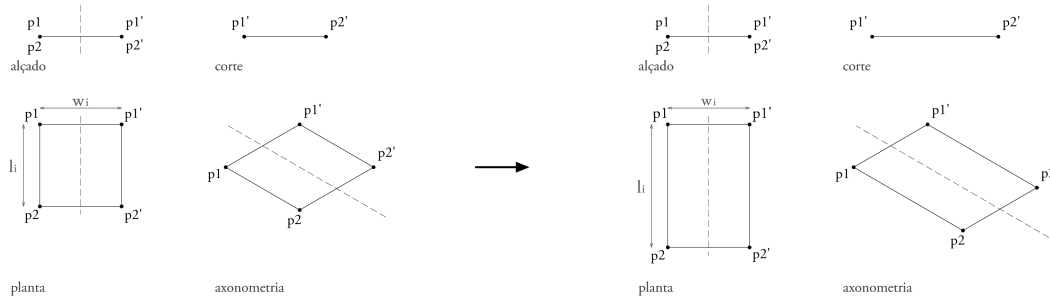
li - comprimento da cela

α - variável para cálculo do comprimento da cela

condições

li = α wi

$\alpha \in \{1, \sqrt{4}/\sqrt{3}, \sqrt{3}/\sqrt{2}, 4/3, \sqrt{2}, 3/2, \sqrt{3}, 16/9, 2, 9/4, 8/3, 3, 4\}$



Regra 2. Abertura da capela-mor

descrição textual

“A abertura da capela será assim estabelecida. Quando, em áreas rectangulares, tiver de haver uma só capela, dividirei a largura do templo em quatro partes, e destas destinarei duas à abertura da capela; ou, se nos agradar um espaço mais amplo, dividirei a largura em seis partes e delas destinarei quatro partes à abertura. Deste modo, os ornamentos das colunas que se devem usar, as janelas e outras coisas do mesmo género, serão muito mais comodamente colocados nos seus lugares. (...)” (VII, 4, 6)

parâmetros

wi - largura da cela

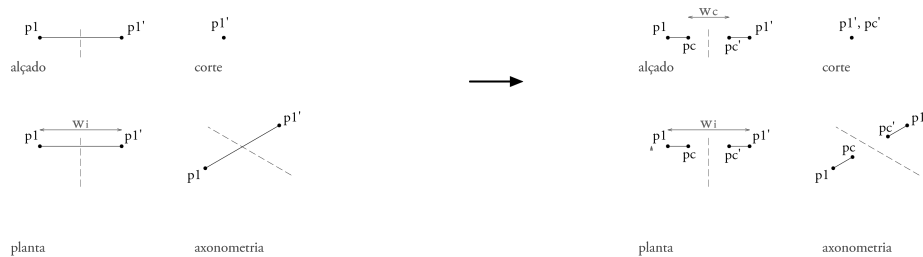
wc - largura da capela-mor

β - variável para cálculo da abertura da capela

condições

wc = β wi

$\beta \in \{2/4, 4/6\}$



Regra 3. Abertura das capelas laterais

descrição textual

“Aos templos acrescentam-se capelas, mas em uns, muitas em outros, poucas. (...) Ou, se se acrescentarem também nos lados, isso far-se-á decorosamente em áreas quadrangulares que tenham de comprimento o dobro da largura; e nos lados não se há-de pôr mais do que uma, ou, se aprouver acrescentar várias, convém que sejam em número ímpar. (...)” (VII, 4, 4)

“(...) Se, porém, colocares várias capelas em tomo da área, será legítimo fazer as laterais com o mesmo tamanho da capela-mor. Mas eu gostaria que, tendo em vista a sua dignidade, a capela-mor fosse uma duodécima parte maior que as restantes. (...)” (VII, 4, 6)

“A parte sólida dos muros, isto é, a ossatura do edifício que nos templos separa as aberturas das várias capelas, faça-se de tal forma que em nenhum sítio seja menor do que um quinto da largura do espaço vazio, e em nenhum sítio mais largo do que um terço ou, onde pretenderes que as capelas sejam muito fechadas, do que metade.” (VII, 4, 7)

parâmetros

- w_i - largura da cela
- w_c - largura da capela-mor
- w_{cl} - largura da capela lateral
- w_s - largura da ossatura
- n_{cl} - número de capelas laterais
- φ - variável para cálculo da abertura da capela
- φ' - variável para cálculo da ossatura

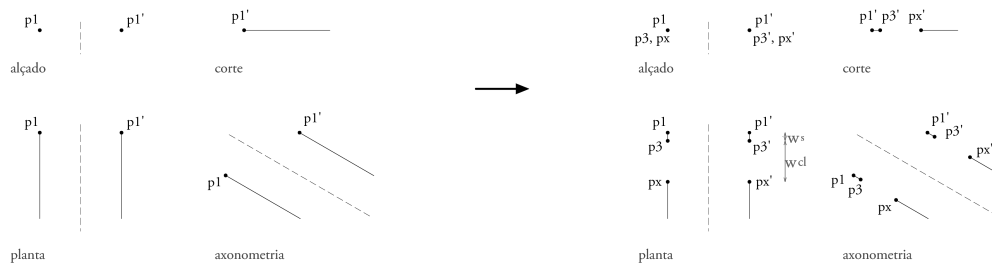
Condições

$$w_{cl} = \varphi w_c; \varphi \in \{11/12, 1\}$$

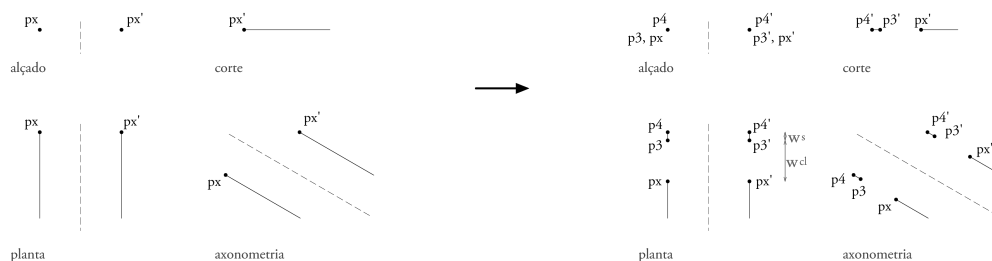
$$w_s = (l_i - n_{cl} w_{cl}) / (n_{cl} + 1)$$

$$\varphi' = w_s / w_{cl} \wedge 1/5 \leq \varphi' \leq 1/3 \vee \varphi' = 1/2$$

a. Primeira abertura



b. Aberturas subsequentes



c. Renomeia o ponto de referência à abertura

se termina a adição de capelas (n_{cl} = 0) ⇒ px → p4

Finaliza a segmentação da linha correspondente à fachada lateral (interna) em aberturas das capelas laterais.

Regra 4. Delineamento da capela-mor

descrição textual

“Aos templos acrescentam-se capelas, mas em uns, muitas em outros, poucas. Nos templos quadrangulares em parte nenhuma se construirá, em geral, senão uma capela, e essa no lugar mais interior de modo a oferecer-se de frente a quem entra, logo desde a porta. Ou, (...)” (VII, 4, 4)

“Por sua vez a capela ou será rectangular, ou será traçada em forma de semicírculo. Ora se a capela tiver de ser uma só na extremidade do templo, será de preferir uma capela cujo espaço termine em semicírculo; a seguir vem a quadrangular. Porém, (...)” (VII, 4, 5)

“(...) Há ainda este aspecto importante relativamente aos templos quadrangulares: estará certo, se a capela-mor tiver todos os lados iguais (...)” (VII, 4, 6)

parâmetros

wi - largura da cela

wc - largura da capela-mor

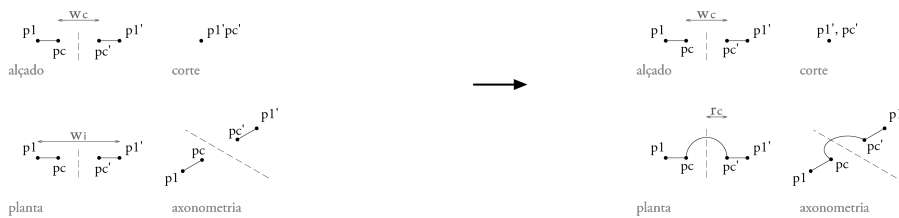
rc - raio da capela-mor

Condições

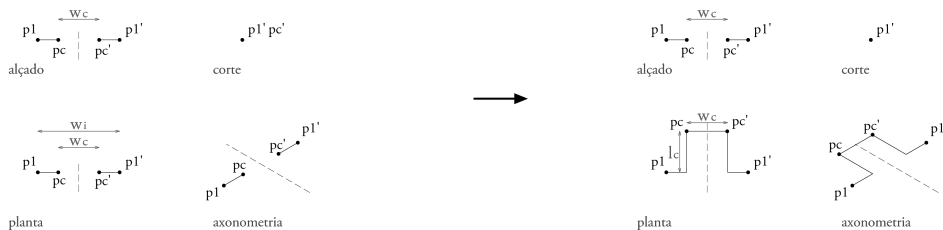
$rc = 1/2 wc$

$lc = wc$

a. Capela semicircular



b. Capela retangular



Regra 5. Delineamento de capelas laterais

descrição textual

“(…) Porém, quando as capelas forem numerosas e pegadas, nesse caso contribuirá para a beleza se as quadrangulares se misturarem alternadamente com as semicirculares, e corresponderem entre si as que estão frente a frente.” (VII, 4, 5)

(…) estará certo, se a capela-mor tiver todos os lados iguais; mas nas outras convém que as linhas traçadas da direita para a esquerda tenham o dobro do comprimento daquelas que se estendem no sentido da profundidade.” (VII, 4, 6)

parâmetros

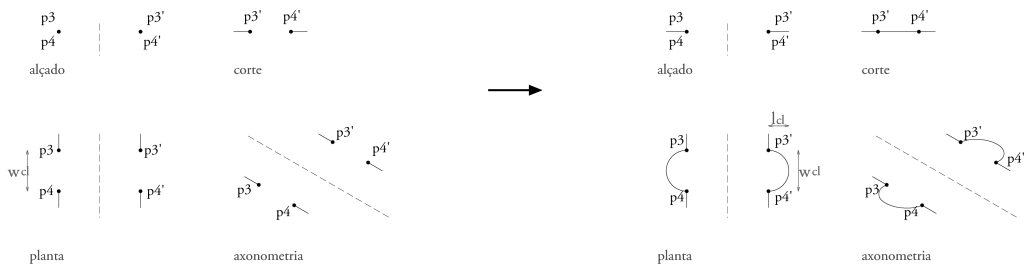
wcl - largura da capela lateral

lcl - comprimento da capela lateral

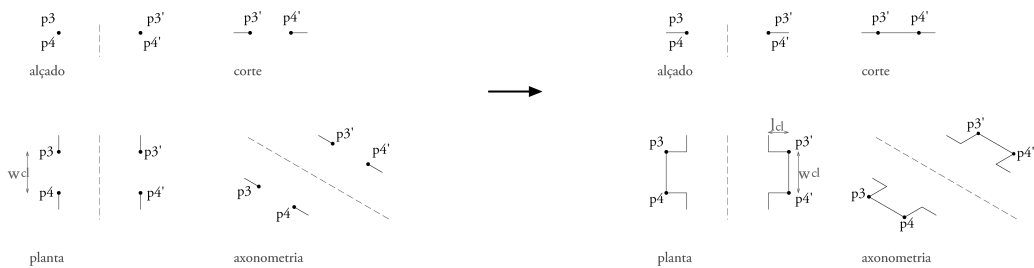
Condições

$lcl = 1/2 wcl$

a. Capela semicircular



b. Capela retangular



Estágio 2. Delineamento das paredes

Regra 6. Adição da espessura das paredes da cela e capelas

descrição textual

“O muro deve ter uma espessura em proporção com a coluna, de tal modo que no muro a proporção da altura com a espessura seja a mesma que nas colunas. Observei que, nos templos, os Antigos costumavam dividir a frente da área em doze partes ou, quando quiseram que a obra fosse muito robusta, em nove, e que dessas partes deram uma à espessura do muro.” (VII, 10, 3)

parâmetros

tw - espessura da parede

método por ratio da frente da área:

wi - largura da cela

we - largura da área

σ - variável da espessura da parede

método por proporção da coluna:

hwi – altura das paredes interiores

dcol – diâmetro da coluna

hcol – altura da coluna

λ - variável referente ao sistema de colunas

Condições

método por ratio da frente da área:

$$we = wi + 2 tw \Leftrightarrow we = wi / (1 - 2 \sigma)$$

$$tw = \sigma we$$

$$\sigma \in \{1/12, 1/9\}$$

método por proporção da coluna:

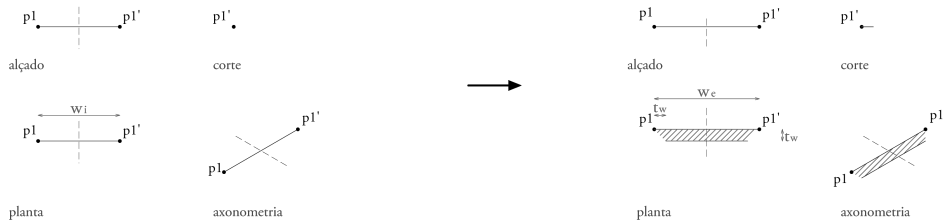
$$tw = hwi^{(1)} / \lambda$$

$$\lambda = hcol / dcol^{(2)}$$

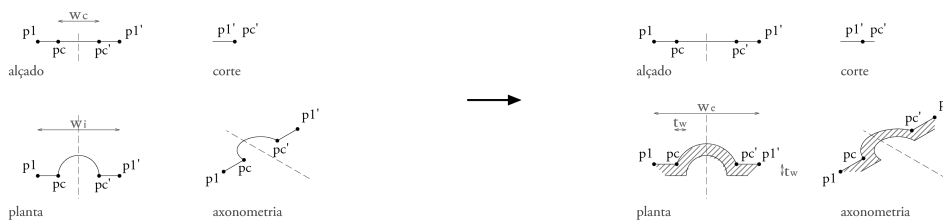
⁽¹⁾ conforme descrições, parâmetros e condições da *Regra 10. Extrusão de Paredes.*

⁽²⁾ conforme descrições, parâmetros e condições da *Regra 12. Adição de proto-coluna.*

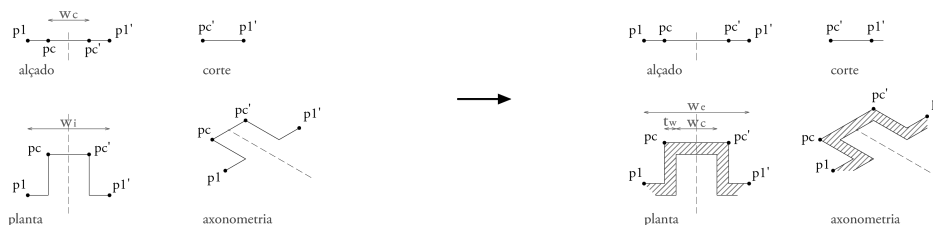
a. Tardoz



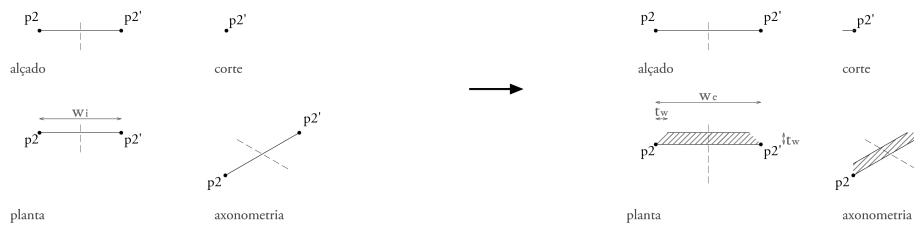
b. Tardoz com capela-mor semicircular



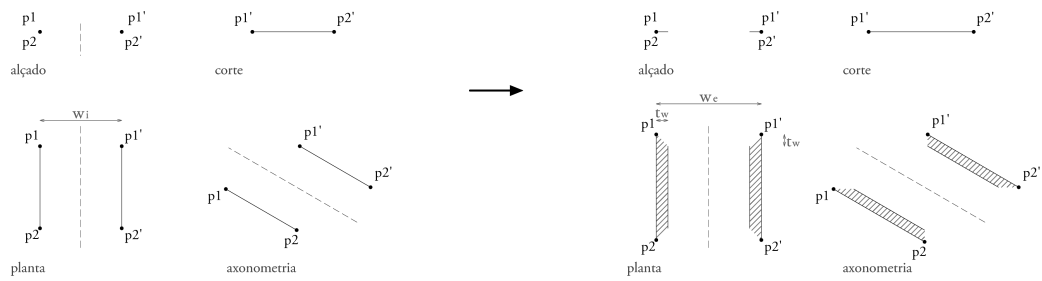
c. Tardoz com capela-mor retangular



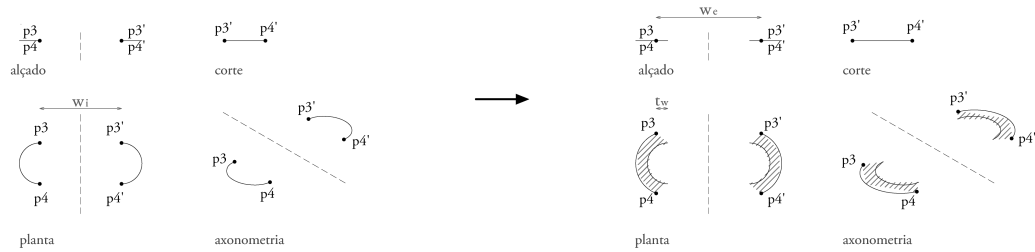
d. Frontaria



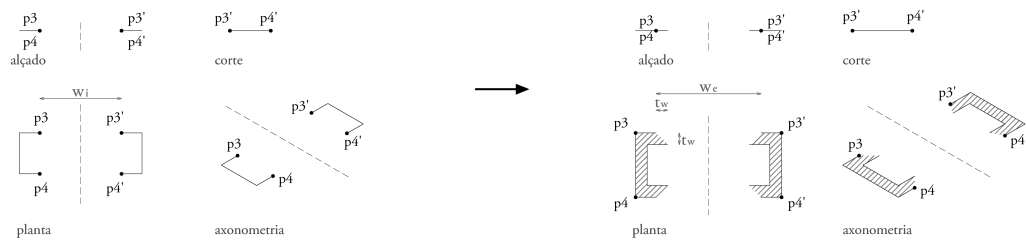
e. Fachadas laterais



f. Par de capelas laterais semicirculares



g. Par de capelas laterais retangulares

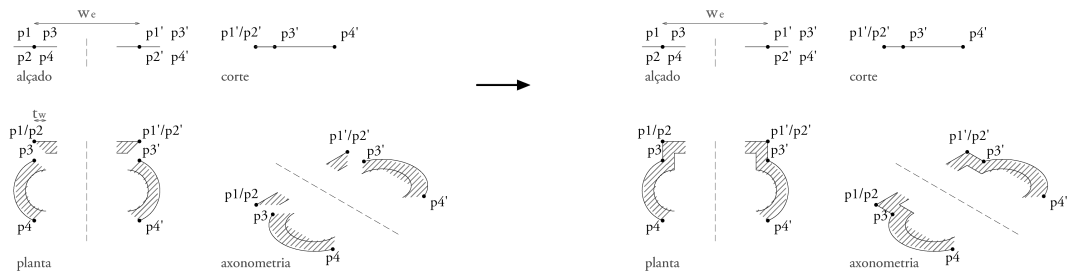


Regra 7. Ligação de paredes das capelas e da cela

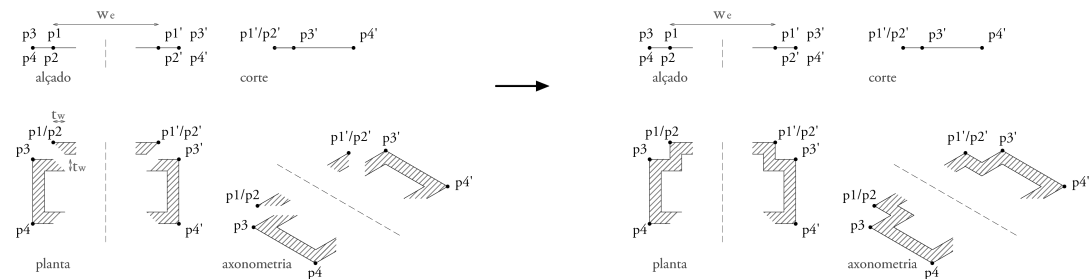
descrição textual

O *De re aedificatoria* não contém descrições relativas a procedimentos para a ligação das paredes das capelas laterais às paredes da cela, nas suas diversas morfologias e pontos de contacto. Por este motivo, desenvolvemos onze regras da forma que visam a ligação das paredes das capelas laterais às restantes paredes do templo. Estas regras da forma resultam da identificação de oito possíveis relações espaciais para resolução da parede exterior do edifício. Uma vez que não se tratam de regras da forma de funcionamento paramétrico, não são descritos parâmetros e condições para a sua aplicação.

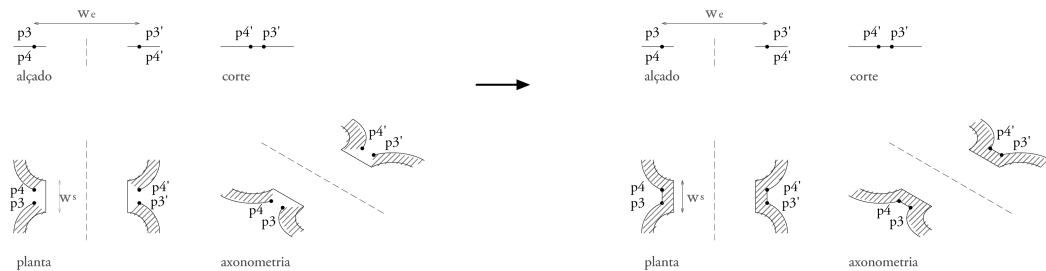
a. Capelas semicirculares e as paredes de tardo e frontaria



b. Capelas retangulares e as paredes de tardo e frontaria

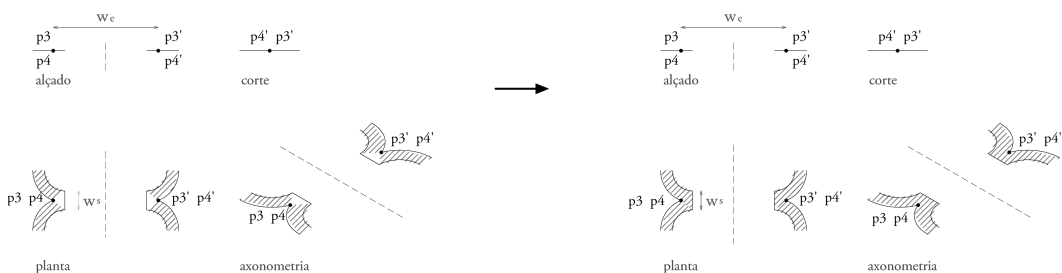


c. Entre paredes de capelas semicirculares não justapostas



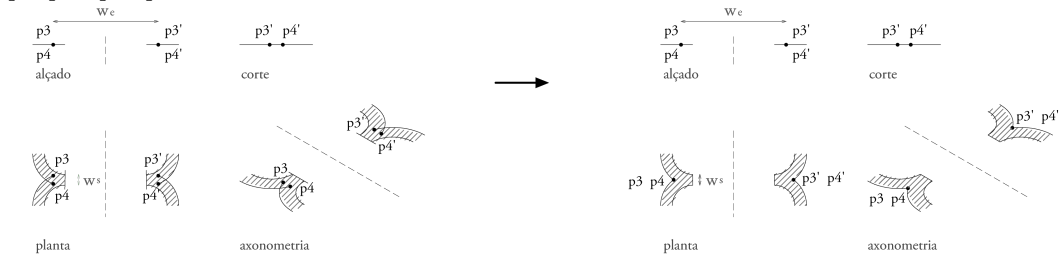
d. Entre paredes de capelas semicirculares contiguas

p3, p4 e p3', p4' são coincidentes

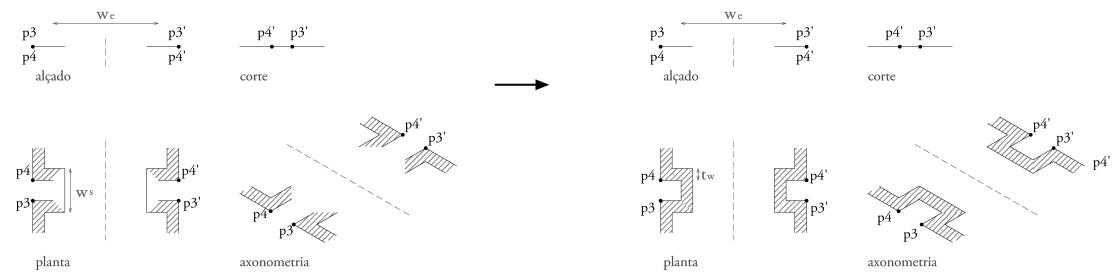


e. Entre paredes de capelas semicirculares justapostas

p_3, p_4 e p_3', p_4' não coincidentes

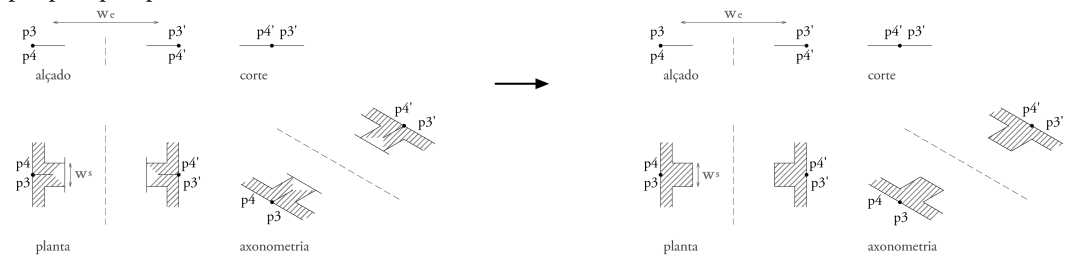


f. Entre paredes de capelas retangulares não justapostas



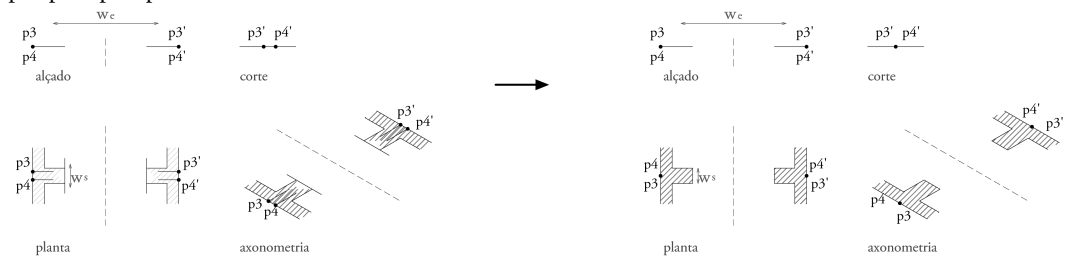
g. Entre paredes de capelas retangulares contiguas

p_3, p_4 e p_3', p_4' são coincidentes

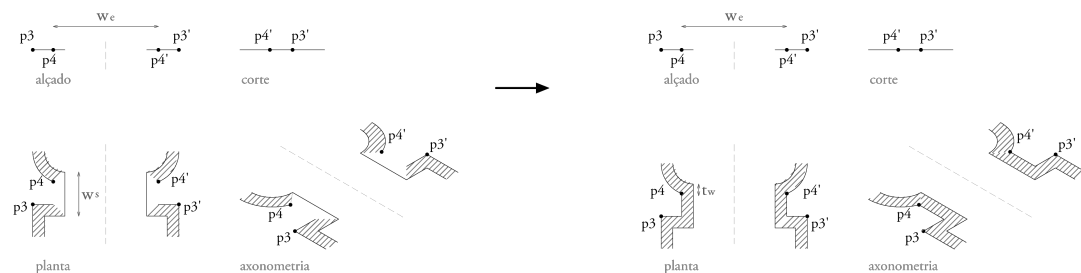


h. Entre paredes capelas retangulares justapostas

p_3, p_4 e p_3', p_4' não coincidentes

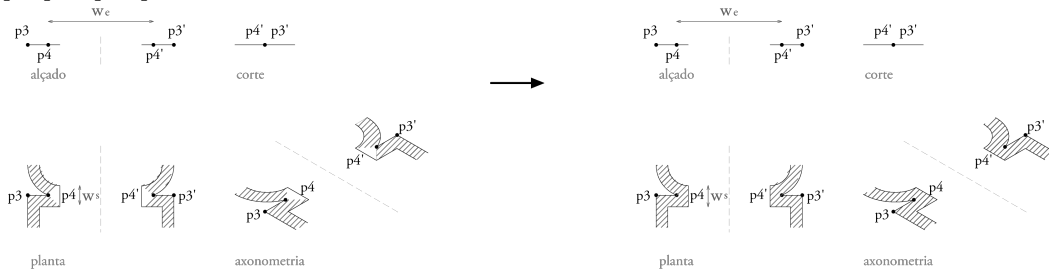


i. Entre paredes de capelas semicirculares e retangulares não justapostas



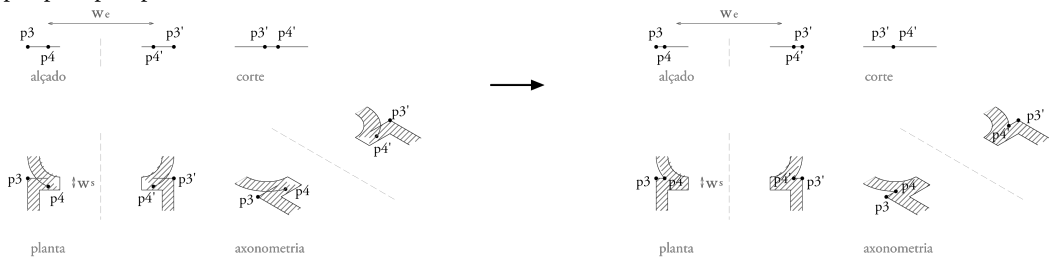
j. Entre paredes de capelas semicirculares e retangulares contiguas

$p3, p4$ e $p3', p4'$ são coincidentes



l. Entre paredes capelas semicirculares e retangulares justapostas

$p3, p4$ e $p3', p4'$ não coincidentes



Estágio 3. Delineamento do(s) pórtico(s)

Regras 8. Localização do(s) Pórtico(s)

descrição textual

“Nos templos quadrangulares, o pórtico da frontaria não deve ser em parte nenhuma mais pequeno do que a largura total do templo, e em parte nenhuma será mais profundo do que um terço do comprimento. Nos pórticos laterais dos templos, as colunas ficarão distantes dos muros da cela o espaço do intercolúnio. No tardoz, o pórtico imitará aquele que quiseres de entre os que referimos.” (VII, 5, 2)

Ver *Regra 9 - Distribuição de colunas* para descrições relativas ao intercolúnio.

parâmetros

wport - largura do pórtico

lport - profundidade do pórtico

ncol - número de colunas por colonata

mcol - número de colonatas

dcol - diâmetro da coluna

i - intercolúnio

ic - intercolúnio central

δ - variável para proporção do intercolúnio

mcol' - número de colonatas soltas em pórticos adjacentes

(1) conjunto relativo às cinco proporções do intercolúnio: compacto, ampliado, elegante, subcompacto e subampliado, respetivamente)

condições

$i = \delta \text{ dcol}$

$\delta \in \{3/2, 2, 9/4, 3, 27/8\}^{(1)}$

$ic = 5/4 i$

$ncol \in \{2n\} \wedge n \in \mathbb{N}$

Específicas dos pórticos da frontaria (portf) e tardoz (portt):

$wport \geq we \wedge wport = ncol \text{ dcol} + (ncol-2)i + ic$

$dcol = we / [(\delta + 1) (ncol - mcol') - 3/4 \delta]$

$mcol \in \mathbb{N} \rightarrow lport \leq 1/3 le$

$lport = 0 \vee lport = mcol (dcol + i)$

$mcol' = 2 lport / (dcol + i)$

Específicas dos pórticos das fachadas laterais (portl):

$wport = ncol \text{ dcol} + (ncol-1)i$

$dcol = we / [(\delta + 1) (ncol - mcol') - \delta]$

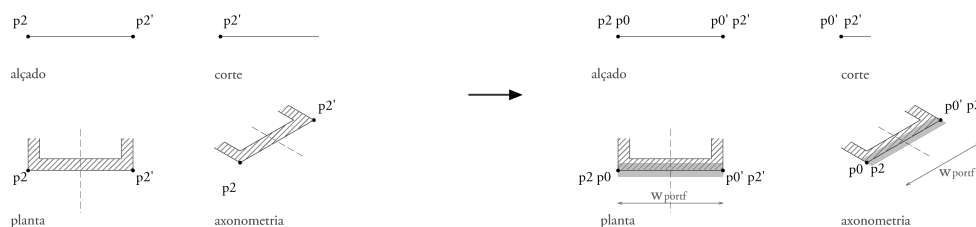
$ncol \in \{2n\} \wedge n \in \mathbb{N}$

$lportl = 0 \vee lportl = i + dcol$

$mcol' = (lportf + lportt) / (dcol + i)$

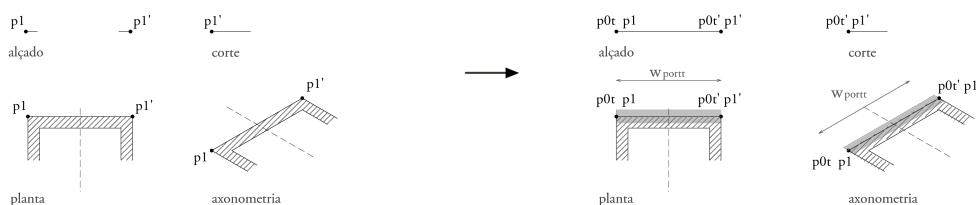
a. Adossado à frontaria

$lportf = 0$



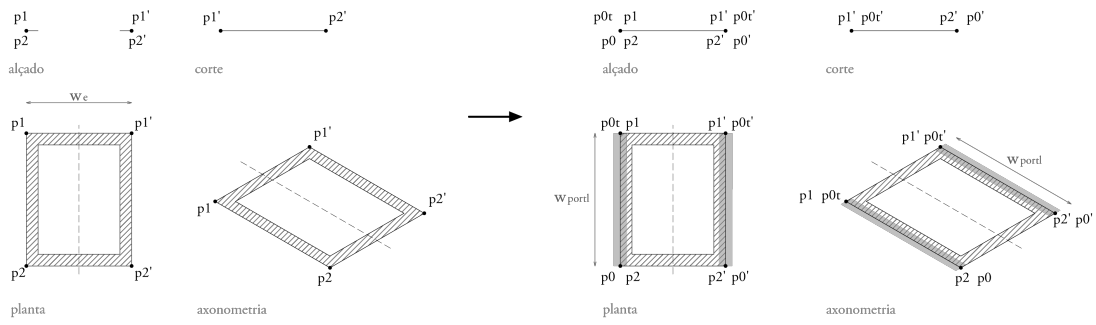
b. Adossado ao tardoz

$lportt = 0$

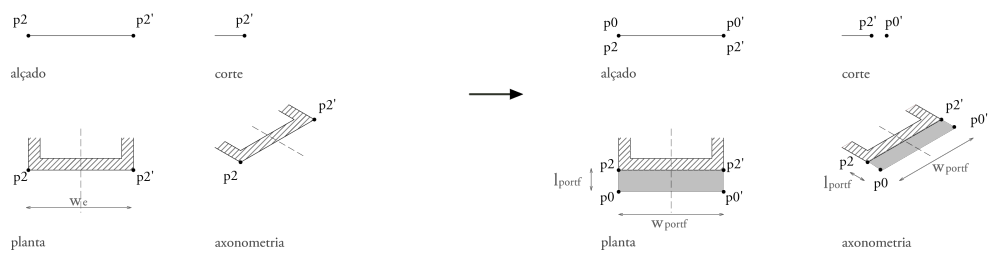


c. Adossados às fachadas laterais

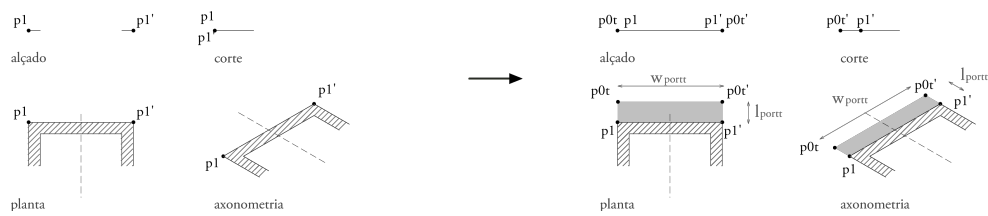
$l_{portt} = 0$



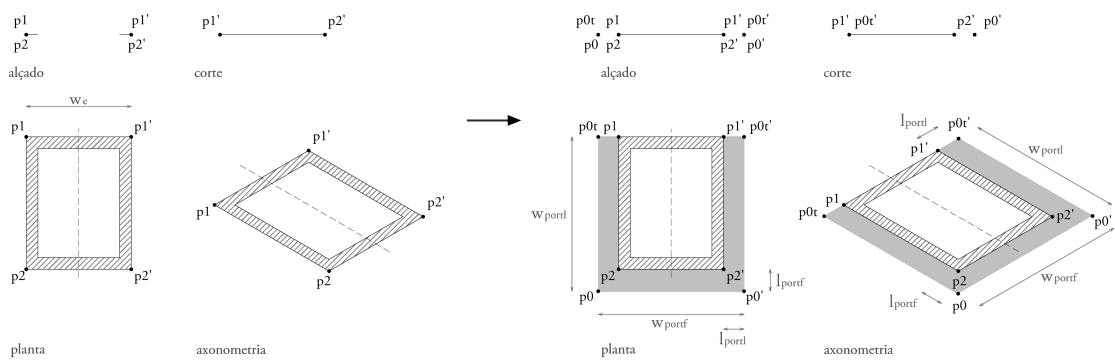
d. Solto da frontaria



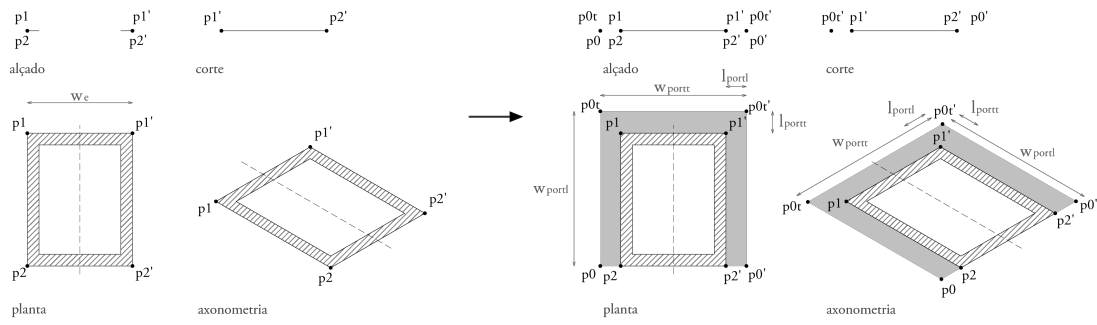
e. Solto do tardo



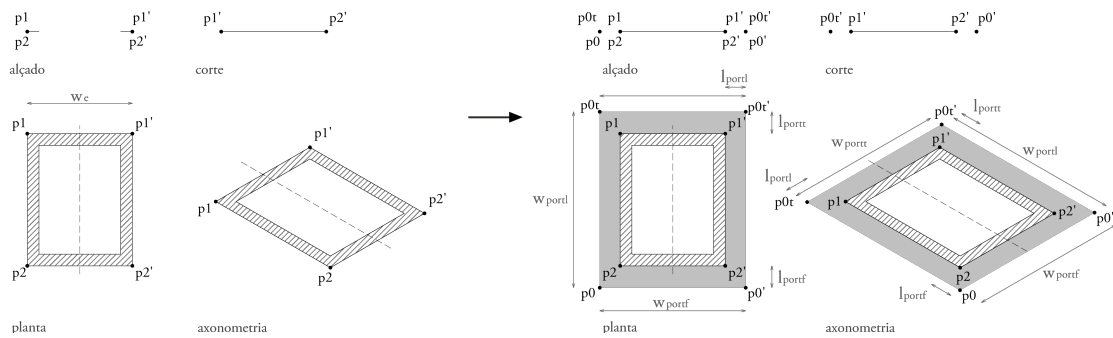
f. Soltos da frontaria e fachadas laterais



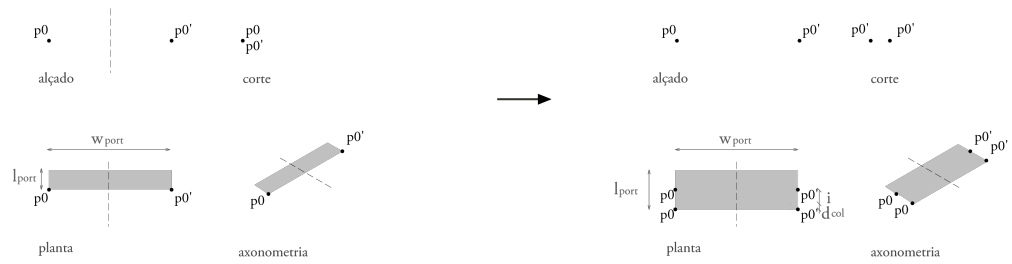
g. Soltos do tardo e fachadas laterais



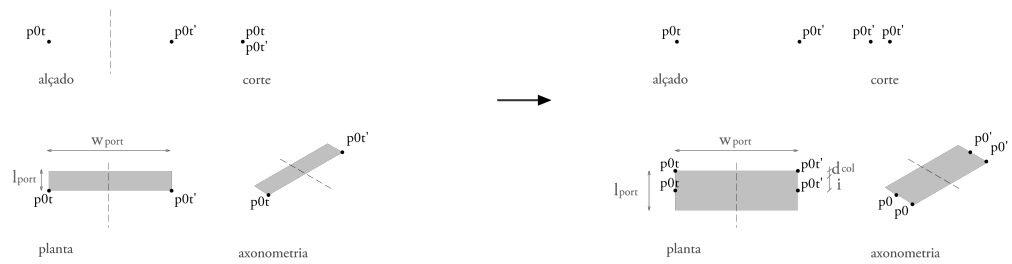
h. Soltos no perímetro total do edifício



i. Definição da profundidade do pórtico da frontaria



j. Definição da profundidade do pórtico do tardo



Regras 9. Distribuição de colunas

descrição textual

“No que diz respeito a estas proporções aconselham o seguinte. Façam-se os intercolúnios em número ímpar; não se coloquem colunas senão em número par; faça-se mais larga que as restantes a abertura do meio que está de frente para a porta; onde os intercolúnios têm de ser mais estreitos, empreguem-se colunas mais finas; nos intervalos mais largos, usem-se colunas mais grossas. Portanto, a espessura das colunas será regulada pelos intervalos e os intervalos pelas colunas, em particular segundo as leis seguintes. Em cada uma destas classes, os intervalos que ficarem ao meio far-se-ão mais largos, de modo a excederem os restantes em uma quarta parte. Assim eles nos aconselham.(...) Nas obras compactas, os intervalos não serão mais estreitos do que uma espessura e meia da coluna; nas obras ampliadas, não terá mais que três espessuras e três oitavos de uma coluna; nas obras elegantes, terá duas espessuras e um quarto; nas obras subcompactas, serão atribuídas duas espessuras, e nas subampliadas três.” (VII, 5, 8)

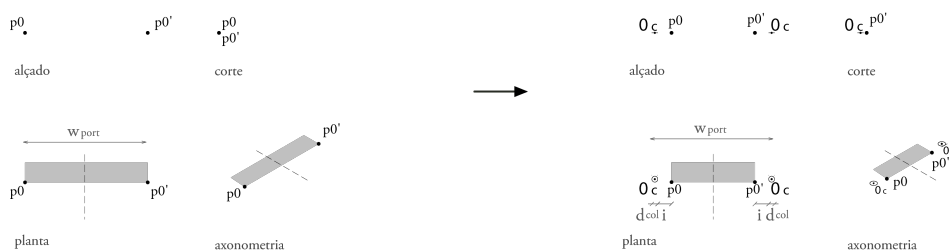
parâmetros

wport - largura do pórtico
 lport - profundidade do pórtico
 mcol - número de colunatas
 dcol - diâmetro da coluna
 i - intercolúnio
 ic - intercolúnio central
 ncol - número de colunas por colunata
 δ - variável para proporção do pórtico

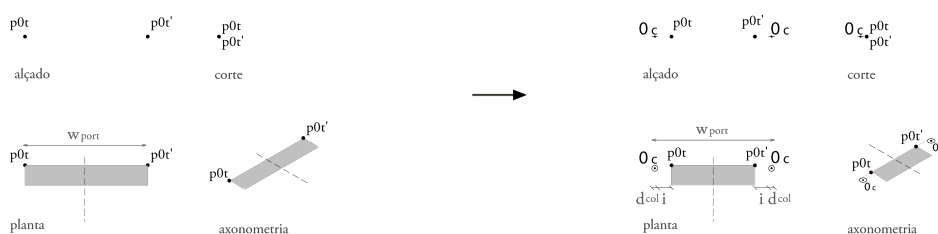
condições

Pórticos da frontaria (portf) e tardez (portt):
 $wport \geq we \wedge wport = ncol \ dcol + (ncol-2)i + ic$
 $dcol = wport / (ncol (1+\delta) - 3/4 \delta)$
 $i = \delta \ dcol ; \delta \in \{3/2, 2, 9/4, 3, 27/8\}$
 $ic = 5/4 \ i$
 $ncol \in \{2n\} \wedge n \in \mathbb{N}$
 $lport \leq 1/3 \ le \wedge lport = mcol (dcol + i) \wedge mcol \in \mathbb{N}$
 Pórticos das fachadas laterais (portl):
 $wport = ncol \ dcol + (ncol-1)i \Leftrightarrow dcol = wport / (ncol (1+\delta) - \delta)$
 $i = \delta \ dcol ; \delta \in \{3/2, 2, 9/4, 3, 27/8\}$
 $ncol \in \text{número par}$
 $lport = i + dcol$

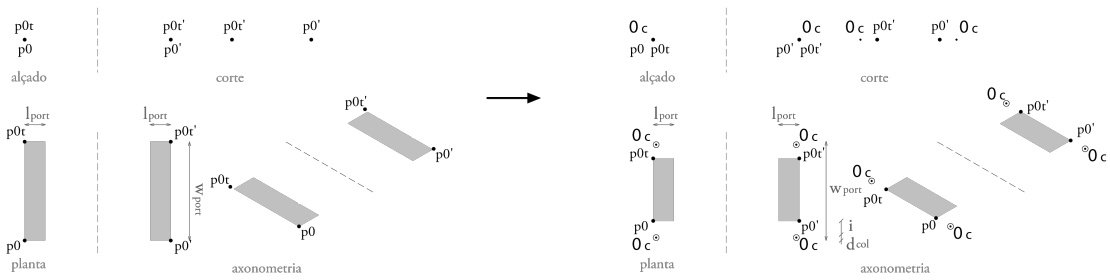
a. Adição de pontos axiais das colunas do pórtico da frontaria



b. Adição de pontos axiais das colunas do pórtico do tardez

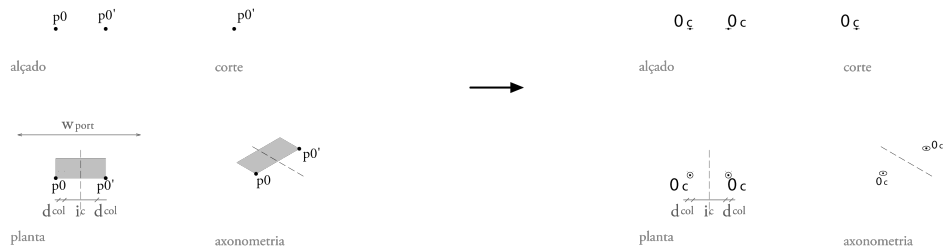


c. Adição de pontos axiais das colunas dos pórticos das fachadas laterais



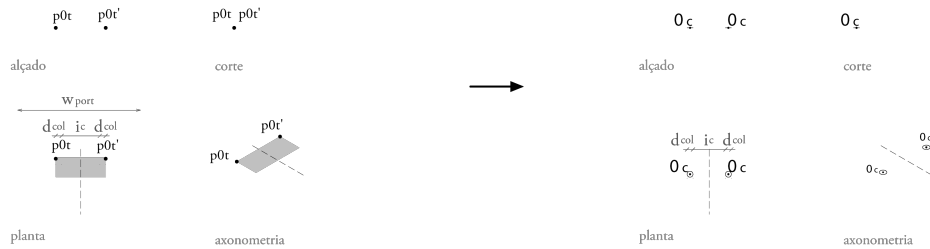
d. Final da adição de pontos axiais das colunas do pórtico da frontaria

adição do último par de colunas do pórtico $\Rightarrow p0 \rightarrow \emptyset; p0' \rightarrow \emptyset$



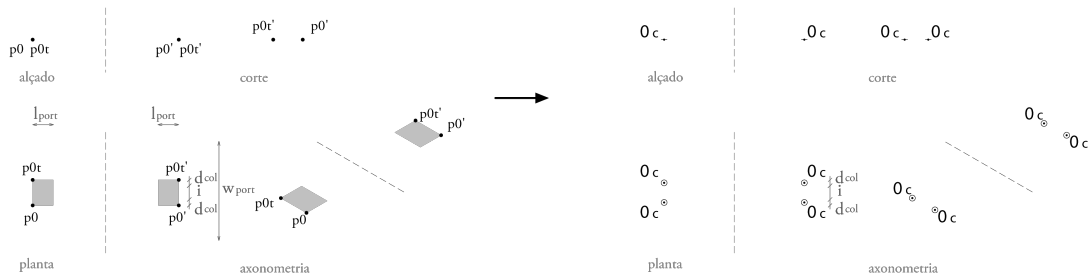
e. Final da adição de pontos axiais das colunas do pórtico do tardoz

adição do último par de colunas do pórtico $\Rightarrow p0t \rightarrow \emptyset; p0t' \rightarrow \emptyset$



f. Final da adição de pontos axiais das colunas dos pórticos das fachadas laterais

adição do último par de colunas do pórtico $\Rightarrow p0 \rightarrow \emptyset; p0' \rightarrow \emptyset; p0t \rightarrow \emptyset; p0t' \rightarrow \emptyset$



Estágio 4. Extrusão das paredes

Regra 10. Extrusão das paredes da cela

descrição textual

No Livro VII, Alberti introduz um conjunto inicial de *ratios* para o dimensionamento da altura das paredes dos templos:

“Nos templos circulares, alguns tomaram três quartos do seu diâmetro, a grande maioria dois terços, ninguém menos de metade e com essas medidas erguíam o muro interior até à abóbada. Mas os mais peritos dividiram o perímetro dessa área circular em quatro partes e endireitaram uma dessas linhas e ergueram o muro interior com esse comprimento, que correspondia a uma proporção de onze para quatro.² Isso foi imitado pela maioria em edifícios quadrangulares, fossem templos ou quaisquer outras obras com abóbada.

