

Digital Alberti

Tradition and innovation in the architectural theory and practice in Portugal

N
O
I
T
I
B
I
H
X
E

Period
2010–2013

Coordinator
Mário Krüger

Researchers team
Bruno Araújo, Bruno Figueiredo, Eduardo Castro e Costa,
Giovana de Godoi, Gonçalo Canto Moniz, Hélder Carita,
Joaquim Jorge, José P. Duarte, Luís Ferreira, Maria Calado,
Nelson Mota, Filipe Coutinho e Vitor Murtinho

Goals
This research project is a celebration and an innovation. A celebration in the sense of commemorating the order given by King John III, in mid XVI century, to André de Resende to translate Alberti's *De re aedicatoria* to the Portuguese language.

An innovation in the sense of producing, for the first time, an intelligent computational environment to understand the cultural impact of this treatise on classical architecture in Portugal and abroad.

Research develops in six approaches: Alberti and the *De re aedicatoria*; New digital technologies; Grammar of sacred spaces; Grammar of column systematization; Architecture for a modern humanism; The virtual reality of Albertian Architecture.

Conclusions
The influence of the treatise *De re aedificatoria* by Leon Battista Alberti, originally published in 1485 and without illustrations, was investigated by using a computational environment to build a shape grammar, not only to decode that text, but also to understand its influence on Portuguese architecture of the counter-reformation using for this purpose the instruments given by the construction of a generative grammar of form. This allowed, for the first time, to evaluate the transformations, within the classical architecture, of the proposals suggested by that treaty and by the buildings designed and constructed in Portugal and the overseas territories.

Results
A mobile exhibition was held showing the ascendancy of this treaty in the religious architecture of that period, as well as was promoted an international conference attended by the entire research team and by international experts. The results were debated and published in more than 30 conference and journal papers. Two educational software were built in relation with the shape grammars.

Budget
161.636,00€

Funding body
Portuguese Foundation for Science and Technology

Partners
Centre for Social Studies (CES)
Faculty of Sciences and Technology, University of Coimbra (FCT/UC)
Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Investigação, Desenvolvimento em Lisboa (INESC ID/INESC/IST/UTL) and
Instituto Superior Técnico (IST/UTL)
Faculty of Architecture, University of Lisbon (FAUL)

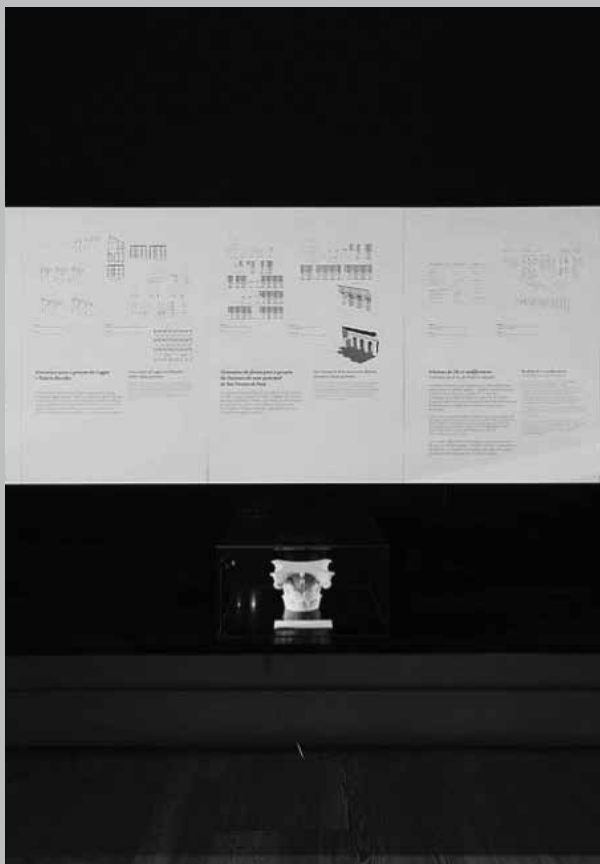
Exposições/Exhibitions
Science Museum, University of Coimbra, Abril - June 2013
Faculty of Architecture, University of Lisbon, June - September 2013
MUHNAC – National Museum of Natural History and Science I,
November 2013 - February 2014

Este dossier é parte do projeto “Alberti Digital” financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), COMPETE/FEDER, Portugal, e alojado no CES da Universidade de Coimbra (PTDC/AUR-AQI/108274/2008). O projeto é coordenado por Mário Krüger

N
O
I
T
I
B
I
H
X
E



Science Museum, University of Coimbra
Coimbra, 2013 @ do mal o menos



Science Museum, University of Coimbra
Coimbra, 2013 @ do mal o menos



EXHIBITION



Science Museum, University of Lisbon
Lisbon, 2013–2014@ Digital Alberti Project



Science Museum, University of Lisbon
Lisbon, 2013–2014@ Digital Alberti Project



EXHIBITION

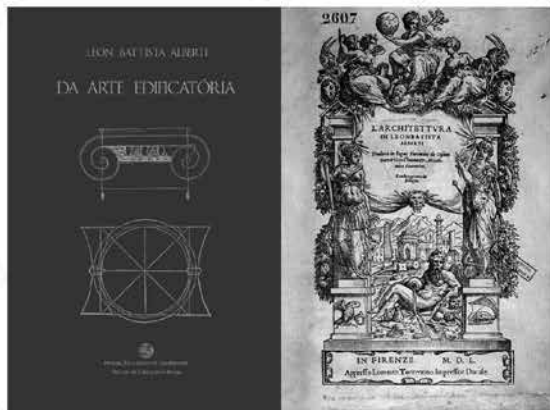


Figura 1.
L. B. Alberti, *Da Arte Edificatória*, capa.
Edição portuguesa por Egidio Saneio de Kröger.

Figura 1.
L. B. Alberti, *De Arte Edificatoria*, book cover.
Portuguese edition by Egidio Saneio de Kröger.



Figura 2.
L. B. Alberti, *L'Architettura*, frontispiece from Italian
por Cosimo Bartoli, Florence: Laurentia Libreria, 1956.

Figura 2.
L. B. Alberti, *L'Architettura*, frontispiece from Italian
por Cosimo Bartoli, Florence: Laurentia Libreria, 1956.

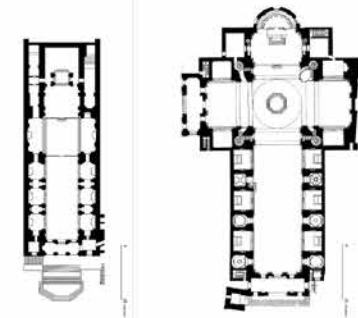


Figura 3.
Plano da igreja
de São Vicente de Fora,
Lisboa (1582).

Figura 3.
Plan of the church
of São Vicente do Fora,
Lisbon (1582).

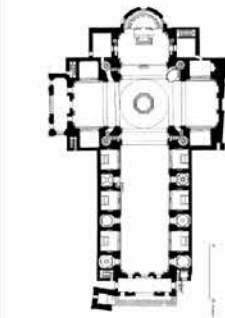


Figura 4.
Plano da igreja de Santo André, L. B. Alberti, Lisboa (1472).

Figura 4.
Plan of the church of Santo André, L. B. Alberti, Lisbon (1472).

Alberti Digital

Tradição e inovação na teoria e prática da Arquitectura em Portugal

Este projecto de investigação é, simultaneamente, uma celebração e uma inovação. Uma celebração no sentido de comemorar a ordem dada por D. João III, em meados do séc. XVI, a André de Resende para traduzir para português o *De re Aedificatoria* de Leon Battista Alberti.

Uma inovação no sentido de produzir, pela primeira vez, um ambiente computacional inteligente para se entender o impacto cultural deste tratado na arquitectura clássica, tanto em Portugal como no ultramar.

Este projecto tem por objectivo traçar a influência da teoria de Alberti na arquitectura clássica em Portugal usando um ambiente computacional para construir uma gramática generativa da forma, que possibilite entender as transformações entre as suas propostas de organização formal e os edifícios projectados e construídos, tanto em Portugal como naqueles territórios ultramarinos.