Todavia, onde deve haver celas ao longo do muro de um e outro lado da área, às vezes elevaram o muro com uma altura igual à largura da área, porque assim a amplidão do espaço parecia mais larga ao olhar.” (VII, 10, 4 -5)

No livro IX, Alberti descreve três sistemas proporcionais aplicáveis ao dimensionamento da largura, comprimento e altura das áreas dos edifícios mais significativos, nos quais incluem-se os templos. Enquanto elementos descritivos da gramática, anexamos a esta regra da forma partes do tratado onde Alberti sintetiza:

(1) a utilização de proporções harmônicas para a inferência da altura de áreas duplas, triplas e quádruplas:

“A delimitação é, para nós, uma certa correspondência entre as linhas com que se medem grandezas. Uma delas é a do comprimento, a segunda a da largura e a terceira a da altura.(...)” (IX, 5, 13)

(...) O princípio da delimitação será tirado inteiramente da música, na qual estes números são utilizadíssimos e, além disso, daquilo em que a natureza ofereça por si algo notável e digno. (...) (IX, 5, 14)

“Co-associaremos, por assim dizer, três a três todas as dimensões de um corpo aos números de cujas correspondências são constituídas as proporções, como na dupla, na tripla e na quádrupla. Com efeito, a dupla obtém-se a partir de uma simples sesquiáltera a que se acrescenta a sesquitércia, o número quatro, que por sua vez é o dobro em relação a dois. Ou igualmente assim. Admita-se que três como termo menor; produz o sesquitércia; passo a quatro; acrescento a sesquiáltera: obtém-se o número seis que, em relação ao três, constitui uma dupla. E também a tripla se compõe de uma dupla e de uma sesquiáltera, formando um conjunto. Admita-se que o termo menor é o dois; aplicando-lhe uma dupla, passará a quatro; junto-lhe a sesquiáltera; obtém-se o número seis; este número seis corresponde ao triplo do dois. Ou igualmente isto assim. A quádrupla produz-se com ampliações semelhantes àquelas com que se forma a dupla acrescentando outra dupla. Com efeito, a quádrupla obtém-se pela duplicação da dupla, que é o que chamam de disdiapason; e faz-se do seguinte modo. Admita-se que neste caso o termo menor é o dois; duplico-o e passa a diapason, que corresponde a uma proporção de quatro para dois; duplico o diapason e passa a bisdiapason, que corresponde a uma proporção de oito para dois. Esta quádrupla forma-se também acrescentando à dupla a sesquiáltera e a sesquitércia em conjunto. Fica claro como isso se faz pelo que se diz a seguir. Para que esta explicação seja mais clara, dada uma dualidade, por exemplo, por meio da sesquiáltera passa a três, que por sua vez por meio da sesquitércia, passa a quatro; finalmente o quatro passa a oito por meio de uma dupla. Ou assim: dado o número três, obtém-se por duplicação o seis; adiciona-se-lhe a sua metade: passa a nove; a nove adiciona-se a sua terça parte: passa a doze, que é o quádruplo em relação a três, seu termo menor.

² Pela observação de templos circulares, Alberti sugere que os Antigos determinavam a altura da parede interior da igreja até à abóbada a partir do diâmetro da área: *alguns tomaram três quartos do seu diâmetro, a grande maioria dois terços, ninguém menos de metade, e os mais peritos um quarto do perímetro, dimensão que corresponde a onze catorze avos do seu diâmetro.* Dado que a proporção 11/4 não corresponde ao sistema proporcional sugerido por Alberti (VII, 10), provavelmente trata-se de um erro e um erro de transcrição desta O proporção a partir do manuscrito original.

(...)Assim, alguém que quer erguer as paredes porventura numa área, cujo comprimento é duplo em relação à largura, não deve usar, nesse caso, as proporções de que se compõe a área tripla, mas sim as que constituem a dupla. Proceder-se-á da mesma forma na área tripla: usará também as proporções que integram a área tripla, e igualmente numa área quadrupla não usará outra proporções que não as próprias.” (IX, 6, 3-4)

(2) a utilização de “princípios constitutivos da delimitação dos cubos”, isto é, de proporções inatas, cujo extracto do texto apresenta-se na *Regra 1. Delineamento da cela*.

(3) três métodos para o cálculo da altura da área dos edifícios, inferida da média de dois extremos, isto é, da largura e comprimento da área:

“(…) O cálculo das *mediedades* é diverso e complexo; mas, segundo os sábios são três os modos de principais de calculadas as *mediedades*, tendo todos como objectivo final que, dados os termos extremos, se obtenha um numero medio correspondente a ambos os extremos dados, segundo uma proporção determinada, isto é, por assim dizer, segundo uma certa relação de parentesco.

(...) a mais fácil de se encontrar é aquela que se design como aritmética. Com efeito, dados os termos extremos, ou seja, o maior de um lado, um oito por exemplo, e o menor do lado oposto, por exemplo um quatro, (...) Os matemáticos estabelecem que o número seis é neste caso, a *mediedades* que, entre os termos aos, o quatro e o oito, dista de ambos com um intervalo igual.

A segunda *mediedades* é a geométrica, calcula-se assim. Multiplica-se o termo menor, por exemplo o quatro, pelo maior, por exemplo o nove. Desta multiplicação obtém-se o resultado de trinta e seis unidades; a raiz, como dizem, deste resultado, isto é, a medida do lado, tomada tantas vezes quantas vezes contém a unidade, completará uma área igual a trinta e seis. Portanto, essa raiz será seis; com efeito, multiplicada por seis dará trinta e seis de área. (...)

A terceira *mediedades*, chamada musical, (...) Nesta *mediedades*, a proporção que há entre o menor e o maior dos termos dados, é necessário que exista, na mesma relação, entre as distâncias do termo menor ao médio ao maior, de acordo com o exemplo seguinte: Admitamos que são dados os seguintes termos; o menor, trinta; o maior, sessenta, Neste caso estão entre si numa relação dupla. Tomo, pois, números que não podem ser mais pequenos numa relação dupla: são eles, de um lado, o um, do lado oposto o dois; adiciono-os: a soma é três. A seguir divido em três partes todo o intervalo que há entre o maior termo dado, sessenta, o menor, trinta; cada um dessas três partes será dez; por isso acrescentarei ao termo menor uma dessas partes, ou seja, dez: a soma é quarenta. Esta é a *mediedades* musical que procuramos, a qual, em relação ao termo maior, está o dobro da distância que o termo médio está em relação ao menor. Foi com toda esta proporção que estabelecemos que o maior dos extremos corresponde ao menor.

(...) Mas serviram-se das *mediedades* principalmente para elevar a medida da altura.” (IX, 6, 8-12)

parâmetros

h_i - altura do paramento interior das paredes

w_i - largura da cela

l_i - comprimento da cela

μ_j - variável para a proporção da altura das paredes

μ_0 - Variáveis descritas no Livro VII

μ_1, μ_2 e μ_3 - Variáveis descritas no Livro IX, relativas a proporções harmónicas

$\mu_4, \mu_5, \mu_6, \mu_7$ e μ_8 - Variáveis descritas no Livro IX, relativas às proporções inatas

μ_9, μ_{10} e μ_{11} - Variáveis descritas no Livro IX, relativas às *Mediedades* aritmética, geométrica e harmónica, respetivamente.

condições

$$h_i = \mu_i w_i; i \in \mathbb{N} \wedge j \leq 11$$

$$\mu_0 \in \{1/2, 2/3, 3/4, 11/14, 1\}$$

$$\mu_1 \in \{3/2, 4/3\} \rightarrow l_i/w_i = 2$$

$$\mu_2 \in \{4/2, 3/2\} \rightarrow l_i/w_i = 3$$

$$\mu_3 \in \{4/2, 3/2, 6/3\} \rightarrow l_i/w_i = 4$$

$$\mu_4 = \sqrt{1/\sqrt{2}} \rightarrow l_i/w_i = \sqrt{3/\sqrt{2}}$$

$$\mu_5 = \sqrt{3/\sqrt{1}} \rightarrow l_i/w_i = \sqrt{2/\sqrt{1}}$$

$$\mu_6 \in \{\sqrt{2/\sqrt{1}}, \sqrt{4/\sqrt{1}}\} \rightarrow l_i/w_i = \sqrt{3/\sqrt{1}}$$

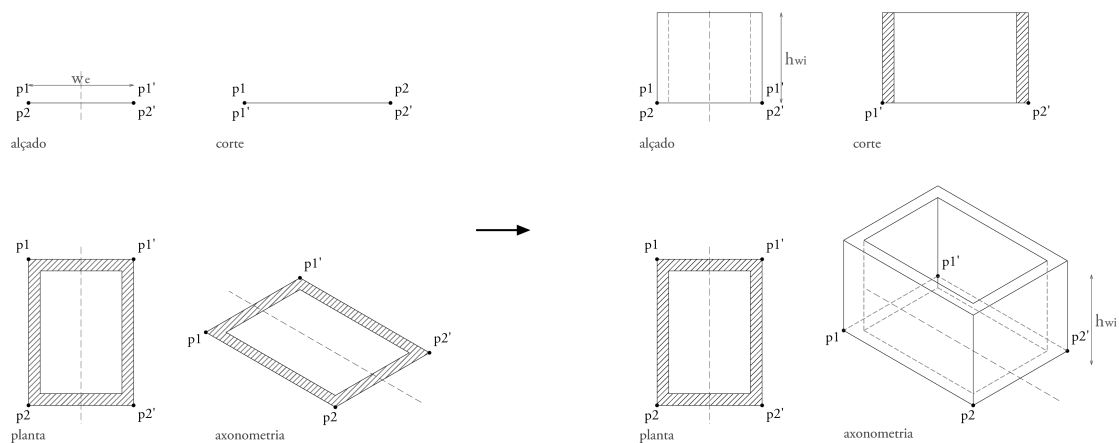
$$\mu_7 = \sqrt{1/\sqrt{3}} \rightarrow l_i/w_i = \sqrt{4/\sqrt{3}}$$

$$\mu_8 = \sqrt{3/\sqrt{1}} \rightarrow l_i/w_i = \sqrt{4/\sqrt{1}}$$

$$\mu_9 = ((w_i + l_i) / 2) / w_i$$

$$\mu_{10} = \sqrt{w_i} l_i / w_i$$

$$\mu_{11} = (2w_i l_i / (w_i + l_i)) / w_i$$



Regras 11. Extrusão das paredes das capelas

lacuna descritiva

O *De re aedificatoria* (corpus da gramática) não consta qualquer descrição relativamente à altura das capelas. Esta “lacuna” é colmatada pelo recurso à indução de relações lógicas de associação das capelas ao corpo do templo, tendo em consideração as suas partes constituintes, bem como exemplos construídos. Deste modo, tomamos como referência relações espaciais comumente utilizados em igrejas da Renascença italiana, nomeadamente, nas igrejas de São Sebastião e Sant’Andrea, ambas projetadas por Alberti.

Na igreja de São Sebastião verifica-se que as alturas das paredes da capela-mor e capelas laterais correspondem à altura do paramento interior das paredes da cela, onde se dá o arranque dos arcos da abóbada. Isto é, a altura do ponto de arranque do arco de abertura das capelas é coincidente com a altura do ponto de arranque do teto em abóbada. Esta relação altimétrica, entre as paredes da cela e as paredes das capelas, só é possível porque a cobertura não é em abóbada de berço, mas em abóbada de arestas. Ainda que hoje a cela esteja coberta por uma abóbada de arestas, diversos autores sugerem a existência de evidências de que Alberti terá projetado uma cúpula como cobertura (ver subcapítulo 4.3.2. *Igreja de San Sebastiano*).

Como no *De re aedificatoria* não existe qualquer alusão à utilização de abóbadas de aresta ou cúpulas para a cobertura de templos, as paredes das capelas laterais não poderão adoptar uma altura correspondente à altura da cela. Esta configuração apenas pode ser adoptada na capela-mor, onde o pano de parede que a acomoda ergue-se até ao ponto de fecho do arco da abóbada (correspondente à aduela central, ou chave), libertando espaço suficiente para a abertura de uma capela com paredes cuja altura se eleva até à pedra imposta da abóbada.

Da igreja de Sant’Andrea, infere-se uma segunda relação espacial entre as capelas laterais e a nave. A aduela de fecho do arco de arranque da abóbada das capelas é tangente à face inferior da arquitrave do entablamento do pórtico da fachada interior. Por sua vez, a cornija do entablamento é coincidente com o limite superior do paramento interno da cela, pelo que, a altura das paredes das capelas laterais corresponde à altura das paredes da cela menos a altura da aduela de fecho e a flecha do arco. Posto isto, consideramos esta relação espacial e as suas proporções nas regras da forma da extrusão das paredes das capelas laterais, mas também para a extrusão das paredes da capela-mor.

Em síntese, considerando que a altura máxima das capelas corresponde à altura da aduela de fecho do arco da abóbada que as cobre, no que respeita à capela-mor, esta dimensão poderá corresponder à altura das paredes da cela mais a flecha do arco da abóbada, ou ainda, a à altura das paredes da cela menos a altura do entablamento. Esta última relação espacial é a que se aplica às paredes das capelas laterais. A altura do entablamento do pórtico interior é dependente do sistema de colunas utilizado no pórtico, e segue as condições e parâmetros descritas no âmbito da *Regra 13. Adição de Entablamento*.

parâmetros

hwi - altura das paredes da cela

hent' - altura do entablamento do pórtico interior

relativos à capela-mor:

hc - altura da capela

hcwi- altura das paredes

hcva- altura da abóbada

hcva' - altura da aduela de fecho do arco da abóbada

ϵ - variável para a proporção da altura das paredes da capela-mor

relativos as capelas laterais:

hcl - altura da capela

hclwi- altura das paredes

hclva- altura da abóbada

hclva' - altura da aduela de fecho do arco da abóbada

condições

da capela-mor:

$$hc = hcwi + hcva$$

$$hcwi = hwi - \epsilon ; \epsilon \in \{0, hent' - hcva' - hcva\}$$

$$hcva = 1/2 wc$$

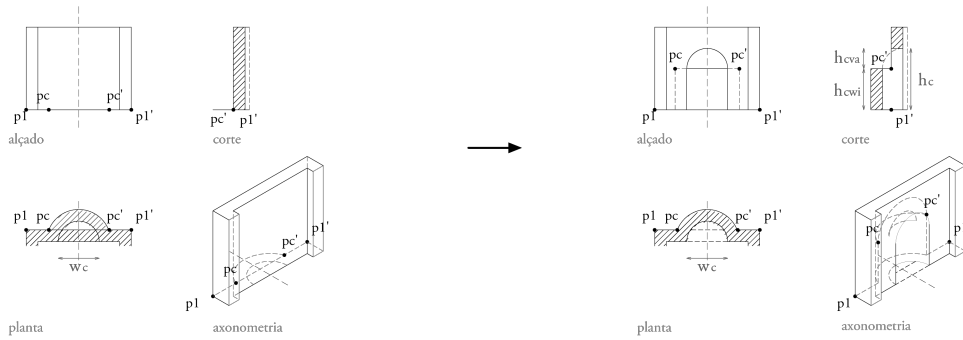
das capelas laterais:

$$hcl = hclwi + hclva$$

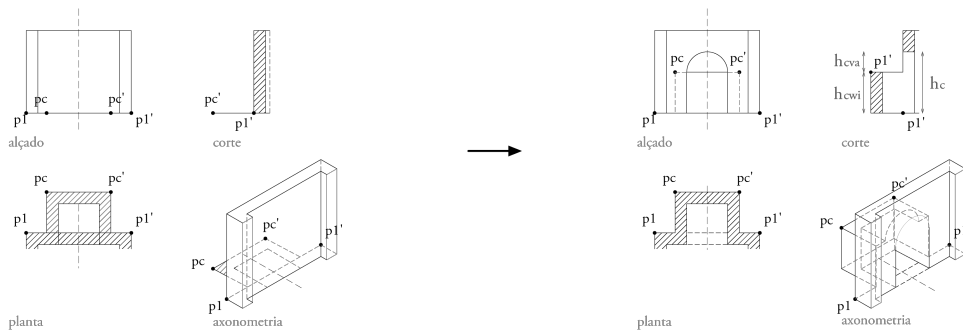
$$hclwi = hwi - hent' - hcva' - hcva$$

$$hclva = 1/2 wcl$$

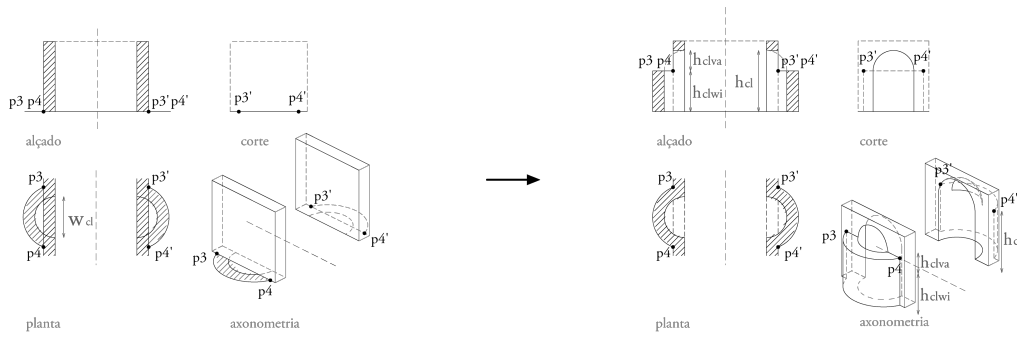
a. Capela-mor de geometria semicircular



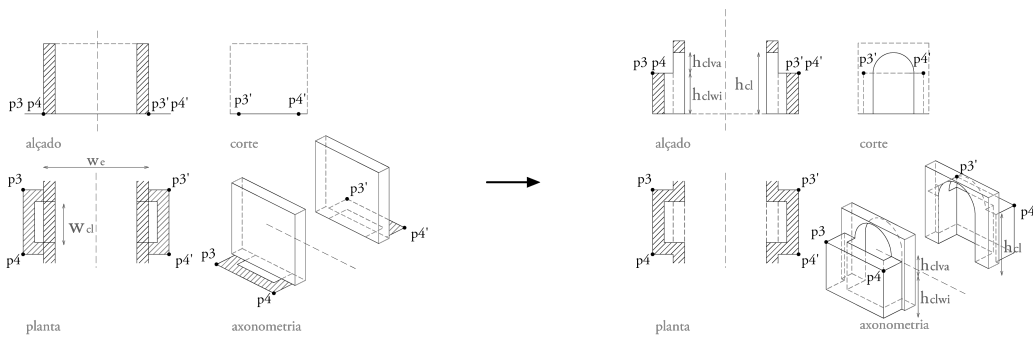
b. Capela-mor de geometria retangular



c. Par de capelas laterais semicirculares



d. Par de capelas laterais retangulares



Regra 12. Adição de pódio

descrição textual

“ Na minha opinião, a área do pórtico e de todo o templo, uma vez que isso contribui grandemente para a sua imponência, deve ser sobreelevada e sobressair do restante nível da cidade. (...) Verifico que a maioria dos melhores arquitectos da antiguidade estabeleceu assim a altura deste pódio a partir da largura do templo. Na verdade, dividiram a largura em seis partes e atribuíram uma parte à altura do pódio. Houve também alguns que quiseram que a esse pódio fosse atribuída a sétima parte da largura nos templos maiores e a nona parte nos templos muito grandes” (VII, 5, 5).

Parâmetros

we - largura do templo

hpo - altura do pódio

ω - variável relativa à dimensão dos templos

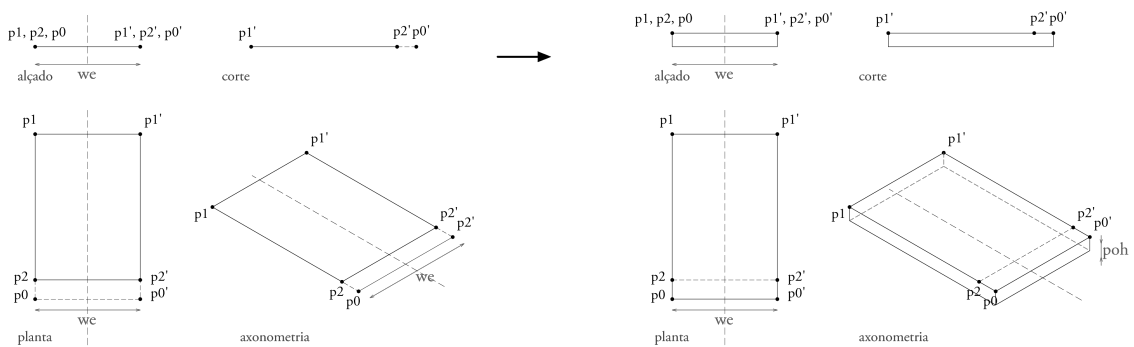
condições

$hpo = \omega we$; $\omega \in \{1/6^{(1)}, 1/7^{(2)}, 1/9^{(3)}\}$

(1) templos menores

(2) templos amplos

(3) templos muito amplos



Estágio 5. Adição do Pórtico

Regra 13. Adição de proto-colunas

descrição textual

“As partes dos sistemas de colunas são: o pedestal e sobre ele a base, sobre a base a coluna, depois o capitel, a seguir a arquitrave, sobre a arquitrave as traves ou o friso (...); no lugar mais alto fica a cornija.” (VII, 6, 2)

Relativo ao fuste:

“(…) para a elegância da obra. Aos capitéis dóricos disseram que eram devidas colunas cuja espessura inferior, tomada sete vezes, fosse igual ao seu comprimento que vai do cimo até à base; nos capitéis jónicos quiseram que a espessura inferior tomasse a nona parte do seu comprimento; ao passo que, sob os capitéis coríntios, colocaram uma coluna com o comprimento igual a oito vezes a sua espessura.” (VII, 6, 5)

No Livro IX, Alberti descreve uma série de proporções com origem no “sentido da natureza”, e recorrendo a mediedades aritméticas propõe as seguintes proporções para os fustes:

“(…) E assim, atribuíram nove vezes o diâmetro do imoscapo ao comprimento das colunas coríntias, oito vezes às jónicas, sete vezes às dóricas.” (IX, 7, 3)

Relativo à base:

“(…) os Dórios (...) deram à altura da base metade do diâmetro da extremidade inferior da coluna (...)” (VII, 7, 3)

“Os Jónios aprovaram a altura da base dórica (...)” (VII, 7, 5)

“Por seu lado os Coríntios aprovaram a base jónica e igualmente a dórica (...)” (VII, 7, 8)

Relativo ao capitel:

“Os Dórios fizeram o capitel com a mesma altura da base (...)” (VII, 8, 1)

“Faremos assim o capitel jónico. A totalidade da altura do capitel será igual ao raio da extremidade inferior do fuste da coluna.” (VII, 8, 4)

“Nos capiteis coríntios a sua altura ocupa dois raios da extremidade inferior da coluna.” (VII, 8, 7)

“Os Itálicos juntaram aos seus todos os ornamentos que encontraram nos outros capitéis; (...)” (VII, 8, 10)

parâmetros

hcol - altura da coluna

dcol - diâmetro da coluna

hcap - altura do capitel

λ_{cap} - variável referente à altura do capitel

h_{fus} - altura do fuste

λ_{fus} - variável referente à altura do fuste

h_{bas} - altura da base

condições

$hcol = hcap + h_{fus} + h_{bas}$

$hcap = \lambda_{cap} dcol; \lambda_{cap} \in \{1/2^{(1)}, 3/4^{(1)}, 1/3^{(2)}, 1^{(3,4)}\}$

$h_{fus} = \lambda_{fus} dcol; \lambda_{fus} \in \{7^{(1)}, 8^{(2,3)}, 9^{(2,3,4)}\}$

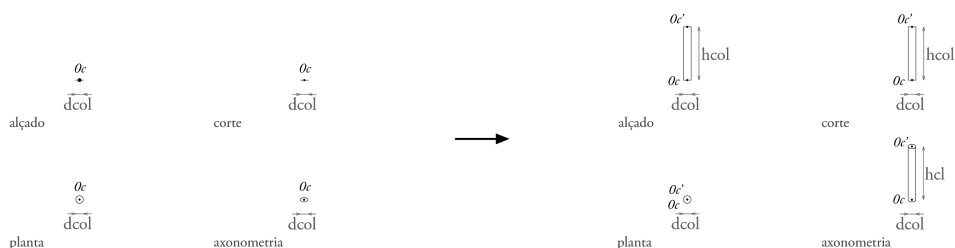
$h_{bas} = 1/2 dcol^{(1,2,3,4)}$

⁽¹⁾ específica à proporção Dórica

⁽²⁾ específica à proporção Jónica

⁽³⁾ específica à proporção Coríntia

⁽⁴⁾ específica à proporção Compósita



Regra 14. Adição de proto-pedestal

descrição textual

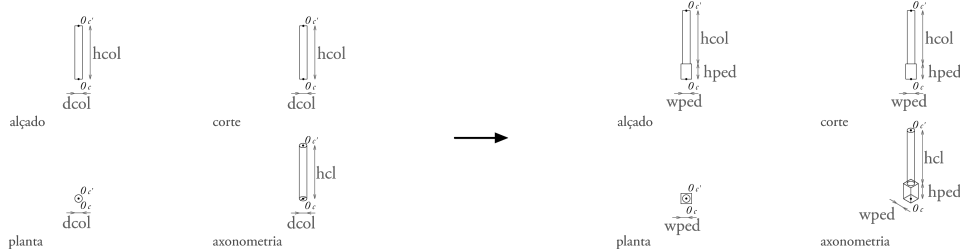
“Eu disse que sucedeu pensar-se que se deviam construir muretes sob as colunas. Como pretendessem, depois de fazer os muros, ter passagens mais livres, retiraram as partes intermédias e deixaram tanto do murete sob as bases das colunas, quanto fosse bastante para as sustentar. A isso que assim restou nós chamamos dado. Este murete teve como ornamento na extremidade superior um cimácio de gola, ou de onda, ou algo semelhante. Do mesmo modo, na extremidade inferior correspondia-lhe um soco semelhante. (...) fizeram esse cimácio com a altura de um quinto ou de um sexto da altura do dado; quanto ao dado, fizeram-no com um largura em parte nenhuma inferior à largura da base da coluna, para evitar que o plinto construído por cima ficasse pendurado no vazio. Outros, por uma questão de solidez, acrescentaram à largura do murete um oitavo do plinto. Além disso, a altura do dado mais pequeno, descontando o cimácio e o soco, ou era igual à sua largura, ou um quinto superior. (...)” (VIII, 3, 11)

parâmetros

hpe - altura pedestal
wpe - largura pedestal
wbas - largura da base da coluna
dcol - diâmetro da coluna
wdado - largura do dado
hdado - altura do dado
wcim - largura do cimácio
hcim - altura do cimácio
wsoco - largura do soco
hsoco - altura do soco
 γ - variável referente ao sistema de coluna da base
 γ_{wd} - conjunto de valores para a largura do dado
 γ_{hd} - conjunto de valores para a altura do dado
 γ_{hc} - conjunto de valores para a altura do cimácio

condições

$hpe = hcim + hdado + hsoco$
 $wpe = wcim$
 $wbas = \gamma dcol$; $\gamma \in \{3/2^{(1)}, 11/8^{(2)}\}$
 $wdado = \gamma_{wd} wbas$; $\gamma_{wd} \in \{1, 9/8\}$
 $hdado = \gamma_{hd} wdado$; $\gamma_{hd} \in \{1, 6/5\}$
 $hcim = \gamma_{hc} hdado$; $\gamma_{hc} \in \{1/6, 1/5\}$
 $hsoco = hcim$
 $wcim = wdado + 2 hcim$
 $wsoco = wcim$
⁽¹⁾ específica à proporção Dórica
⁽²⁾ específica à proporção Jónica



Regra 15. Adição de proto-entablamento

descrição textual

As principais dimensões do entablamento dórico resumem-se à sua largura inferior, que não deve exceder a largura do diâmetro superior da coluna, à sua largura superior, com a *mesma dimensão do diâmetro inferior da coluna*. (VII, 9,1)

entablamento dórico:

“Os Dórios fizeram, pois a arquitrave com uma espessura não inferior ao raio da extremidade inferior da coluna.(...) Dividiram a altura total da arquitrave em doze módulos (...)” (VII, 9, 4)

“(…) A largura das traves será igual à altura da arquitrave, mas à altura acrescenta metade da sua largura, o que faz com que chegue aos dezoito módulos. (...) Nas traves e nos painéis, em vez de cimácio, coloca-se em cada um a correspondente faixa, com a largura de dois módulos.” (VII, 9,6)

“Feito isto, acrescenta-se em cima um plúteo, com a espessura de dois módulos; (...) Sobre o plúteo – é essa a minha interpretação – estende-se um pavimento com a espessura de três módulos. (...) Sobre isso colocam mútulos com a mesma largura das traves e com a mesma espessura do pavimento.; (...) Nos mútulos aplica-se um cimácio de gola com três quartos de módulo. (...) coloca-se a cornija da obra e ocupa quatro módulos.(...) (VII, 9, 8-9)

entablamento Jónico:

“O Jónicos estabeleceram sabiamente que se deve implantar uma arquitrave mais grossa sobre as colunas mais altas;(…) propuseram

“A arquitrave jónica consta de três faixas, além do cimácio. Dividiram-na em nove partes; destas deram ao cimácio duas partes (...) dividiram de novo o espaço que ficava abaixo do cimácio em doze módulos. (...)

(...) Sobre a arquitrave colocaram as traves (...) A largura deste painel tem a mesma espessura do arquitrave que lhe fica por baixo.(...) Por cima desta faixa régia colocaram um cimácio de gola q, o qual tinha de altura não mais que quatro módulos e não menos que três.

Por cima disso, colocaram ripas para o pavimento, salientes até fazerem um ressalto com a espessura de quatro módulos. (...) Sobre as ripas colocaram algo como um pavimento, ou uma base transversal, com a espessura de três módulos (...) A altura da faixa que serve de fachada ocupa quatro módulos (...) vieram as telhas, com uma espessura de dois módulos; (...) No topo, uma onda com três módulos ou, onde aprouver, com quatro. (...)” (VII, 9, 10-12)

Entablamento Coríntio:

“Os Coríntios nada acrescentaram às arquitraves e aos travejamentos. (..) seguiram os Jónios.(...)” (VII, 9, 13)

Em síntese, no entablamento dórico, Alberti atribui à arquitrave uma altura correspondente ao raio do diâmetro da coluna. A arquitrave serve de referência ao dimensionamento dos restantes elementos do entablamento, friso e cornija. A arquitrave divide-se em 12 módulos, o friso em 20 módulos e a cornija em 16 módulos. No total, as partes dos entablamento Dórico distribuem-se em 48 módulos, correspondendo a 2 diâmetros da coluna.

Para o dimensionamento das partes do entablamento Jónico, Alberti recorre a dois sistemas modulares. Inicialmente, divide a arquitrave em 9 “partes”, 7 das quais subdivide em doze módulos para a distribuição de três faixas. À altura do friso atribui igualmente 9 partes, mas, a totalidade das partes da cornija somam a altura de 20 módulos. No total, o entablamento Jónico corresponde a $2 \frac{1}{3}$ do diâmetro da coluna, se a altura da arquitrave corresponder ao raio da coluna, tal como descrito para o entablamento dórico.

Finalmente, considera-se que as dimensões globais do entablamento Coríntio são inferidas do entablamento Jónico.

Ainda que a sua altura não seja diretamente referida, poderá ser calculada pela soma das partes. Alberti refere que a espessura, ou altura, da arquitrave não deve ser inferior ao raio da extremidade inferior da coluna. (VII, 9,4) E ainda que de modo a que sejam mais ou menos robustos, acompanhando possíveis variações na altura dos fustes, e de acordo com aquilo que observou dos Jónios, e que considera aplicar nos templos dóricos³:

Se à altura da arquitrave dórica (VII, 9, 4-8) correspondem doze módulos, à trave dezoito módulos e à cornija (e tábuas) dezasseis módulos (Morolli & Guzzon, 1994, pp. 64-67) , a altura total do entablamento dórico corresponderá a quarenta e oito módulos. Deste modo, a sua altura será igual ou maior a quatro vezes o raio da extremidade inferior da coluna, ou duas vezes o imoscapo.

³ Esta relação é descrita no contexto da descrição das arquitraves Jónicas, mas Alberti faz saber que também se adequa aos templos dóricos. (VII, 9, 9) p.464

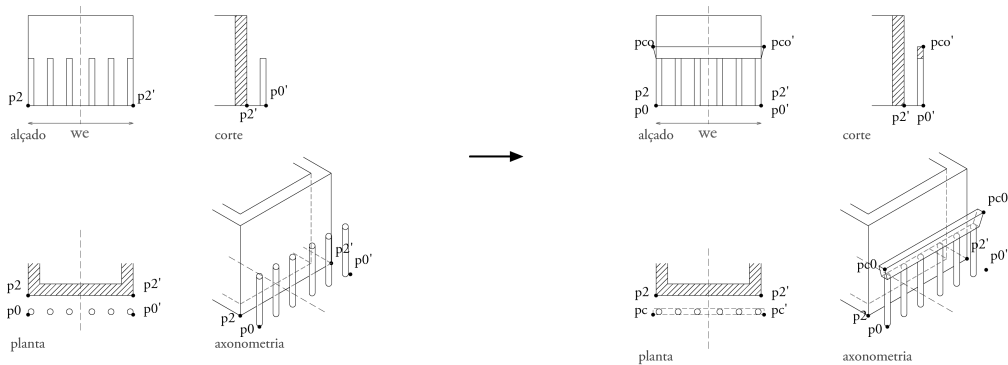
Ainda que o método de cálculo da altura da arquitrave dórica e jônica se assemelhem, o cálculo dos restantes componentes do entablamento diferem (VII, 9, 10). Alberti divide a arquitrave em nove partes, duas para acomodação de um cimácio de gola e as restantes sete para três faixas. Estas faixas distribuem-se ao longo de doze módulos (em três, quatro e cinco módulos), o que fará corresponder aproximadamente quinze módulos à totalidade da arquitrave. (Morolli & Marco, 1994, pp. 69-73) A trave tem a mesma altura da arquitrave e os elementos que compõem a cornija ocupam vinte módulos na sua totalidade. A altura do entablamento jônico, se somadas as todas as partes, acomoda cinquenta módulos, que tomando a altura da arquitrave como referência (quinze módulos) corresponderá a dez sextos do diâmetro da extremidade inferior da coluna. No dimensionamento do entablamento coríntio Alberti não acrescenta nada relativamente ao jônico.

parâmetros

- hcol - altura da coluna
- hent - altura do entablamento
- lent - profundidade do entablamento
- went - largura da face inferior do entablamento
- went' - largura da face superior do entablamento
- wport - largura do pórtico
- wcor - largura da cornija
- κ e κ' - variáveis referentes ao sistema de colunas

condições

- hent = κ dcol ; $\kappa \in \{ 2^{(1)}, 2 \frac{1}{6}^{(2)} \}$
- hcor = κ' hent; $\kappa' \in \{ 1/3^{(1)}, 2/5^{(2)} \}$
- lent \geq dcol
- lent = dcol
- went = wport
- went' = wcor
- wcor = wport + 2 hcor
- ⁽¹⁾ específica à proporção Dórica
- ⁽²⁾ específica à proporção Jônica e Coríntia



Regra 16. Adição de proto-frontão

descrição textual

“(…)Da largura do frontão, medida junto das cornijas, toma-se nem mais que uma quarta parte, nem menos que uma quinta, à qual se eleva o vértice, isto é, o ângulo superior da cumeeira. “ (VII, 11, 5)

parâmetros

wped - largura do frontão

wcor - largura da cornija

hped - altura do frontão

lped - profundidade do frontão

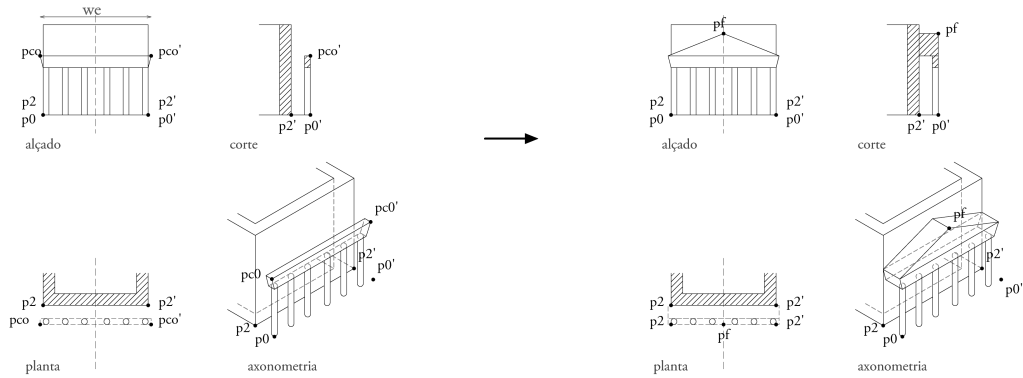
ρ - variável para a altura do frontão

condições

wped = wcor

hped = ρ wcor ; $1/5 \leq \rho \leq 1/4$

lped = dcol



Estágio 6. Adição de coberturas

Regra 17. Adição de cobertura de abóbada à nave

descrição textual

“(…) a altura interior do muro não será a mesma que a exterior: com efeito, o fim da parte interior do muro proporcionará o arranque da abóbada, ao passo que a parte exterior convém que se eleve até debaixo da goteira. Portanto, esta parte ocupará um terço da altura da abóbada que assenta nos muros, caso o tecto seja feito em degraus; (…)” (VII, 10, 5)

parâmetros

hwe - altura exterior das paredes

hwi - altura interior das paredes

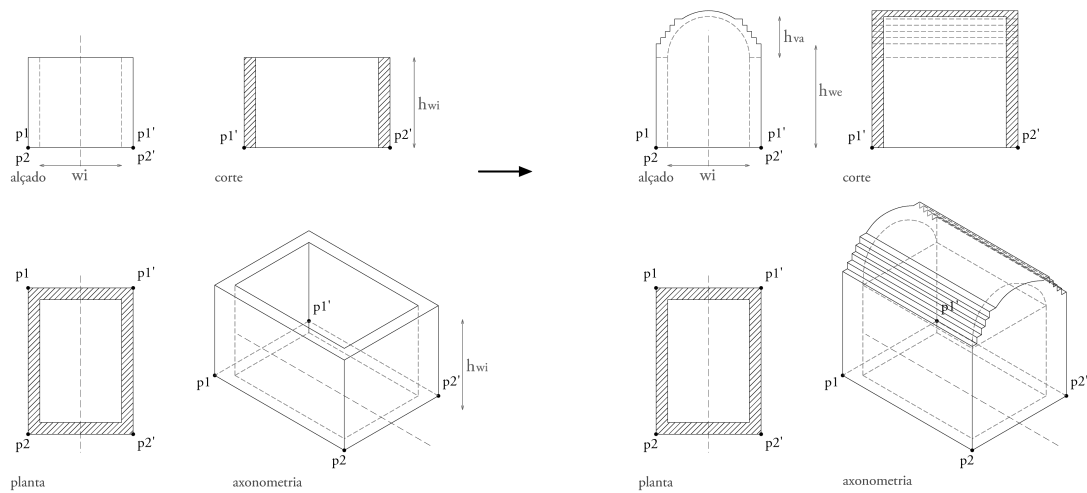
hva - altura da abóbada

wi - largura da cela

condições

$$hwe = hwi + 1/3 hva$$

$$hva = wi / 2$$



Regra 18. Adição de cobertura de duas águas à nave

descrição textual

“(…) se, pelo contrário, o tecto for feito em linhas rectas e em duas águas, então o muro do lado de fora ocupará metade da altura da abóbada. Nos templos será muitíssimo vantajoso um muro de tijolo, mas será decorado com ornatos de revestimento”. (VII, 10, 5)

parâmetros

hwe - altura exterior das paredes

hwi - altura interior das paredes

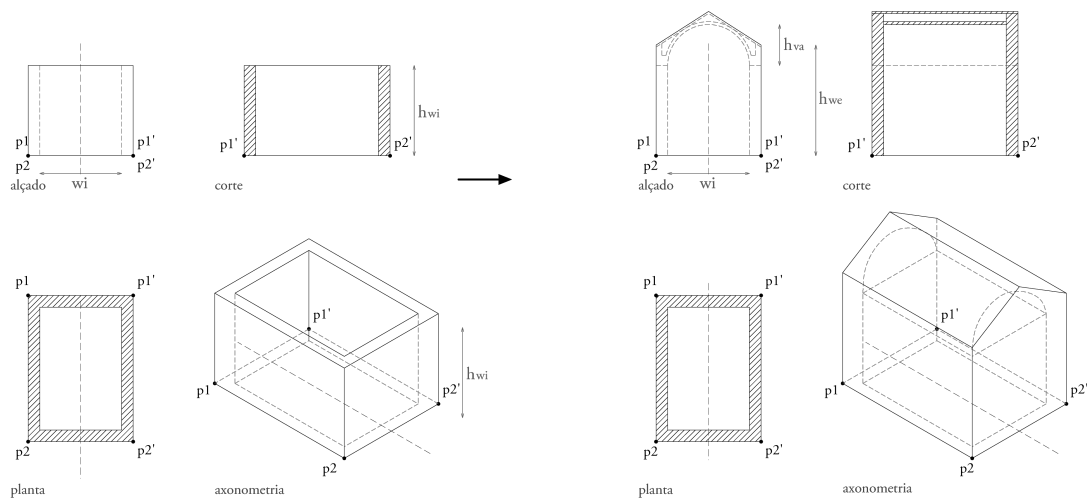
hva - altura da abóbada

wi - largura da cela

condições

$hwe = hwi + 1/2 hva$

$hva = wi / 2$



Regra 19. Adição de cobertura de abóbadas às capelas

descrição textual

O *De re aedificatoria* não faz nenhuma descrição específica para o delineamento das coberturas das capelas, pelo que consideramos a mesma descrição da *Regra 16. Adição de abóbada à nave central*.

parâmetros

hcwe - altura exterior das paredes

hcwi - altura interior das paredes

hcva - altura da abóbada

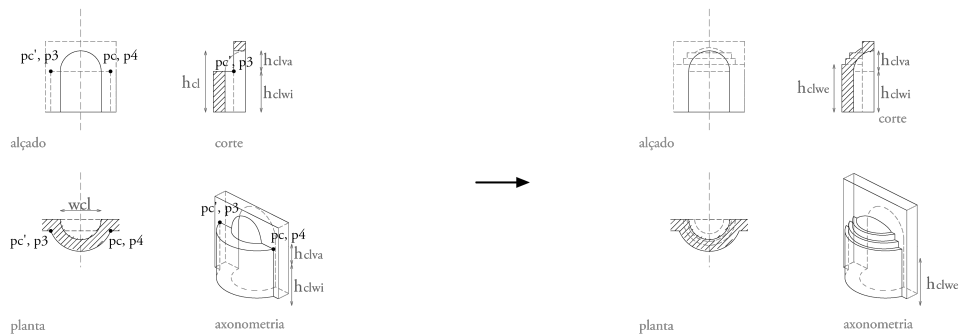
wicl - largura da capela

condições

$$hcwe = hclw + 1/3 hclva$$

$$hcva = wicl / 2$$

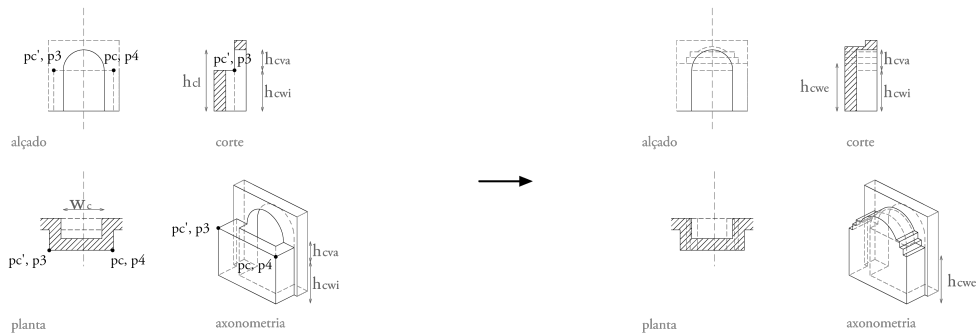
a. Capela de geometria semicircular



se adicionada cobertura capela-mor $\Rightarrow pc \rightarrow \emptyset; pc' \rightarrow \emptyset;$

se adicionada cobertura a capela lateral $\Rightarrow p4 \rightarrow \emptyset; p3 \rightarrow \emptyset;$

b. Capela de geometria retangular



se adicionada cobertura capela-mor $\Rightarrow pc \rightarrow \emptyset; pc' \rightarrow \emptyset;$

se adicionada cobertura a capela lateral $\Rightarrow p4 \rightarrow \emptyset; p3 \rightarrow \emptyset;$

Regra 20. Adição de cobertura de duas águas às capelas

descrição textual

O *De re aedificatoria* não faz nenhuma descrição específica para o delineamento das coberturas das capelas, pelo que consideramos a mesma descrição da *Regra 18. Adição de telhado da nave central*.

parâmetros

hclwe - altura exterior das paredes

hclwi - altura interior das paredes

hclva - altura da abóbada

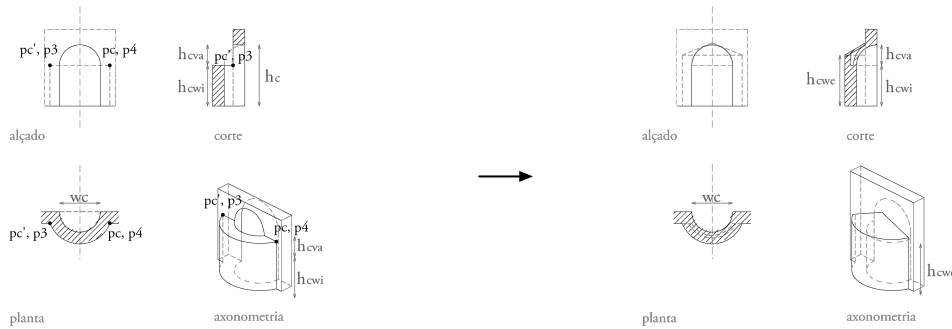
wicl - largura da capela

condições

$hclwe = hclwi + 1/2 hclva$

$hclva = wicl / 2$

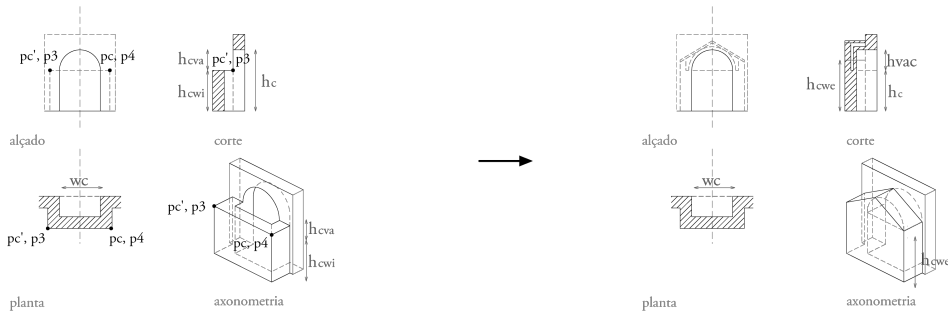
a. Capela de geometria semicircular



se adicionada cobertura capela-mor $\Rightarrow pc \rightarrow \emptyset; pc' \rightarrow \emptyset;$

se adicionada cobertura a capela lateral $\Rightarrow p4 \rightarrow \emptyset; p3 \rightarrow \emptyset;$

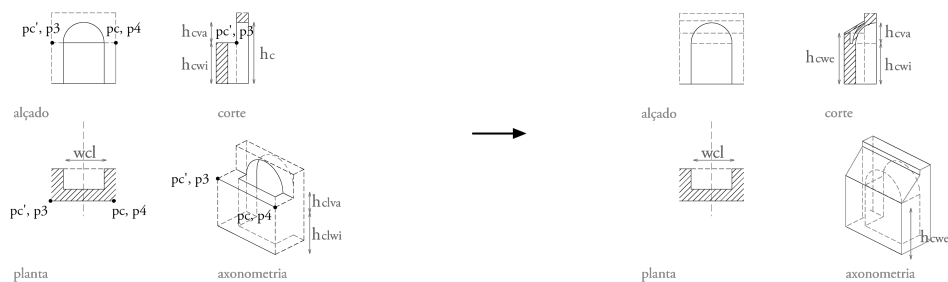
b. Capela de geometria retangular



se adicionada cobertura capela-mor $\Rightarrow pc \rightarrow \emptyset; pc' \rightarrow \emptyset;$

se adicionada cobertura a capela lateral $\Rightarrow p4 \rightarrow \emptyset; p3 \rightarrow \emptyset;$

c. Capela de geometria retangular, telhado com um caimento



se adicionada cobertura capela-mor $\Rightarrow pc \rightarrow \emptyset; pc' \rightarrow \emptyset;$

se adicionada cobertura a capela lateral $\Rightarrow p4 \rightarrow \emptyset; p3 \rightarrow \emptyset;$

Estágio 7. Adição de Aberturas

Regra 21. Adição de porta de entrada

descrição textual

Segundo Alberti, os Antigos usaram apenas aberturas quadrangulares, são constituídas pelo vão, ombreiras e lintel (III, 6, 3 e VII, 12, 2). Devedor da herança vitruviana (IV, 6, 1-6), Alberti inicia a descrição das portas pelos aspetos semelhantes aos gêneros dóricos, jónicos e coríntios:

“ (...) a abertura é formada pelo vão, pelas ombreiras e pelo lintel. Os antigos não usaram, em partes nenhuma, portas, e janelas senão quadrangulares. (...) tanto os jónicos, como os dóricos como os coríntios, fizeram as ombreiras das portas mais delgadas no topo uma décima quarta parte que em baixo. Ao lintel deram a espessura que acharam no topo da ombreira; e em ambos fizeram linhas ornamentais semelhantes; e as juntas uniam-se perfeitamente; e nivelaram a cornija superior da porta, que protege o lintel, pelo topo dos capitéis das colunas, que estão no pórtico.

No resto, porém divergem muito uns dos outros. Com efeito, os Dóricos dividiram toda essa altura da porta em treze partes, das quais deram à altura do vão da abertura, a que os Antigos chamaram “lume”, deram, digo, dez partes; à largura cinco, e uma à ombreira. (...) os Jónios dividiram em quinze partes a altura total que está nivelada pelo topo dos capitéis das colunas, das quais deram à altura do vão doze partes, à largura seis, à ombreira uma. Os Coríntios dividiram-na em dezassete partes, das quais foram dadas sete à largura do vão e fizeram a altura do lume com o dobro da sua largura, e a ombreira da porta tinha a sétima parte da largura do vão. Em cada vão, o lado, isto é a ombreira, era uma arquitrave.” (VII, 12, 3-4)

parâmetros

w_e - largura do templo

h_{col} - altura da coluna

h_d - altura da porta

h_v - altura do vão

w_v - largura do vão

w_d - largura da porta

w_{ji} - largura inferior da ombreira

w_{js} - largura superior da ombreira

h_{li} - altura do lintel

ψ - variável referente à altura do vão da porta

ψ' - variável referente à largura das ombreiras

condições

$h_d = h_{col}$

$h_v = \psi h_d; \psi \in \{10/13^{(1)}, 12/15^{(2)}, 14/17^{(3)}\}$

$w_v = 1/2 h_d$

$w_{js} = 1/\psi' h_d; \psi' \in \{13^{(1)}, 15^{(2)}, 17^{(3)}\}$

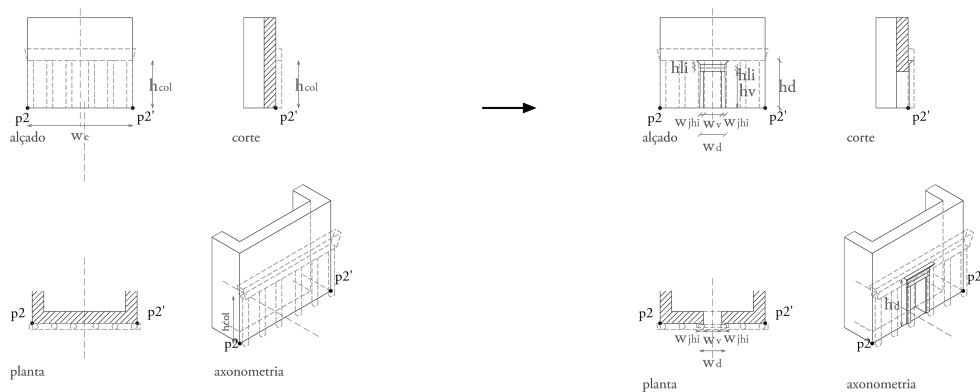
$w_{ji} = 15/14 w_{js}$

$h_{li} = w_{js}$

⁽¹⁾ refere-se à proporção Dórica

⁽²⁾ refere-se se à proporção Jónica

⁽³⁾ refere-se se à proporção Coríntia



Regra 22. Adição de porta de entrada Coríntia com pórtico e frontão

descrição textual

Consideram-se as descrições relativas à porta Coríntia presentes na *Regra 21. Adição de porta de entrada*, bem como as descrições específicas à adição de pórtico junto da porta Coríntia de entrada do templo:

“Os Coríntios transpuseram, do pórtico para as portas, todo o trabalho do sistema de colunas. Também as portas são ornamentadas, sobretudo nos lugares que ficam a céu aberto, com um pequeno pórtico (...) Uma vez colocadas as ombreiras e o lintel, ajustam de cada lado uma coluna adossada e às vezes também saliente. As bases das colunas distam entre si o suficiente para conterem nesse espaço toda a obra das ombreiras. O comprimento das colunas com os capitéis tem a mesma medida que vai do ângulo exterior da base da direita até ao ângulo exterior da esquerda. Sobre estas colunas colocam-se a arquitrave, a faixa, as cornijas e o frontão consoante as proporções do pórtico, do qual tratámos acima em seu próprio lugar.” (VII, 12, 7)

parâmetros

Sistema de colunas:

dcol - diâmetro da coluna

wport - largura do pórtico

we - largura do templo

i - largura do intercolúnio

ic - largura do intercolúnio central

δ - variável do intercolúnio

ncol - número de colunas

hcol - altura da coluna

hcap - altura do capitel

hfus - altura do fuste

hbas - altura da base

λ fus - variável referente à altura do fuste

id - intercolúnio do pórtico da porta

wbas - largura da base

hent - altura do entablamento

went - largura do entablamento

wped - largura do frontão

hped - altura do frontão

hd - altura da porta

wd - largura da porta

hv - altura do vão

hli - altura do lintel

wd - largura da porta

wji - largura inferior da ombreira

wjs - largura superior da ombreira

hj - altura das ombreiras

wli - largura do lintel

condições

Pórtico da frontaria para definição de dcol: ⁽¹⁾

$$wport \geq we \wedge wport = ncol \cdot dcol + (ncol-2)i + ic$$

$$dcol = wport / (ncol (1+\delta) - 3/4 \delta)$$

$$i = \delta \cdot dcol ; \delta \in \{3/2, 2, 9/4, 3, 27/8\}$$

$$ic = 5/4 i$$

$$ncol \in \{2n\} \wedge n \in \mathbb{N}$$

Definição de hcol: ⁽³⁾

$$hcol = hcap + hfus + hbas$$

$$hcap = dcol$$

$$hfus = \lambda fus \cdot dcol ; \lambda fus \in \{8, 9\}$$

$$hbas = 1/2 \cdot dcol$$

Definição do intercolúnio para pórtico de porta Coríntia:

$$id = hcol - dcol - wbas$$

$$wbas = 11/8 \cdot dcol \quad (3)$$

Definição do entablamento e frontão:

$$hent = 2 \cdot 1/6 \cdot dcol \quad (3)$$

$$went = wport$$

$$hped = \rho \cdot wport ; 1/5 \leq \rho \leq 1/4$$

$$wped = wport$$

Dimensões da porta: ^(3,4)

$$hd = hcol$$

$$hv = 14/15 \cdot hd \quad (4)$$

$$hli = 1/15 \cdot hd$$

$$wv = 7 \cdot hd$$

$$wjs = hli$$

$$wji = 15/14 \cdot wjs$$

$$wd = wv + 2 \cdot wji \wedge wd \leq id$$

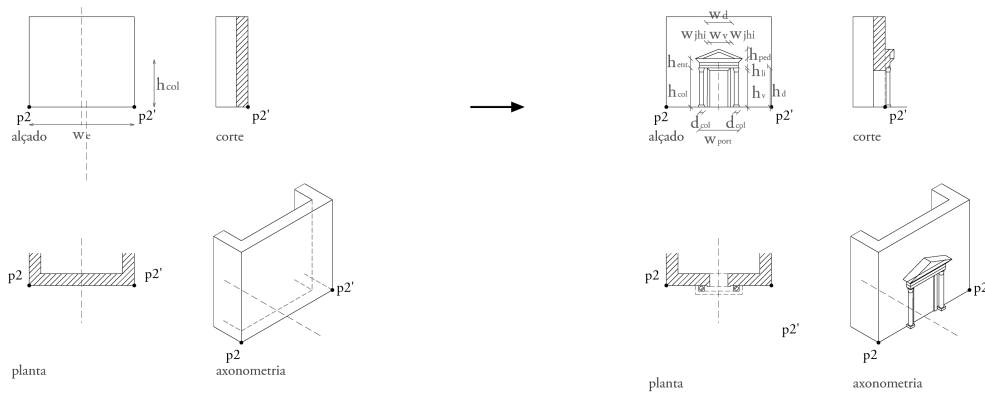
⁽¹⁾ Alberti sugere a utilização das mesmas regras que definem o pórtico, por este motivo consideramos o valor do intercolúnio central, obtido a partir de um determinado número de colunas, ainda que não venham a ser utilizadas.

⁽²⁾ Relativo às proporções do intercolúnio: compacto, ampliado, elegante, subcompacto e subampliado, respetivamente)

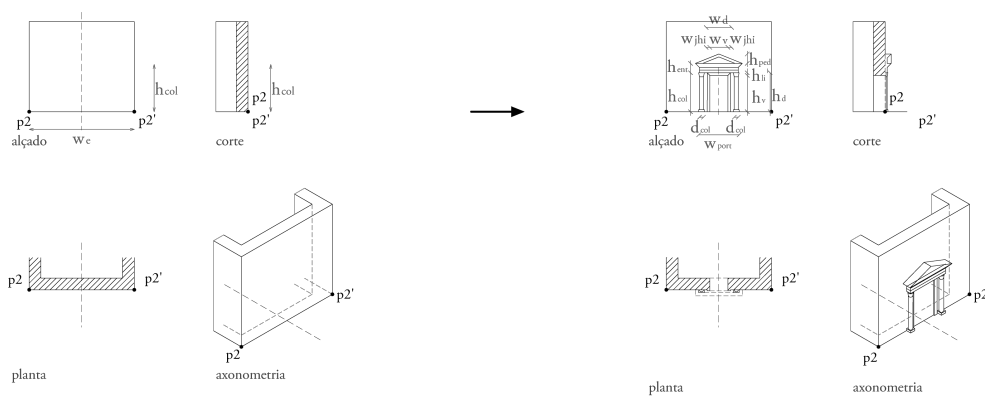
⁽³⁾ Refere-se ao sistema de proporções Coríntio.

⁽⁴⁾ O vão da porta é obtido a partir da altura da porta Coríntia, menos o a altura do entablamento da porta (17 módulos menos 2 módulos do entablamento).

a. Com pórtico solto



b. Com pórtico adossado



Regra 23. Adição de janelas termais

descrição textual

“Nos templos, as janelas ornamentam-se como as portas; mas os seus vãos, uma vez que ocupam a parte superior do muro próxima e debaixo da abóbada, e uma vez que com os seus ângulos confinam com a curvatura da abóbada, por tal motivo têm um arco por cima ao contrário do que sucede nas portas. Têm, pois, de largura o dobro da altura. Dividem a totalidade da largura com duas colunetas intercaladas, que seguem as proporções usadas no pórtico. Mas aqui as colunas são, em quase todos os templos, quadrangulares.” (VII, 12, 14)

parâmetros

wva - largura da abóbada

hva - altura da abóbada

ww - largura da janela

hw - altura da janela

wv - largura do vão

hv - altura do vão

wj - largura da ombreira

hli - altura do lintel

dcol - diâmetro da coluna

i - largura do intercolúnio

δ - variável do intercolúnio

ψ - variável referente à altura do vão

ψ' - variável referente à largura das ombreiras

*para os conjuntos ψ e ψ' dever-se-á aplicar sempre o mesmo sistema, estas proporções são inferidas do esquema da porta. E desconsideram-se os ornamentos acima do lintel, considerando-se o lintel superior e peitoril, por isso o no. De módulos é inferior em uma unidade em relação às portas.

condições

janela termal :

$ww = wva$

$hw = 1/2 wva$

$hv = \psi hw$; $\psi \in \{10/12^{(1)}, 12/14^{(2)}, 14/16^{(3)}\}$ *

$wj = \psi' hv$; $\psi' \in \{1/12^{(1)}, 1/14^{(2)}, 1/16^{(3)}\}$ *

$hli = wj$

intercolúnio:

$ww = 2 dcol + 3i + 2wj$

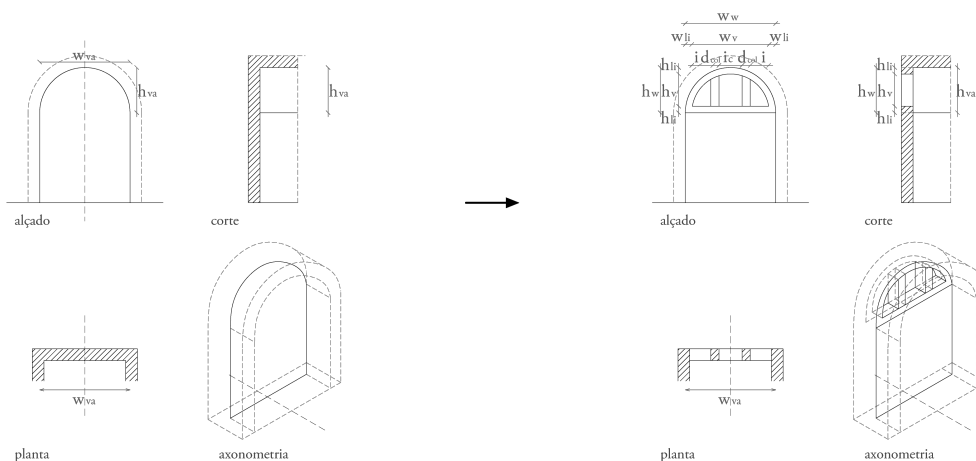
$dcol = (ww - 3i - 2wj)/2$

$i = \delta dcol$; $\delta \in \{3/2, 2, 9/4, 3, 27/8\}$

⁽¹⁾ refere-se à proporção Dórica

⁽²⁾ refere-se se à proporção Jónica

⁽³⁾ refere-se se à proporção Coríntia



Regra 24. Adição de nichos

descrição textual

“Os delineamentos dos nichos, em que se colocam quadros e estátuas, tomam os delineamentos das portas. Preenchem de altura um terço do muro. “(VII, 12, 15)

parâmetros

h_{ni} - altura do nicho

h_v - altura do vão

w_v - largura do vão

d_{ni} - profundidade do nicho

w_{js} - largura superior da ombreira

w_{ji} - largura inferior da ombreira

h_{li} - altura do lintel

ψ - variável referente à altura do vão

ψ' - variável referente à largura das ombreiras

condições

$h_{ni} = 1/3 h_{wi}$

$h_v = \psi h_{ni}$; $\psi \in \{10/12^{(1)}, 12/14^{(2)}, 14/16^{(3)}\}$ *

$w_v = 1/2 h_v$

$d_{ni} = 1/2 w_v \vee d_{ni} = 0$ **

$w_{js} = \psi' h_v$; $\psi' \in \{1/12^{(1)}, 1/14^{(2)}, 1/16^{(3)}\}$ *

$h_{li} = w_{js}$

$w_{ji} = 15/14 w_{js}$

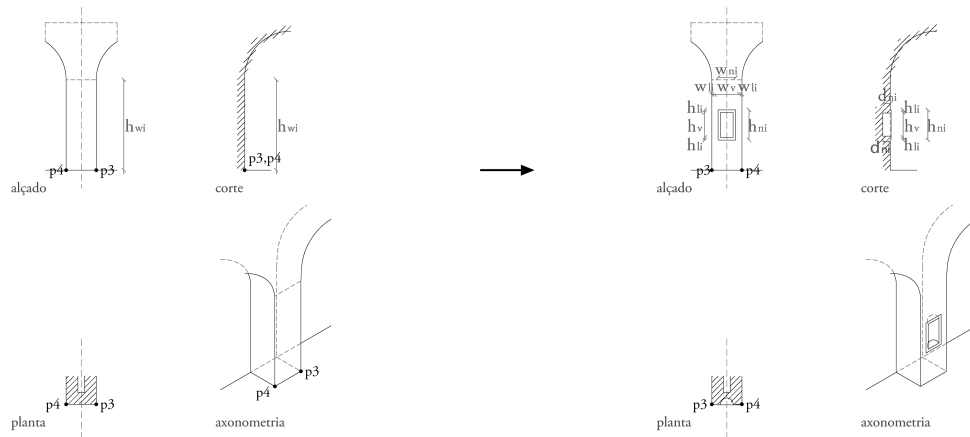
* no conjunto ψ desconsideram-se os módulos de ornamentos acima do lintel, existentes nas portas, e considera-se um lintel e peitoril, pelo que o no. de módulos em que se divide o nicho é inferior em uma unidade em relação às portas.

** a profundidade do nicho será nula quando acomodam pinturas e a sua profundidade será desenhada por um raio quando acomoda estátuas

(1) refere-se à proporção Dórica

(2) refere-se se à proporção Jónica

(3) refere-se se à proporção Coríntia



Regra 25. Adição de pórtico de arquitrave na ligação de capelas e a nave

descrição textual

“(…) Outros deixavam as entradas e as passagens das celas laterais absolutamente abertas e desimpedidas, sem nenhuma parte do muro a pôr-se diante; outros colocavam no meio duas colunas, tirando as suas proporções das arquitraves e dos ornamentos do pórtico do qual há pouco falamos; o resto do espaço livre que aí havia sobre as cornijas, deixavam-no para colocar estátuas e candelabros;(…)“ (VII, 10, 1)

parâmetros

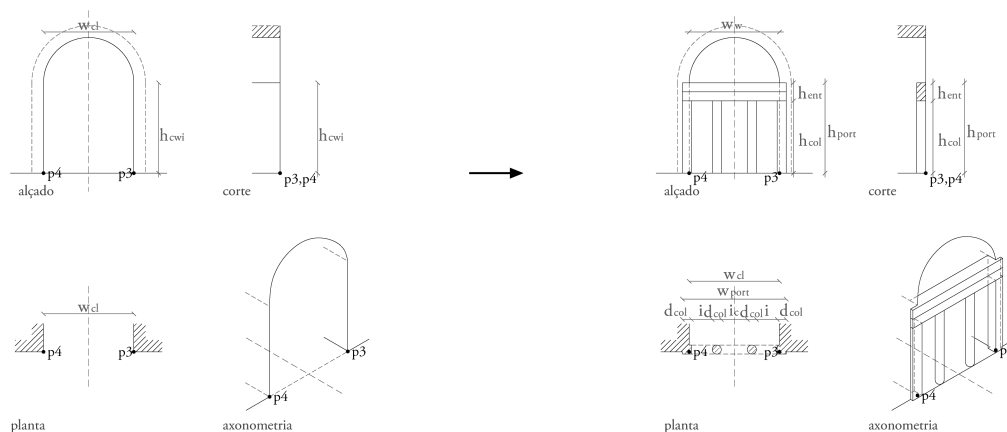
wcl - largura da capela
 hcwi - altura da parede da capela
 hport - altura do pórtico
 wport - largura do pórtico
 hcol - altura da coluna
 dcol - diâmetro da coluna
 hent - altura do entablamento
 went - largura do entablamento
 tent - espessura do entablamento
 i - dimensão do intercolúnio
 λ - variável da proporção da coluna
 ϱ - variável altura do entablamento
 δ - variável do intercolúnio
 δ' - variável relativa à posição das colunas das extremidades

condições

intercolúnio:
 $dcol = (wport - 3i) / 4$
 $i = \delta dcol$; $\delta \in \{3/2, 2, 9/4, 3, 27/8\}$
 $wport = wcl + 2\delta' dcol$; $\delta' \in \{0, 1/2, 1\}$
 coluna:
 $hport = hcol + hent \wedge hport \leq hcwi$
 $hcol = hcap + hfus + hbas$
 $hcap = \lambda cap dcol$; $\lambda cap \in \{1/2^{(1)}, 3/4^{(1)}, 1/3^{(2)}, 1^{(3,4)}\}$
 $hfus = \lambda fus dcol$; $\lambda fus \in \{7^{(1)}, 8^{(2,3)}, 9^{(2,3,4)}\}$
 $hbas = 1/2 dcol$ ^(1,2,3,4)
 entablamento:
 $hent = \varrho dcol$; $\varrho \in \{2^{(1)}, 2 1/6^{(2,3)}\}$
 $went = wport$
 $tent = dcol$

* pode ser usado para verificar a correspondência entre o intercolúnio e as proporções do pórtico
 ** infere o intercolúnio pela soma do intercolúnio e colunas, sem tomar em consideração a proporção do sistema de colunas

- (1) refere-se à proporção Dórica
 (2) refere-se se à proporção Jónica
 (3) refere-se se à proporção Coríntia
 (4) refere-se se à proporção Compósita



Estágio 8. Finalização

Regra 26. Supressão de marcadores e etiquetas

se terminada a adição de colunas $\Rightarrow p0 \rightarrow \emptyset$; $p0' \rightarrow \emptyset$; $p0t \rightarrow \emptyset$; $p0t' \rightarrow \emptyset$

Anexo II

Parâmetros e condições da Gramática dos
Edifícios Sagrados de planta retangular

Tabela 3. Notação de cada uma das partes dos edifícios, sintetizando a sua nomenclatura e características morfológicas e proporcionais em parâmetros e condições - **Estágio 1 : Composição interna**

parâmetros		condições
Cela		
w_i	largura da cela	$w_i \in \mathbb{R}^+$
l_i	comprimento	$l_i = \alpha w_i$
α	variável do comprimento da cela	$\alpha \in \{1, \sqrt{4}/\sqrt{3}, \sqrt{3}/\sqrt{2}, 4/3, \sqrt{2}, 3/2, \sqrt{3}, 16/9, 2, 9/4, 8/3, 3, 4\}$
Capela-mor		
w_c	largura da abertura	$w_c = \beta w_i$
β	variável da abertura da capela	$\beta \in \{2/4, 4/6\}$
l_c	profundidade	$l_c = w_c$
r_c	Raio	$r_c = w_c$
Capelas Laterais		
w_{cl}	largura da abertura	$w_{cl} = \varphi w_c$
φ	variável da abertura da capela	$\varphi \in \{11/12, 1\}$
w_s	largura da ossatura	$w_s = (l_i - n_{cl} w_{cl}) / (n_{cl} + 1)$
φ'	variável da ossatura	$1/5 \leq \varphi' \leq 1/3 \vee \varphi' = 1/2 \quad \varphi' = w_s / w_{cl}$
n_{cl}	número de pares de capelas laterais	$n_{cl} \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, \dots\}$
l_{cl}	comprimento	$l_{cl} = 1/2 w_c$
r_{cl}	raio	$r_{cl} = 1/2 w_c$

Tabela 4. Notação de cada uma das partes dos edifícios, sintetizando a sua nomenclatura e características morfológicas e proporcionais em parâmetros e condições - **Estágio 2 : Delineamento de paredes**

parâmetros		condições
Paredes		
t_w	espessura	$t_w = \sigma w_i / (1 - 2\sigma) \vee t_w = h_i d_{col} / h_{col}$
σ	variável da espessura da parede	$\sigma \in \{1/12, 1/9\}$
d_{col}	diâmetro das colunas	
h_{col}	altura das colunas	
w_e	largura da área	$w_e = w_i + 2 t_w$
l_e	comprimento da área	$l_e = l_i + 2 t_w$

Tabela 5. Notação de cada uma das partes dos edifícios, sintetizando a sua nomenclatura e características morfológicas e proporcionais em parâmetros e condições - **Estágio 3 : Delineamento do pórtico**

parâmetros		condições
Intercolúnio		
i	intercolúnio	$i = \delta d_{col}$
δ	variável para proporção do intercolúnio	$\delta \in \{1/2, 2, 2 \frac{1}{4}, 3, 3 \frac{3}{8}\}$
i_c	intercolúnio central	$i = 1 \frac{1}{4} i_c$
n_{col}	número de colunas	$n_{col} \in \{2n\} \wedge n \in \mathbb{N}$
Frontaria e tardoz		
w_{port}	largura do pórtico	$w_{port} \geq w_e \wedge w_{port} = n_{col} d_{col} + (n_{col}-2)i + i_c$
d_{col}	diâmetro da coluna	$d_{col} = w_e / [(\delta + 1)(n_{col} - m_{col}') - 3/4 \delta]$
l_{port}	profundidade do pórtico	$l_{port} = 0 \vee l_{port} = m_{col}(d_{col} + i)$
m_{col}	número de colonatas	$m_{col} \in \mathbb{N} \Rightarrow l_{port} \leq 1/3 l_e$
l_e	profundidade da área	
m_{col}'	número de colonatas soltas em pórticos adjacentes	$m_{col}' = 2 l_{port} / (d_{col} + i)$
l_{portl}	profundidade do pórtico lateral	
Fachadas laterais		
w_{port}	largura do pórtico	$w_{port} \geq w_e \wedge w_{port} = n_{col} d_{col} + (n_{col}-1)i$
d_{col}	diâmetro da coluna	$d_{col} = w_e / [(\delta + 1)(n_{col} - m_{col}') - \delta]$
l_{portl}	profundidade do pórtico lateral	$l_{portl} = 0 \vee l_{portl} = d_{col} + i$
m_{col}'	número de colonatas soltas em pórticos adjacentes	$m_{col}' = (l_{portl} + l_{port}) / (d_{col} + i)$

⁴ Parâmetros relativos a outras partes do edifício, mas influentes no cálculo das dimensões desta parte.

Tabela 6. Notação de cada uma das partes dos edifícios, sintetizando a sua nomenclatura e características morfológicas e proporcionais em parâmetros e condições - *Estágio 4 : Extrusão de paredes*

parâmetros		condições
Cela		
h_{wi}	altura do paramento interior das paredes	$h_{wi} = \mu_j w_i; i \in N$
μ_j	variável para a proporção da altura das paredes	$j \leq 11$
μ_0	Variáveis descritas no Livro VII	$\mu_0 \in \{1/2, 2/3, 3/4, 11/14, 1\}$
μ_{1-3}	Variáveis descritas no Livro IX, relativas a proporções harmónicas	$\mu_1 \in \{3/2, 4/3\} \rightarrow li/wi = 2$ $\mu_2 \in \{4/2, 3/2\} \rightarrow li/wi = 3$ $\mu_3 \in \{4/2, 3/2, 6/3\} \rightarrow li/wi = 4$
μ_{4-8}	Variáveis descritas no Livro IX, relativas às proporções inatas	$\mu_4 = \sqrt{1/\sqrt{2}} \rightarrow li/wi = \sqrt{3/\sqrt{2}}$ $\mu_5 = \sqrt{3/\sqrt{1}} \rightarrow li/wi = \sqrt{2/\sqrt{1}}$ $\mu_6 \in \{\sqrt{2/\sqrt{1}}, \sqrt{4/\sqrt{1}}\} \rightarrow li/wi = \sqrt{3/\sqrt{1}}$ $\mu_7 = \sqrt{1/\sqrt{3}} \rightarrow li/wi = \sqrt{4/\sqrt{3}}$ $\mu_8 = \sqrt{3/\sqrt{1}} \rightarrow li/wi = \sqrt{4/\sqrt{1}}$
μ_{9-11}	Variáveis descritas no Livro IX, relativas às Mediedades aritmética, geométrica e harmónica, respetivamente.	$\mu_9 = ((wi+li) / 2)) / wi$ $\mu_{10} = \sqrt{wi} li / wi$ $\mu_{11} = (2wi li / (wi + li)) / wi$
Capela-mor		
h_c	altura da capela	$h_c = h_{cwi} + h_{cva}$
h_{cwi}	altura das paredes	$h_{cwi} = h_{wi} - \varepsilon$
ε	variável da altura das paredes da capela-mor	$\varepsilon \in \{0, h_{ent}' - h_{cva}' - h_{cva}\}$
h_{cva}	altura da abóbada	$h_{cva} = 1/2 w_c$
h_{ent}'	altura do entablamento do pórtico interior	
h_{cva}'	altura da aduela de fecho do arco da abóbada	
Capelas laterais		
h_{cl}	altura da capela	$h_{cl} = h_{clwi} + h_{clva}$
h_{clwi}	altura das paredes	$h_{clwi} = h_{wi} - h_{ent}' - h_{cva}' - h_{cva}$
h_{clva}	altura da abóbada	$h_{clva} = 1/2 w_{cl}$
h_{clva}'	altura da aduela de fecho do arco da abóbada	
Pódio		
h_{po}	altura do pódio	$h_{po} = \omega w_c$
ω	variável relativa à dimensão dos templos	$\omega \in \{1/6, 1/7, 1/9\}$

Tabela 7. Notação de cada uma das partes dos edifícios, sintetizando a sua nomenclatura e características morfológicas e proporcionais em parâmetros e condições - **Estágio 5 : Adição de Pórtico(s)**

parâmetros		condições
Proto-coluna		
h_{col}	altura da coluna	$h_{col} = h_{cap} + h_{fus} + h_{bas}$
h_{bas}	altura da base	$h_{bas} = 1/2 d_{col}$
h_{cap}	altura do capitel	$h_{cap} = \lambda_{cap} d_{col}$
λ_{cap}	variável da altura do capitel	$\lambda_{cap} \in \{1/2, 3/4, 1/3, 1\}$
h_{fus}	altura do fuste	$h_{fus} = \lambda_{fus} d_{col}$
λ_{fus}	variável da altura do fuste	$\lambda_{fus} \in \{7, 8, 9\}$
Proto-pedestal		
h_{pe}	altura pedestal	$h_{pe} = h_{cim} + h_{dado} + h_{soco}$
w_{pe}	largura pedestal	$w_{pe} = w_{cim}$
w_{bas}	largura da base da coluna	$w_{bas} = \gamma d_{col}$
γ	variável do sistema de coluna	$\gamma \in \{3/2, 11/8\}$
w_{dado}	largura do dado	$w_{dado} = \gamma_{wd} w_{bas}$
γ_{wd}	variável da largura do dado	$\gamma_{wd} \in \{1, 9/8\}$
h_{dado}	altura do dado	$h_{dado} = \gamma_{hd} w_{dado}$
γ_{hd}	variável da altura do dado	$\gamma_{hd} \in \{1, 6/5\}$
h_{cim}	altura do cimácio	$h_{cim} = \gamma_{hc} h_{dado}$
γ_{hc}	variável da altura do cimácio	$\gamma_{hc} \in \{1/6, 1/5\}$
h_{soco}	altura do soco	$h_{soco} = h_{cim}$
w_{cim}	largura do cimácio	$w_{cim} = w_{dado} + 2 h_{cim}$
w_{soco}	largura do soco	$w_{soco} = w_{cim}$
Proto-entablamento		
h_{ent}	altura do entablamento	$h_{ent} = \kappa d_{col}$
κ	variável do sistema de colunas	$\kappa \in \{2, 2 1/6\}$
h_{cor}	altura da cornija	$h_{cor} = \kappa' h_{ent}$
κ'	variável do sistema de colunas	$\kappa' \in \{1/3, 2/5\}$
l_{ent}	profundidade do entablamento	$l_{ent} = d_{col}$
w_{ent}	largura inferior do entablamento	$w_{ent} = w_{port}$
w_{ent}'	largura superior do entablamento	$w_{ent}' = w_{cor}$
w_{cor}	largura da cornija	$w_{cor} = w_{port} + 2 h_{cor}$
Proto-frontão		
w_{ped}	largura do frontão	$w_{ped} = w_{cor}$
h_{ped}	largura da cornija	$h_{ped} = \rho w_{cor}$
ρ	variável da altura do frontão	$1/5 \leq \rho \leq 1/4$
l_{ped}	altura do frontão	$l_{ped} = d_{col}$

Tabela 8. Notação de cada uma das partes dos edifícios, sintetizando a sua nomenclatura e características morfológicas e proporcionais em parâmetros e condições. **Estágio 6: Adição de Coberturas.**

parâmetros		condições
Nave central		
h_{we}	altura paramento exterior das paredes	$h_{we} = h_{wi} + \mu' h_{va}$
μ'	variável do tipo de cobertura	$\mu' \in \{1/3, 1/2\}$
h_{va}	altura da abóbada	$h_{va} = 1/2 w_i$
Capela-mor		
h_{cwe}	altura paramento exterior das paredes	$h_{cwe} = h_{cwi} + \mu' h_{cva}$
μ'	variável do tipo de cobertura	$\mu' \in \{1/3, 1/2\}$
h_{cva}	altura da abóbada	$h_{cva} = 1/2 w_c$
Capelas Laterais		
h_{elwe}	altura das paredes da capela lateral	$h_{elwe} = h_{elwi} + \mu' h_{elva}$
μ'	variável do tipo de cobertura	$\mu' \in \{1/3, 1/2\}$
h_{elva}	altura das abóbadas	$h_{elva} = 1/2 w_{el}$

Tabela 9. Notação de cada uma das partes dos edifícios, sintetizando a sua nomenclatura e características morfológicas e proporcionais em parâmetros e condições - *Estágio 7 : Adição de Aberturas*

parâmetros		condições
Porta		
h_d	altura da porta	$h_d = h_{col}$
w_d	largura da porta	$w_d = w_v + 2 w_{js}$
h_v	altura do vão	$h_v = \psi h_d$
ψ	variável da altura do vão	$\psi \in \{10/13, 12/15, 14/17\}$
w_v	largura do vão	$w_v = 1/2 h_d$
w_{js}	largura superior das ombreiras	$w_{js} = 1/\psi' h_d$
ψ'	variável da largura das ombreiras	$\psi' \in \{13, 15, 17\}$
w_{ji}	largura inferior das ombreiras	$w_{ji} = 15/14 w_{js}$
h_{li}	altura do lintel	$h_{li} = w_{js}$
Janelas Termais		
w_w	largura da janela	$w_w = w_{va}$
h_w	altura da janela	$h_w = 1/2 w_{va}$
h_v	altura do vão	$h_v = \psi h_w$
ψ	variável da altura do vão	$\psi \in \{10/12, 12/14, 14/16\}$
w_j	largura da ombreira	$w_j = \psi' h_v$
ψ'	variável da largura das ombreiras	$\psi' \in \{1/12, 1/14, 1/16\}$
h_{li}	altura do lintel	$h_{li} = w_j$
d_{col}	diâmetro da coluna	$d_{col} = (w_w - 3i - 2w_j)/2$
i	intercolúnio	$i = \delta d_{col}$; $\delta \in \{3/2, 2, 9/4, 3, 27/8\}$
Nichos		
h_{ni}	altura do nicho	$h_{ni} = 1/3 h_{wi}$
h_v	altura do vão	$h_v = \psi h_{ni}$
ψ	variável referente à altura do vão	$\psi \in \{10/14, 12/16, 14/18\}$
w_v	largura do vão	$w_v = 1/2 h_v$
w_{js}	largura superior da ombreira	$w_{js} = \psi' h_v$
ψ'	variável da largura das ombreiras	$\psi' \in \{1/14, 1/16, 1/18\}$
h_{li}	altura do lintel	$h_{li} = w_{js}$
w_{ji}	largura inferior da ombreira	$w_{ji} = 15/14 w_{js}$
d_{ni}	profundidade do nicho	$d_{ni} = 1/2 w_v \vee d_{ni} = 0$
Pórtico de ligação de capela à nave		
pórtico:		
i	intercolúnio	$i = \delta d_{col}$
δ	variável do intercolúnio	$\delta \in \{3/2, 2, 9/4, 3, 27/8\}$
w_{port}	largura pórtico	$w_{port} = w_{cl} + 2\delta' d_{col}$
δ'	variável da posição das colunas das extremidades	$\delta' \in \{0, 1/2, 1\}$
h_{port}	altura pórtico	$h_{port} = h_{col} + h_{ent} \wedge h_{port} \leq h_{cwi}$
coluna:		
d_{col}	diâmetro da coluna	$d_{col} = (w_{port} - 3i) / 4$
h_{col}	altura coluna	$h_{col} = h_{cap} + h_{fus} + h_{bas}$
h_{cap}	altura capitel	$h_{cap} = \lambda_{cap} d_{col}$
λ_{cap}	variável da altura do capitel	$\lambda_{cap} \in \{1/2, 3/4, 1/3, 1\}$
h_{fus}	altura fuste	$h_{fus} = \lambda_{fus} d_{col}$
λ_{fus}	variável da altura do fuste	$\lambda_{fus} \in \{7, 8, 9\}$
h_{bas}	altura base	$h_{bas} = 1/2 d_{col}$
entablamento:		
h_{ent}	altura entablamento	$h_{ent} = \varrho d_{col}$
ϱ	Variável da altura do entablamento	$\varrho \in \{2, 2 1/6\}$
w_{ent}	largura entablamento	$w_{ent} = w_{port}$
t_{ent}	espessura entablamento	$t_{ent} = d_{col}$

Anexo III

As álgebras da Gramática dos Edifícios Sagrados de Planta Retangular

Este anexo apresenta um conjunto de árvores de derivação de soluções para cada uma das proporções da cela.

Tabela 12. Continuação da Tabela 11, listagem do produto cartesiano de álgebras para cada uma das regras das quatro gramáticas paralelas (GF Alçado, GF Corte, GF Planta e GF Axonometria).

Estágio 7. Adição de aberturas				
Regra	Alçado:	Corte:	Planta:	Axonometria:
20.	$F: \langle U_{12} V_{01} U_{12} V_{01} \rangle$	$C: \langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	$P: \langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	$A: \langle U_{33} V_{22} U_{33} V_{22} \rangle$
21a.	$F: \langle U_{12} V_{01} U_{12} V_{021} \rangle$	$C: \langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	$P: \langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	$A: \langle U_{33} V_{22} U_{33} V_{22} \rangle$
21b.	$F: \langle U_{12} V_{01} U_{12} V_{021} \rangle$	$C: \langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	$P: \langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	$A: \langle U_{33} V_{22} U_{33} V_{22} \rangle$
22.	$F: \langle U_{12} U_{12} \rangle$	$C: \langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	$P: \langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	$A: \langle U_{33} U_{33} \rangle$
23.	$F: \langle U_{12} V_{01} U_{12} V_{01} \rangle$	$C: \langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	$P: \langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	$A: \langle U_{33} V_{22} U_{33} \rangle$
24.	$F: \langle U_{12} V_{01} U_{12} V_{01} \rangle$	$C: \langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	$P: \langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	$A: \langle U_{33} V_{22} U_{33} \rangle$
25.	$F: \langle U_{11} V_{01} U_{12} V_{01} \rangle$	$C: \langle U_{11} V_{01} U_{12} V_{01} \rangle$	$P: \langle U_{12} V_{12} U_{12} V_{12} \rangle$	$A: \langle U_{12} V_{12} V_{22} U_{12} \rangle$
Estágio 8. Supressão de marcadores				
Regra	Alçado:	Corte:	Planta:	Axonometria:
26.	$F: \langle V_{ij} V_{00} \rangle$	$C: \langle V_{ij} V_{00} \rangle$	$P: \langle V_{ij} V_{00} \rangle$	$A: \langle V_{ij} V_{00} \rangle$

Tabela 13. Listagem do produto cartesiano de álgebras U_{ij} e V_{ij} máximo e mínimo em cada um dos estágios, para cada uma das regras das quatro gramáticas paralelas (GF Alçado, GF Corte, GF Planta e GF Axonometria).