Digital Alberti

Tradition and innovation in the architectural theory and practice in Portugal

This research project is a celebration and an innovation. A celebration in the sense of commemorating the order given by King John III, in mid XVI century, to André de Resende to translate Alberti's *De re aedificatoria* to the Portuguese language.

An innovation in the sense of producing, for the first time, an intelligent computational environment to understand the cultural impact of this treatise on classical architecture in Portugal and abroad.

This project aims to trace that influence of Alberti's theory in Portuguese classical architecture using a computational environment to construct a generative shape grammar, which will enable to understand the transformations between the treatise and the buildings designed and built in Portugal and overseas.

A investigação desenvolve-se em seis abordagens:

- Alberti e o *De re aedificatoria*
- Novas Tecnologias digitais
- Gramática dos espaços Sagrados
- Gramática da sistematização da Coluna
- Arquitectura para um Humanismo Moderno
- A Virtual Realidade da Arquitectura Albertiana

Research develops in six approaches:

- Alberti and the *De re aedificatoria*
- New digital Technologies
- Grammar of Sacred spaces
- Grammar of Column systematization
- Architecture for a Modern Humanism
- The Virtual Reality Architecture Albertian



Figura 1.
Aparição atribuída a Leon Battista Alberti. Medalhão oval em baixo relevo esculpado em bronze, circa 1435, BNP.

Figure 1.
Self-portrait attributed to Leon Battista Alberti. Oval medallion executed in low relief cast in bronze, circa 1435, BNP.



Figura 2.
Frontispício do índice 330 do *De re aedificatoria*, manuscrito em latim, Biblioteca da Catedral de Olomouc, Morávia, 1483.

Figure 2.
Title page of *De re aedificatoria* index 330, Latin manuscript, Olomouc Cathedral Library, Moravia, 1483.

Leon Battista Alberti (Génova, 1404 - Roma, 1472)

Considerado pelos seus contemporâneos como tendo uma criatividade incomensurável pelo cultivo dos mais diversos saberes disciplinares e dos mais variados conhecimentos literários, por mais indecifráveis e improváveis que fossem, é o autor do tratado *De re aedificatoria*, publicado em 1485, que abriu as portas da modernidade em arquitectura, pela forma inovadora como sistematizou, com inteligibilidade e eloquência, a arte edificatória.

Com um estatuto inaugural em relação ao corpus de referência disciplinar, esta obra de Alberti é baseada na hierarquização intransitiva entre o prazer, a comodidade e a necessidade, bem como na natureza - no corpo animal, - na história, - na arquitectura dos Antigos, - e ainda na harmonia das partes com o todo, de modo a que o edificado edifique, isto é, tenha e dê dignidade a quem concebe ou promove edifícios de admirável beleza.

Leon Battista Alberti (Genoa, 1404 - Roma, 1472)

Regarded by his contemporaries as having an immeasurable creativity by cultivating knowledge from various disciplines and the most varied literary attainments, however improbable and indecipherable they were, is the author of the treatise *De re aedificatoria*, published in 1485, which opened the doors of modernity in architecture, systematizing in an innovative way, with intelligibility and eloquence, the art of building.

With an inaugural status in relation to the corpus of written works in architecture, this treatise is based on the hierarchy between pleasure, convenience and necessity, as well as in nature - the animal body - in history - the architecture of the Ancients - and yet, in harmony of parts to the whole, so that the built work edifies, that is, has and gives dignity to those who design buildings or promote them with admirable beauty.

Muitos e Variados Saberes

Legaram-nos os nossos antepassados, muitos e variados saberes procurados com diligência e empenho, os quais contribuem para que a vida seja vivida de uma forma agradável e feliz. (...) Não é necessário definir quais sejam estes saberes, pois estão à vista. Mas se analisarmos todo o conjunto dos saberes mais importantes, nem um só se encontra que, excluindo os restantes fins, não procure alcançar e não tenha em vista os que lhe são específicos. Ou se encontrarmos algum saber que, por um lado, seja tal que de modo nenhum possamos passar sem ele, e que, por outro, proporcione por si mesmo uma utilidade associada ao prazer e à dignidade, não devemos, na minha opinião, excluir esse número a arquitectura.