Estágio 1. Composição interna				
Regra	Alçado:	Corte:	Planta:	Axonometria:
Máx	$F: \langle U_{11} V_{01} U_{11} V_{01} \rangle$	$C: \langle U_{11} V_{01} U_{11} V_{01} \rangle$	$P: \langle U_{12} V_{02} U_{12} V_{02} \rangle$	$A: \langle U_{12} V_{02} U_{12} V_{02} \rangle$
Min	$F: \langle U_{11} V_{01} U_{11} V_{01} \rangle$	$C: \langle U_{11} V_{01} U_{11} V_{01} \rangle$	$P: \langle U_{11} V_{01} U_{12} V_{01} \rangle$	$A: \langle U_{11} V_{02} U_{12} V_{02} \rangle$
Estágio 2. Delineamento de paredes				
Regra	Alçado:	Corte:	Planta:	Axonometria:
Max	$F: \langle U_{11} V_{01} U_{11} V_{01} \rangle$	$C: \langle U_{11} V_{01} U_{11} V_{01} \rangle$	$P: \langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	$P: \langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$
Min	$F: \langle U_{11} V_{01} U_{11} V_{01} \rangle$	$C: \langle U_{11} V_{01} U_{11} V_{01} \rangle$	$P: \langle U_{11} V_{01} U_{12} V_{22} \rangle$	$P: \langle U_{11} V_{01} U_{12} V_{22} \rangle$
Estágio 3. Delineamento do pórtico				
Regra	Alçado:	Corte:	Planta:	Axonometria:
Máx	$F: \langle U_{11} V_{01} U_{11} V_{01} \rangle$	$C: \langle U_{11} V_{01} U_{11} V_{01} \rangle$	$P: \langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	$A: \langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$
Min	$F: \langle U_{11} V_{01} U_{11} V_{01} \rangle$	$C: \langle U_{11} V_{01} U_{11} V_{01} \rangle$	$P: \langle U_{12} V_{01} U_{12} V_{01} \rangle$	$A: \langle U_{12} V_{01} U_{12} V_{01} \rangle$
Estágio 4. Extrusão de paredes				
Regra	Alçado:	Corte:	Planta:	Axonometria:
Máx	$F: \langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	$C: \langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	$P: \langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	$A: \langle U_{23} V_{22} U_{33} V_{03} \rangle$
Min	$F: \langle U_{11} V_{01} U_{11} V_{01} \rangle$	$C: \langle U_{11} V_{01} U_{11} V_{01} \rangle$	$P: \langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	$A: \langle U_{12} V_{22} U_{33} V_{01} \rangle$
Estágio 5. Adição de Pórtico(s)				
Regra	Alçado:	Corte:	Planta:	Axonometria:
Máx	$F: \langle U_{12} V_{02} U_{12} V_{02} \rangle$	$C: \langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	$P: \langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	$A: \langle U_{33} V_{02} U_{33} V_{03} \rangle$
Min	$F: \langle U_{11} V_{01} U_{12} V_{01} \rangle$	$C: \langle U_{11} V_{01} U_{12} V_{01} \rangle$	$P: \langle U_{12} V_{01} U_{12} V_{01} \rangle$	$A: \langle U_{11} V_{01} U_{33} V_{01} \rangle$
Estágio 6. Adição de Coberturas()				
Regra	Alçado:	Corte:	Planta:	Axonometria:
Máx	$F: \langle U_{12} V_{01} U_{12} V_{02} \rangle$	$C: \langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	$P: \langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	$A: \langle U_{33} V_{02} U_{33} V_{02} \rangle$
Min	$F: \langle U_{12} V_{01} U_{12} V_{02} \rangle$	$C: \langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	$P: \langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	$A: \langle U_{33} V_{01} U_{33} V_{02} \rangle$
Estágio 7. Adição de aberturas				
Regra	Alçado:	Corte:	Planta:	Axonometria:
Máx	$F: \langle U_{12} V_{01} U_{12} V_{01} \rangle$	$C: \langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	$P: \langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	$A: \langle U_{33} V_{22} U_{33} V_{22} \rangle$
Min	$F: \langle U_{11} V_{01} U_{12} V_{01} \rangle$	$C: \langle U_{11} V_{01} U_{12} V_{01} \rangle$	$P: \langle U_{12} V_{12} U_{12} V_{12} \rangle$	$A: \langle U_{12} V_{12} V_{22} U_{12} \rangle$

Tabela 14. Produto cartesiano de álgebras U_{ij} e V_{ij} máximo e mínimo que se verificam na totalidade das regras das quatro gramáticas paralelas (GF Alçado, GF Corte, GF Planta e GF Axonometria).

	Alçado:	Corte:	Planta:	Axonometria:
Máx	F: $\langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	C: $\langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	P: $\langle U_{12} V_{22} U_{12} V_{22} \rangle$	A: $\langle U_{33} V_{22} U_{33} V_{03} \rangle$
Min	F: $\langle U_{11} V_{01} U_{11} V_{01} \rangle$	C: $\langle U_{11} V_{01} U_{11} V_{01} \rangle$	P: $\langle U_{11} V_{01} U_{12} V_{01} \rangle$	A: $\langle U_{11} V_{01} U_{12} V_{01} \rangle$

Anexo IV

Universo de Soluções no *Estágio 1. Composição interna dos templos*

Este anexo apresenta um conjunto de árvores de derivação de soluções para cada uma das proporções da cela.

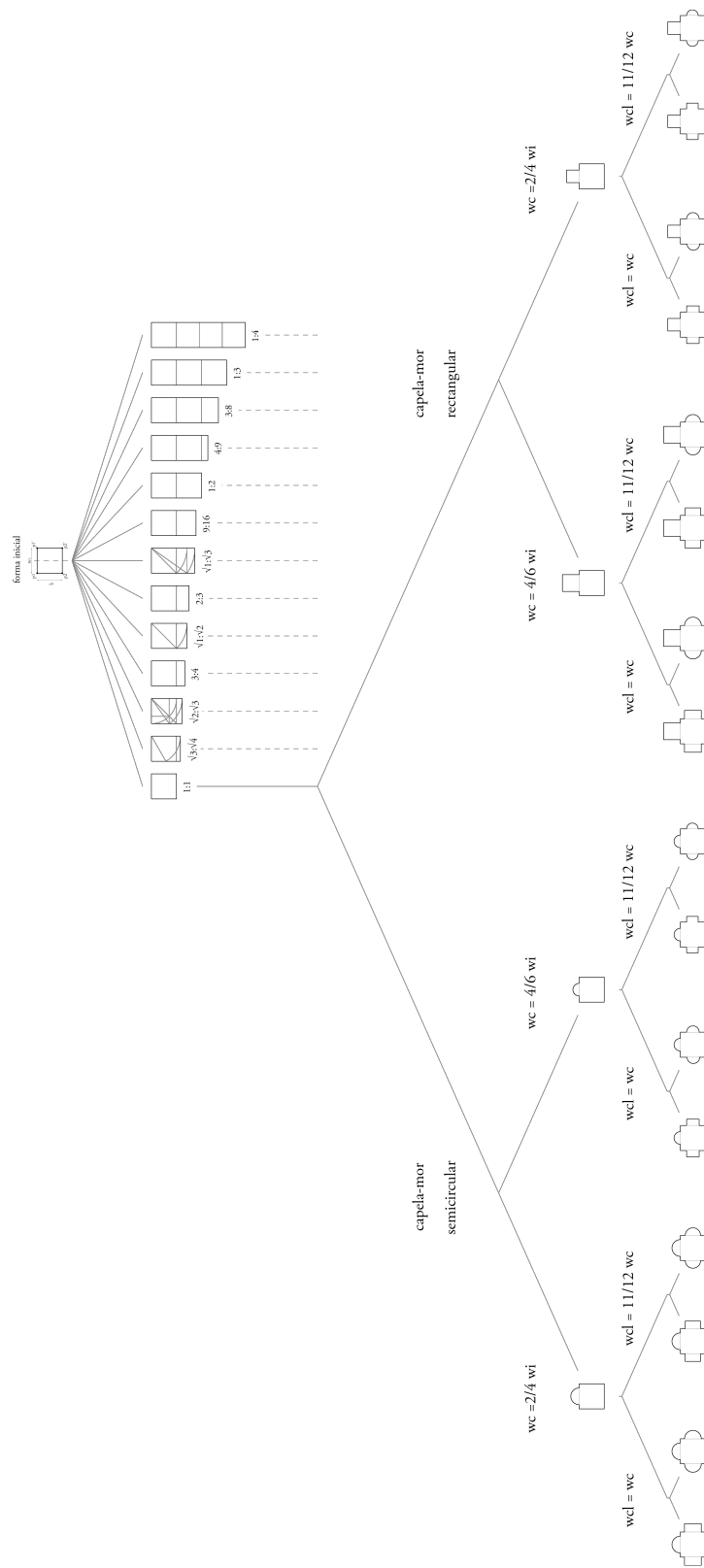


Figura 1. Árvore de derivação de soluções no *Estágio 1. Composição interna dos templos*, para uma cela com as proporções 1:1.

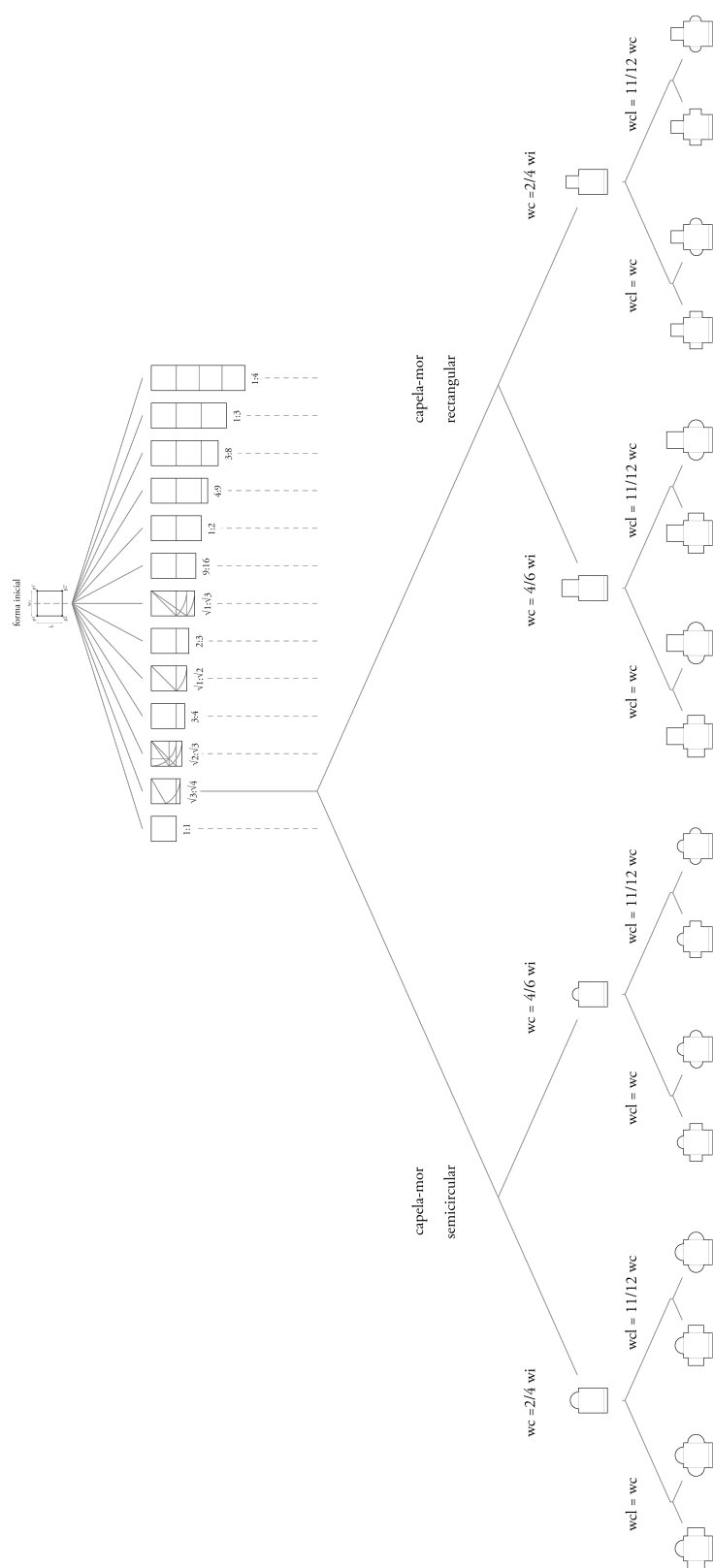


Figura 2. Árvore de derivação de soluções no Estágio 1. Composição interna dos templos, para uma cela com as proporções $\sqrt{3}:\sqrt{4}$.

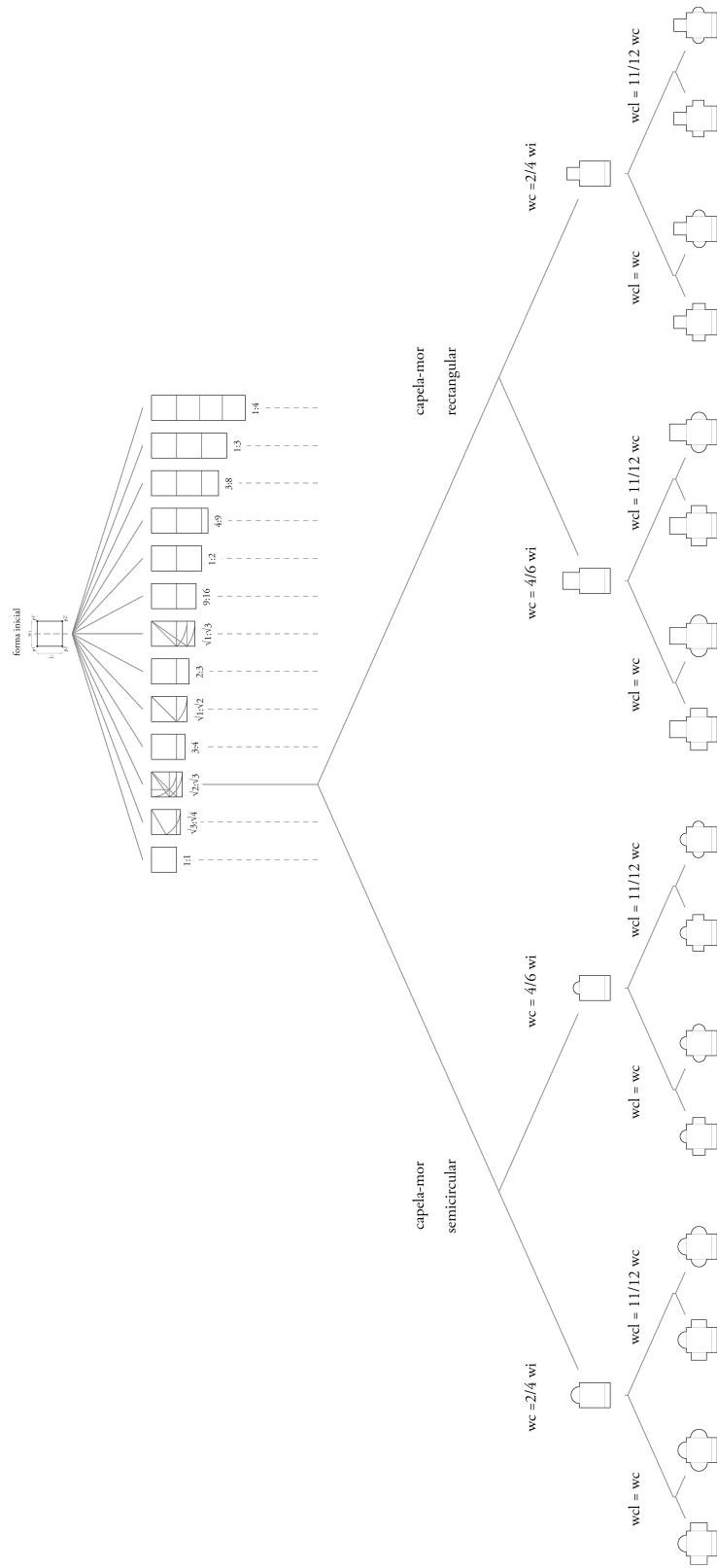


Figura 3. Árvore de derivação de soluções no Estágio 1. Composição interna dos templos, para uma cela com as proporções $\sqrt{2} \cdot \sqrt{3}$.

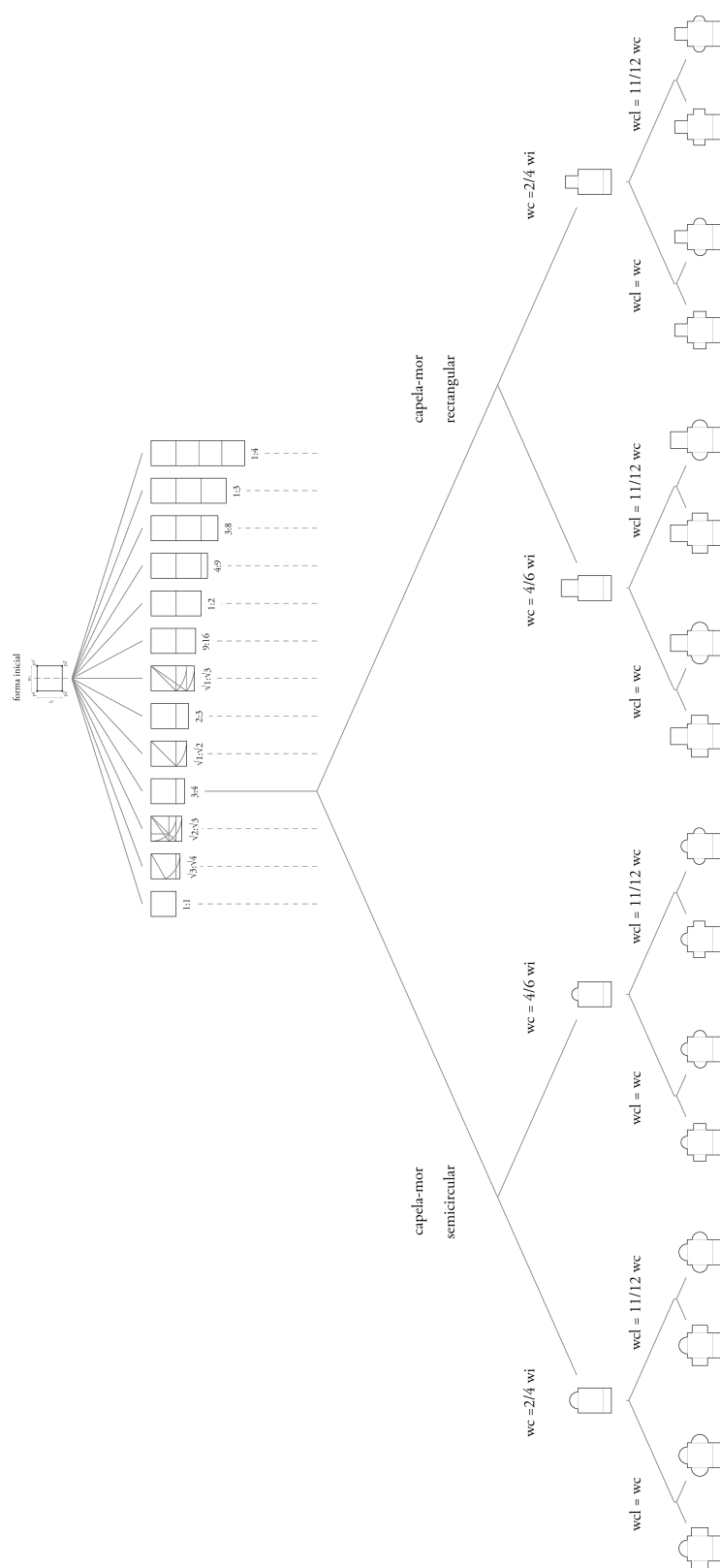


Figura 4. Árvore de derivação de soluções no Estágio 1. Composição interna dos templos, para uma cela com as proporções 3x4.

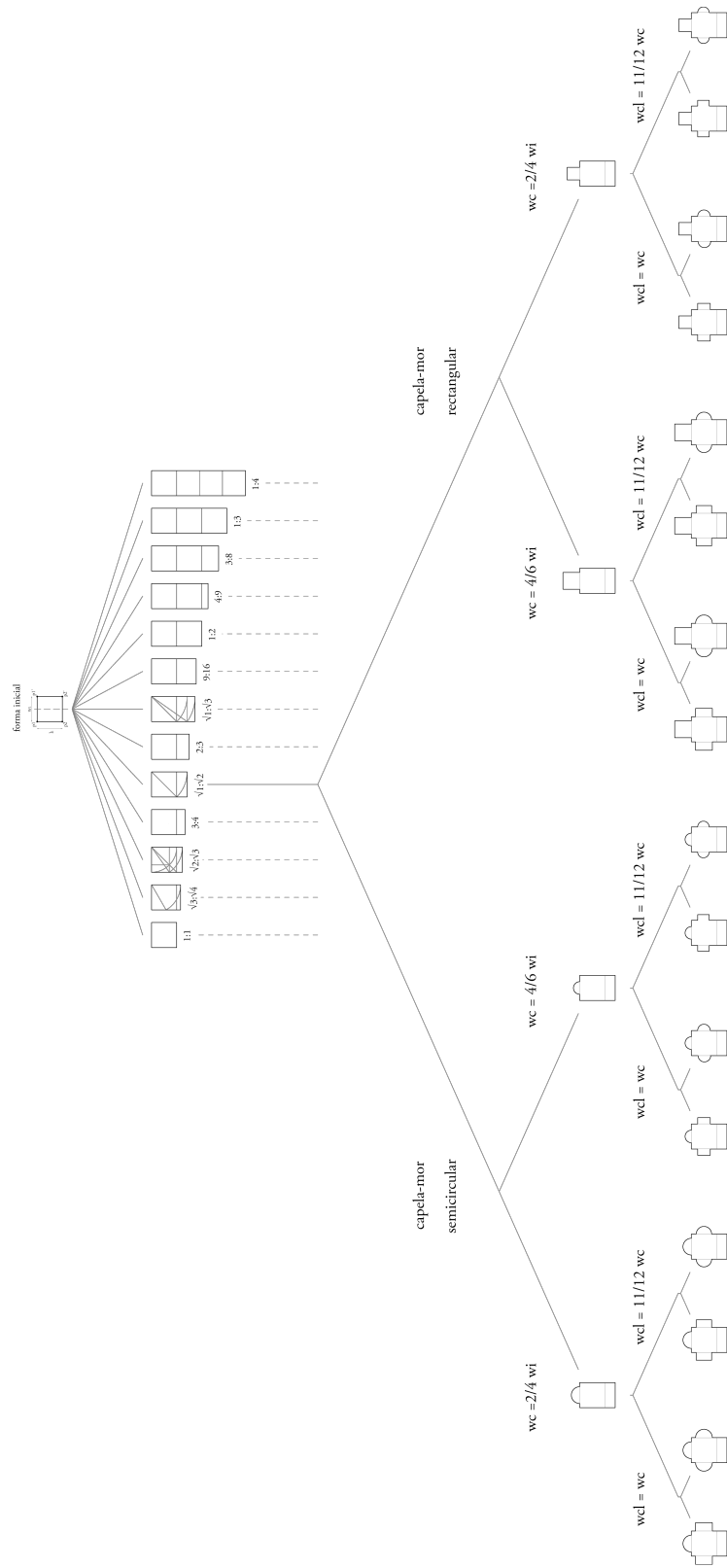


Figura 5. Árvore de derivação de soluções no Estágio 1. Composição interna dos templos, para uma cela com as proporções $\sqrt{1} : \sqrt{2}$.

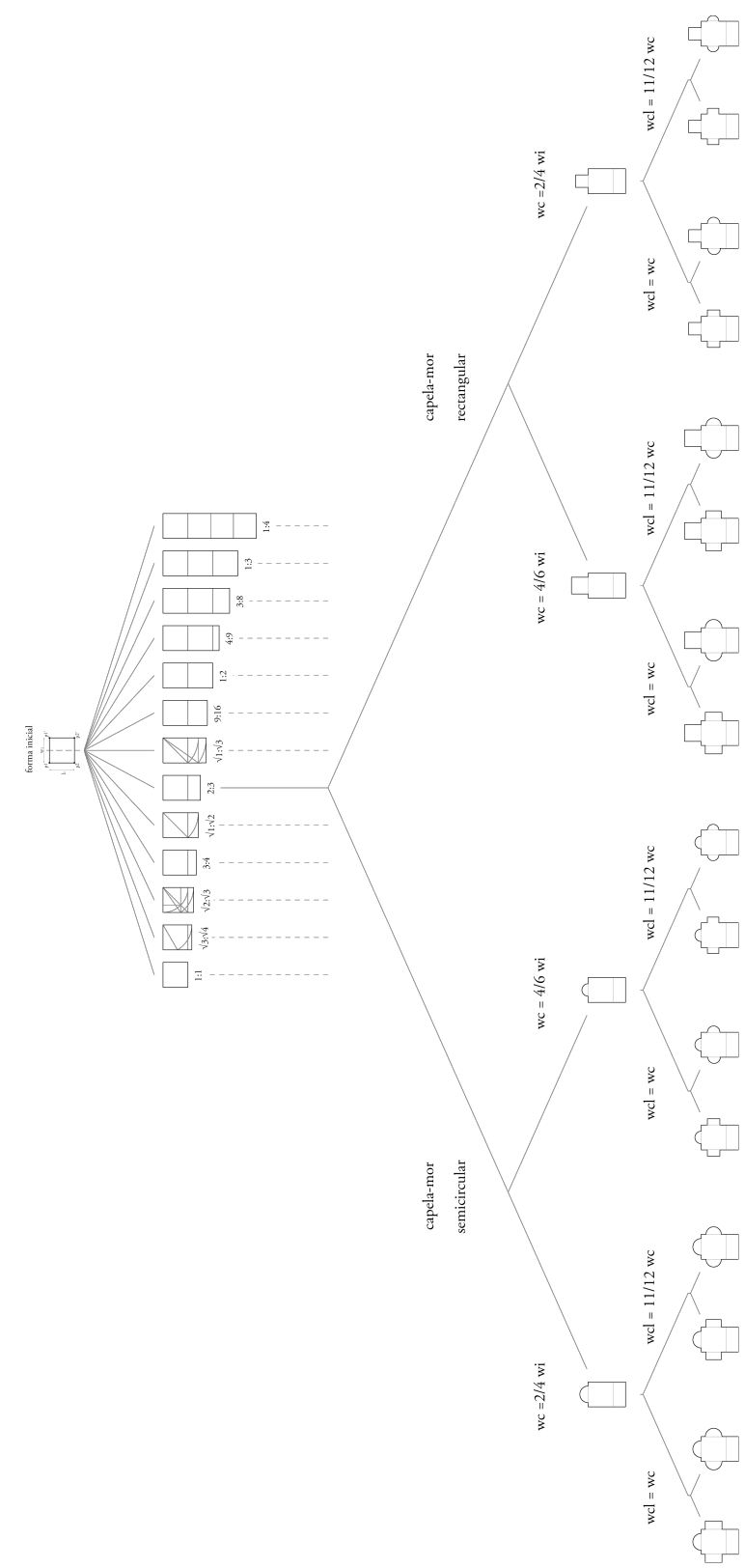


Figura 6. Árvore de derivação de soluções no *Estágio 1. Composição interna dos templos*, para uma cela com as proporções 2:3.

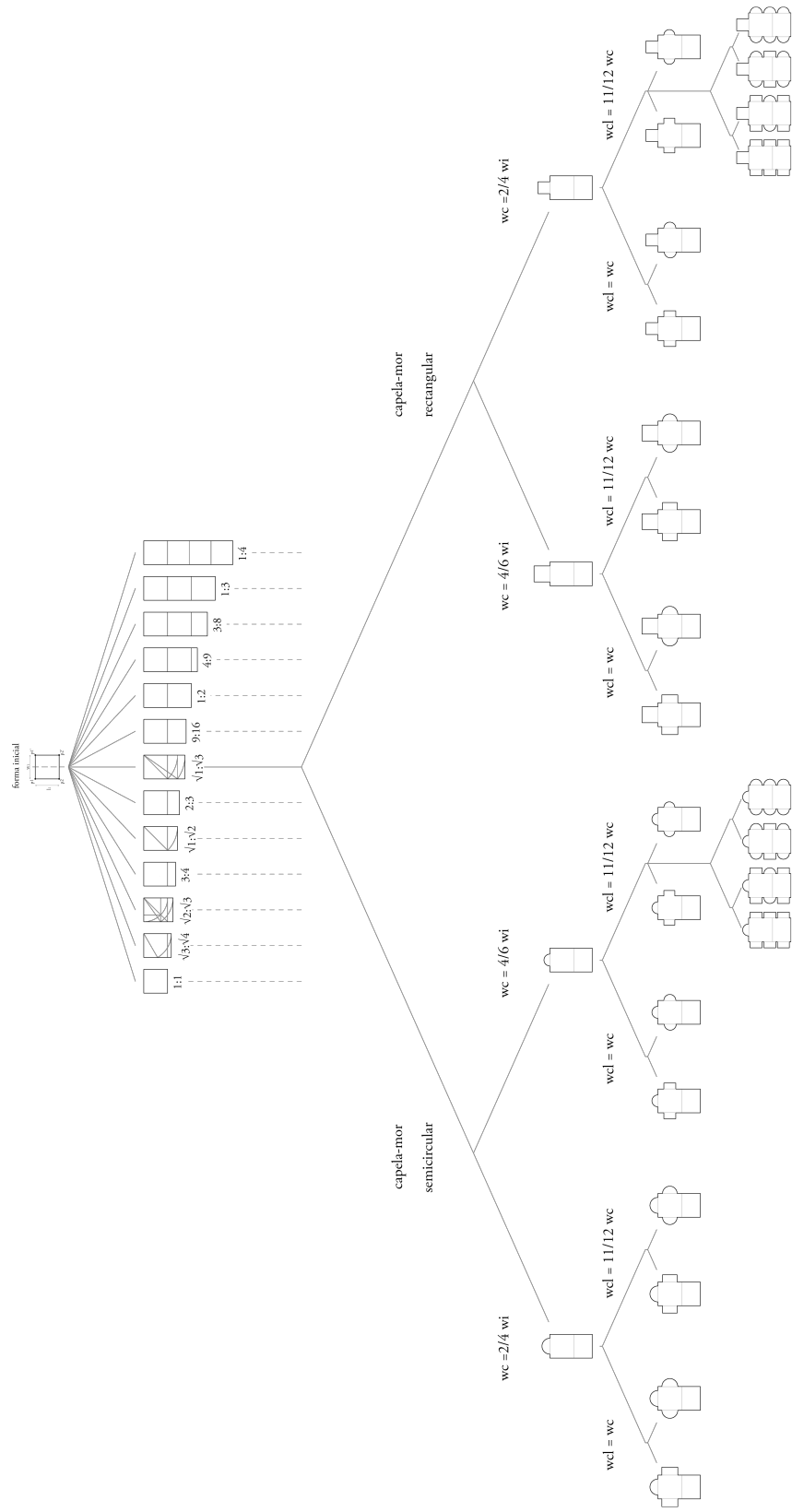


Figura 7. Árvore de derivação de soluções no Estágio 1. Composição interna dos templos, para uma cela com as proporções $\sqrt{1}:\sqrt{3}$.

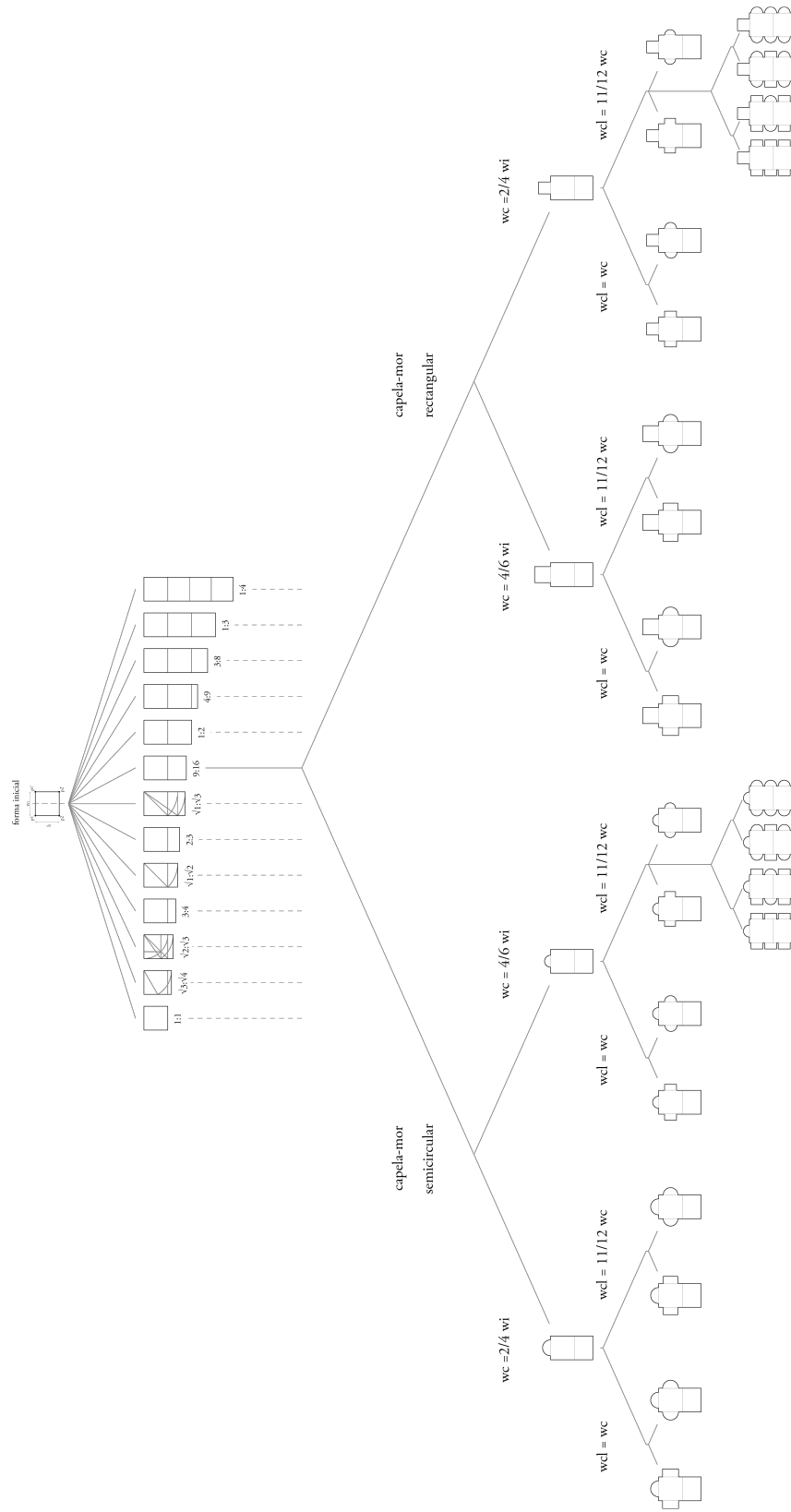


Figura 8. Árvore de derivação de soluções no *Estágio 1. Composição interna dos templos*, para uma cela com as proporções 9:16.

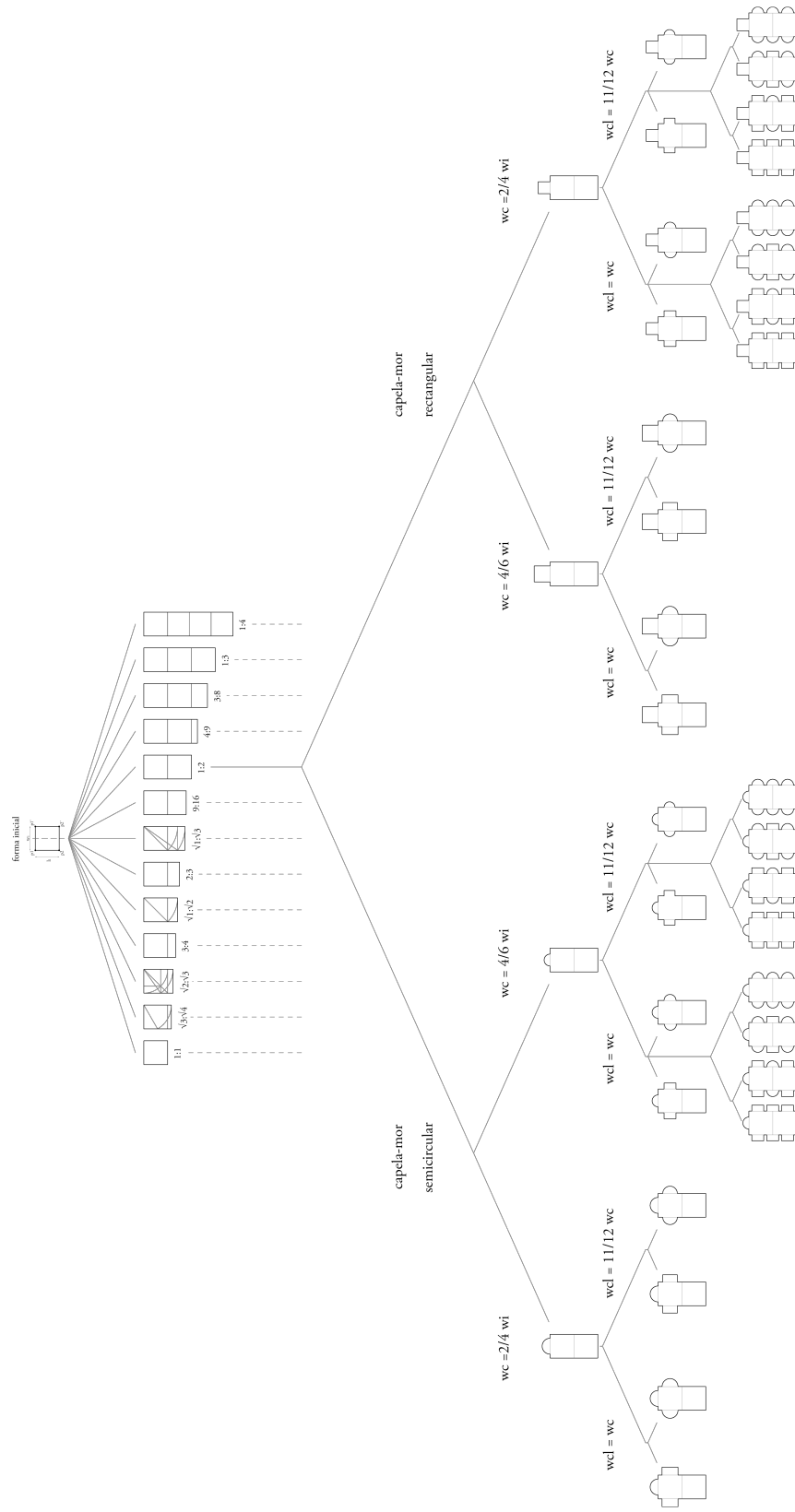


Figura 9. Árvore de derivação de soluções no Estágio 1. Composição interna dos templos, para uma cela com as proporções 1:2.

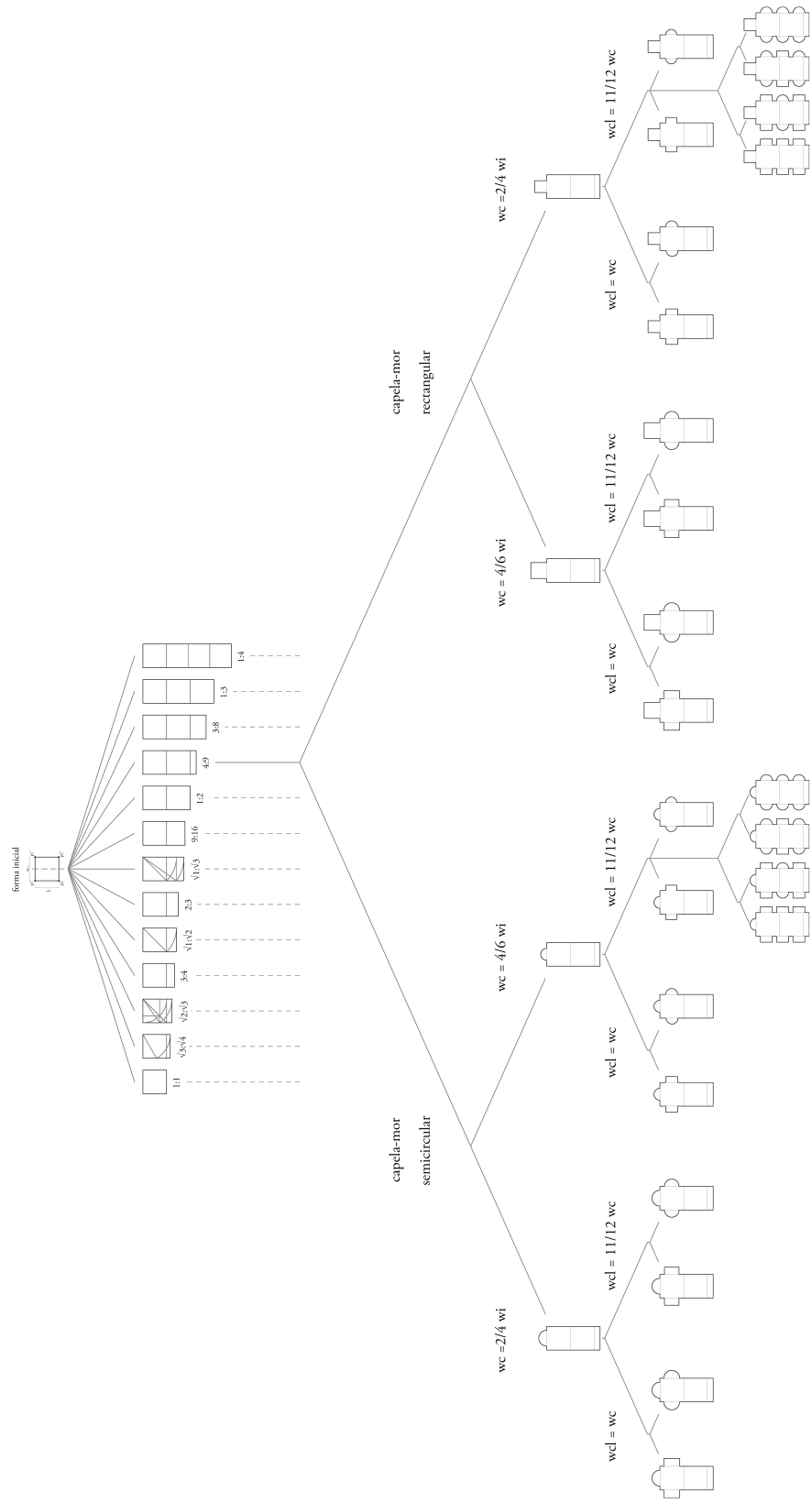


Figura 10. Árvore de derivação de soluções no Estágio 1. Composição interna dos templos, para uma cela com as proporções 4:9.

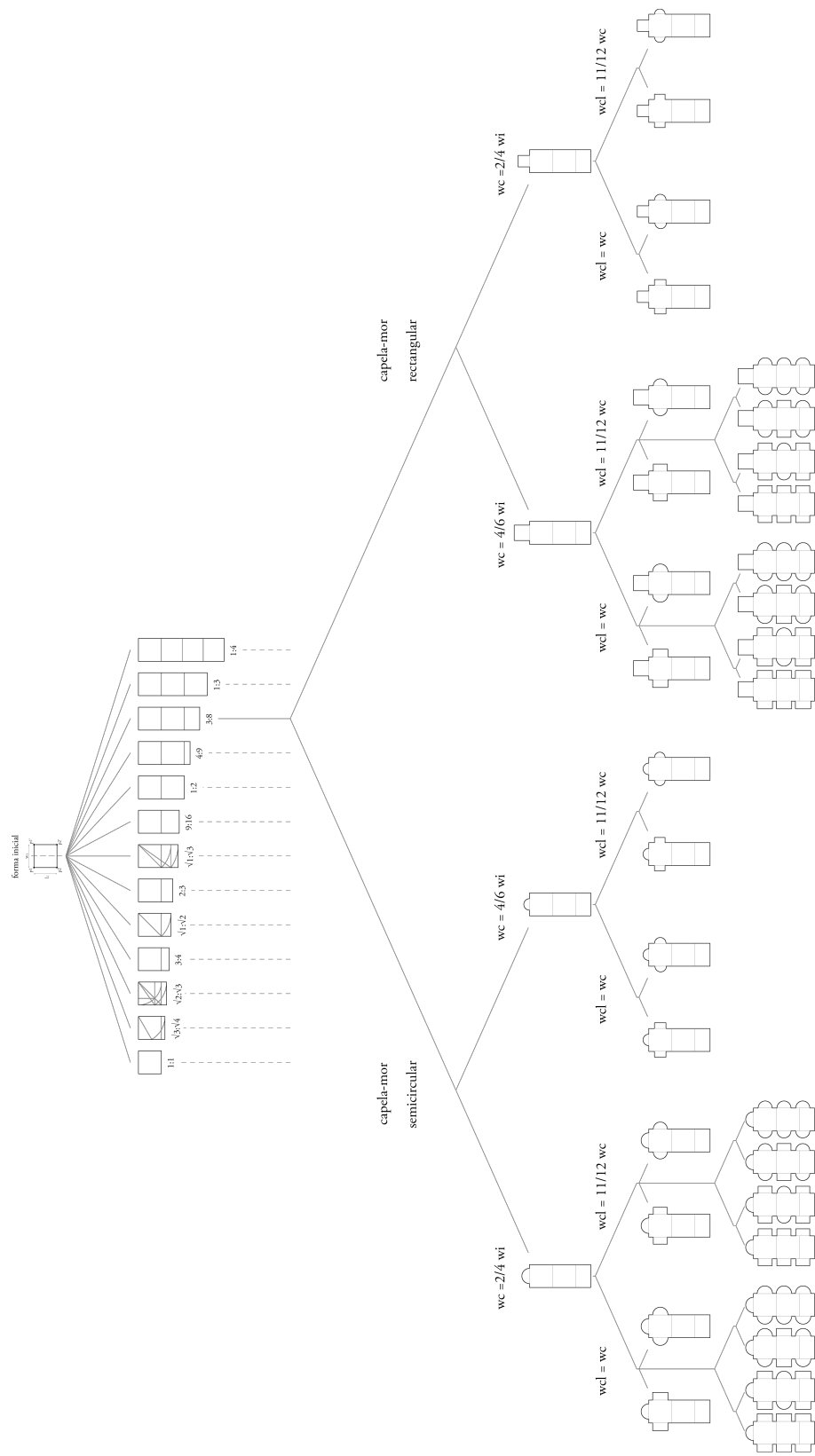


Figura 11. Árvore de derivação de soluções no Estágio 1. Composição interna dos templos, para uma cela com as proporções 3:8.

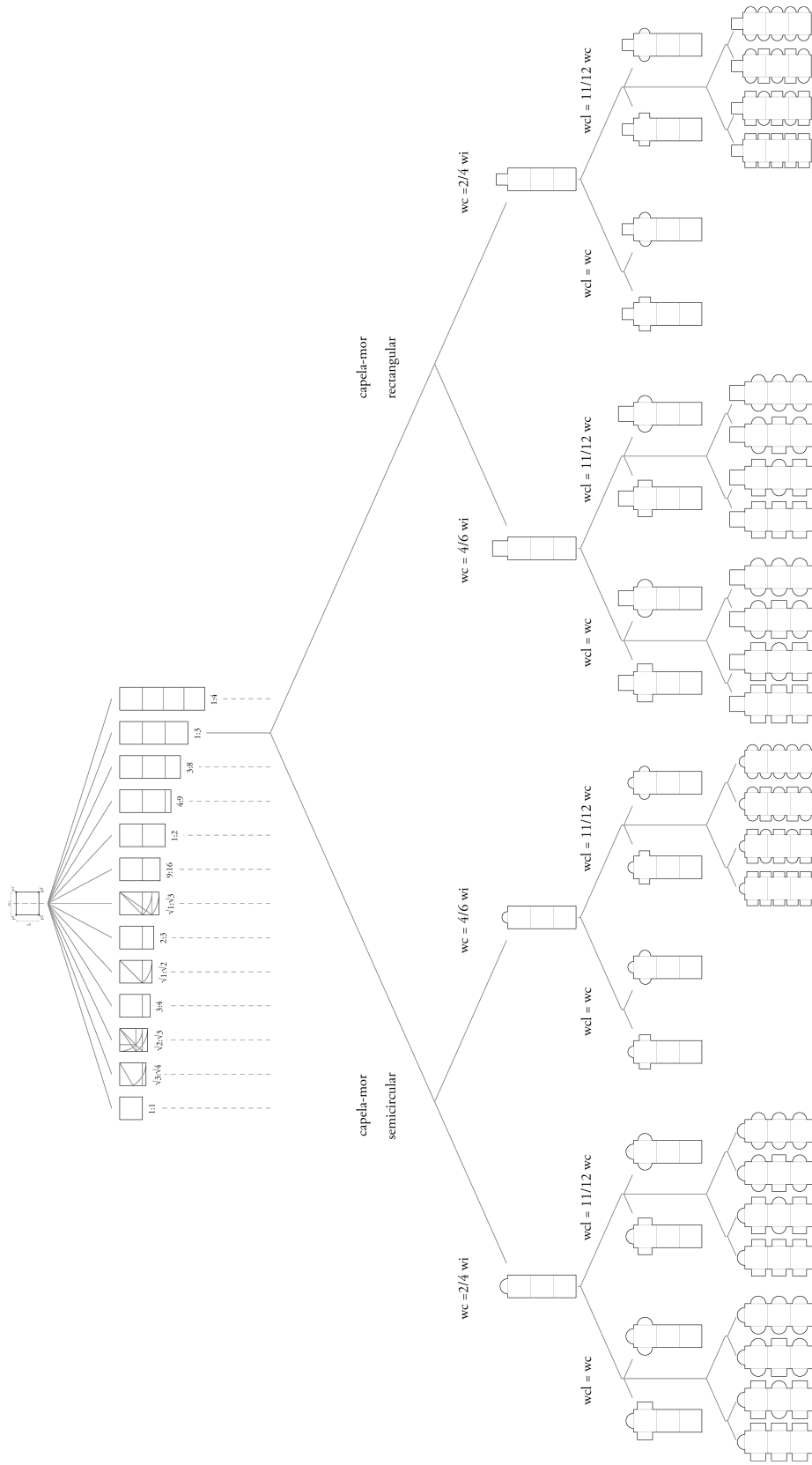


Figura 12. Árvore de derivação de soluções no Estágio 1. Composição interna dos templos, para uma cela com as proporções 1:3.

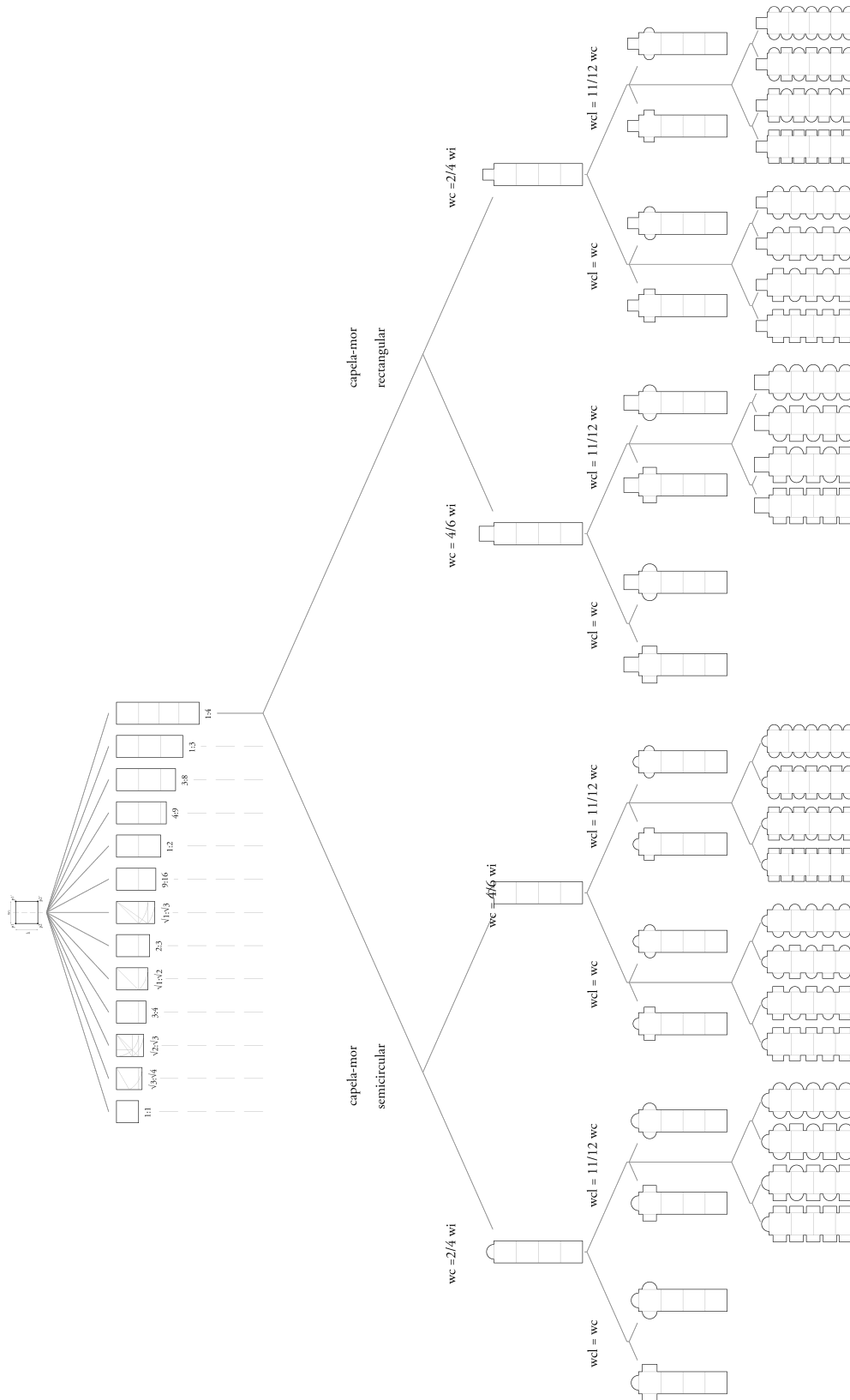


Figura 13. Árvore de derivação de soluções no Estágio 1. *Composição interna dos templos*, para uma cela com as proporções 1:3.

Anexo V

Análise de um *corpus* da obra edificada de Alberti

Templo Malatestiano

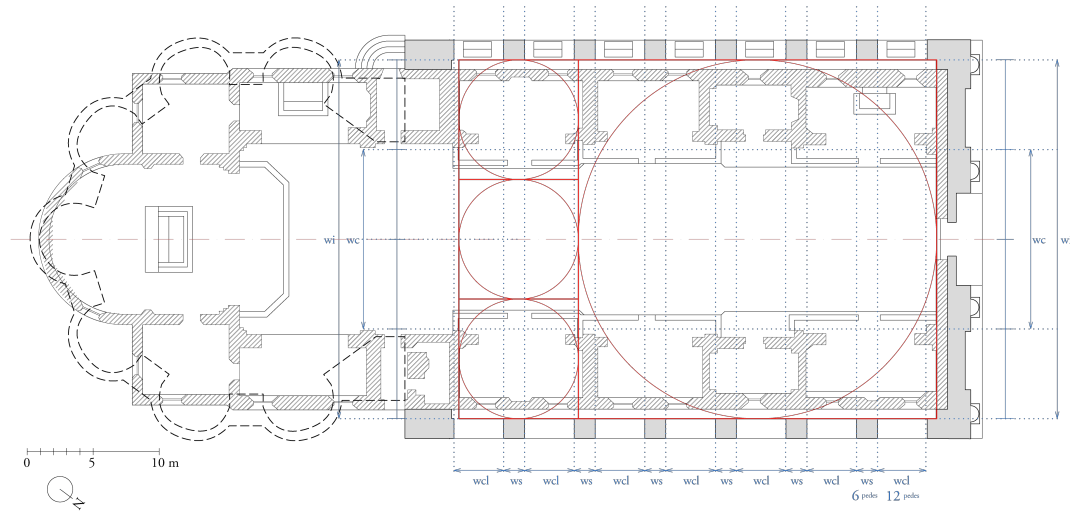


Figura 14. Análise de proporções da planta do Templo Malatestiano, sobrepondo a intervenção atribuída a Alberti (paredes a sombreado), ao traçado gótico existente, igreja de San Francesco (Séc. XII) e extensão da cabeceira realizada depois do Séc.XVIII (paredes com trama) e, projecção da hipotética implantação da capela-mor da Santissima Annunziata (Florença) na cabeceira do templo (linhas a tracejado).

Fonte do desenho base: (Tavernor R. , 1998, p. 56 e 72).

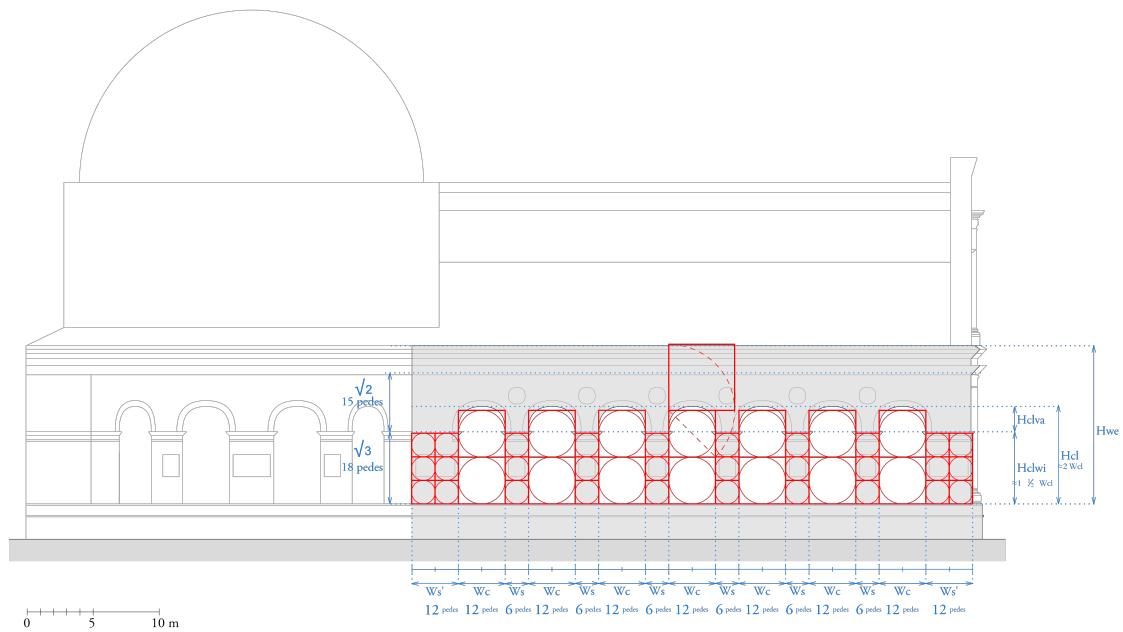


Figura 15. Análise da proporcional fachada lateral do Templo Malatestiano, sobrepondo a intervenção atribuída a Alberti (paredes a sombreado), à hipotética adição do volume da capela-mor da Santissima Annunziata (Florença). Desenho adaptado de (Olivetti / Alberti Group, 1998; Borsi, 1986, p. 193).

Tabela 15. Sumário de características morfológicas e proporcionais das partes do Templo Malatestiano, lidas a partir das descrições dos templos de planta retangular inferidas do *De re aedificatoria*, relativa à planta da igreja.

PLANTA

Cela

Proporção (Li : Wi) li - comprimento da cela wi - largura da cela	1:1	$\sqrt{4}:\sqrt{3}$	$\sqrt{3}:\sqrt{2}$	4:3	$\sqrt{2}:1$	3:2	$\sqrt{3}:1$	16:9	2:1	9:4	8:3	3:1	4:1
Capela-mor	Sim	Não		não se considera									
Abertura (Wc : Wi) wc - abertura da capela wi - largura da cela	1:2	2:3		não se considera									
Geometria	Retangular	Circular		não se considera									
Proporção (Lc : Wc) Lc - profundidade da capela Wc - abertura da capela	1:2	1:2		não se considera									
Capelas laterais	Sim	Não		existem apenas aberturas									
Número Ncl	2	6		10	14								
Abertura (Wc : Wcl) wc - abertura da capela wi - largura da cela	1:1	1:11/12		1:4									
Geometria	Retangular	Circular		Rec/Cir	Cir/Rec	não se considera							
Proporção (Lcl : Wcl) Lcl - largura da cela Wcl - abertura da capela	1:2					não se considera							
Ossatura (Wcl : Ws) Ws - largura da ossatura Wcl - abertura da capela	[1:1/5 , 1: 1/3]	1 : 1/2											
Parede Espessura (We:Tw)	1:12	1:9		1:20	$H_w : T_w = H_{col} : D_{col} \quad 1:10 = 1:8$								
We - largura do templo Tw - espessura da parede	Parede da frontaria		Paredes laterais, relativas à arcada proposta por Alberti			H_w - altura das paredes D_{col} - diâmetro da coluna H_{col} - altura da acoluna							

- x : y variáveis que não verificam as descrições do *De re aedificatoria*
- x : y variáveis que verificam as descrições do *De re aedificatoria*
- x : y variáveis que não verificam descrições do *De re aedificatoria* dentro de condições específicas (p.e. não existem capelas laterais, contudo consideramos que as aberturas das fachadas laterais como se fossem aberturas de capelas laterais).
- x : y variáveis que verificam descrições do *De re aedificatoria* dentro de condições específicas (p.e. não existem capelas laterais, contudo consideramos que as aberturas das fachadas laterais como se fossem aberturas de capelas laterais).

Tabela 16. Continuação da Tabela 15, relativa à fachada lateral do templo Malatestiano.

FACHADA LATERAL

Cela																	
Altura Paredes ($H_{wi} : W_i$)	1:2	2/3	3/4	11/14	1:1	3:2	4:3	2:1	1:√2	√3:1	√2:1	1:√3	μ_9	μ_{10}	μ_{11}		
H_{wi} - altura paramento interior						↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑					
W_i - largura da cela					Se $Li : W_i =$	2:1	2:1	√3:1	√3:√2	√2:1	2:1	√4:√3					
						3:1		3:1			√3:1						
						4:1		4:1									
origem das proporções	do Livro VII					Harmónicas (IX)			Proporções inatas (IX)			Mediedades (IX)					
Cobertura (tipo)	Abóbada					Duas águas											
Altura paramento exterior ($H_{we} = H_{wi} + \mu' H_{va}$)	$\mu' = 1/3$					$\mu' = 1/2$						Sem informação					
Altura da abóbada ($H_{va} : W_i$)	1:2																
H_{we} - altura paramento exterior																	
μ' - variável do tipo de cobertura																	
H_{va} - altura da abóbada																	
Capelas laterais	Como não tem capelas, pelo que considera-se a altura da abertura																
Altura paredes ($H_{clwi} = H_{wi} - H_{ent}' - H_{clva}' - H_{clva}$)	verifica	$H_{clwi} = 1/2 W_d$		corresponde a uma relação não enunciada no <i>De re aedificatoria</i>													
H_{clwi} - altura das paredes das capelas																	
H_{ent}' - altura do entablamento do pórtico interior																	
H_{clva} - altura do arco de abertura das capelas																	
H_{clva}' - altura da aduela do arco de abertura																	
$x : y$	variáveis que não verificam as descrições do <i>De re aedificatoria</i>																
$x : y$	variáveis que verificam as descrições do <i>De re aedificatoria</i>																

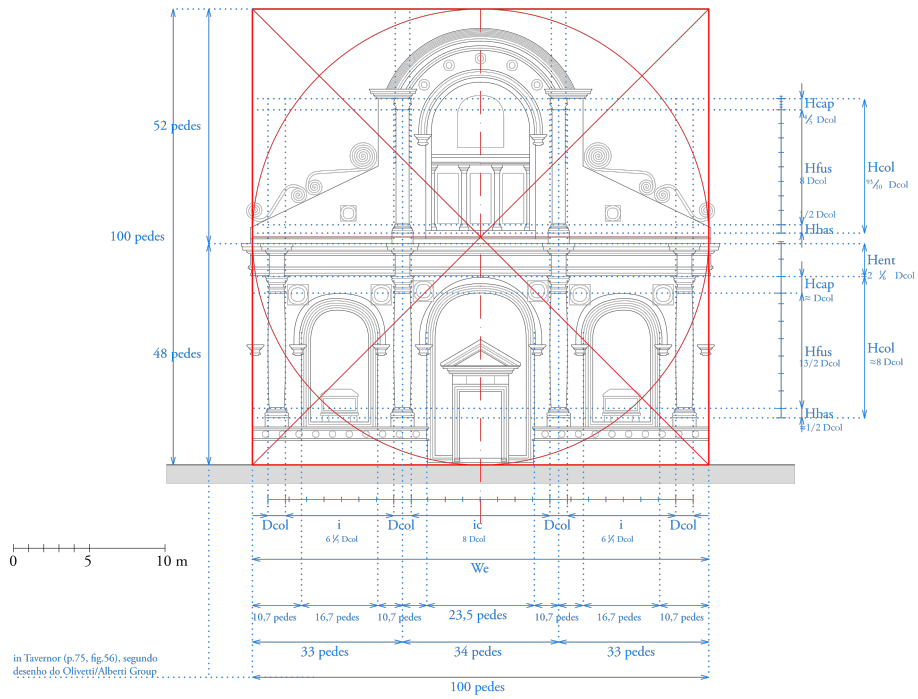


Figura 16. Análise proporcional da frontaria do Templo Malatestiano. Fonte do desenho base: (Olivetti / Alberti Group, 1998) e

Tabela 17. Continuação da Tabela 16, relativa ao alçado da frontaria do Templo Malatestiano.

FRONTARIA

Pórtico principal

Intercolúnio (i : Dcol) i - intercolúnio Dcol - diâmetro da coluna	1:3/2	1:2	1:9/4	1:3	1:27/8	1:6 1/5
	Compacto	Sub-compacto	Elegante	Sub-ampliado	Ampliado	
Intercolúnio central (i : ic) ic - intercolúnio central	1:5/4					
Número colunas (Ncol)	4					
Coluna (H _{cap} + H _{fus} + H _{bas})						
Capitel (H _{cap} :Dcol) H _{cap} - altura do capitel Dcol - diâmetro da coluna	1:2	3:4	1:3	1:1	1:1	
	Dórico I	Dórico II	Jónico	Coríntio	Compósito	
Fuste (H _{fus} :Dcol) H _{fus} - altura do fuste Dcol - diâmetro da coluna	7:1	8:1	9:1	8:1	9:1	9:1
	Dórico I	Jónico I	Jónico II	Coríntio I	Coríntio II	Compósito
Base (H _{bas} :Dcol) H _{bas} - altura do base Dcol - diâmetro da coluna	1:2	1:2	1:2			
	Dórico	Jónico	Coríntio			
Pedestal			Sim			Não
Altura pedestal (H _{pes} :Dcol) H _{pes} - altura do pedestal Dcol - diâmetro da coluna	≈ 1:2 - robusto	≈ 2:5 + robusto	≈ 1:2 - robusto	≈ 2:5 + robusto		
	base Dórica		base Jónica			
Entablamento (H _{ent} :Dco:) H _{ent} - altura do entablamento Dcol - diâmetro da coluna	2:1	2 1/6:1	2 1/6:1	o perfil da arquitrave poderá ser Coríntio ou Jónico		
	Dórico	Jónico	Coríntio			
Frontão (W _{ped} :H _{ped}) W _{ped} - largura frontão H _{ped} - altura do frontão	[1:5, 1:4]					
	1:4					

Pórtico secundário⁵

Intercolúnio (i : Dcol) i - intercolúnio Dcol - diâmetro da coluna	1:3/2	1:2	1:9/4	1:3	1:27/8	1:6 1/5
	Compacto	Sub-compacto	Elegante	Sub-ampliado	Ampliado	= pórtico principal
Intercolúnio central (i : ic) ic - intercolúnio central	1:5/4	não se aplica				
Número colunas (Ncol)	2					
Coluna (H _{cap} + H _{fus} + H _{bas})						
Capitel (H _{cap} :Dcol) H _{cap} - altura do capitel Dcol - diâmetro da coluna	1:2	3:4	1:3	1:1	1:1	4:3
	Dórico I	Dórico II	Jónico	Coríntio	Compósito	Compósito
Fuste (H _{fus} :Dcol) H _{fus} - altura do fuste Dcol - diâmetro da coluna	7:1	8:1	9:1	8:1	9:1	9:1
	Dórico I	Jónico I	Jónico II	Coríntio I	Coríntio II	Compósito
Base (H _{bas} :Dcol) H _{bas} - altura do base Dcol - diâmetro da coluna	1:2	1:2	1:2			
	Dórico	Jónico	Coríntio			
Pedestal			Sim			Não
Entablamento (H _{ent} :Dco:) H _{ent} - altura do entablamento Dcol - diâmetro da coluna	2:1	2 1/6:1	2 1/6:1	não tem		
	Dórico	Jónico	Coríntio			

x : y variáveis que não verificam as descrições do *De re aedificatoria*

x : y variáveis que verificam as descrições do *De re aedificatoria*

⁵ Considera-se o pórtico secundário, composto pelas duas colunas que se encontram sobre o entablamento do pórtico principal.

Igreja de San Sebastiano

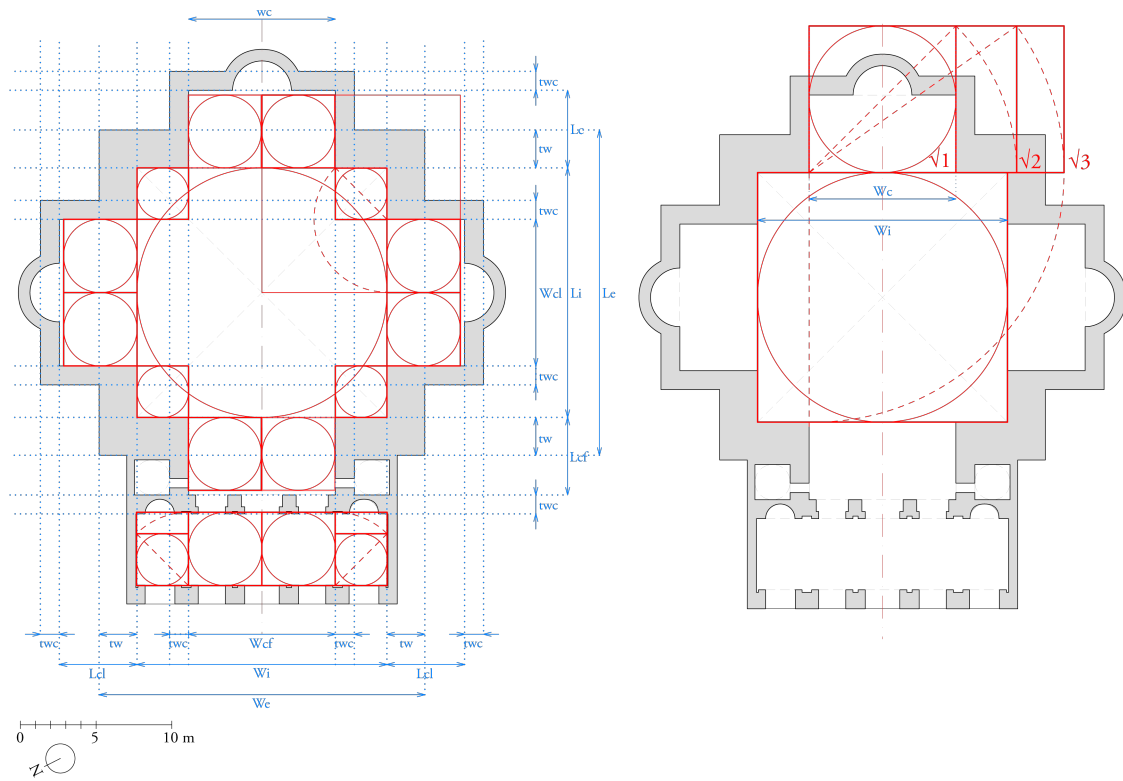


Figura 17. Análise da de proporções da planta de San Sebastiano. Análise da relação da proporção da abertura da capela-mor relativamente à largura da cela ($\sqrt{1} : \sqrt{3}$). Fonte: do desenho base (Tavernor R. , 1998, p. 137).

Tabela 18. Sumário de características morfológicas e proporcionais das partes da igreja de São Sebastião, lidas a partir das descrições dos templos de planta retangular inferidas do *De re aedificatoria*, relativa à planta da igreja.

PLANTA

Cela

Proporção (Li : Wi)	1:1	$\sqrt{4}:\sqrt{3}$	$\sqrt{3}:\sqrt{2}$	4:3	$\sqrt{2}:1$	3:2	$\sqrt{3}:1$	16:9	2:1	9:4	8:3	3:1	4:1
li - comprimento da cela wi - largura da cela													

Capela-mor	Sim	Não
-------------------	-----	-----

Abertura (Wc : Wi)	1:2	2:3	$\sqrt{1}:\sqrt{3}^6$
wc - abertura da capela wi - largura da cela			

Geometria	Retangular		Circular
-----------	------------	--	----------

Proporção (Lc : Wc)	1:1	1:2	1:2
Lc - profundidade da capela Wc - abertura da capela			

Capelas laterais	Sim	Não
-------------------------	-----	-----

Número Ncl	2	6	10
------------	---	---	----

Abertura (Wc : Wcl)	1:1	1:11/12	não se considera
wc - abertura da capela wi - largura da cela			

Geometria	Retangular	Circular	Rec/Cir	Cir/Rec
-----------	------------	----------	---------	---------

Proporção (Lcl : Wcl)	1:2
Lcl - largura da cela Wcl - abertura da capela	

Ossatura (Wcl : Ws)	[1:1/5 , 1: 1/3]	1 : 1/2	$2\sqrt{2} : 1$
Ws - largura da ossatura Wcl - abertura da capela			

Parede Espessura (We:Tw)	1:12	1:9	1:18	$H_w : T_w = H_{col} : D_{col} \quad 1:7 = 1:9$
We - largura do templo Tw - espessura da parede			We mais capelas	H _w - altura das paredes D _{col} - diâmetro da coluna H _{col} - altura da acoluna

$x : y$ variáveis que não verificam as descrições do *De re aedificatoria*

$x : y$ variáveis que verificam as descrições do *De re aedificatoria*

⁶ 20:34 - planta com anotações em *braccias*, Antonio Labacco.

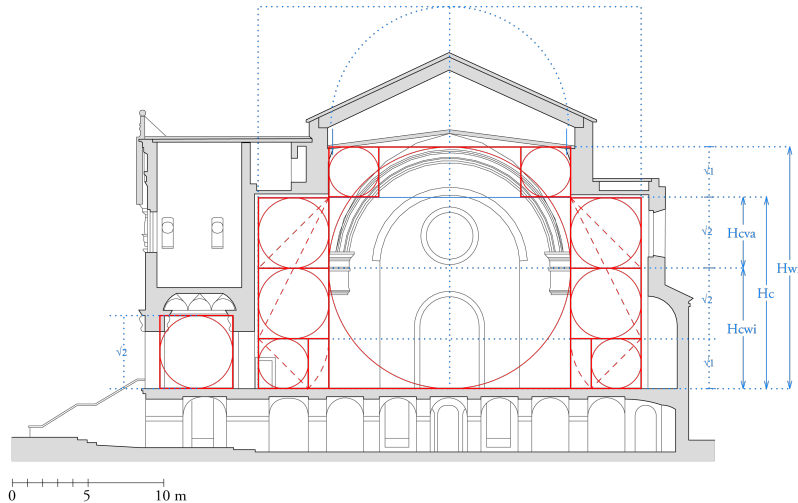


Figura 18. Análise da de proporções do corte longitudinal de São Sebastião. Fonte do desenho base: (Tavernor R. , 1998, p. 138).

Tabela 19. Continuação d relativa ao corte transversal da igreja de São Sebastião.

CORTE LONGITUDINAL

Cela

Altura Paredes ($H_{wi} : W_i$)	1:2	2/3	3/4	11/14	1:1	3:2	4:3	2:1	1:√2	√3:1	√2:1	1:√3	μ_9	μ_{10}	μ_{11}
H_{wi} - altura paramento interior						↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	$\mu_9 = (wi+li) / 2 : wi$		
W_i - largura da cela				Se $Li : W_i =$		2:1	2:1	√3:1	√3:√2	√2:1	2:1	√4:√3	$\mu_{10} = \sqrt{wi} li : wi$		
						3:1	3:1				√3:1		$\mu_{11} = 2wi li / (wi + li) : wi$		
origem das proporções	do Livro VII					Harmónicas (IX)		Proporções inatas (IX)			Mediedades (IX)				
Cobertura (tipo)	Abóbada					Duas águas									
Altura paramento exterior ($H_{we} = H_{wi} + \mu' H_{va}$)	$\mu' = 1/3$					$\mu' = 1/2$				não se aplica porque o teto não é uma abóbada de berço mas ogival					
Altura da abóbada ($H_{va} : W_i$)	1:2														
H_{we} - altura paramento exterior															
μ' - variável do tipo de cobertura															
H_{va} - altura da abóbada															

Capela-mor

Altura paredes ($H_{cwi} = H_{wi} - \varepsilon$)	$\varepsilon = 0$	$\varepsilon = H_{ent}' - H_{cva}' - H_{cva}$	$H_{cwi} = W_c$	corresponde a uma relação não enunciada no <i>De re aedificatoria</i>
Altura da abóbada ($H_{cva} : W_c$)	1:2			
H_{cwi} - altura das paredes da capela				
W_c - abertura da capela				
H_{ent}' - altura do entablamento do pórtico interior				
H_{cva} - altura da abóbada da capela				
H_{cva}' - altura da aduela do arco da abóbada				

Capelas laterais

Altura paredes ($H_{clwi} = H_{wi} - H_{ent}' - H_{clva}' - H_{clva}$)	verifica	$2\sqrt{2} H_{clwi} = (\sqrt{2} + 1)W_{cl}$	corresponde a uma relação não enunciada no <i>De re aedificatoria</i>
Altura da abóbada ($H_{clva} : W_{cl}$)	1:2		
H_{clwi} - altura das paredes das capelas			
H_{ent}' - altura do entablamento do pórtico interior			
H_{clva} - altura da abóbada das capelas			
H_{clva}' - altura da aduela do arco da abóbada			
W_{cl} - abertura das capelas laterais			

$x : y$ variáveis que verificam as descrições do *De re aedificatoria*

$x : y$ variáveis que não verificam as descrições do *De re aedificatoria*

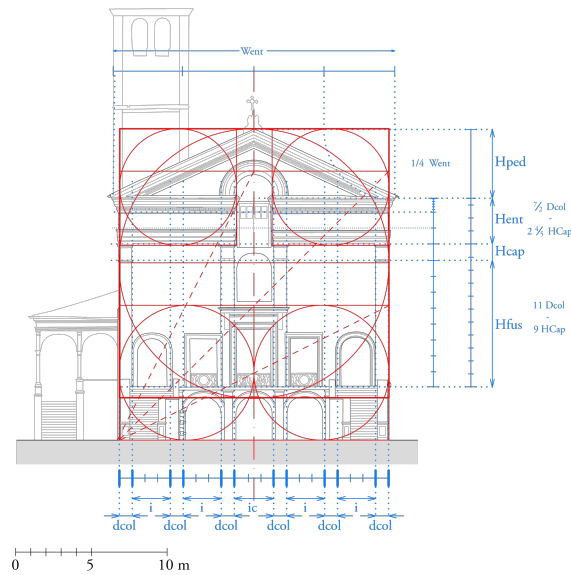


Figura 19. Análise da de proporções da frontaria de São Sebastião. Fonte do desenho base: (Olivetti / Alberti Group, 1998)

Tabela 20. Continuação da Tabela 19, relativa ao alçado da frontaria da igreja de São Sebastião.

FRONTARIA

Pórtico principal

Intercolúnio (i : Dcol)	1:3/2	1:2	1:9/4	1:3	1:27/8		
i - intercolúnio Dcol - diâmetro da coluna	Compacto	Sub-compacto	Elegante	Sub-ampliado	Ampliado		
Intercolúnio central (i : ic)	1:5/4	1:1					
ic - intercolúnio central							
Número colunas (Ncol)	6	consideram-se seis colunas, dada proporção o espaçamento de aberturas na frontaria					
Coluna (H _{cap} + H _{fus} + H _{bas})							
Capitel (H _{cap} :Dcol)	1:2	3:4	1:3	1:1	1:1		
H _{cap} - altura do capitel Dcol - diâmetro da coluna	Dórico I	Dórico II	Jónico	Coríntio	Compósito		
Fuste (H _{fus} :Dcol)	7:1	8:1	9:1	8:1	9:1	9:1	8:1
H _{fus} - altura do fuste Dcol - diâmetro da coluna	Dórico I	Jónico I	Jónico II	Coríntio I	Coríntio II	Compósito	não identificado
Base (H _{bas} :Dcol)	1:2	1:2	1:2	não tem			
H _{bas} - altura do base Dcol - diâmetro da coluna	Dórico	Jónico	Coríntio				
Pedestal			Sim			Não	
Altura pedestal (H _{pes} :Dcol)	≈ 1:2	≈ 2:5	≈ 1:2	≈ 2:5			
H _{pe} - altura do pedestal Dcol - diâmetro da coluna	- robusto	+ robusto	- robusto	+ robusto			
	base Dórica		base Jónica				
Entablamento (Hent:Dcol)	2:1	2 1/6:1	2 1/6:1	7:2			
Hent - altura do entablamento Dcol - diâmetro da coluna	Dórico	Jónico	Coríntio				
Frontão (W _{ped} :H _{ped})	[1:5, 1:4]						
W _{ped} - largura frontão H _{ped} - altura do frontão							

x : y variáveis que não verificam as descrições do *De re aedificatoria*

x : y variáveis que verificam as descrições do *De re aedificatoria*

Igreja de Sant'Andrea

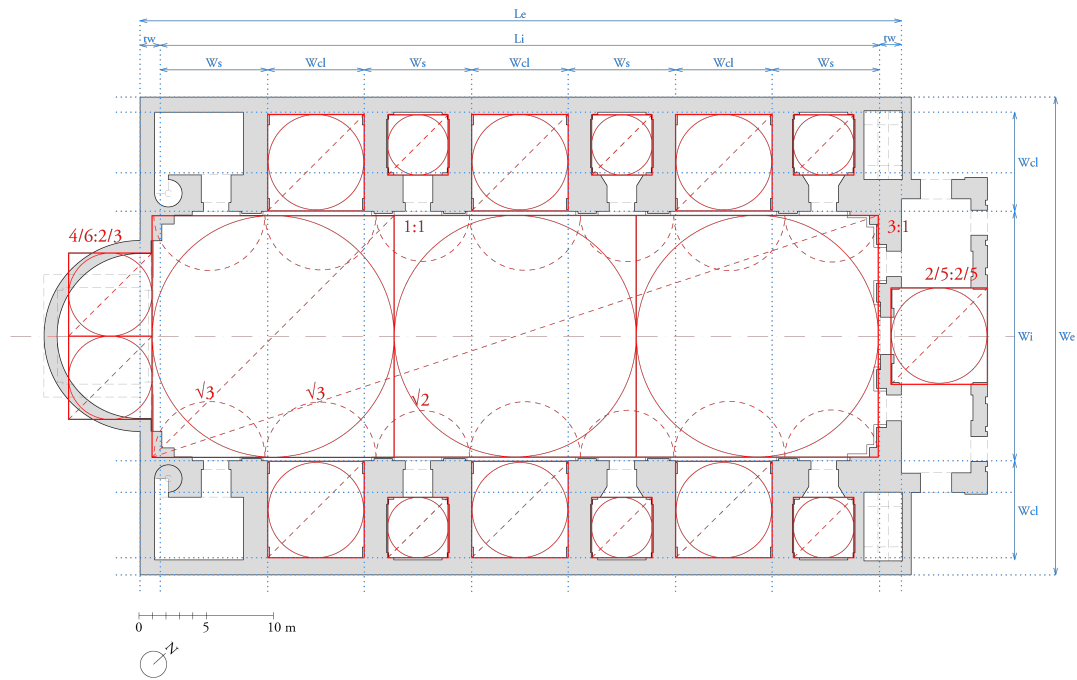


Figura 20. Análise de proporções de Sant'Andrea (planta) na versão sem transepto, conforme atribuída a Alberti. Fonte do desenho base: (Olivetti / Alberti Group, 1998; Tavernor R. , 1998, p. 185).

Tabela 21. Sumário de características morfológicas e proporcionais das partes da igreja de Sant'Andrea, lidas a partir das descrições dos templos de planta retangular inferidas do *De re aedificatoria*, relativa à planta da igreja.

PLANTA

Cela

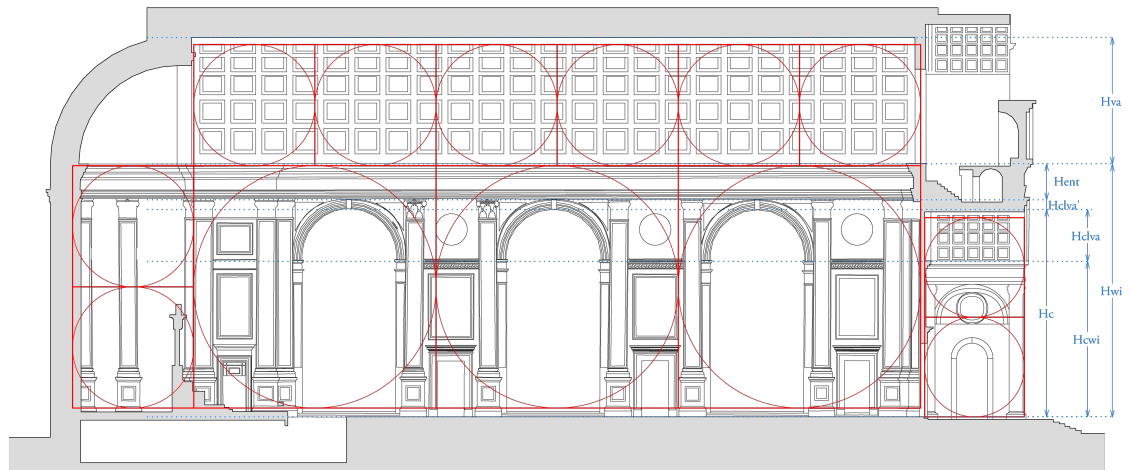
Proporção (Li : Wi)	1:1	$\sqrt{4}:\sqrt{3}$	$\sqrt{3}:\sqrt{2}$	4:3	$\sqrt{2}:1$	3:2	$\sqrt{3}:1$	16:9	2:1	9:4	8:3	3:1	4:1
li - comprimento da cela wi - largura da cela													
Capela-mor ⁷	Sim		Não										
Abertura (Wc : Wi)	1:2		2:3										
wc - abertura da capela wi - largura da cela													
Geometria	Retangular		Circular										
Proporção (Lc : Wc)	1:2		1:2										
Lc - profundidade da capela Wc - abertura da capela													
Capelas laterais	Sim		Não										
Número Ncl	2		6		10								
Abertura (Wc : Wcl)	1:1		1:11/12		7:9								
wc - abertura da capela wi - largura da cela													
Geometria	Retangular		Circular		Rec/Cir		Cir/Rec						
Proporção (Lcl : Wcl)	1:2		1:1										
Lcl - largura da cela Wcl - abertura da capela													
Ossatura (Wcl : Ws)	[1:1/5 , 1: 1/3]		1 : 1/2		$\sqrt{3} : \sqrt{2}$								
Ws - largura da ossatura Wcl - abertura da capela													
Parede Espessura (We:Tw)	1:12		1:9		1:18		$H_w : T_w = H_{col} : D_{col} = 19:2$ ⁸						
We - largura do templo Tw - espessura da parede					We mais capelas		H _w - altura das paredes D _{col} - diâmetro da coluna H _{col} - altura da acoluna						

x : y variáveis que não verificam as descrições do *De re aedificatoria*

x : y variáveis que verificam as descrições do *De re aedificatoria*

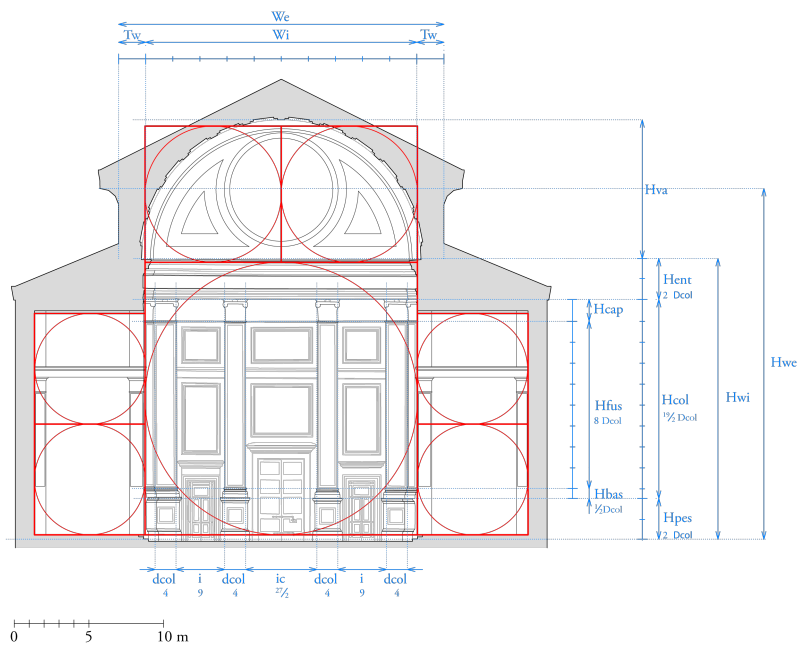
⁷ A construção de Sant' Andrea iniciou-se segundo projeto de Leon Battista Alberti, 1472, e terá sido subsequentemente ampliada no Séc. XVI (transepto e pórtico Norte, por Giulio Romano) e Séc. XVIII (tambor e cúpula, por Filippo Juvarra). Nos desenhos elaborados pelo Olivetti/Alberti Group (1994), plantas cortes e alçados de Sant'Andrea reconstituem princípios albertianos. O aspeto mais evidente é a existência de capela-mor semicircular no arranque do transepto. É esta composição que consideramos nesta análise.

⁸ $H_w : T_w = H_{col} : D_{col} = 19:2$



0 5 10 m

Figura 21. Análise proporcional de Sant'Andrea (corte longitudinal) na versão sem transepto, conforme atribuída a Alberti. Fonte do desenho base: (Olivetti / Alberti Group, 1998; Tavernor R. , 1998, p. 185).



0 5 10 m

Figura 22. Análise de proporções de Sant'Andrea (corte transversal) na versão sem transepto, conforme atribuída a Alberti. Fonte do desenho base: (Olivetti / Alberti Group, 1998; Tavernor R. , 1998, p. 184).

Tabela 22. Continuação da Tabela 21, relativa ao corte transversal da igreja de Sant'Andrea.