L. B. Alberti, *Da Arte Edificatória*, Prólogo.

Multas et Varias Artes

Many and various arts, which help to make the course of our life more agreeable and cheerful, were handed down to us by our ancestors who had acquired them by much effort and care... I need not specify these arts: it is obvious which they are. Yet, if you reflect on it, you would not find one among all the most important arts that did not seek and consider its own particular ends, excluding anything else. If, however, you were eventually to find any that proved wholly indispensable and yet were capable of uniting use with pleasure as well as honor, I think you could not omit architecture from that category.

L. B. Alberti, *On the Art of Building in Ten Books*, Prologue.



Figura 3.
Reverso da medalha de Leon Battista Alberti, gravada por Matteo di Pucci, circa 1430, mostrando o olho alado.

Figure 3.
Reverse of Leon Battista Alberti's medal, engraved by Matteo di Pucci, circa 1430, showing the winged eye.



Figura 4.
Estatua de Leon Battista Alberti, por Giovanni Lucari, 1850, Galeria dos Uffizi, Florença, com compasso e delineamento da fachada da igreja de Santa Maria Novella.

Figure 4.
Statue of Leon Battista Alberti, by Giovanni Lucari, 1850, Uffizi Gallery, Florence, with the compass and lineaments of Santa Maria Novella facade church.

Delineamento

O delineamento não depende intrinsecamente da matéria, mas é de índole tal que nos damos conta que em vários edifícios existem as mesmas linhas, quando neles se verifica uma só e mesma forma, isto é, quando as suas partes, e a disposição e ordenamento de cada uma delas correspondem entre si em todos os seus ângulos e linhas. E será legítimo projectar mentalmente todas as formas, independentemente de qualquer matéria; consegui-lo-emos desenhando e pré-definindo ângulos e linhas com uma orientação e uma conexão exactas. Assim sendo, segue-se que o delineamento será um traçado exacto e uniforme, mentalmente concebido, constituído por linhas e ângulos, levado a cabo por uma imaginação e intelecto cultos.

L. B. Alberti, *Da Arte Edificatória*, Livro I, Cap. 1.

Lineamenta

Not do lineaments have anything to do with material, but they are of such a nature that we may recognize the same lineaments in several different buildings that share one and the same form, that is, when the parts, as well as the siting and order, correspond with one another in their every line and angle. It is quite possible to project whole forms in the mind without any recourse to the material, by designating and determining a fixed orientation and conjunction for the various lines and angles. Since that is the case, let lineaments be the precise and correct outline, conceived in the mind, made up of lines and angles, and perfected in the learned intellect and imagination.

L. B. Alberti, *On the Art of Building in Ten Books*, Book I, Chapter 1.

Do Delineamento e Construção

A arte edificatória, no seu todo, compõe-se de delineamento e construção. Toda a função e razão de ser do delineamento resume-se em encontrar um processo, exacto e perfeito, de ajustar e unir entre si linhas e ângulos, afim de que, por meio daquelas e destes, se possa delimitar e definir a forma do edifício. Ora é função e objectivo do delineamento preservar aos edifícios e às suas partes uma localização adequada e proporção exacta, uma escala conveniente e uma distribuição agradável, de tal modo que a conformação de todo o edifício assente unicamente no próprio delineamento.

L. B. Alberti, *Da Arte Edificatória*, Livro I, Cap. 1.

De Lineamentis Aedificiorum

On the art of building, is composed of lineaments and structure. All intent and purpose of lineaments lies in finding the correct, infallible way of joining and fitting together those lines and angles which define and enclose the surfaces of the building. It is the function and duty of lineaments, then, to prescribe an appropriate place, exact numbers, a proper scale, and a graceful order for whole buildings and for each of their constituent parts, so that the whole form and appearance of the building may depend on the lineaments alone.

L. B. Alberti, *On the Art of Building in Ten Books*, Book I, Chapter 1.



Figura 5.
Radial sunburst design from the facade of Santa Maria Novella, Florence.

Figure 5.
Radial sunburst design from the facade of Santa Maria Novella church, Florence.



Figura 6.
Solar disk design from the facade of Santa Maria Novella, Florence.