CORTE TRANSVERSAL/ LONGITUDINAL

Cela

Altura Paredes ($H_{wi} : W_i$)	1:2	2/3	3/4	11/14	1:1	3:2	4:3	2:1	1:√2	√3:1	√2:1	1:√3	μ_9	μ_{10}	μ_{11}
H_{wi} - altura paramento interior						↑ 2:1	↑ 2:1	↑ √3:1	↑ √3:√2	↑ √2:1	↑ 2:1	↑ √4:√3	$\mu_9 = (wi+li) / 2 : wi$		
W_i - largura da cela				Se $Li : Wi =$		3:1	3:1	3:1					$\mu_{10} = \sqrt{wi li} : wi$		
						4:1	4:1						$\mu_{11} = 2wi li / (wi + li) : wi$		

origem das proporções do Livro VII Harmónicas (IX) Proporções inatas (IX) Mediedades (IX)

Cobertura (tipo) Abóbada Duas águas

Altura paramento exterior ($H_{we} = H_{wi} + \mu' H_{va}$) $\mu' = 1/3$ $\mu' = 1/2$ $\mu' = 1/2$

Altura da abóbada ($H_{va} : W_i$) 1:2

H_{we} - altura paramento exterior
 μ' - variável do tipo de cobertura
 H_{va} - altura da abóbada

Capelas laterais

Altura paredes ($H_{clwi} = H_{wi} - H_{ent}' - H_{clva}' - H_{clva}$) verifica $H_{clwi} = 3/2 W_{cl}$ corresponde a uma relação não enunciada no *De re aedificatoria*

Altura da abóbada ($H_{clva} : W_{cl}$) 1:2

H_{clwi} - altura das paredes das capelas
 H_{ent}' - altura do entablamento do pórtico interior
 H_{clva} - altura da abóbada das capelas
 H_{clva}' - altura da aduela do arco da abóbada
 W_{cl} - abertura das capelas laterais

Pórtico entrada (interior)

Intercolúnio ($i : Dcol$) 1:3/2 1:2 1:9/4 1:3 1:27/8

i - intercolúnio Compacto Sub-compacto Elegante Sub-ampliado Ampliado
 $Dcol$ - diâmetro da coluna

Intercolúnio central ($i : ic$) 1:5/4 1:3/2

ic - intercolúnio central

Número colunas ($Ncol$) 4

Coluna ($H_{cap} + H_{fus} + H_{bas}$)

Capitel ($H_{cap}:Dcol$) 1:2 3:4 1:3 1:1 1:1

H_{cap} - altura do capitel Dórico I Dórico II Jónico Coríntio Compósito
 $Dcol$ - diâmetro da coluna

Fuste ($H_{fus}:Dcol$) 7:1 8:1 9:1 8:1 9:1 9:1

H_{fus} - altura do fuste Dórico I Jónico I Jónico II Coríntio I Coríntio II Compósito
 $Dcol$ - diâmetro da coluna

Base ($H_{bas}:Dcol$) 1:2 1:2 1:2

H_{bas} - altura do base Dórico Jónico Coríntio
 $Dcol$ - diâmetro da coluna

Pedestal Sim Não

Altura pedestal ($H_{pes}:Dcol$) $\approx 1:2$ $\approx 2:5$ $\approx 1:2$ $\approx 2:5$

H_{pe} - altura do pedestal - robusto + robusto - robusto + robusto
 $Dcol$ - diâmetro da coluna base Dórica base Jónica

Entablamento ($H_{ent}:Dco:$) 2:1 2 1/6:1 2 1/6:1

H_{ent} - altura do entablamento Dórico Jónico Coríntio
 $Dcol$ - diâmetro da coluna

$x : y$ variáveis que não verificam as descrições do *De re aedificatoria*

$x : y$ variáveis que verificam as descrições do *De re aedificatoria*

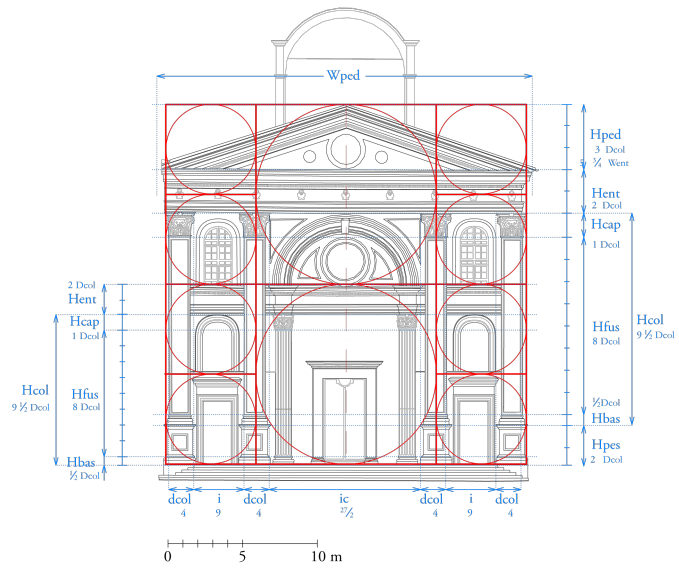


Figura 23. Análise de proporções de Sant'Andrea (corte longitudinal) na versão sem transepto, conforme atribuída a Alberti. Fonte do desenho base: (Olivetti / Alberti Group, 1998; Tavernor R. , 1998, p. 181).

Tabela 23. Continuação da Tabela 22, relativa ao alçado da frontaria da igreja de Sant'Andrea.

FRONTARIA

Pórtico principal

Intercolúnio (i : Dcol) i - intercolúnio Dcol - diâmetro da coluna	1:3/2 Compacto	1:2 Sub-compacto	1:9/4 Elegante	1:3 Sub-ampliado	1:27/8 Ampliado	
Intercolúnio central (i : ic) ic - intercolúnio central	1:5/4	1:3				
Número colunas (Ncol)	4					
Coluna (H _{cap} + H _{fus} + H _{bas})						
Capitel (H _{cap} :Dcol) H _{cap} - altura do capitel Dcol - diâmetro da coluna	1:2 Dórico I	3:4 Dórico II	1:3 Jónico	1:1 Coríntio	1:1 Compósito	
Fuste (H _{fus} :Dcol) H _{fus} - altura do fuste Dcol - diâmetro da coluna	7:1 Dórico I	8:1 Jónico I	9:1 Jónico II	8:1 Coríntio I	9:1 Coríntio II	9:1 Compósito
Base (H _{bas} :Dcol) H _{bas} - altura do base Dcol - diâmetro da coluna	1:2 Dórico	1:2 Jónico	1:2 Coríntio			
Pedestal		Sim			Não	
Altura pedestal (H _{pes} :Dcol) H _{pe} - altura do pedestal Dcol - diâmetro da coluna	≈ 1:2 - robusto	≈ 2:5 + robusto	≈ 1:2 - robusto	≈ 2:5 + robusto		
		base Dórica	base Jónica			
Entablamento (H _{ent} :Dco:) H _{ent} - altura do entablamento Dcol - diâmetro da coluna	2:1 Dórico	2 1/6:1 Jónico	2 1/6:1 Coríntio			
Frontão (W _{ped} :H _{ped}) W _{ent} - largura frontão H _{ped} - altura do frontão	[1:5, 1:4]	1:5 3/4				

Pórtico secundário

Intercolúnio (i : Dcol) i - intercolúnio Dcol - diâmetro da coluna	1:3/2 Compacto	1:2 Sub-compacto	1:9/4 Elegante	1:3 Sub-ampliado	1:27/8 Ampliado	1:6
Intercolúnio central (i : ic) ic - intercolúnio central	1:5/4	não tem				
Número colunas (Ncol)	2					
Coluna (H _{cap} + H _{fus} + H _{bas})						
Capitel (H _{cap} :Dcol) H _{cap} - altura do capitel Dcol - diâmetro da coluna	1:2 Dórico I	3:4 Dórico II	1:3 Jónico	1:1 Coríntio	1:1 Compósito	
Fuste (H _{fus} :Dcol) H _{fus} - altura do fuste Dcol - diâmetro da coluna	7:1 Dórico I	8:1 Jónico I	9:1 Jónico II	8:1 Coríntio I	9:1 Coríntio II	9:1 Compósito
Base (H _{bas} :Dcol) H _{bas} - altura do base Dcol - diâmetro da coluna	1:2 Dórico	1:2 Jónico	1:2 Coríntio			
Pedestal		Sim			Não	
Altura pedestal (H _{pes} :Dcol) H _{pe} - altura do pedestal Dcol - diâmetro da coluna	≈ 1:2 - robusto	≈ 2:5 + robusto	≈ 1:2 - robusto	≈ 2:5 + robusto		
		base Dórica	base Jónica			
Entablamento (H _{ent} :Dco:) H _{ent} - altura do entablamento Dcol - diâmetro da coluna	2:1 Dórico	2 1/6:1 Jónico	2 1/6:1 Coríntio			

x : y variáveis que não verificam as descrições do *De re aedificatoria*

x : y variáveis que verificam as descrições do *De re aedificatoria*

Anexo VI

Gramática de forma de edifícios sagrados de planta retangular segundo a teoria e projeto de Alberti

Ilustração da transformação da gramática de forma dos edifícios sagrados de planta retangular, pela inclusão de princípios edificatórios inferidos de um *corpus* projetos de Alberti

Estágio 1. Composição interna

Regra 1. Delineamento da cela

De re aedificatoria (1452)

+ Templo Malatestiano (1450 -)

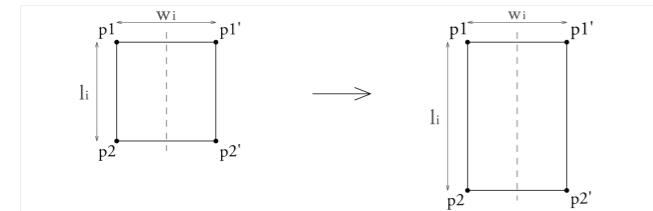
+ San Sebastiano (1460 – 1472)

+ Sant'Andrea (1472 – 1494)

condições

$$l_i = \alpha w_i$$

$$\alpha \in \{1, \sqrt{4/\sqrt{3}}, \sqrt{3/\sqrt{2}}, 4/3, \sqrt{2}, 3/2, \sqrt{3}, 16/9, 2, 9/4, 8/3, 3, 4\}$$



Regra 2. Abertura da capela-mor

De re aedificatoria (1452)

+ Templo Malatestiano (1450 -)

+ San Sebastiano (1460 – 1472)

+ Sant'Andrea (1472 – 1494)

condições

$$w_c = \beta w_i$$

$$\beta \in \{2/4, 4/6\}$$



mudança de regra
nova proporção

condições

$$w_c = \beta w_i$$

$$\beta \in \{2/4, 4/6, 1/\sqrt{3}\}$$



mudança de regra
novos marcadores

Regra 2'. Abertura de vestibulo junto da frontaria

condições

$$w_{cf} = w_c \rightarrow w_i = l_i$$



Regra 3. Abertura das capelas laterais

De re aedificatoria (1452)

+ Templo Malatestiano (1450 -)

+ San Sebastiano (1460 – 1472)

+ Sant'Andrea (1472 – 1494)

condições

$$w_{cl} = \varphi w_c$$

$$\varphi \in \{11/12, 1\}$$

$$w_s = (l_i - n_{cl} w_{cl}) / (n_{cl} + 1) \wedge w_s = \varphi' w_{cl}$$

$$1/5 \leq \varphi' \leq 1/3 \vee \varphi' = 1/2$$

mudança de regra
nova proporção

condições

$$w_{cl} = \varphi w_c$$

$$\varphi \in \{1/4, 11/12, 1\}$$

$$w_s = (l_i - n_{cl} w_{cl}) / (n_{cl} + 1) \wedge w_s = \varphi' w_{cl}$$

$$1/5 \leq \varphi' \leq 1/3 \vee \varphi' = 1/2$$

mudança de regra
nova proporção

condições

$$w_{cl} = \varphi w_c$$

$$\varphi \in \{1/4, 11/12, 1\}$$

$$w_s = (l_i - n_{cl} w_{cl}) / (n_{cl} + 1) \wedge w_s = \varphi' w_{cl}$$

$$1/5 \leq \varphi' \leq 1/3 \vee \varphi' = 1/2 \vee \varphi' = \sqrt{1 : 2\sqrt{2}} \rightarrow w_i = l_i$$

mudança de regra
nova proporção

condições

$$w_{cl} = \varphi w_c$$

$$\varphi \in \{1/4, 11/12, 1\}$$

$$w_s = (l_i - n_{cl} w_{cl}) / (n_{cl} + 1) \wedge w_s = \varphi' w_{cl}$$

$$1/5 \leq \varphi' \leq 1/3 \vee \varphi' \in \{1/2, \sqrt{3/\sqrt{4}}, \sqrt{2/\sqrt{3}}, \sqrt{1/\sqrt{2}}, \sqrt{1/\sqrt{3}}\} \vee \varphi' = \sqrt{1 : 2\sqrt{2}} \rightarrow w_i = l_i$$

a. Primeira abertura



b. Aberturas subsequentes



c. Renomeia o ponto de referência à abertura

se termina a adição de capelas ($n_{cl} = 0$) \Rightarrow $p_x \rightarrow p_4$

Regra 4. Delineamento da capela-mor

De re aedificatoria (1452)

+ Templo Malatestiano (1450 -)

+ San Sebastiano (1460 – 1472)

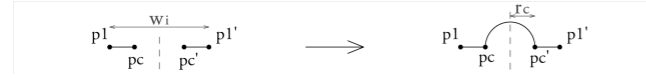
+ Sant'Andrea (1472 – 1494)

condições

$rc = 1/2 wc$

$lc = wc$

a. Capela semicircular



b. Capela retangular



Regra 5. Delineamento de capelas laterais

De re aedificatoria (1452)

+ Templo Malatestiano (1450 -)

+ San Sebastiano (1460 – 1472)

+ Sant'Andrea (1472 – 1494)

condições

$lcl = 1/2 wcl$

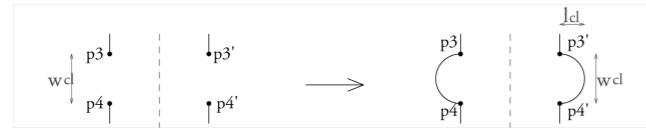
mudança de regra
nova proporção

condições

$lcl = \gamma wcl$

$\gamma \in \{1/2, 1\}$

a. Capela semicircular



b. Capela retangular

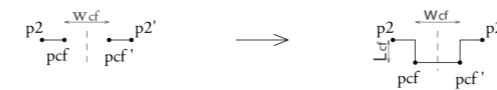


adição de regra
nova relação espacial

c. Delineamento de vestibulo retangular junto da frontaria

condições

$lcf = 1/2 wcf$



Estágio 2. Delineamento das paredes

Regra 6. Adição da espessura das paredes da cela e capelas

De re aedificatoria (1452)

condições

método por ratio da frente da área:

$$w_e = w_i + 2 t_w \Leftrightarrow w_e = w_i / (1 - 2 \sigma)$$

$$t_w = \sigma w_e$$

$$\sigma \in \{1/12, 1/9\}$$

método por proporção da coluna:

$$t_w = h w_i^{(1)} / \lambda$$

$$\lambda = h_{col} / d_{col}^{(2)}$$

⁽¹⁾ ver Regra 10. Extrusão de Paredes

⁽²⁾ ver Regra 12. Adição de proto-coluna.

+ Templo Malatestiano (1450 -)

condições

método por ratio da frente da área:

$$w_e = w_i + 2 t_w \Leftrightarrow w_e = w_i / (1 - 2 \sigma)$$

$$t_w = \sigma w_e$$

$$\sigma \in \{1/20, 1/12, 1/9\}$$

método por proporção da coluna:

$$t_w = h w_i^{(1)} / \lambda$$

$$\lambda = h_{col} / d_{col}^{(2)}$$

+ San Sebastiano (1460 – 1472)

condições

método por ratio da frente da área:

$$w_e = w_i + 2 t_w \Leftrightarrow w_e = w_i / (1 - 2 \sigma)$$

$$t_w = \sigma w_e$$

$$\sigma \in \{1/20, 1/12, 1/9\}$$

método por proporção da coluna:

$$t_w = h w_i^{(1)} / \lambda$$

$$\lambda = h_{col} / d_{col}^{(2)}$$

paredes das capelas:

$$t_{wc} = \sigma' t_w \wedge \sigma' \in \{1/2, 1\}$$

+ Sant'Andrea (1472 – 1494)

mudança de regra
nova proporção

mudança de regra
nova proporção

adição de regra
nova relação espacial

a. Tardoz



b. Tardoz com capela-mor semicircular



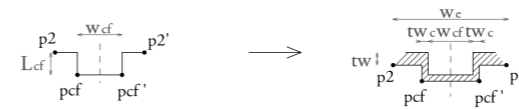
c. Tardoz com capela-mor retangular



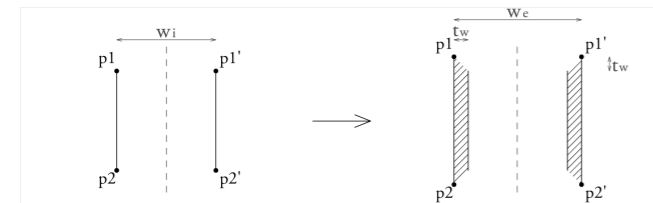
d. Frontaria



d'. Frontaria com vestibulo retangular



e. Fachadas laterais



f. Par de capelas laterais semicirculares

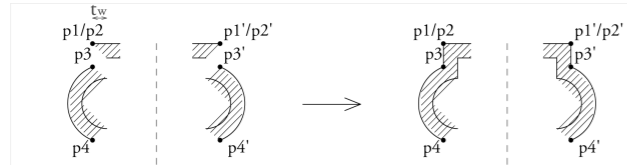


g. Par de capelas laterais retangulares

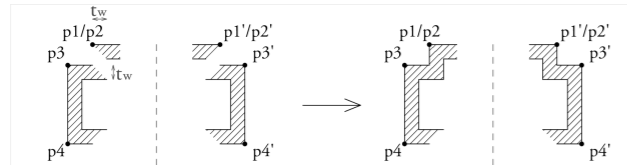


Regra 7. Ligação de paredes das capelas e da cela

a. Capelas semicirculares e as paredes de tardez e frontaria



b. Capelas retangulares e as paredes de tardez e frontaria



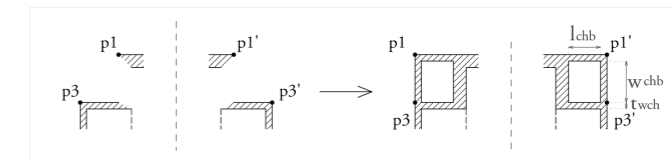
b'. ligação de capela lateral retangular ao tardez

condições:

$$twch = (ws - wch)/2 \vee twch \approx 4/3 twc$$

$$lchb = lch$$

$$wchb = \sqrt{2} lchb$$



a Regra 7b' corresponde a uma variação espacial da Regra 7b

adição de regra
nova relação espacial

b''. ligação de capela lateral retangular à frontaria

condições:

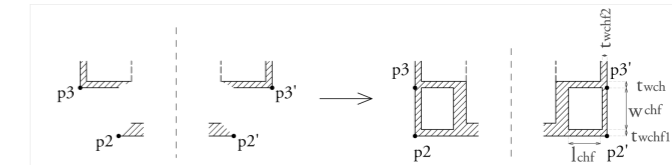
$$twch = (ws - wch)/2 \vee twch \approx 4/3 twc$$

$$lchf = lch$$

$$wchf = \sqrt{3} lchf$$

$$twchf1 \approx 1/4 tw$$

$$twchf2 \approx 3/4 twc$$



a Regra 7b'' corresponde a uma variação espacial da Regra 7b

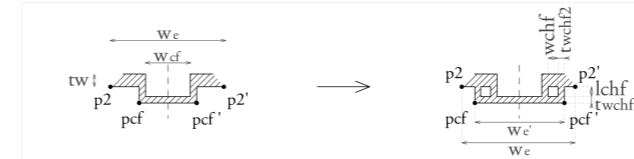
adição de regra
nova relação espacial

b'''. ligação entre vestibulo e frontaria

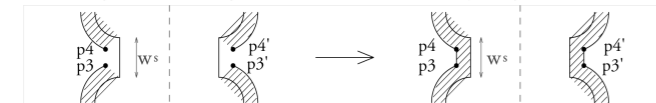
condições

$w_e' = 10/12 w_e$
 $l_{chf} = (w_{port} + 2 t_{wc} + t_{wc})$
 $w_{chf} = l_{chf}$
 $t_{wchf1} \approx 1/4 t_w$
 $t_{wchf2} \approx 1/2 t_w$

adição de regra
nova relação espacial

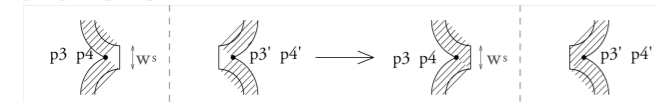


c. Entre paredes de capelas semicirculares não justapostas



d. Entre paredes de capelas semicirculares contiguas

p3, p4 e p3', p4' são coincidentes

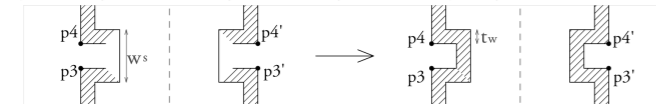


e. Entre paredes de capelas semicirculares justapostas

p3, p4 e p3', p4' não coincidentes



f. Entre paredes de capelas retangulares não justapostas



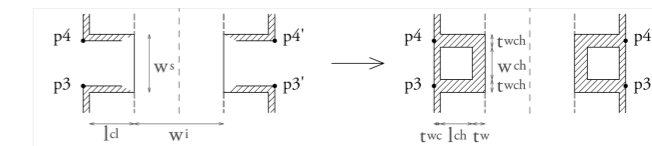
f'. Compartimento entre capelas retangulares não justapostas

condições

$t_{wc} = 1/2 t_w$;
 $l_{ch} = l_{cl} - t_w \vee l_{ch} \approx 2/3 l_{cl} \vee l_{ch} = 1/4 w_i$
 $w_{ch} = l_{ch}$
 $t_{wch} = (w_s - w_{ch})/2 \vee t_{wch} \approx 4/3 t_{wc}$

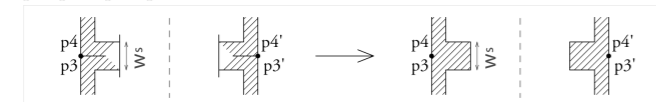
a Regra 7f corresponde a uma variação espacial da Regra 7f

adição de regra
nova relação espacial



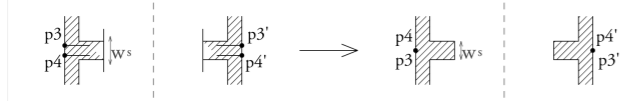
g. Entre paredes de capelas retangulares contiguas

p3, p4 e p3', p4' são coincidentes



h. Entre paredes capelas retangulares justapostas

p3, p4 e p3', p4' não coincidentes



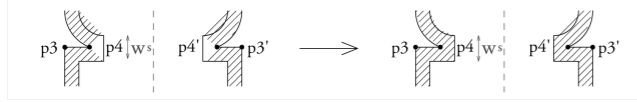
i. Entre paredes de capelas semicirculares e retangulares

não justapostas



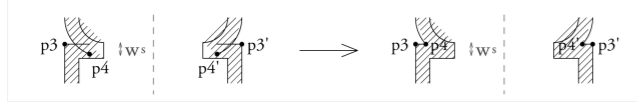
j. Entre paredes de capelas semicirculares e retangulares contiguas

p3, p4 e p3', p4' são coincidentes



l. Entre paredes capelas semicirculares e retangulares justapostas

p3, p4 e p3', p4' não coincidentes



Estágio 3. Delineamento do(s) pórtico(s)

Regras 8. Localização do(s) Pórtico(s)

De re aedificatoria (1452)

condições

$$i = \delta \text{ dcol}; \delta \in \{3/2, 2, 9/4, 3, 27/8\}^{(1)}$$

$$ic = 5/4 i$$

$$\text{ncol} \in \{2n\} \wedge n \in \mathbb{N}$$

Específicas dos pórticos da frontaria (portf) e tardo (portt):

$$w_{port} \geq w_e \wedge w_{port} = \text{ncol} \text{ dcol} + (\text{ncol}-2)i + ic$$

$$\text{dcol} = w_e / [(\delta + 1) (\text{ncol} - \text{mcol}') - 3/4 \delta]$$

$$\text{mcol} \in \mathbb{N} \rightarrow l_{port} \leq 1/3 l_e$$

$$l_{port} = 0 \vee l_{port} = \text{mcol} (\text{dcol} + i)$$

$$\text{mcol}' = 2 l_{port} / (\text{dcol} + i)$$

Específicas dos pórticos das fachadas laterais (portl):

$$w_{port} = \text{ncol} \text{ dcol} + (\text{ncol}-1)i$$

$$\text{dcol} = w_e / [(\delta + 1) (\text{ncol} - \text{mcol}') - \delta]$$

$$\text{ncol} \in \{2n\} \wedge n \in \mathbb{N}$$

$$l_{portl} = 0 \vee l_{portl} = i + \text{dcol}$$

$$\text{mcol}' = (l_{portf} + l_{portt}) / (\text{dcol} + i)$$

⁽¹⁾ conjunto relativo às cinco proporções do intercolúnio: compacto, ampliado, elegante, subcompacto e subampliado, respetivamente

+ Templo Malatestiano (1450 -)

mudança de regra
nova proporção

+ San Sebastiano (1460 – 1472)

condições

$$i = \delta \text{ dcol}; \delta \in \{3/2, 2, 9/4, 3, 27/8, 7\}$$

$$ic = \delta' i; \delta' \in \{1, 5/4\}$$

$$i' = \delta'' i; \delta'' \in \{1, 2\}$$

$$\text{ncol} \in \{2n\} \wedge n \in \mathbb{N}$$

Específicas dos pórticos da frontaria (portf) e tardo (portt):

$$w_{port} \geq w_e \wedge w_{port} = \text{ncol} \text{ dcol} + (\text{ncol}-2)i + ic$$

$$\text{dcol} = w_e / [(\delta + 1) (\text{ncol} - \text{mcol}') - 3/4 \delta]$$

$$\text{mcol} \in \mathbb{N} \rightarrow l_{port} \leq 1/3 l_e$$

$$l_{port} = 0 \vee l_{port} = \text{mcol} (\text{dcol} + i')$$

$$\text{mcol}' = 2 l_{port} / (\text{dcol} + i)$$

Específicas dos pórticos das fachadas laterais (portl):

$$w_{port} = \text{ncol} \text{ dcol} + (\text{ncol}-1)i$$

$$\text{dcol} = w_e / [(\delta + 1) (\text{ncol} - \text{mcol}') - \delta]$$

$$\text{ncol} \in \{2n\} \wedge n \in \mathbb{N}$$

$$l_{portl} = 0 \vee l_{portl} = i + \text{dcol}$$

$$\text{mcol}' = (l_{portf} + l_{portt}) / (\text{dcol} + i)$$

mudança de regra
nova proporção

+ Sant'Andrea (1472 – 1494)

condições

$$i = \delta \text{ dcol}; \delta \in \{3/2, 2, 9/4, 3, 27/8, 7\}$$

$$ic = \delta' i; \delta' \in \{1, 5/4, 3\}$$

$$i' = \delta'' i; \delta'' \in \{1, 6/5, 2\}$$

$$\text{ncol} \in \{2n\} \wedge n \in \mathbb{N}$$

Específicas dos pórticos da frontaria (portf) e tardo (portt):

$$w_{port} \geq w_e \wedge w_{port} = \text{ncol} \text{ dcol} + (\text{ncol}-2)i + ic$$

$$\text{dcol} = w_e / [(\delta + 1) (\text{ncol} - \text{mcol}') - 3/4 \delta]$$

$$\text{mcol} \in \mathbb{N} \rightarrow l_{port} \leq 1/3 l_e$$

$$l_{port} = 0 \vee l_{port} = \text{mcol} (\text{dcol} + i')$$

$$\text{mcol}' = 2 l_{port} / (\text{dcol} + i)$$

Específicas dos pórticos das fachadas laterais (portl):

$$w_{port} = \text{ncol} \text{ dcol} + (\text{ncol}-1)i$$

$$\text{dcol} = w_e / [(\delta + 1) (\text{ncol} - \text{mcol}') - \delta]$$

$$\text{ncol} \in \{2n\} \wedge n \in \mathbb{N}$$

$$l_{portl} = 0 \vee l_{portl} = i + \text{dcol}$$

$$\text{mcol}' = (l_{portf} + l_{portt}) / (\text{dcol} + i)$$

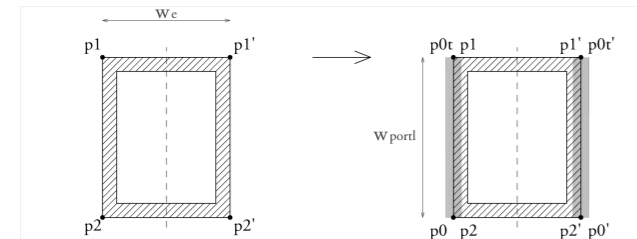
a. Adossado à frontaria $l_{portf} = 0$



b. Adossado ao tardo $l_{portt} = 0$



c. Adossados às fachadas laterais $l_{portl} = 0$



d. Solto da frontaria

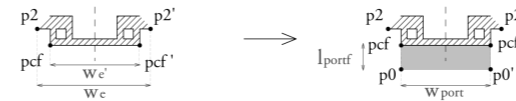


adição de regra
nova relação espacial

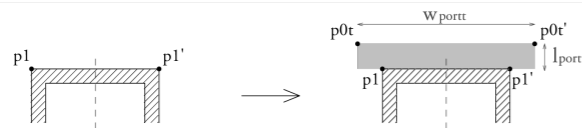
d'. Solto da frontaria com vestibulo retangular saliente

condições

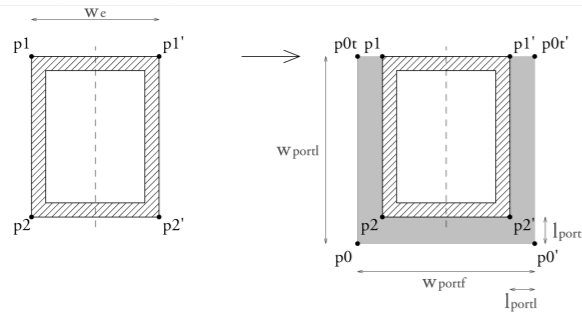
$w_{port} = w_e$



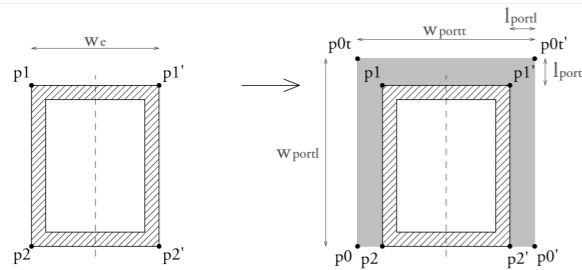
e. Solto do tardo



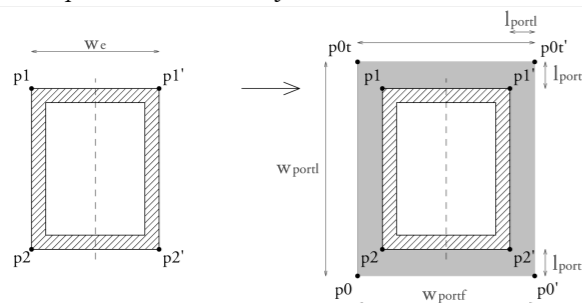
f. Soltos da frontaria e fachadas laterais



g. Soltos do tardo e fachadas laterais



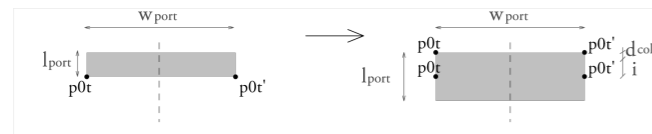
h. Soltos no perímetro total do edificio



i. Definição da profundidade do pórtico da frontaria



j. Definição da profundidade do pórtico do tardo

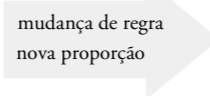


Regras 9. Distribuição de colunas

De re aedificatoria (1452)

condições

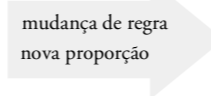
Pórticos da frontaria (portf) e tardo (portt):
 $w_{port} \geq w_e \wedge w_{port} = n_{col} d_{col} + (n_{col}-2)i + ic$
 $d_{col} = w_{port} / (n_{col} (1+\delta) - 3/4 \delta)$
 $i = \delta d_{col}$; $\delta \in \{3/2, 2, 9/4, 3, 27/8\}$
 $ic = 5/4 i$
 $n_{col} \in \{2n\} \wedge n \in \mathbb{N}$
 $l_{port} \leq 1/3 l_e \wedge l_{port} = m_{col} (d_{col} + i) \wedge m_{col} \in \mathbb{N}$
 Pórticos das fachadas laterais (portl):
 $w_{port} = n_{col} d_{col} + (n_{col}-1)i \Leftrightarrow d_{col} = w_{port} / (n_{col} (1+\delta) - \delta)$
 $i = \delta d_{col}$; $\delta \in \{3/2, 2, 9/4, 3, 27/8\}$
 $n_{col} \in$ número par
 $l_{port} = i + d_{col}$



+ Templo Malatestiano (1450 -)

condições

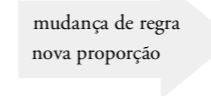
Pórticos da frontaria (portf) e tardo (portt):
 $w_{port} \geq w_e \wedge w_{port} = n_{col} d_{col} + (n_{col}-2)i + ic$
 $d_{col} = w_{port} / (n_{col} (1+\delta) - 3/4 \delta)$
 $i = \delta d_{col}$; $\delta \in \{3/2, 2, 9/4, 3, 27/8, 7\}$
 $ic = 5/4 i$
 $n_{col} \in \{2n\} \wedge n \in \mathbb{N}$
 $l_{port} \leq 1/3 l_e \wedge l_{port} = m_{col} (d_{col} + i) \wedge m_{col} \in \mathbb{N}$
 Pórticos das fachadas laterais (portl):
 $w_{port} = n_{col} d_{col} + (n_{col}-1)i \Leftrightarrow d_{col} = w_{port} / (n_{col} (1+\delta) - \delta)$
 $i = \delta d_{col}$; $\delta \in \{3/2, 2, 9/4, 3, 27/8\}$
 $n_{col} \in$ número par
 $l_{port} = i + d_{col}$



+ San Sebastiano (1460 – 1472)

condições

Pórticos da frontaria (portf) e tardo (portt):
 $w_{port} \geq w_e \wedge w_{port} = n_{col} d_{col} + (n_{col}-2)i + ic$
 $d_{col} = w_{port} / (n_{col} (1+\delta) - 3/4 \delta)$
 $i = \delta d_{col}$; $\delta \in \{3/2, 2, 9/4, 3, 27/8, 7\}$
 $ic = \delta' i$; $\delta' \in \{1, 5/4\}$
 $i' = \delta'' i$; $\delta'' \in \{1, 2\}$
 $n_{col} \in \{2n\} \wedge n \in \mathbb{N}$
 $l_{port} \leq 1/3 l_e \wedge l_{port} = m_{col} (d_{col} + i') \wedge m_{col} \in \mathbb{N}$
 Pórticos das fachadas laterais (portl):
 $w_{port} = n_{col} d_{col} + (n_{col}-1)i \Leftrightarrow d_{col} = w_{port} / (n_{col} (1+\delta) - \delta)$
 $i = \delta d_{col}$; $\delta \in \{3/2, 2, 9/4, 3, 27/8, 7\}$
 $n_{col} \in$ número par
 $l_{port} = i + d_{col}$

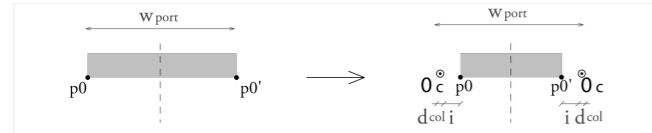


+ Sant'Andrea (1472 – 1494)

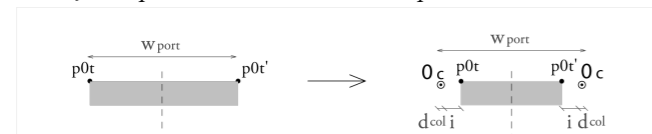
condições

Pórticos da frontaria (portf) e tardo (portt):
 $w_{port} \geq w_e \wedge w_{port} = n_{col} d_{col} + (n_{col}-2)i + ic$
 $d_{col} = w_{port} / (n_{col} (1+\delta) - 3/4 \delta)$
 $i = \delta d_{col}$; $\delta \in \{3/2, 2, 9/4, 3, 27/8, 7\}$
 $ic = \delta' i$; $\delta' \in \{1, 5/4, 3\}$
 $i' = \delta'' i$; $\delta'' \in \{1, 6/5, 2\}$
 $n_{col} \in \{2n\} \wedge n \in \mathbb{N}$
 $l_{port} \leq 1/3 l_e \wedge l_{port} = m_{col} (d_{col} + i') \wedge m_{col} \in \mathbb{N}$
 Pórticos das fachadas laterais (portl):
 $w_{port} = n_{col} d_{col} + (n_{col}-1)i \Leftrightarrow d_{col} = w_{port} / (n_{col} (1+\delta) - \delta)$
 $i = \delta d_{col}$; $\delta \in \{3/2, 2, 9/4, 3, 27/8, 7\}$
 $n_{col} \in$ número par
 $l_{port} = i + d_{col}$

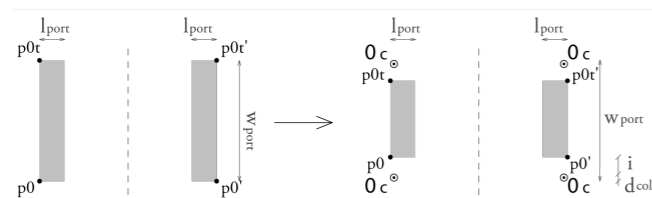
a. Adição de pontos axiais das colunas do pórtico da frontaria



b. Adição de pontos axiais das colunas do pórtico do tardo

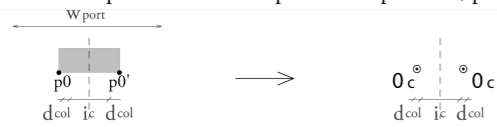


c. Adição de pontos axiais das colunas dos pórticos das fachadas laterais



d. Final da adição de pontos axiais das colunas do pórtico da frontaria

adição do último par de colunas do pórtico $\Rightarrow p_0 \rightarrow \emptyset; p_0' \rightarrow \emptyset$



e. Final da adição de pontos axiais das colunas do pórtico do tardo

adição do último par de colunas do pórtico $\Rightarrow p_{0t} \rightarrow \emptyset; p_{0t}' \rightarrow \emptyset$



f. Final da adição de pontos axiais das colunas dos pórticos das fachadas laterais

adição do último par de colunas do pórtico $\Rightarrow p_0 \rightarrow \emptyset; p_0' \rightarrow \emptyset; p_{0t} \rightarrow \emptyset; p_{0t}' \rightarrow \emptyset$



Regras 9'. Justaposição de paredes a colonata do pórtico da frontaria

adição de regra
nova relação espacial

condições

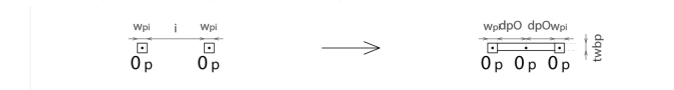
- wpi = dcol
- $O_c \rightarrow O_p$
- $ibc > i$
- twbp = ?
- $dpO = 1/2 i$
- $pO \rightarrow$

a. transformação de coluna em pilastra



adição de regra
nova relação espacial

b. incorporação de parede entre pilastras da mesma colonata



adição de regra
nova relação espacial

c. incorporação de parede entre pilastras de diferentes colonatas



Estágio 8. Finalização

Regra 26. Supressão de marcadores e etiquetas

se terminada a adição de colunas $\Rightarrow p_0 \rightarrow \emptyset; p_0' \rightarrow \emptyset; p_{0t} \rightarrow \emptyset; p_{0t}' \rightarrow$

Ilustração Gramática de forma de edifícios sagrados de planta retangular, segundo a teoria e projeto de Alberti

Tabela 24. Enumeração e breve descrição das regras da forma, com divisão por estágios da gramática

Estágio	Regra. Descrição breve		
1.	Composição interna	1 Delineamento da cela	
		2 Abertura da capela-mor	Mudança de regra
		2' Abertura de vestíbulo junto da frontaria	Adição de regra
		3 Abertura das capelas laterais	Mudança de regra
		a Primeira abertura	
		b Aberturas subsequentes	
		c Renomeia o ponto de referência à abertura	
		4 Delineamento da capela-mor	
		a Capela semicircular	
		b Capela retangular	
		5 Delineamento de capelas laterais	Mudança de regra
		a Capela semicircular	
		b Capela retangular	
		c Vestíbulo retangular junto da frontaria	Adição de regra
		6 Adição da espessura das paredes da cela e capelas	Mudança de regra
		a Tardoz	
		b Tardoz com capela-mor semicircular	
c Tardoz com capela-mor retangular			
d Frontaria			
d' Frontaria com vestíbulo retangular			
e Fachadas laterais			
f Par de capelas laterais semicirculares			
g Par de capelas laterais retangulares			
2.	Delineamento de paredes	7 Ligação de paredes das capelas e da cela	
		a Capelas semicirculares e as paredes de tardoz e frontaria	
		b Capelas retangulares e as paredes de tardoz e frontaria	
		b' Ligação de capela lateral retangular ao tardoz	Adição de regra
		b'' Ligação de capela lateral retangular à frontaria	Adição de regra
		b''' Ligação de vestíbulo à frontaria	Adição de regra
		c Entre paredes de capelas semicirculares não justapostas	
		d Entre paredes de capelas semicirculares contiguas	
		e Entre paredes de capelas semicirculares justapostas	
		f Entre paredes de capelas retangulares não justapostas	
		f' Compartimento entre paredes de capelas retangulares não justapostas	Adição de regra
		g Entre paredes de capelas retangulares contiguas	
		h Entre paredes capelas retangulares justapostas	
i Entre paredes de capelas semicirculares e retangulares não justapostas			
j Entre paredes de capelas semicirculares e retangulares contiguas			
l Entre paredes capelas semicirculares e retangulares justapostas			

Tabela 25. Continuação da tabela anterior, enumeração e breve descrição das regras da forma, com divisão por estágios da gramática.