Figure 6.
Solar disk design from the facade of Santa Maria Novella church, Florence.

Beleza

Admitidas estas noções, podemos formular a seguinte definição: a beleza é a conformidade e a aliança de todas as partes no conjunto a que pertencem, em função do número determinado, da delimitação e da disposição observada, tal como exigir a concinidade, isto é, o princípio absoluto e primeiro da natureza. A arte edificatória segue de modo especial esta mesma concinidade; com ela reivindica para si decoro, graça e prestígio: e é respeitada.

L. B. Alberti, *Da Arte Edificatória*, Livro IX, Cap. 5.

Pulchritudo

If this is accepted, let us conclude as follows. Beauty is a form of sympathy and consonance of the parts within a body, according to define number, outline, and position, as dictated by concinnitas, the absolute and fundamental rule in Nature. This is the main object of the art of building, and the source of her dignity, charm, authority, and worth.

L. B. Alberti, *On the Art of Building in Ten Books*, Book IX, Chapter 5.

Concinidade

São três as principais noções em que se condensa na totalidade aquele princípio que buscamos: número, aquilo a que chamamos delimitação, e disposição. Mas há qualquer coisa mais em virtude da qual, a partir da junção e ligação dessas três noções, resplandece maravilhosamente toda a face da beleza: e nós dar-lhe-emos a designação de concinidade e dela mesma dizemos que é filha de toda a graça e decoro. Além disso, é função e objectivo da concinidade ordenar as partes, que de outro modo são, por natureza, distintas entre si, segundo uma norma tão perfeita que umas correspondam ao ornamento das outras.

L. B. Alberti, *Da Arte Edificatória*, Livro IX, Cap. 5.

Concinnitas

From this may conclude, without my pursuing such questions any longer, that the three principal components of that whole theory into which we inquire are number, what we might call outline, and position. But arising from the composition and connection of these three is a further quality in which beauty shines full face: our term for this is concinnitas; which we say is nourished with every grace and splendor. It is the task and aim of concinnitas to compose parts they are quite separate from each other by their nature, according to some precise rule, so that they correspond to one another in appearance.

L. B. Alberti, *On the Art of Building in Ten Books*, Book IX, Chapter 5.

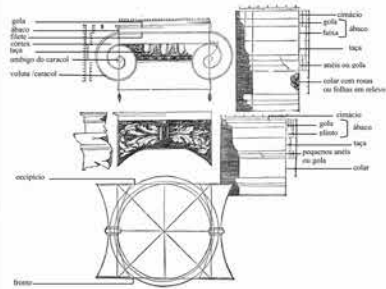


Figura 7. Capital do gênero jônico - vista de frente, de perfil e em planta (à esquerda); capital do gênero dórico - vista de frente, Tipos II e I (à direita); na tradução de Cosimo Bartoli, 1550.

Figure 7. Ionic capital - front view, profile and plan (left); Doric capital - front view, Types I and II (right); in Cosimo Bartoli 1550 edition.

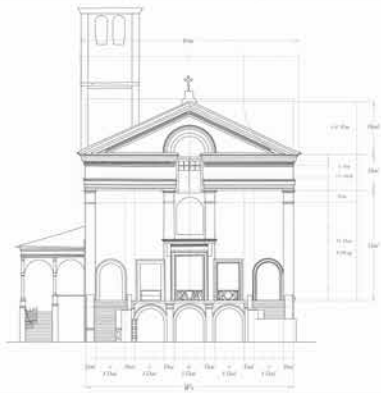


Figura 8. Delinsemento da fachada da igreja de São Sebastião, em Minerva, com indicação do sistema proporcional.

Figure 8. Design of San Sebastião church facade, Minerva, indicating the proportional system.

Língua Latina

Prometi que queria, quanto de mim depende, expressar-me em latim e de maneira tal que fosse entendido. Por isso, torna-se necessário forjar palavras quando as de uso comum não são suficientes; e convém tomar as semelhanças dos vocábulos de coisas não dissemelhantes. Entre nós, Toscanos, chama-se nastro a uma fita muito fina com que as raparigas prendem e seguran o cabelo; por isso, se nos é permitido, chamemos nastro (filete) à faixa que, como uma espécie de régua curva cinge o tornozelo da coluna como se fosse um anel. E chamaremos colarinho ao anel que, por cima do filete, circunda a volta superior da coluna, como se fosse um cordel enrolado.