Estágio	Regra. Descrição	
3. Delineamento do pórtico	8 Localização do(s) Pórtico(s)	Mudança de regra
	a Adossado à frontaria	
	b Adossado ao tardo	
	c Adossados às fachadas laterais	
	d Solto da frontaria	
	d' Solto da frontaria com vestibulo saliente	Adição de regra
	e Solto do tardo	
	f Solto da frontaria e fachadas laterais	
	g Solto do tardo e fachadas laterais	
	h Soltos no perímetro total do edifício	
	i Definição da profundidade do pórtico da frontaria	
	j Definição da profundidade do pórtico do tardo	
	9 Distribuição de colunas	Mudança de regra
	a Adição de pontos axiais das colunas do pórtico da frontaria	
	b Adição de pontos axiais das colunas do pórtico do tardo	
	c Adição de pontos axiais das colunas dos pórticos das fachadas laterais	
	d Final da adição de pontos axiais das colunas do pórtico da frontaria	
	e Final da adição de pontos axiais das colunas do pórtico do tardo	
	f Final da adição de pontos axiais das colunas dos pórticos das fachadas laterais	
	9' Justaposição de paredes a colunata do pórtico da frontaria	
a Transformação de coluna em pilastra	Adição de regra	
b Incorporação de parede entre pilastras da mesma colunata	Adição de regra	
c Incorporação de parede entre pilastras de colunatas diferentes	Adição de regra	
8 .	26 Supressão de marcadores e etiquetas	

Tabela 26 . Parâmetros e variáveis utilizados nas gramáticas de forma de transformação

<u>Parâmetros</u>	<u>variáveis</u>
dcol – diâmetro da coluna	α – variável para cálculo do comprimento da cela
dp0 – dist. do pto. de inserção de abertura (Op) à pilastra	β – variável para cálculo da abertura da capela
hcol – altura da coluna	δ – variável para proporção do intercolúnio
hwi – altura das paredes interiores	δ' – variável para o cálculo do intercolúnio central
i – intercolúnio	δ'' – variável para o cálculo do intercolúnio entre colonatas
i' – intercolúnio entre colonatas (profundidade)	λ – variável referente ao sistema de colunas
i'' – intercolúnio entre colonatas	σ – variável da espessura das paredes
ic – intercolúnio central	σ' – variável da espessura das paredes das capelas
lcf – profundidade de vestíbulo junto da frontaria	φ – variável para cálculo da abertura da capela
lch – profundidade da antecâmara	φ' – variável para cálculo da ossatura
lchb – profundidade de antecâmara junto do tardo	
lchf – profundidade da antecâmara junto da frontaria	
lcl – comprimento da capela lateral	
li – comprimento da cela	
lport – profundidade do pórtico	
mcol – número de colonatas	
mcol' – número de colonatas soltas em pórticos adjacentes	
ncl – número de capelas laterais	
ncol – número de colunas por colonata	
rc – raio da capela-mor	
tw – espessura da parede	
twbp – espessura da parede colocada entre pilastras	
twc – espessura de paredes de capelas	
twch – espessura de paredes de antecâmaras	
twchf – espessura de paredes de antecâmaras junto da frontaria	
wc – largura da capela-mor	
wcf – largura de vestíbulo junto da frontaria	
wcf – largura de vestíbulo junto da frontaria	
wch – largura de antecâmara	
wchb – largura de antecâmara junto do tardo	
wchf – largura de antecâmara junto da frontaria	
wcl – largura da capela lateral	
we – largura da área	
we' – largura da frontaria	
wi – largura da cela	
wpi – largura de pilastra	
wpi – largura de pilastra	
wport – largura do pórtico	
ws – largura da ossatura	

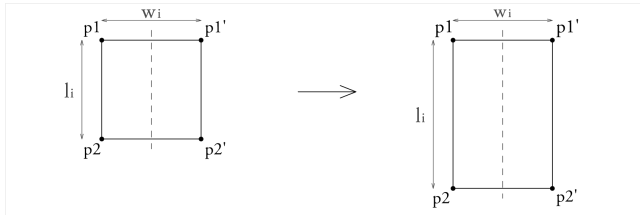
Estágio 1. Composição interna

Regra 1. Delineamento da cela

condições

$$l_i = \alpha w_i$$

$$\alpha \in \{1, \sqrt{4}/\sqrt{3}, \sqrt{3}/\sqrt{2}, 4/3, \sqrt{2}, 3/2, \sqrt{3}, 16/9, 2, 9/4, 8/3, 3, 4\}$$



Regra 2. Abertura da capela-mor

Condições

$$w_c = \beta w_i$$

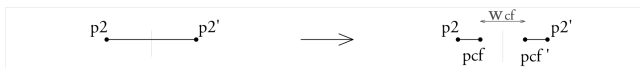
$$\beta \in \{2/4, 4/6, 1/\sqrt{3}\}$$



Regra 2'. Abertura de vestíbulo junto da frontaria

condições

$$w_{cf} = w_c \rightarrow w_i = l_i$$



Regra 3. Abertura das capelas laterais

condições

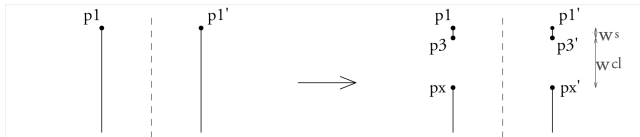
$$w_{cl} = \varphi w_c$$

$$\varphi \in \{1/4, 11/12, 1\}$$

$$w_s = (l_i - n_d w_d) / (n_d + 1) \wedge w_s = \varphi' w_d$$

$$1/5 \leq \varphi' \leq 1/3 \vee \varphi' \in \{1/2, \sqrt{3}/\sqrt{4}, \sqrt{2}/\sqrt{3}, \sqrt{1}/\sqrt{2}, \sqrt{1}/\sqrt{3}\} \vee \varphi' = \sqrt{1} : 2\sqrt{2} \rightarrow w_i = l_i$$

a. Primeira abertura



b. Aberturas subsequentes



c. Renomeia o ponto de referência à abertura

se termina a adição de capelas ($n_{cl} = 0$) $\Rightarrow p_x \rightarrow p_4$

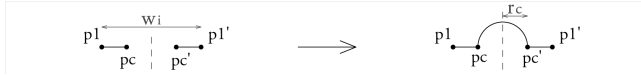
Regra 4. Delineamento da capela-mor

condições

$$rc = 1/2 wc$$

$$lc = wc$$

a. *Capela semicircular*



b. *Capela retangular*



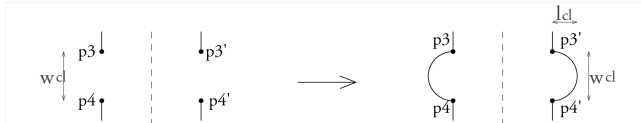
Regra 5. Delineamento de capelas laterais

condições

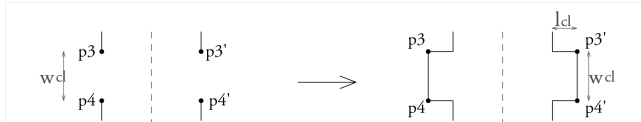
$$lcl = \gamma wcl$$

$$\gamma \in \{1/2, 1\}$$

a. *Capela semicircular*



b. *Capela retangular*



c. *Vestíbulo retangular junto da frontaria*

condições

$$lcf = 1/2 wcf$$



Estágio 2. Delineamento das paredes

Regra 6. Adição da espessura das paredes da cela e capelas

condições

método por ratio da frente da área:
 $w_e = w_i + 2 t_w \Leftrightarrow w_e = w_i / (1 - 2 \sigma)$
 $t_w = \sigma w_e$
 $\sigma \in \{ 1/20, 1/12, 1/9 \}$

método por proporção da coluna:
 $t_w = h w_i^{(1)} / \lambda$
 $\lambda = h_{col} / d_{col}^{(2)}$

paredes das capelas:

$$t_{wc} = \sigma' t_w \wedge \sigma' \in \{ 1/2, 1 \}$$

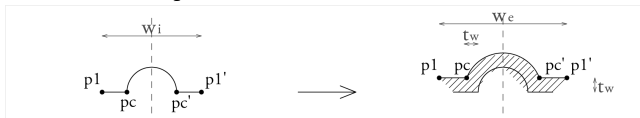
⁽¹⁾ ver Regra 10. *Extrusão de Paredes*

⁽²⁾ ver Regra 12. *Adição de proto-coluna.*

a. Tardoz



b. Tardoz com capela-mor semicircular



c. Tardoz com capela-mor retangular



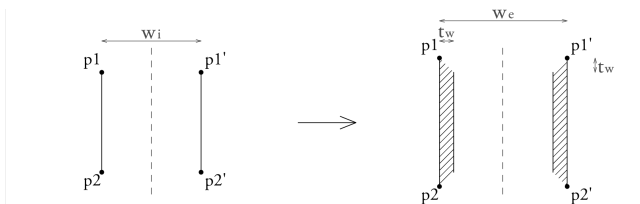
d. Frontaria



d'. Frontaria com vestibulo retangular



e. Fachadas laterais



f. Par de capelas laterais semicirculares

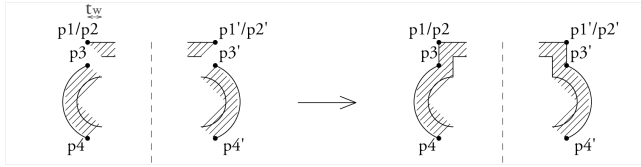


g. Par de capelas laterais retangulares

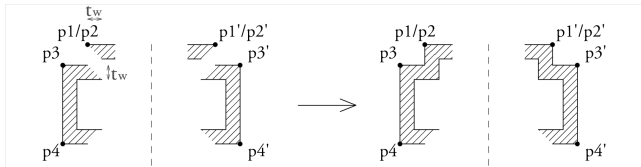


Regra 7. Ligação de paredes das capelas e da cela

a. Capelas semicirculares e as paredes de tardez e frontaria



b. Capelas retangulares e as paredes de tardez e frontaria



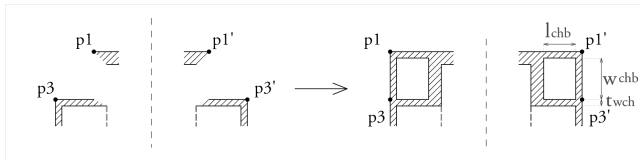
b'. ligação de capela lateral retangular ao tardez

condições:

$$twch = (ws - wch)/2 \vee twch \approx 4/3 twc$$

$$lchb = lch$$

$$wchb = \sqrt{2} lchb$$



b''. ligação de capela lateral retangular à frontaria

condições:

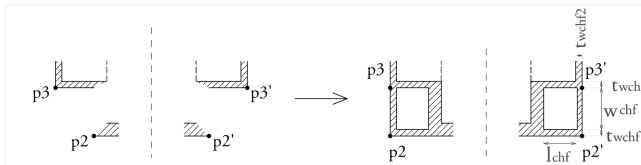
$$twch = (ws - wch)/2 \vee twch \approx 4/3 twc$$

$$lchf = lch$$

$$wchf = \sqrt{3} lchf$$

$$twchf1 \approx 1/4 tw$$

$$twchf2 \approx 3/4 twc$$



b'''. ligação entre vestibulo retangular e frontaria

condições

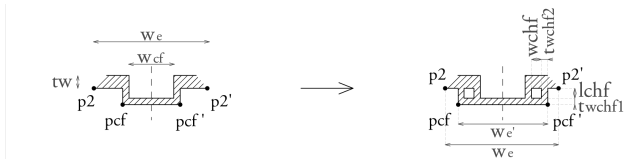
$$we' = 10/12 we$$

$$lchf = (wport + 2 twc + twc)$$

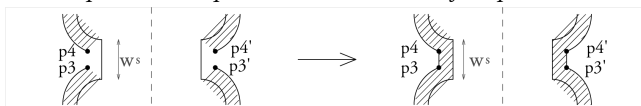
$$wchf = lchf$$

$$twchf1 \approx 1/4 tw$$

$$twchf2 \approx 1/2 tw$$

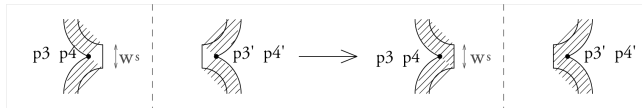


c. Entre paredes de capelas semicirculares não justapostas



d. Entre paredes de capelas semicirculares contiguas

p_3, p_4 e p_3', p_4' são coincidentes



e. Entre paredes de capelas semicirculares justapostas

p_3, p_4 e p_3', p_4' não coincidentes



f. Entre paredes de capelas retangulares não justapostas



f'. Entre paredes de capelas retangulares não justapostas

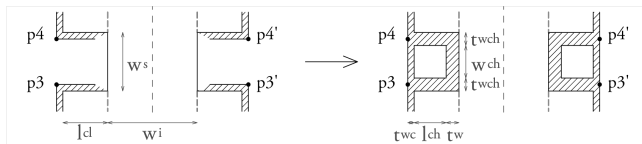
condições

$$twc = 1/2 tw;$$

$$lch = lcl - tw \vee lch \approx 2/3 lcl \vee lch = 1/4 wi$$

$$wch = lch$$

$$twch = (ws - wch)/2 \vee twch \approx 4/3 twc$$



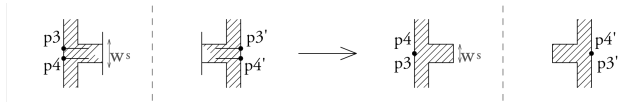
g. Entre paredes de capelas retangulares contiguas

p_3, p_4 e p_3', p_4' são coincidentes

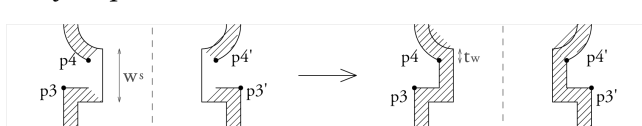


h. Entre paredes capelas retangulares justapostas

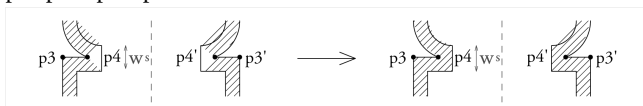
p_3, p_4 e p_3', p_4' não coincidentes



i. Entre paredes de capelas semicirculares e retangulares não justapostas



j. Entre paredes de capelas semicirculares e retangulares contiguas
 p_3 , p_4 e p_3' , p_4' são coincidentes



l. Entre paredes capelas semicirculares e retangulares justapostas
 p_3 , p_4 e p_3' , p_4' não coincidentes



Estágio 3. Delineamento do(s) pórtico(s)

Regras 8. Localização do(s) Pórtico(s)

condições

$$i = \delta \text{ dcol}$$

$$\delta \in \{3/2, 2, 9/4, 3, 27/8, 7\}$$

$$ic = \delta' i;$$

$$\delta' \in \{5/4, 1, 3\}$$

$$i' = \delta'' i;$$

$$\delta'' \in \{1, 6/5, 2\}$$

$$ncol \in \{2n\} \wedge n \in \mathbb{N}$$

Específicas dos pórticos da frontaria (portf) e tardo (portt):

$$w_{port} \geq w_e \wedge w_{port} = ncol \text{ dcol} + (ncol-2)i + ic$$

$$dcol = w_e / [(\delta + 1) (ncol - mcol') - 3/4 \delta]$$

$$mcol' \in \mathbb{N} \rightarrow l_{port} \leq 1/3 l_e$$

$$l_{port} = 0 \vee l_{port} = mcol' (dcol + i')$$

$$mcol' = 2 l_{port} / (dcol + i)$$

Específicas dos pórticos das fachadas laterais (portl):

$$w_{port} = ncol \text{ dcol} + (ncol-1)i$$

$$dcol = w_e / [(\delta + 1) (ncol - mcol') - \delta]$$

$$l_{port} = 0 \vee l_{port} = i + dcol$$

$$mcol' = (l_{port} + l_{portt}) / (dcol + i)$$

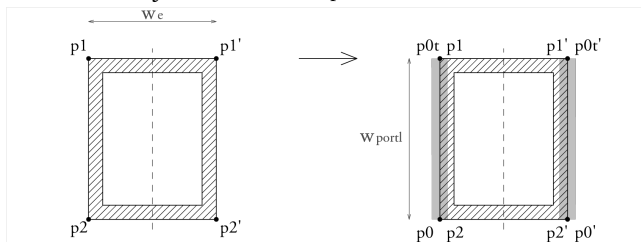
a. Adossado à frontaria $l_{portf} = 0$



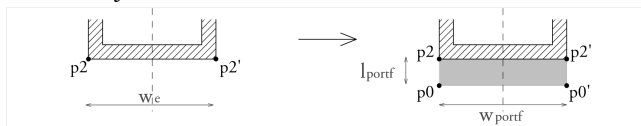
b. Adossado ao tardo $l_{portt} = 0$



c. Adossados às fachadas laterais $l_{portl} = 0$



d. Solto da frontaria



d'. Solto da frontaria com vestibulo retangular saliente

condições

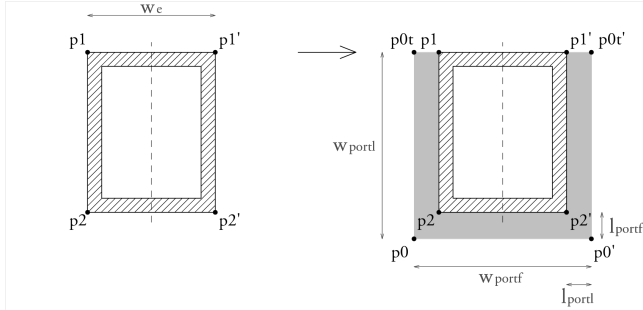
$$w_{port} = w_e'$$



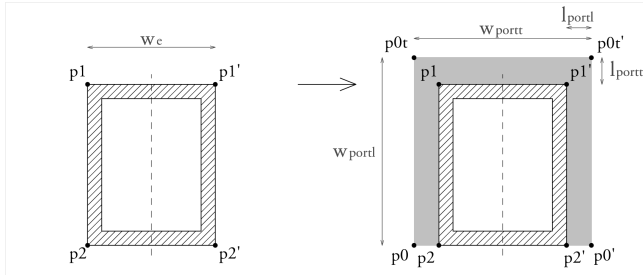
e. Solto do tardo



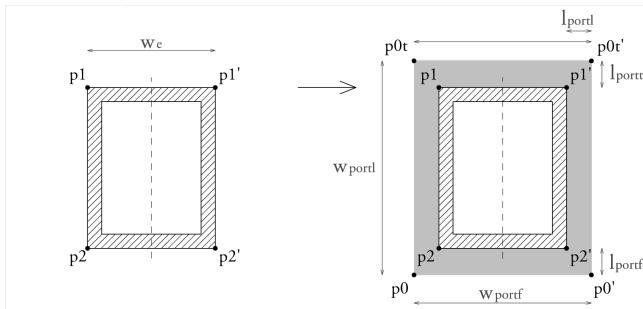
f. Soltos da frontaria e fachadas laterais



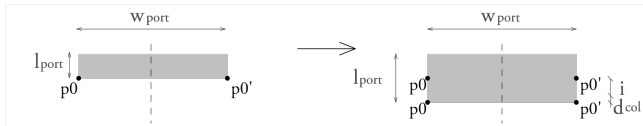
g. Soltos do tardo e fachadas laterais



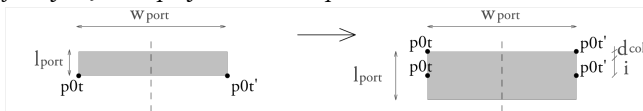
h. Soltos no perímetro total do edifício



i. Definição da profundidade do pórtico da frontaria



j. Definição da profundidade do pórtico do tardo



Regras 9. Distribuição de colunas

condições

Pórticos da frontaria (portf) e tardoz (portt):

$$w_{port} \geq w_e \wedge w_{port} = n_{col} d_{col} + (n_{col}-2)i + i_c$$

$$d_{col} = w_{port} / (n_{col} (1+\delta) - 3/4 \delta)$$

$$i = \delta d_{col}; \delta \in \{3/2, 2, 9/4, 3, 27/8, 7\}$$

$$i_c = \delta' i; \delta' \in \{1, 5/4, 3\}$$

$$i' = \delta'' i; \delta'' \in \{1, 6/5, 2\}$$

$$n_{col} \in \{2n\} \wedge n \in \mathbb{N}$$

$$l_{port} \leq 1/3 l_e \wedge l_{port} = m_{col} (d_{col} + i') \wedge m_{col} \in \mathbb{N}$$

Pórticos das fachadas laterais (portl):

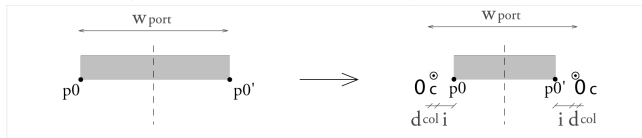
$$w_{port} = n_{col} d_{col} + (n_{col}-1)i \Leftrightarrow d_{col} = w_{port} / (n_{col} (1+\delta) - \delta)$$

$$i = \delta d_{col}; \delta \in \{3/2, 2, 9/4, 3, 27/8, 7\}$$

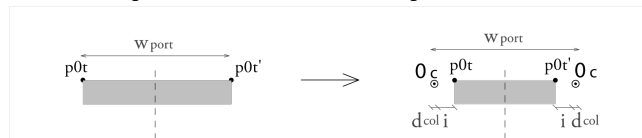
$n_{col} \in$ número par

$$l_{port} = i + d_{col}$$

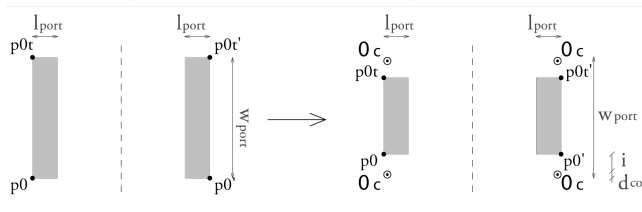
a. Adição de pontos axiais das colunas do pórtico da frontaria



b. Adição de pontos axiais das colunas do pórtico do tardoz



c. Adição de pontos axiais das colunas dos pórticos das fachadas laterais



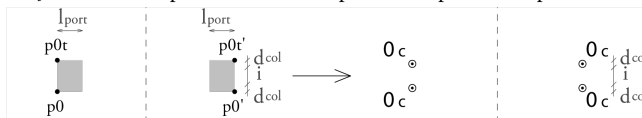
d. Final da adição de pontos axiais das colunas do pórtico da frontaria

adição do último par de colunas do pórtico $\Rightarrow p_0 \rightarrow \emptyset; p_0' \rightarrow \emptyset$



e. Final da adição de pontos axiais das colunas do pórtico do tardoz

adição do último par de colunas do pórtico $\Rightarrow p_{0t} \rightarrow \emptyset; p_{0t}' \rightarrow \emptyset$



f. Final da adição de pontos axiais das colunas dos pórticos das fachadas laterais

adição do último par de colunas do pórtico \Rightarrow

$p_0 \rightarrow \emptyset; p_0' \rightarrow \emptyset; p_{0t} \rightarrow \emptyset; p_{0t}' \rightarrow \emptyset$



Regras 9'. Paramentos do pórtico da frontaria

condições

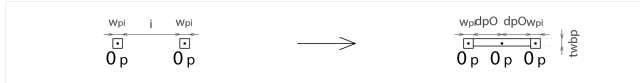
$$w_{pi} = d_{col} \quad i_{bc} > i$$

$$O_c \rightarrow O_p \quad d_{pO} = 1/2 i$$

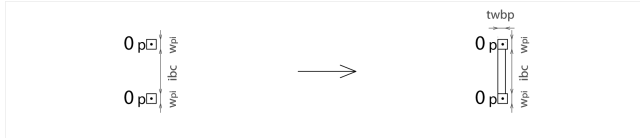
a. transformação de coluna em pilastra



b. incorporação de parede entre pilastras da mesma colunata



c. incorporação de parede entre pilastras de diferentes colunatas



Estágio 8. Finalização

Regra 26. Supressão de marcadores e etiquetas

se terminada a adição de colunas $\Rightarrow p_0 \rightarrow \emptyset; p_0' \rightarrow \emptyset; p_0t \rightarrow \emptyset; p_0t' \rightarrow \emptyset$

Anexo VII.

Análise de um *corpus* de igrejas da Renascença portuguesa

Igreja de São Roque

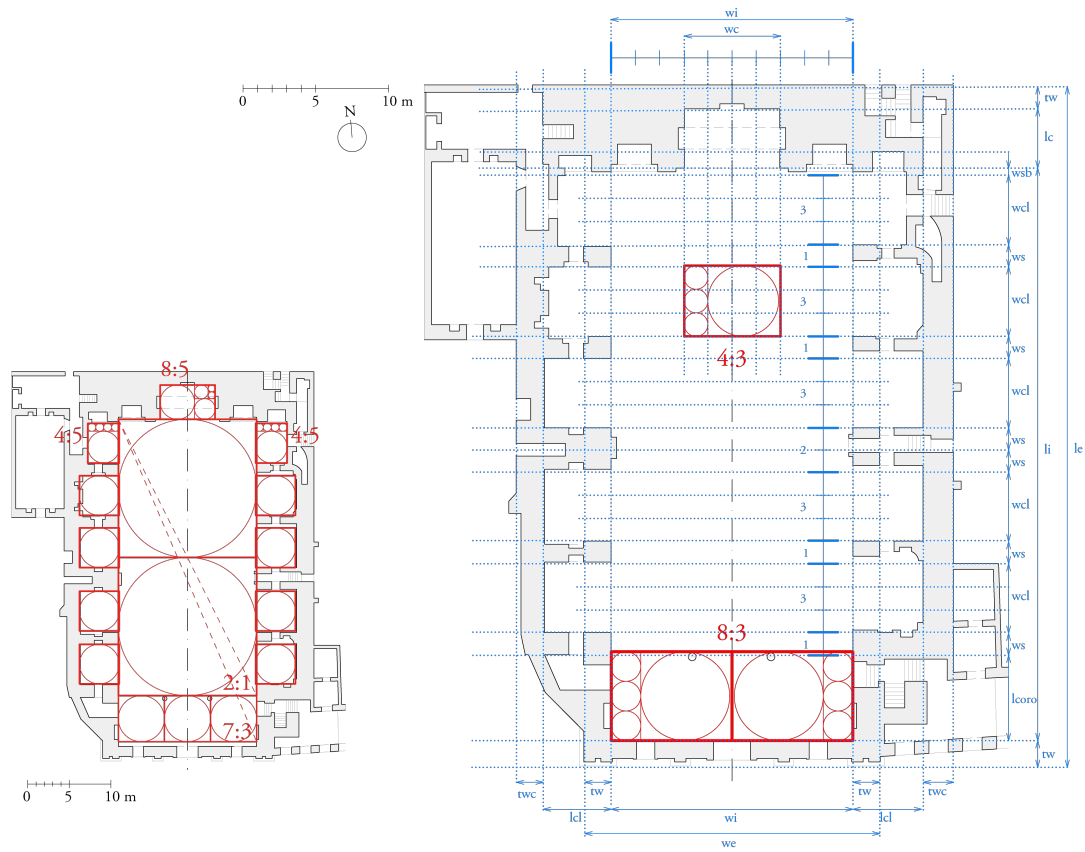


Figura 24. Análise de proporções da planta da igreja de São Roque. À esquerda, planta ilustrativa das proporções das partes que constituem a composição interna da igreja. À direita, planta e esquema ilustrativo das proporções do primeiro tramo da cela (sob o coro alto), abertura da capela-mor, abertura das capelas laterais, e respetiva ossatura.

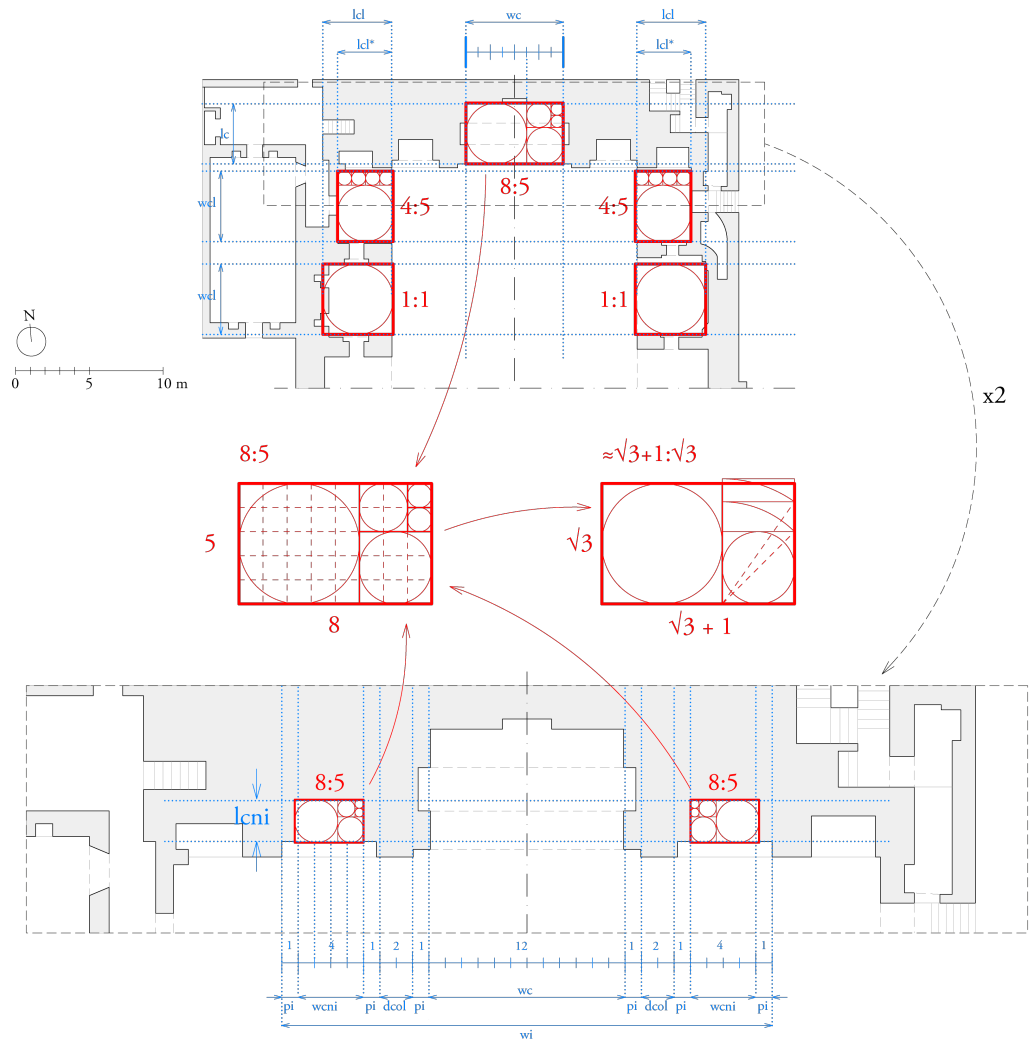


Figura 25. Análise de proporções da planta da igreja de São Roque. Em cima, extracto do topo planta ilustrando as proporções da capela-mor e capelas laterais. Em baixo, extracto da cabeceira, ilustrativo das proporções e parâmetros relativos à abertura de nichos.

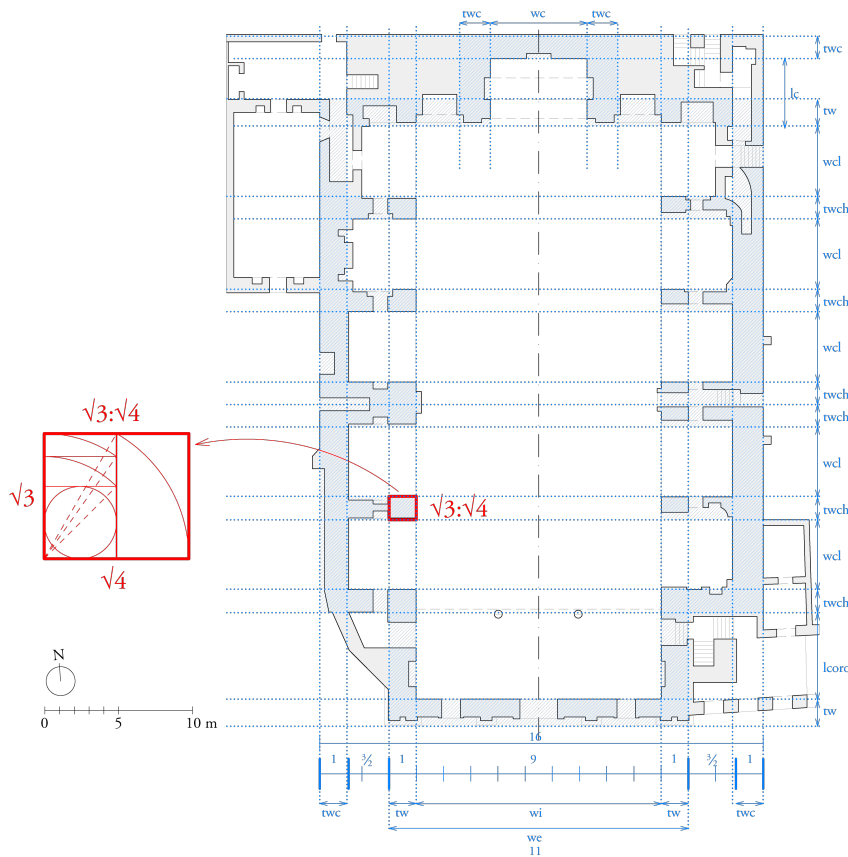


Figura 26. Análise de proporções das espessuras das principais paredes da planta da igreja de São Roque.

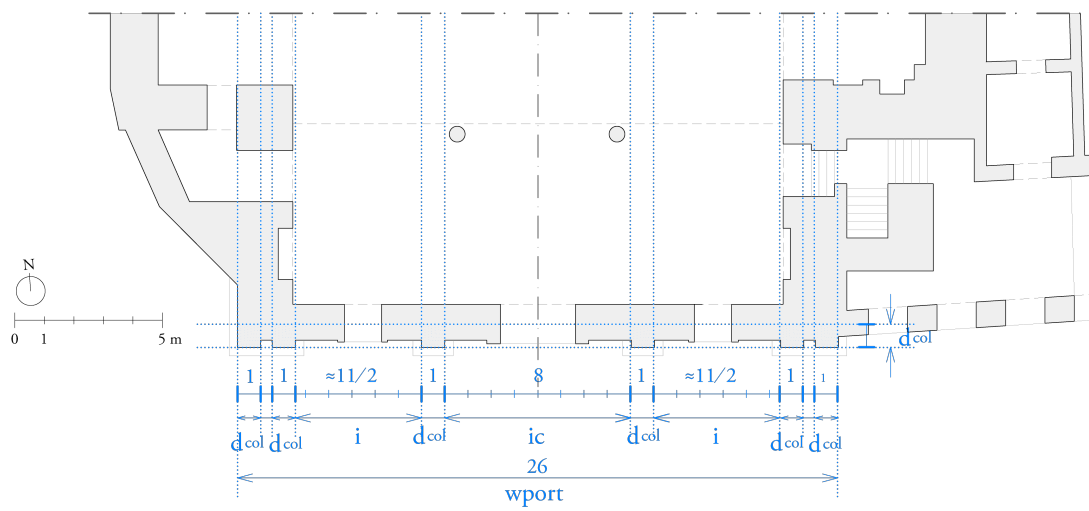


Figura 27. Extracto da planta de São Roque, relativo ao tramo inicial da nave e frontaria. Análise das proporções das partes constituintes do pórtico.

Tabela 27. Sumário de características morfológicas e proporcionais das planta da igreja de São Roque, lidas a partir das descrições dos templos de planta retangular inferidas do *De re aedificatoria* e obra edificada de Alberti.

PLANTA

Cela

Proporção (Li : Wi)	1:1	$\sqrt{4}:\sqrt{3}$	$\sqrt{3}:\sqrt{2}$	4:3	$\sqrt{2}:1$	3:2	$\sqrt{3}:1$	16:9	2:1	9:4	8:3	3:1	4:1
Li - comprimento da cela											sem coro alto	7:3 com coro alto	
Wi - largura da cela													

Capela-mor Sim Não

Abertura (Wc : Wi)	1:2	2:3	$1:\sqrt{3}^{SS}$	2:5
Wc - abertura da capela-mor				
Wi - largura da cela				

Geometria Retangular Circular

Proporção (Lc : Wc)	1:1	1:2	5:8
Lc - profundidade da capela			
Wc - abertura da capela-mor	$\approx \sqrt{3} : \sqrt{3}+1$		

Capelas laterais Sim Não

Número Ncl	2	6	10	4:3
Abertura (Wc : Wcl)	1:1	1:11/12	$1:4^{TM}$	
Wcl - abertura das capelas laterais				
Wc - abertura da capela-mor				

Geometria Retangular Circular Rec/Cir Cir/Rec

Proporção (Lcl : Wcl)	1:2	$1:1^{SA}$	A capela junto da cabeceira é menos profunda 4:5	
Lcl - largura da cela				
Wcl - abertura da capela				

Ossatura (Wcl : Ws)	$[1:1/5, 1:1/3]$	$1:1/2$	$\sqrt{4}:\sqrt{3}^{SA}$	$\sqrt{3}:\sqrt{2}^{SA}$	$\sqrt{2}:\sqrt{1}^{SA}$	$\sqrt{3}:\sqrt{1}^{SA}$	$2\sqrt{2}:\sqrt{1} \rightarrow Wi = Li^{SS}$
Ws - largura da ossatura							
Wcl - abertura da capela	1:1/3						

Espessura Paredes

Nave (We:Tw)	$1:12$	1:9	$1:20^{TM}$	$H_w : T_w = H_{col} : D_{col} = 19:2$
We - largura do templo	1:11	We mais capelas		H_w - altura das paredes
Tw - espessura da parede				D_{col} - diâmetro da coluna
				H_{col} - altura da acoluna

Capelas (Tw:Twc)	$2:1^{SS SA}$	1:1
Tw - da nave		
Twc - das capelas		

Antecâmaras (Twc:Twch)	$3:4^{SA}$	$Twch = (Ws - wch)/2^{SA}$	$\sqrt{4}:\sqrt{3}$
Twc - das capelas			
Twch - das antecâmaras			

- x : y variáveis que não verificam as descrições do *De re aedificatoria* nem dos edifícios de Alberti
 - x : y variáveis que verificam as descrições do *De re aedificatoria* ou dos edifícios de Alberti
 - x : y variáveis que verificam de descrições dos edifícios de Alberti não descritas no *De re aedificatoria*
 - x : y variáveis que não verificam descrições do *De re aedificatoria* dentro de condições específicas
 - x : y variáveis que verificam descrições do *De re aedificatoria* dentro de condições específicas.
- TM condições inferidas do T. Malatestiano; ^{SS} condições inferidas de San Sebastiano; ^{SA} condições inferidas de Sant'Andrea.

Tabela 28. Sumário de características morfológicas e proporcionais das planta da igreja de **São Roque**, lidas a partir das descrições dos templos de planta retangular inferidas do *De re aedificatoria* e obra edificada de Alberti.

Pórtico

Largura (W_{port})	$W_{port} \geq W_e$						
W_{port} - largura do pórtico W_e - largura da nave	$W_{port} = W_e$						
Profundidade (L_{port})	$M_{col} \in N \rightarrow L_{port} \leq 1/3 L_e$					Pórtico adossado $M_{col} = 0$	
L_{port} - profundidade do pórtico L_e - profundidade da nave M_{col} - número de colunatas							
Número colunas (N_{col})	6						
N_{col} - número de colunas							
Intercolúnio ($i : D_{col}$)	1:3/2	1:2	1:9/4	1:3	1:27/8	1:7 TM	2:11
i - intercolúnio D_{col} - diâmetro da coluna	Compacto	Sub-compacto	Elegante	Sub-ampliado	Ampliado		
Intercolúnio central ($i : i_c$)	1:5/4	1:1 ^{SS}	3:1 ^{SA}	3:4			
i_c - intercolúnio central							
Intercolúnio profundidade ($i : i'$)	1:1	6:5 ^{SA}	2:1 ^{SS}	não se aplica			
i' - intercolúnio entre colunatas							

x : y variáveis que não verificam as descrições do *De re aedificatoria* nem dos edifícios de Alberti

x : y variáveis que verificam as descrições do *De re aedificatoria* ou dos edifícios de Alberti

x : y variáveis que verificam de descrições dos edifícios de Alberti não descritas no *De re aedificatoria*

TM condições inferidas do T.Malatestiano; ^{SS} condições inferidas de San Sebastiano; ^{SA} condições inferidas de Sant'Andrea.

Igreja do Espírito Santo

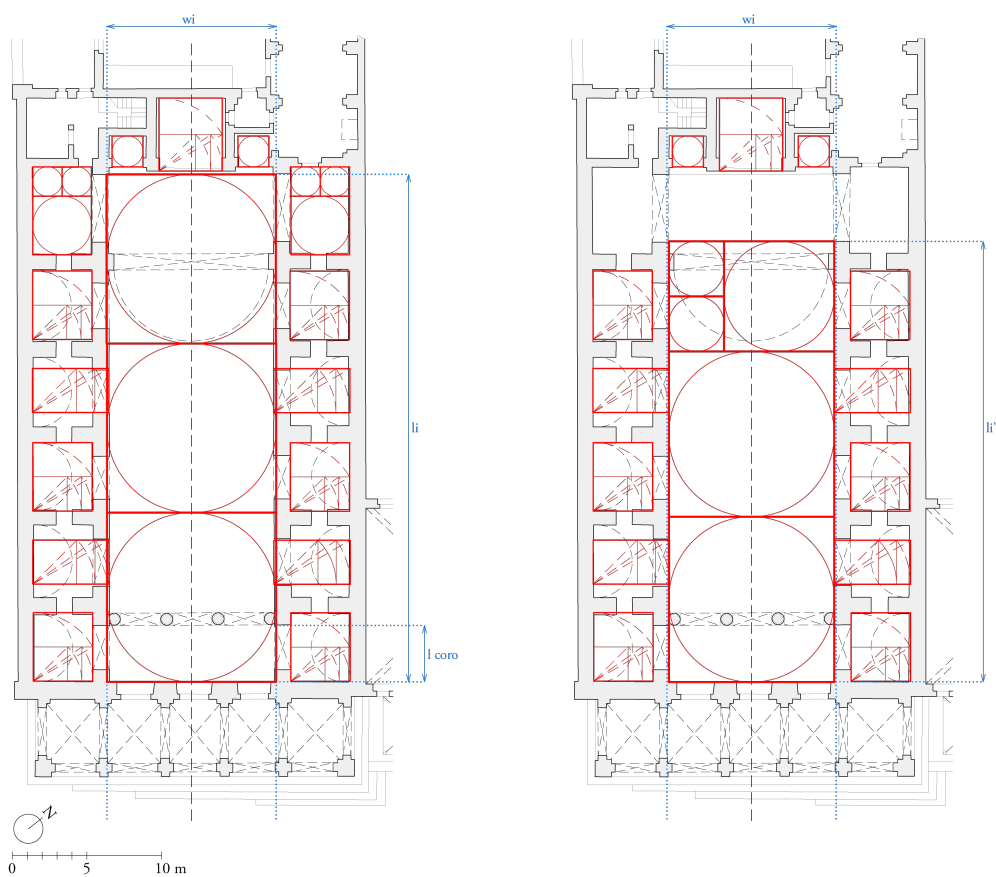


Figura 28. Análise de proporções das partes constituintes da composição interna da planta da igreja do Espírito Santo, Évora. À esquerda, análise considerando a amplitude máxima da cela. À direita, análise da cela sem o tramo do falso transepto.

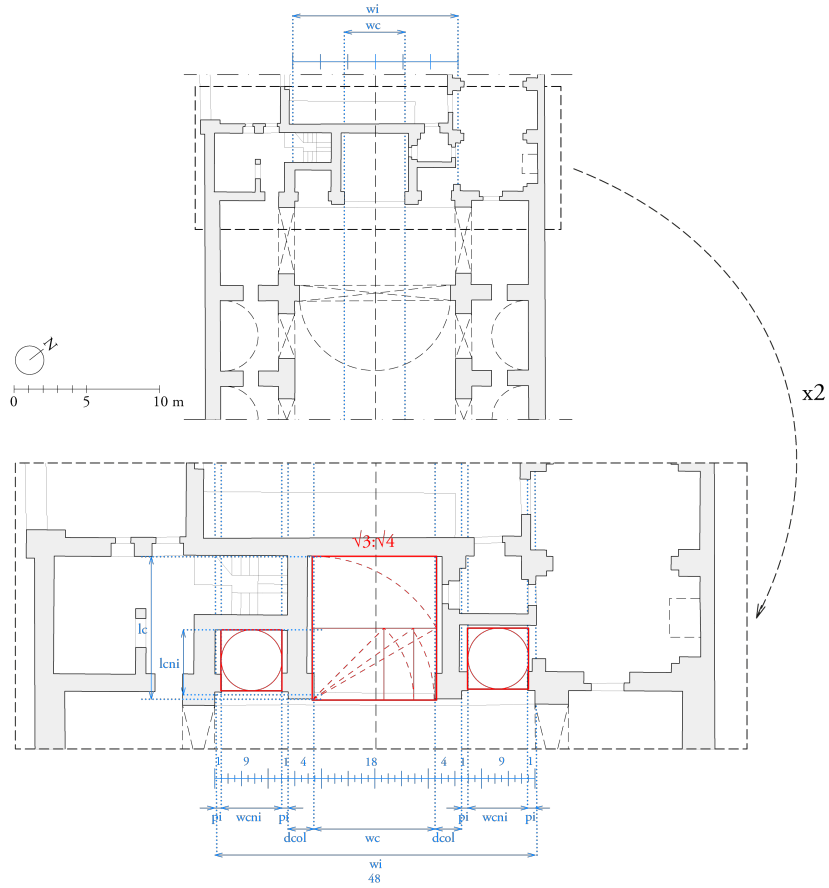


Figura 29. Extracto da planta da igreja do Espírito Santo, relativo à cabeceira. Análise das proporções da capela-mor e nichos que ladeiam o alçado interior da cabeceira.

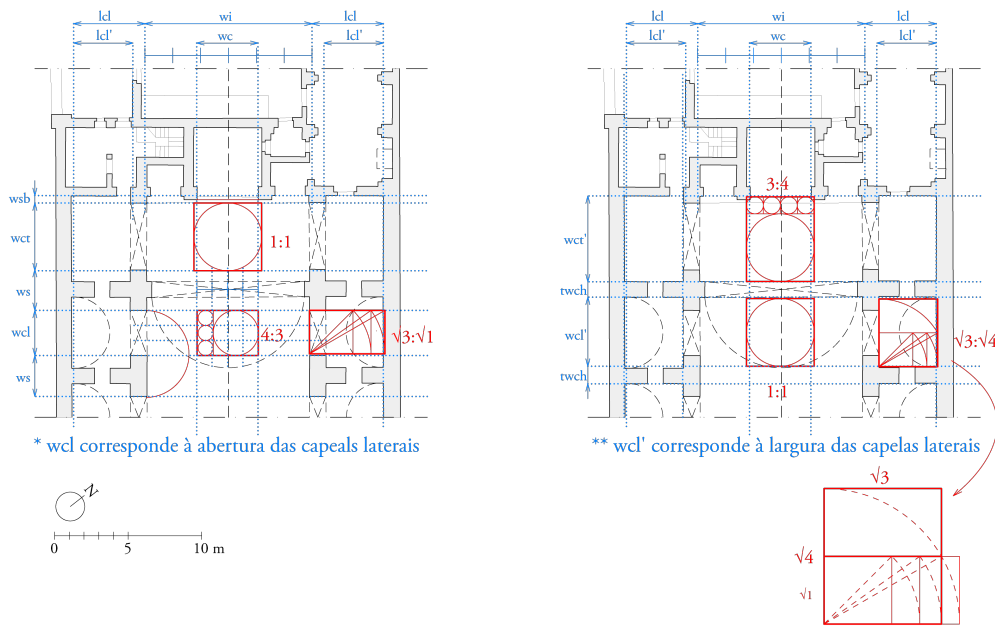


Figura 30. Extracto da planta da igreja do Espírito Santo, relativo à cabeceira. Análise das proporções implícitas à abertura e profundidade das capelas laterais. À esquerda inferem-se proporções relativas à abertura das capelas laterais e braços transversos. À direita, inferem-se proporções relativas à largura do espaço interno das capelas laterais e braços transversos

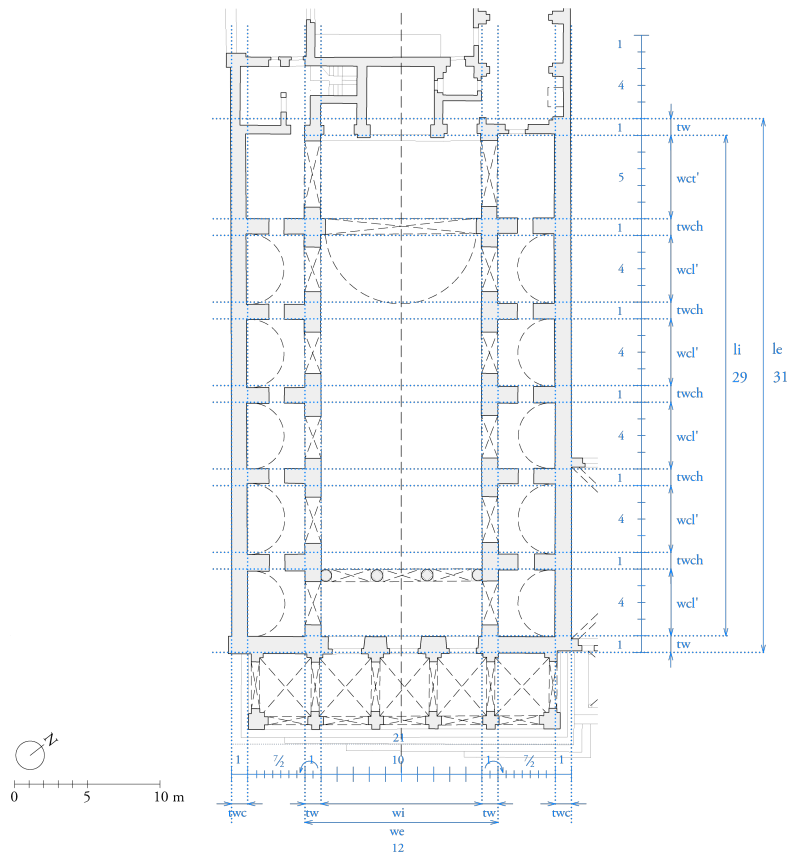


Figura 31. Planta da igreja do Espírito Santo, Évora. Análise da espessura das paredes.

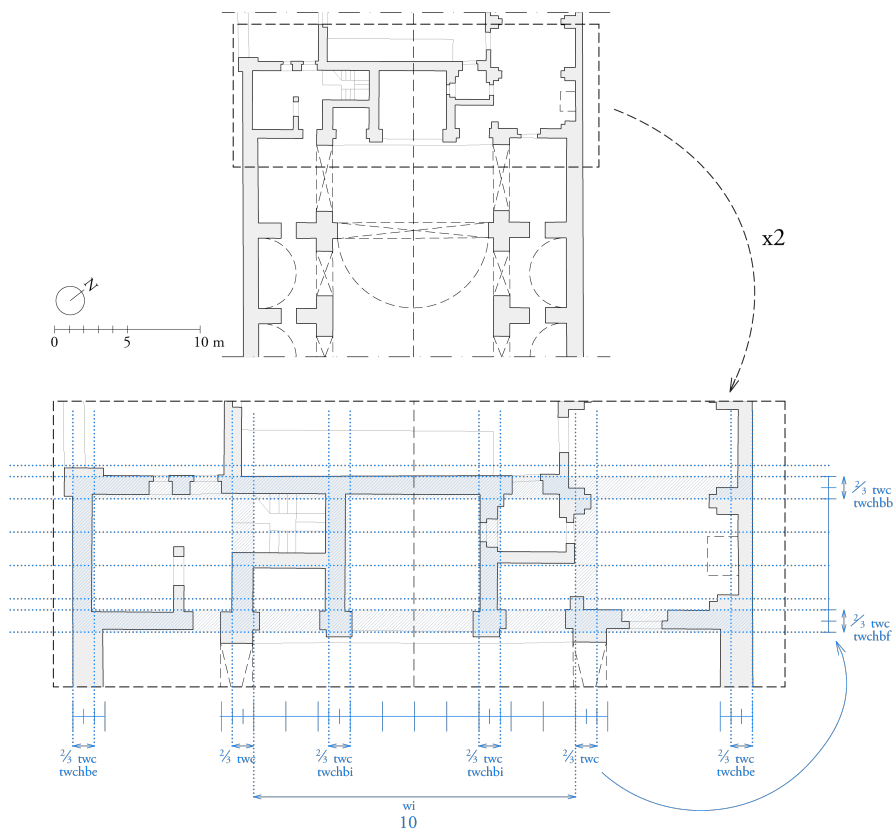


Figura 32. Extracto da planta da igreja do Espírito Santo, relativo à cabeceira. Análise das espessuras das paredes de compartimentos secundários.

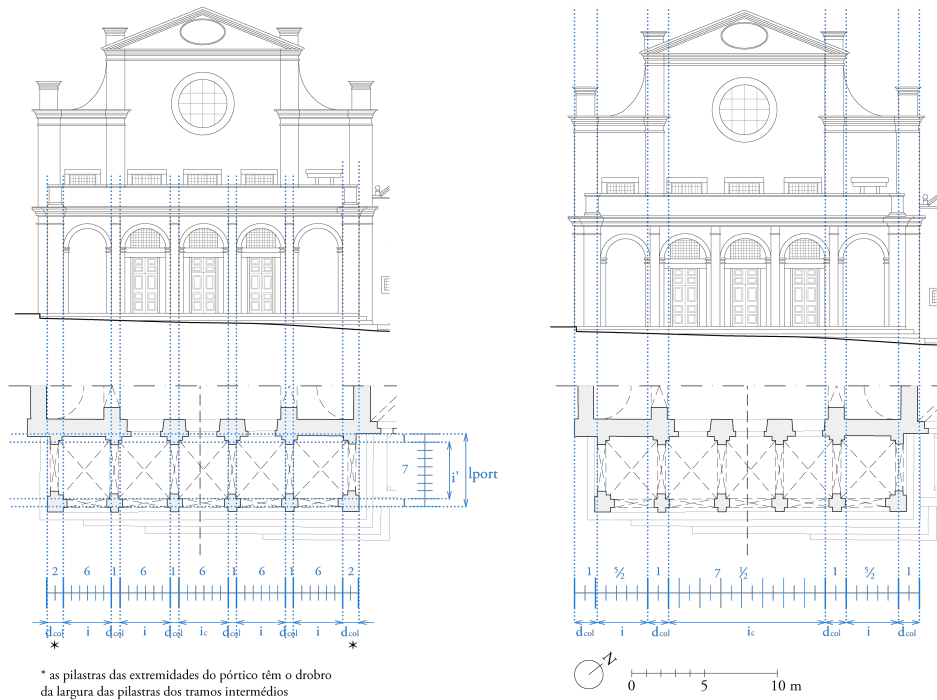


Figura 33. Frontaria da igreja do Espírito Santo, Évora, representada em alçado e num extracto da planta da igreja. À esquerda, ilustra-se a análise das proporções das partes constituintes do pórtico da galilé. À direita, a análise das proporções dos componentes do pórtico adossado ao plano recuado da frontaria.

Tabela 29. Sumário de características morfológicas e proporcionais das planta da igreja do Espírito Santo, lidas a partir das descrições dos templos de planta rectangular inferidas do *De re aedificatoria* e obra edificada de Alberti.

PLANTA

Cela		1:1	$\sqrt{4}:\sqrt{3}$	$\sqrt{3}:\sqrt{2}$	4:3	$\sqrt{2}:1$	3:2	$\sqrt{3}:1$	16:9	2:1	9:4	$\sqrt{8}:3$	3:1	4:1
Proporção (Li : Wi)														
Li - comprimento da cela														
Wi - largura da cela														sem transepto
Capela-mor	Sim			Não										
Abertura (Wc : Wi)		1:2		2:3		$1:\sqrt{3}^{SS}$							1:3	
Wc - abertura da capela-mor														
Wi - largura da cela														
Geometria	Rectangular			Circular										
Proporção (Lc : Wc)		1:1		1:2		$\sqrt{4}:\sqrt{3}$								
Lc - profundidade da capela														
Wc - abertura da capela-mor														
Capelas laterais	Sim			Não										
Número Ncl		2		6		10								
Abertura (Wc : Wcl)		$\sqrt{8}:3$		1:11/12		$1:4^{TM}$							$\approx 4:3$	
Wcl - abertura das capelas laterais														
Wc - abertura da capela-mor														
Geometria	Rectangular			Circular		Rec/Cir		Cir/Rec						
Proporção (Lcl : Wcl)		1:2		$1:1^{SA}$		$\approx \sqrt{3}:\sqrt{1}$		$\sqrt{3}:\sqrt{4}$						
Lcl - largura da cela														
Wcl - abertura da capela														largura da capela*
Ossatura (Wcl : Ws)		[1:1/5 , 1: 1/3]		$1:1/2$		$\sqrt{4}:\sqrt{3}^{SA}$		$\sqrt{3}:\sqrt{2}^{SA}$		$\sqrt{2}:\sqrt{1}^{SA}$		$\sqrt{3}:\sqrt{1}^{SA}$	$2\sqrt{2}:\sqrt{1} \rightarrow Wi = Li^{SS}$	$\approx 1:1$
Ws - largura da ossatura														
Wcl - abertura da capela														
Transepto	Sim			Não										
Falso/Verdadeiro	Falso													
Abertura (Wct : Wc)		1:1												
Wct - abertura dos braços														
Geometria	Rectangular													
Proporção (Lct : Wct)		1:1												
Lct - profundidade dos braços														
Espessura Paredes														
Nave (We:Tw)		1:12		1:9		$1:20^{TM}$								$H_w : T_w = H_{col} : D_{col} = 19:2$
We - largura do templo						We mais capelas								H_w - altura das paredes
Tw - espessura da parede														D_{col} - diâmetro da coluna
														H_{col} - altura da acoluna
Capelas (Tw:Twc)		$2:1^{SS SA}$		1:1										
Tw - da nave														
Twc - das capelas														
Antecâmaras (Twc:Twch)		$3:4^{SA}$		$Twch = (Ws - wch)/2^{SA}$										3:2
Twc - das capelas														
Twch - das antecâmaras														

$x : y$ variáveis que não verificam as descrições do *De re aedificatoria* nem dos edifícios de Alberti

$x : y$ variáveis que verificam as descrições do *De re aedificatoria* ou dos edifícios de Alberti

$x : y$ variáveis que não verificam descrições do *De re aedificatoria* dentro de condições específicas

$x : y$ variáveis que verificam descrições do *De re aedificatoria* dentro de condições específicas.

TM condições inferidas do T. Malatestiano; ^{SS} condições inferidas de San Sebastiano; ^{SA} condições inferidas de Sant'Andrea.

* A abertura e largura das capelas laterais são distintas, a ossatura ocupa parte do interior da capela.

nota: o texto a **vermelho** indica a partes das igrejas que Alberti não contempla, mas que evidenciam uma evolução da linguagem, tal como é o caso dos transeptos.

Tabela 30. Sumário de características morfológicas e proporcionais das planta da igreja do **Espírito Santo**, lidas a partir das descrições dos templos de planta retangular inferidas do *De re aedificatoria* e obra edificada de Alberti.

Pórtico

Largura (W_{port})	$W_{port} \geq W_e$						Mas não verifica a condição de continuidade com pórticos nas fachadas laterais. Nos cânones albertianos assemelha-se mais a uma <i>loggia</i> do que um pórtico de frontaria de uma igreja.
W_{port} - largura do pórtico W_e - largura da nave	$W_{port} = W_e + 2 i D_{col}$						
Profundidade (L_{port})	$M_{col} \in N \rightarrow L_{port} \leq 1/3 L_e$						
L_{port} - profundidade do pórtico L_e - profundidade da nave M_{col} - número de colunatas	$M_{col} = 1$						
Número colunas (N_{col})	6						
N_{col} - número de colunas							
Intercolúnio ($i : D_{col}$)	1:3/2	1:2	1:9/4	1:3	1:27/8	1:7 TM	1:6
i - intercolúnio D_{col} - diâmetro da coluna	Compacto	Sub-compacto	Elegante	Sub-ampliado	Ampliado		
Intercolúnio central ($i : i_c$)	1:5/4	1:1 ^{SS}	3:1 ^{SA}				
i_c - intercolúnio central							
Intercolúnio profundidade ($i : i'$)	1:1	6:5 ^{SA}	2:1 ^{SS}				$\approx 6:7$
i' - intercolúnio entre colunatas							
Pórtico Recuado							
Largura (W_{port})	$W_{port} \geq W_e$						A largura do pórtico corresponde à largura total do edifício, incluindo as capelas, situação que não verifica na linguagem albertiana.
W_{port} - largura do pórtico W_e - largura da nave							
Profundidade (L_{port})	$M_{col} \in N \rightarrow L_{port} \leq 1/3 L_e$						Pórtico adossado $M_{col} = 0$
L_{port} - profundidade do pórtico L_e - profundidade da nave M_{col} - número de colunatas							
Número colunas (N_{col})	4						
N_{col} - número de colunas							
Intercolúnio ($i : D_{col}$)	1:3/2	1:2	1:9/4	1:3	1:27/8	1:7 TM	2:5
i - intercolúnio D_{col} - diâmetro da coluna	Compacto	Sub-compacto	Elegante	Sub-ampliado	Ampliado		$\approx 1:9/4$
Intercolúnio central ($i : i_c$)	1:5/4	1:1 ^{SS}	3:1 ^{SA}				
i_c - intercolúnio central							
Intercolúnio profundidade ($i : i'$)	1:1	6:5 ^{SA}	2:1 ^{SS}				não se aplica
i' - intercolúnio entre colunatas							

$x : y$ variáveis que não verificam as descrições do *De re aedificatoria* nem dos edifícios de Alberti

$x : y$ variáveis que verificam as descrições do *De re aedificatoria* ou dos edifícios de Alberti

$x : y$ variáveis que verificam de descrições dos edifícios de Alberti não descritas no *De re aedificatoria*

$x : y$ variáveis que verificam descrições do *De re aedificatoria* dentro de condições específicas.

TM condições inferidas do T. Malatestiano; ^{SS} condições inferidas de San Sebastiano; ^{SA} condições inferidas de Sant'Andrea.

São Lourenço

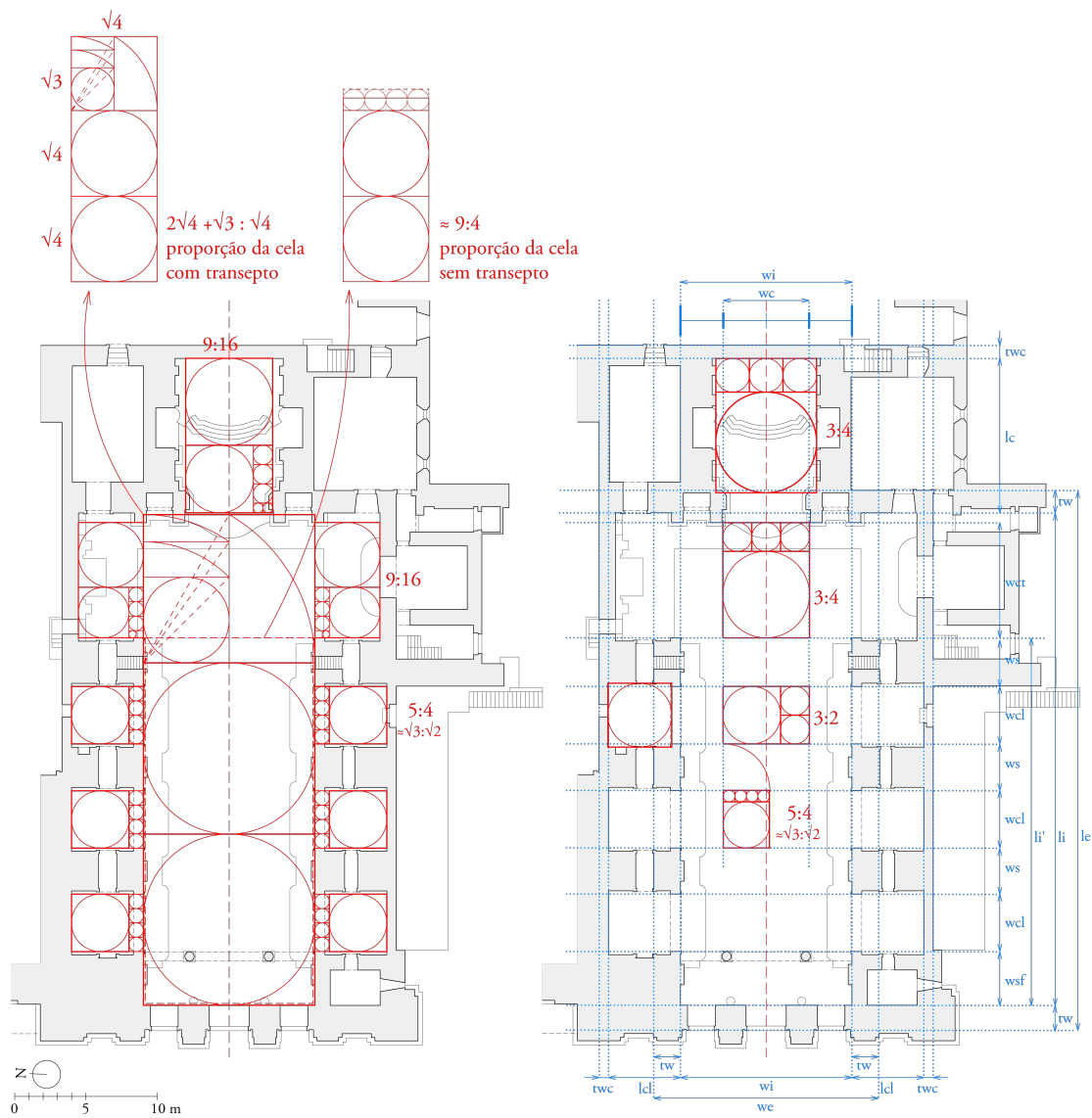


Figura 34. Análise da planta da igreja de São Lourenço, Porto. À esquerda, análise de proporções das partes constituintes da composição interna. À direita, análise das proporções da capela-mor, abertura de braços transversos e abertura de capelas nas laterais.

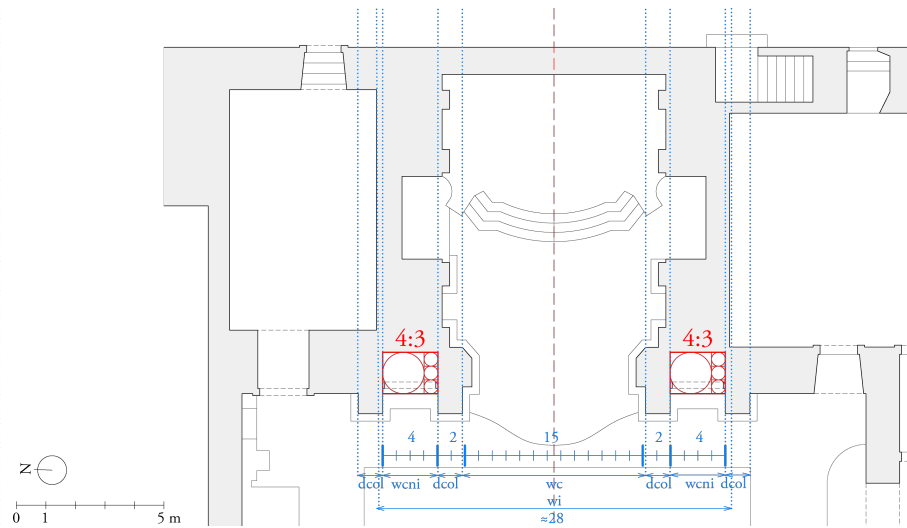


Figura 35. Extracto da planta da igreja de São Lourenço, Porto, relativo à cabeceira. Análise das proporções para o delineamento de nichos que ladeiam o alçado interior da cabeceira.

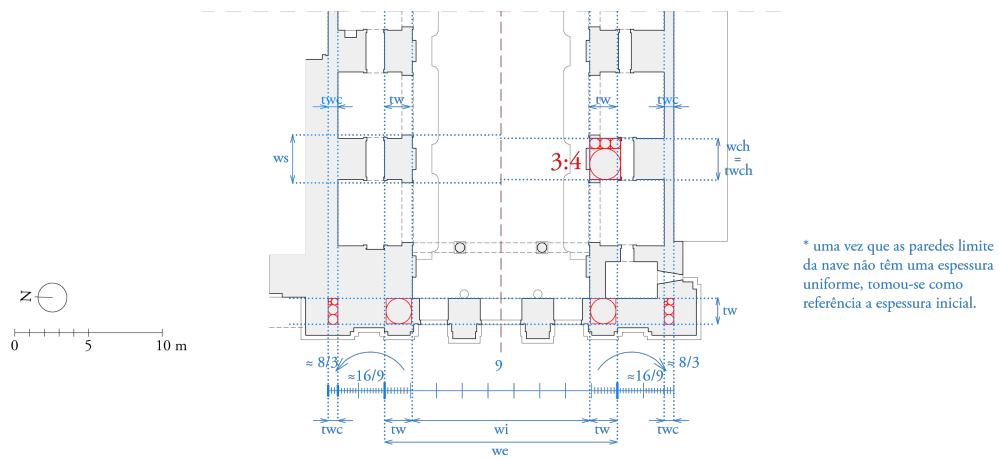


Figura 36. Extracto da planta da igreja de São Lourenço, Porto, representativo dos tramos iniciais. Análise da espessura das paredes.

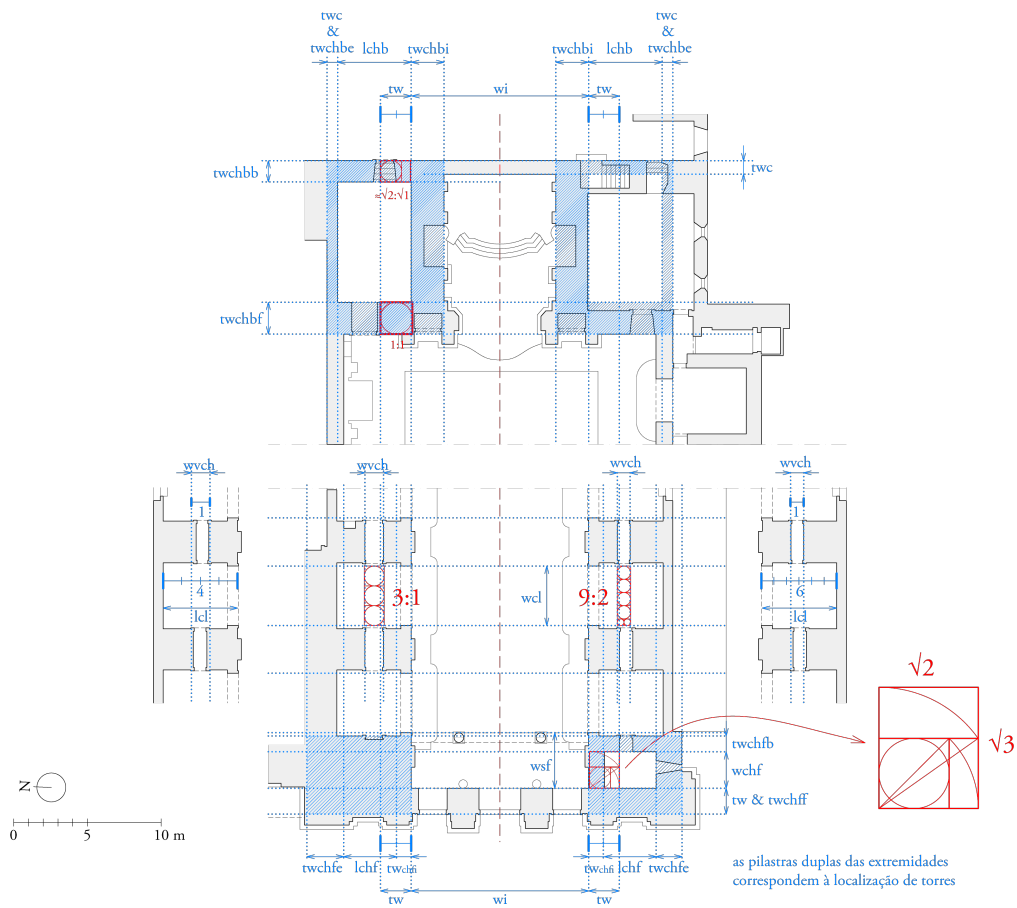


Figura 37. Extractos da cabeceira e tramos iniciais da planta da igreja de São Lourenço, Porto. Análise da espessura das paredes das torres da frontaria, e compartimentos secundários.

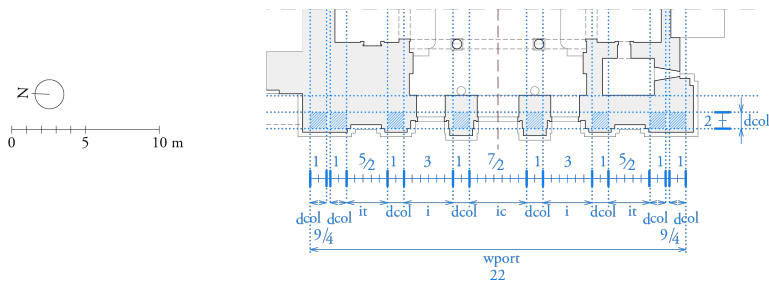


Figura 38. Extracto da planta da igreja de São Lourenço, Porto, relativo à frontaria. Análise das proporções das partes constituintes do pórtico.

Tabela 31. Sumário de características morfológicas e proporcionais das planta da igreja de **São Lourenço**, lidas a partir das descrições dos templos de planta retangular inferidas do *De re aedificatoria* e obra edificada de Alberti.

PLANTA

Cela

Proporção (Li : Wi)	1:1	$\sqrt{4}:\sqrt{3}$	$\sqrt{3}:\sqrt{2}$	4:3	$\sqrt{2}:1$	3:2	$\sqrt{3}:1$	16:9	2:1	9:4	8:3	3:1	4:1
Li - comprimento da cela											Sem transepto	$2\sqrt{4}+\sqrt{3}:\sqrt{4}$	
Wi - largura da cela												com transepto	

Capela-mor

	Sim	Não												
Abertura (Wc : Wi)	1:2	2:3	$1:\sqrt{3}^{SS}$											
Wc - abertura da capela-mor														
Wi - largura da cela														

Geometria

	Retangular	Circular												
Proporção (Lc : Wc)	1:1	1:2	16:9											
Lc - profundidade da capela														
Wc - abertura da capela-mor														

Capelas laterais

	Sim	Não												
Número Ncl	2	6	10											
Abertura (Wc : Wcl)	1:1	1:11/12	$1:4^{TM}$	3:2										
Wcl - abertura das capelas laterais														
Wc - abertura da capela-mor														

Geometria

	Retangular	Circular	Rec/Cir	Cir/Rec									
Proporção (Lcl : Wcl)	1:2	$1:1^{SA}$	5:4										
Lcl - largura da cela													
Wcl - abertura da capela	$\approx \sqrt{3}:\sqrt{2}$												

Ossatura (Wcl : Ws)

	[1:1/5 , 1:1/3]	$1:1/2$	$\sqrt{4}:\sqrt{3}^{SA}$	$\sqrt{3}:\sqrt{2}^{SA}$	$\sqrt{2}:\sqrt{1}^{SA}$	$\sqrt{3}:\sqrt{1}^{SA}$	$2\sqrt{2}:\sqrt{1}$	$\rightarrow Wi = Li^{SS}$						
Ws - largura da ossatura														
Wcl - abertura da capela	$\approx \sqrt{3}:\sqrt{2}$													

Transepto

	Sim	Não											
Falso/Verdadeiro	Falso												
Abertura (Wct : Wc)	4:3												
Wct - abertura dos braços													
Geometria	Retangular												
Proporção (Lct : Wct)	16:9												
Lct - profundidade dos braços													

Espessura Paredes

Nave (We:Tw)	1:12	1:9	$1:20^{TM}$	$H_w : T_w = H_{col} : D_{col} = 19:2$									
We - largura do templo													
Tw - espessura da parede													
	H_{col} - altura da acoluna												

Capelas (Tw:Twc)

	$2:1^{SS SA}$	1:1	$\approx 8:3$										
Tw - da nave													
Twc - das capelas													

Antecâmaras (Twc:Twch)

	$3:4^{SA}$	$Twch = (Ws - wch)/2^{SA}$	4:3										
Twc - das capelas													
Twch - das antecâmaras													

- x : y variáveis que não verificam as descrições do *De re aedificatoria* nem dos edifícios de Alberti
- x : y variáveis que verificam as descrições do *De re aedificatoria* ou dos edifícios de Alberti
- x : y variáveis que verificam de descrições dos edifícios de Alberti não descritas no *De re aedificatoria*

TM condições inferidas do T.Malatestiano; ^{SS} condições inferidas de San Sebastiano; ^{SA} condições inferidas de Sant'Andrea.

* A abertura e largura das capelas laterais são distintas, a ossatura ocupa parte do interior da capela.

nota: o texto a **vermelho** indica a partes das igrejas que Alberti não contempla, mas que evidenciam uma evolução da linguagem, tal como é o caso dos transeptos.

Tabela 32. Sumário de características do pórtico planta da igreja de **São Lourenço**, lidas a partir das descrições dos templos de planta retangular inferidas do *De re aedificatoria* e obra edificada de Alberti.

Pórtico

Largura (W_{port})	$W_{port} \geq W_e$		Mas não verifica a condição de continuidade com pórticos nas fachadas laterais. Nos cânones albertianos assemelha-se mais a uma <i>loggia</i> do que um pórtico de frontaria de uma igreja.		
W_{port} - largura do pórtico W_e - largura da nave	$W_{port} = W_e + 2 i D_{col}$				
Profundidade (L_{port})	$M_{col} \in N \rightarrow L_{port} \leq 1/3 L_e$				
L_{port} - profundidade do pórtico L_e - profundidade da nave M_{col} - número de colunatas	$M_{col} = 0$				
Número colunas (N_{col})	6	8	Há uma duplicação das pilastras das extremidades		
N_{col} - número de colunas					
Intercolúneo ($i : D_{col}$)	1:3/2	1:2	1:9/4	1:3	1:27/8 1:7 TM
i - intercolúneo D_{col} - diâmetro da coluna	Compacto	Sub-compacto	Elegante	Sub-ampliado	Ampliado
Intercolúneo central ($i : i_c$)	1:5/4	1:1 ^{SS}	3:1 ^{SA}	6:7	
i_c - intercolúneo central					
Intercolúneo profundidade ($i : i'$)	1:1	6:5 ^{SA}	2:1 ^{SS}	não se aplica	
i' - intercolúneo entre colunatas					

- x : y variáveis que não verificam as descrições do *De re aedificatoria* nem dos edifícios de Alberti
- x : y variáveis que verificam as descrições do *De re aedificatoria* ou dos edifícios de Alberti
- x : y variáveis que verificam de descrições dos edifícios de Alberti não descritas no *De re aedificatoria*
- x : y variáveis que não verificam descrições do *De re aedificatoria* dentro de condições específicas
- x : y variáveis que verificam descrições do *De re aedificatoria* dentro de condições específicas.

TM condições inferidas do T. Malatestiano; ^{SS} condições inferidas de San Sebastiano; ^{SA} condições inferidas de Sant'Andrea.

São Vicente de Fora

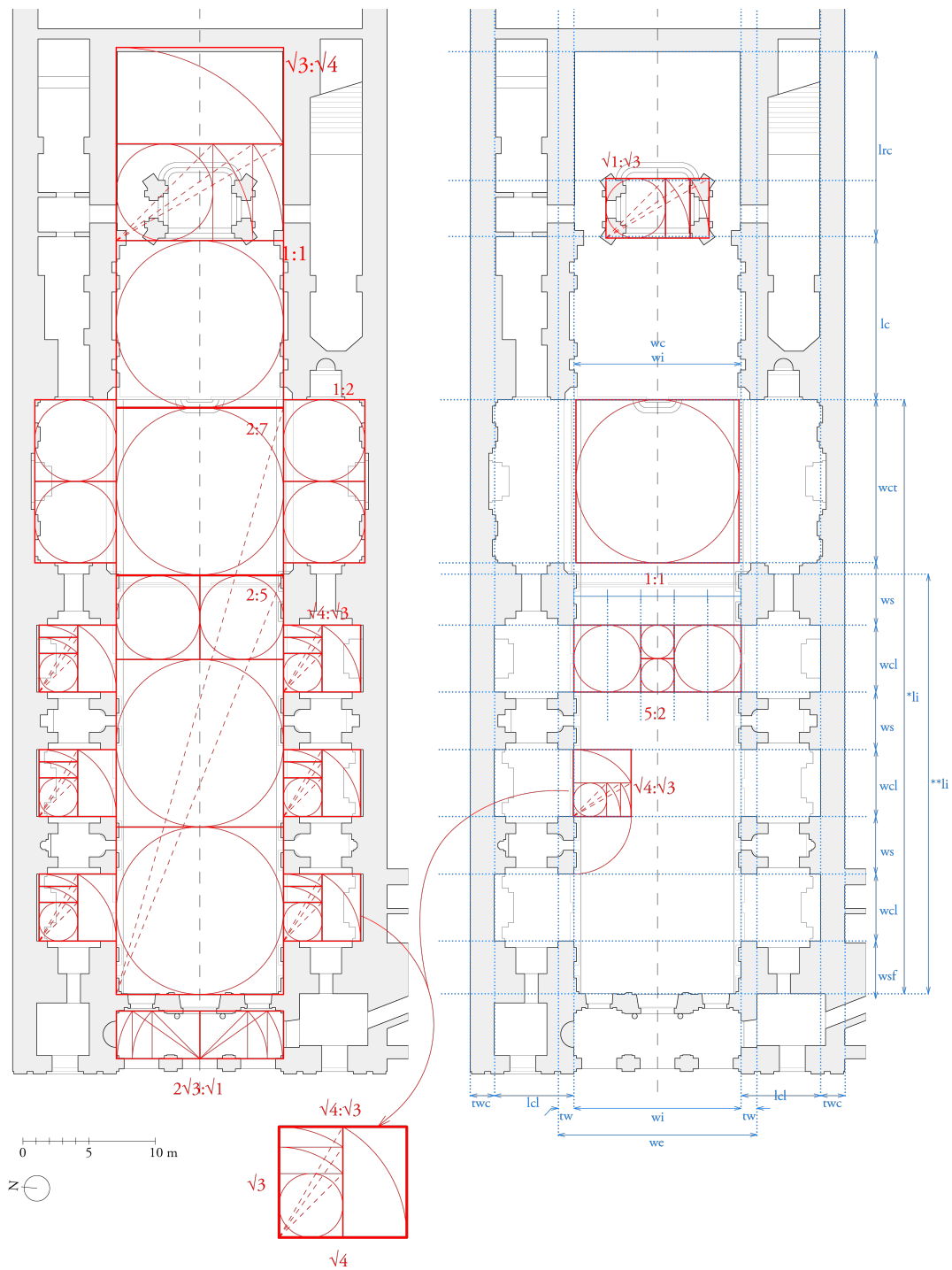


Figura 39. Análise da planta da igreja de São Vicente de Fora, Lisboa. À esquerda, análise de proporções das partes constituintes da composição interna. À direita, análise das proporções da capela-mor, abertura de braços transversos e abertura de capelas nas laterais.

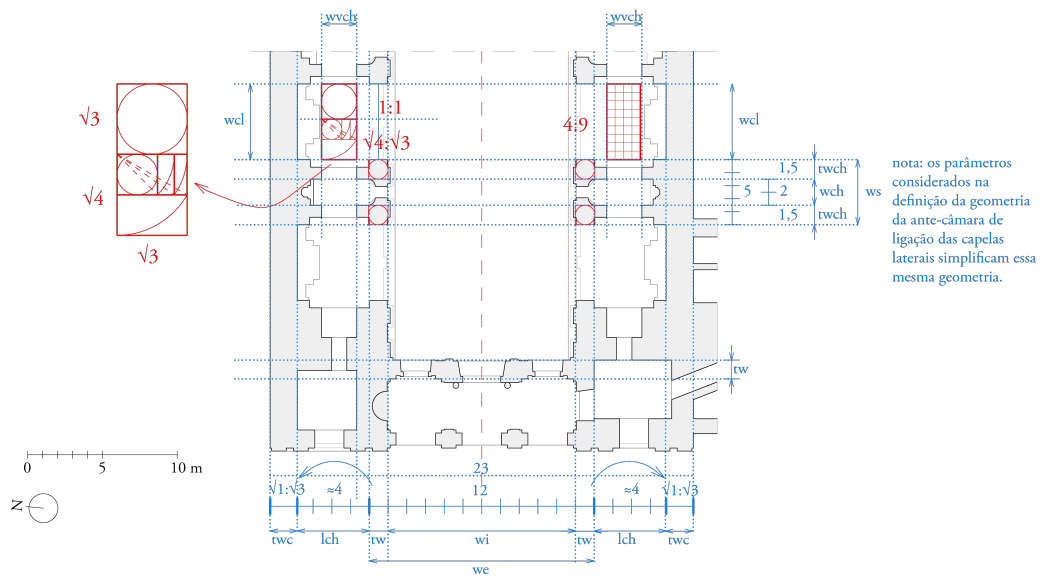


Figura 40. Extracto da planta da igreja de São Vicente de Fora, Lisboa, representativo dos tramos iniciais. Análise da espessura das paredes.

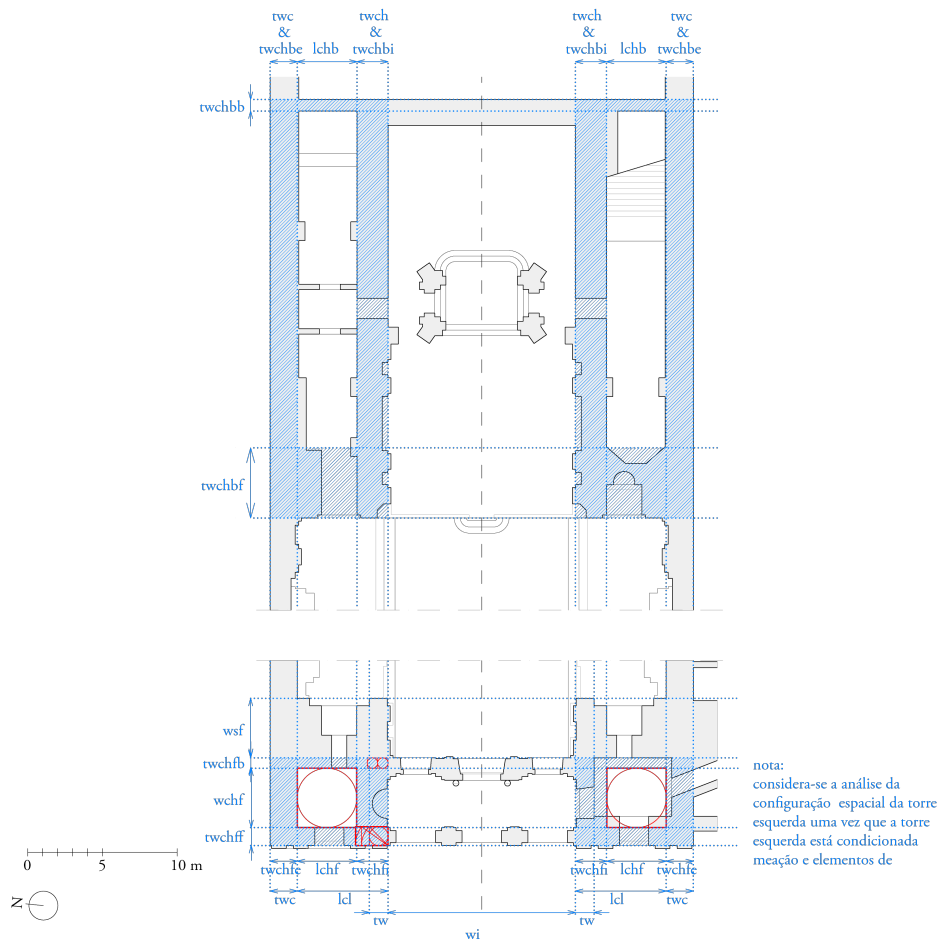


Figura 41. Extractos da cabeceira e tramos iniciais da planta da igreja de São Vicente de Fora, Lisboa. Análise da espessura das paredes das torres da frontaria, e compartimentos secundários.

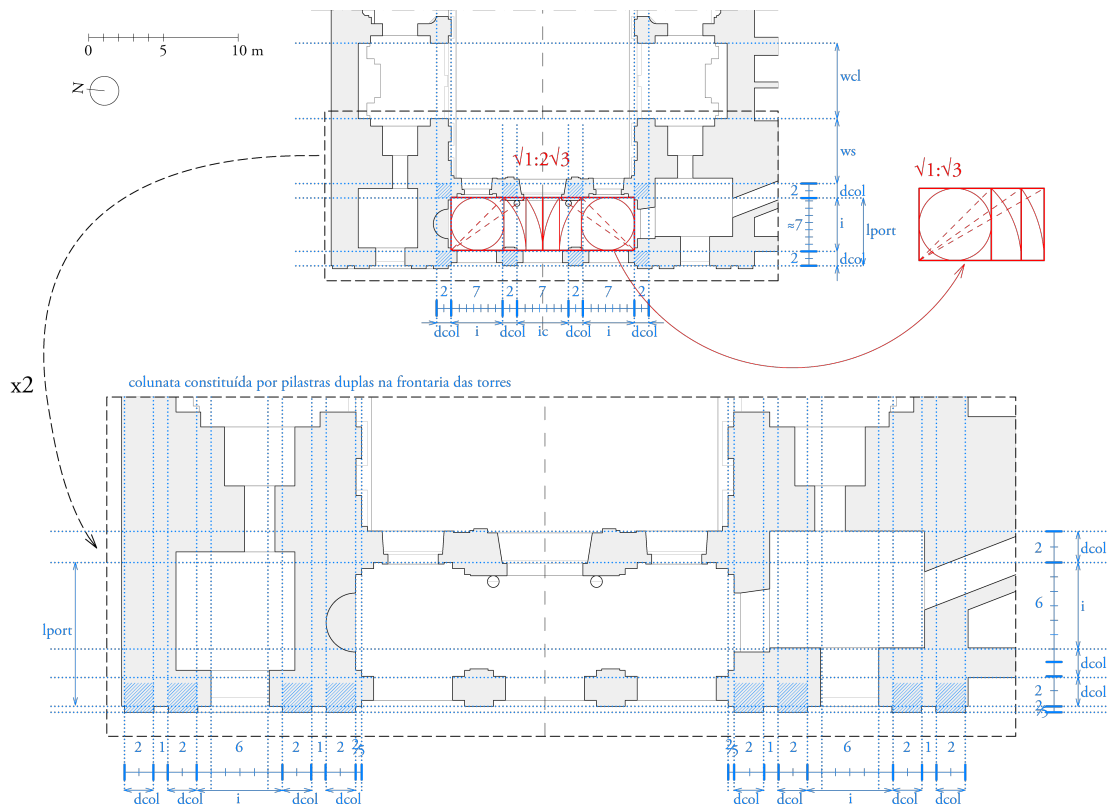


Figura 42. Extracto da planta da igreja de São Vicente de Fora, Lisboa, relativo à frontaria. Em cima, análise das proporções das partes constituintes do pano central do pórtico. Em baixo, análise das proporções das partes constituintes dos panos laterais do pórtico.

Tabela 33. Extracto da planta da igreja de São Vicente de Fora, Lisboa, relativo à frontaria. Em cima, análise das proporções das partes constituintes do pano central do pórtico. Em baixo, análise das proporções das partes constituintes dos panos laterais do pórtico.

PLANTA

Cela		1:1	$\sqrt{4}:\sqrt{3}$	$\sqrt{3}:\sqrt{2}$	4:3	$\sqrt{2}:1$	3:2	$\sqrt{3}:1$	16:9	2:1	9:4	8:3	3:1	4:1
Proporção (Li : Wi)														
Li - comprimento da cela														
Wi - largura da cela														
Capela-mor	Sim		Não											
Abertura (Wc : Wi)	1:2		2:3		$1:\sqrt{3}^{SS}$					1:1				
Wc - abertura da capela-mor														
Wi - largura da cela														
Geometria	Rectangular		Circular											
Proporção (Lc : Wc)	1:1		1:2											
Lc - profundidade da capela														
Wc - abertura da capela-mor	Sem retro-coro													
Capelas laterais	Sim		Não											
Número Ncl	2		6		10									
Abertura (Wc : Wcl)	1:1		1:11/12		$1:4^{TM}$					5:2				
Wcl - abertura das capelas laterais														
Wc - abertura da capela-mor														
Geometria	Rectangular		Circular		Rec/Cir					Cir/Rec				
Proporção (Lcl : Wcl)	1:2		$1:1^{SA}$		$\sqrt{4}:\sqrt{3}$									
Lcl - largura da cela														
Wcl - abertura da capela														
Ossatura (Wcl : Ws)	[1:1/5 , 1: 1/3]		1 : 1/2		$\sqrt{4}:\sqrt{3}^{SA}$		$\sqrt{3}:\sqrt{2}^{SA}$		$\sqrt{2}:\sqrt{2}^{SA}$	$\sqrt{3}:\sqrt{1}^{SA}$				$2\sqrt{2}:\sqrt{1} \rightarrow Wi = Li^{SS}$
Ws - largura da ossatura														
Wcl - abertura da capela														
Transepto	Sim		Não											
Falso/Verdadeiro	Falso													
Abertura (Wct : Wc)	1:1													
Wct - abertura dos braços														
Geometria	Rectangular													
Proporção (Lct : Wct)	1:2													
Lct - profundidade dos braços														
Espeçura Paredes														
Nave (We:Tw)	1:12		1:9		1:20 TM									$H_w : T_w = H_{col} : D_{col} = 19:2$
We - largura do templo														H_w - altura das paredes
Tw - espessura da parede					We mais capelas									D_{col} - diâmetro da coluna
														H_{col} - altura da acoluna
Capelas (Tw:Twc)	2:1 ^{SS SA}		1:1		$\sqrt{1}:\sqrt{3}$									
Tw - da nave														
Twc - das capelas														
Antecâmaras (Twc:Twch)	3:4 ^{SA}		$Twch = (Ws - wch)/2^{SA}$											$\approx 1:1$
Tw - das capelas														
Twc - das antecâmaras														

- x : y variáveis que não verificam as descrições do *De re aedificatoria* nem dos edifícios de Alberti
- x : y variáveis que verificam as descrições do *De re aedificatoria* ou dos edifícios de Alberti
- x : y variáveis que verificam de descrições dos edifícios de Alberti não descritas no *De re aedificatoria*
- x : y variáveis que não verificam descrições do *De re aedificatoria* dentro de condições específicas

TM condições inferidas do T. Malatestiano; ^{SS} condições inferidas de San Sebastiano; ^{SA} condições inferidas de Sant'Andrea.

nota: o texto a **vermelho** indica a partes das igrejas que Alberti não contempla, mas que evidenciam uma evolução da linguagem, tal como é o caso dos transeptos.

Tabela 34. Sumário de características morfológicas e proporcionais das planta da igreja de São Vicente de Fora, lidas a partir das descrições dos templos de planta retangular inferidas do *De re aedificatoria* e obra edificada de Alberti.

Pórtico (pano central)

Largura (W_{port})	$W_{port} \geq W_e$					
W_{port} - largura do pórtico W_e - largura da nave	$W_{port} = W_e + 2 i D_{col}$					
Profundidade (L_{port})	$M_{col} \in N \rightarrow L_{port} \leq 1/3 L_e$					
L_{port} - profundidade do pórtico L_e - profundidade da nave M_{col} - número de colunatas	$M_{col} \approx 1$					
Número colunas (N_{col})	4	10				
N_{col} - número de colunas	As torres laterais adicionam mais seis pilastras, 3 em cada uma das torres, duplicando as pilastras na extremidade do pórtico central.					
Intercolúnio ($i : D_{col}$)	1:3/2	1:2	1:9/4	1:3	1:27/8	1:7/2
i - intercolúnio D_{col} - diâmetro da coluna	Compacto	Sub-compacto	Elegante	Sub-ampliado	Ampliado	$\approx 1:27/8$
Intercolúnio central ($i : i_c$)	1:5/4	1:1 ^{SS}	3:1 ^{SA}			
i_c - intercolúnio central						
Intercolúnio profundidade ($i : i'$)	1:1	6:5 ^{SA}	2:1 ^{SS}			
i' - intercolúnio entre colunatas						

Pórtico das torres

Largura (W_{port})	$W_{port} \geq W_e$					
W_{port} - largura do pórtico W_e - largura da nave						
Profundidade (L_{port})	$M_{col} \in N \rightarrow L_{port} \leq 1/3 L_e$					
L_{port} - profundidade do pórtico L_e - profundidade da nave M_{col} - número de colunatas	Pórtico adossado $M_{col} = 0$					
Número colunas (N_{col})	4					
N_{col} - número de colunas						
Intercolúnio ($i : D_{col}$)	1:3/2	1:2	1:9/4	1:3	1:27/8	1:7 TM
i - intercolúnio D_{col} - diâmetro da coluna	Compacto	Sub-compacto	Elegante	Sub-ampliado	Ampliado	
Intercolúnio central ($i : i_c$)	1:5/4	1:1 ^{SS}	3:1 ^{SA}	não se aplica		
i_c - intercolúnio central						
Intercolúnio profundidade ($i : i'$)	1:1	6:5 ^{SA}	2:1 ^{SS}	não se aplica		
i' - intercolúnio entre colunatas						

- x : y variáveis que não verificam as descrições do *De re aedificatoria* nem dos edifícios de Alberti
 - x : y variáveis que verificam as descrições do *De re aedificatoria* ou dos edifícios de Alberti
 - x : y variáveis que verificam de descrições dos edifícios de Alberti não descritas no *De re aedificatoria*
 - x : y variáveis que não verificam descrições do *De re aedificatoria* dentro de condições específicas
 - x : y variáveis que verificam descrições do *De re aedificatoria* dentro de condições específicas.
- TM condições inferidas do T. Malatestiano; ^{SS} condições inferidas de San Sebastiano; ^{SA} condições inferidas de Sant'Andrea.