L. B. Alberti, *Da Arte Edificatória*, Livro VI, Cap. 13.

Latinus Sermo

I have told you that I desire to make my language Latin, and as clear as possible, so as to be easily understood. Words must therefore be invented, when those in current use are inadequate; it will be best to draw them from familiar things. We Tuscan call fillet the narrow band with which maidens bind and dress their hair, and so, if we may, let us call "fillet" the plat band that encircles the ends of the column like hoop. But the ring positioned at the top next to the fillet, which binds the top of the shaft like a twisted cord, let us call "collar."

L. B. Alberti, *On the Art of Building in Ten Books*, Book VI, Chapter 13.

Música

Os números, pelos quais se faz com que a concinidade das vozes se torne agradávelíssima aos ouvidos, são os mesmos que fazem com que os olhos e o espírito se encham de um prazer maravilhoso. 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 mesma algo notável e digno.

L. B. Alberti, *Da Arte Edificatória*, Livro IX, Cap. 5.

Musica

The very same numbers that cause sounds to have that conceinnitas, pleasing to the ears, can also fill the eyes and mind with wondrous delight. From musicians therefore who have already examined such numbers thoroughly, or from those objects in which Nature has displayed some evident and noble quality, the whole method of outlining is derived.

L. B. Alberti, *On the Art of Building in Ten Books*, Book IX, Chapter 5.



Figura 9. Forum Romanum iluminado por Martin van Honthorst, c. 1532.

Figure 9. Forum Romanum, etrepreted by Martin van Honthorst, c. 1532.



Figura 10. Envolvimento do primeiro piso do palácio Rucellai, Florença, e rudentura indicada a vermelho no levantamento de Geymüller - Stegmüller, 1885-1908.

Figure 10. Rucellai palace first floor rustication, Florence, and rudentura indicated in red in the survey by Geymüller - Stegmüller, 1885-1908.

Obra Antiga

De resto, tudo isto se deve pôr em prática de onde quer que existisse uma obra antiga em que brilhasse uma centelha de valor, imediatamente me punha a compulsá-la para ver se com ela podia aprender alguma coisa. Por isso, não cessava de explorar tudo, de observar atentamente, de medir, de fazer um esboço, até aprender e conhecer em profundidade o contributo de cada um em engenho e arte; e deste modo suavizava o trabalho com o desejo e o prazer de aprender. E na verdade reunir num todo coisas tão variadas, tão dispares, tão dispersas, tão alheias à prática e ao conhecimento dos autores, examiná-las de maneira conveniente, e dispô-las em ordem adequada, e tratá-las em linguagem cuidada, e expô-las segundo um método certo - é sem dúvida alguma próprio de capacidade e saber superiores às que reconheço em mim.





L. B. Alberti, *Da Arte Edificatória*, Livro VI, Cap. 1.

Antiquorum Operum

No building of the ancients that had attracted praise, wherever it might be, but I immediately examined it carefully, to see what I could learn from it. Therefore I never stopped exploring, considering, and measuring, and comparing the information thought line drawings, until I had grasped and understood fully what each had to contribute in terms of ingenuity or skill; this is how my passion and delight in learning relieved the labor of writing. Yet to collate material from sources so varied, heterogeneous, and dispersed, material from outside the normal range and skill of any writer, to review it in dignified manner, to arrange in a proper order, to articulate precisely and explain rationally, surely all this required an ability and learning greater than I would profess to have.





L. B. Alberti, *On the Art of Building in Ten Books*, Book VI, Chapter 1.

Molduras do Ornato

Com a graça de Deus, agnandand intercalar aqui umas poucas coisas. As molduras do ornato são estas: a faixa, o ressalto, a rudentura, o cordão, o caveto, a gola, a onda. Toda a moldura é um delineamento que sobressai e forma uma saliência; mas isso segundo linhas diferentes. Com efeito, o delineamento da faixa imita a letra L; a faixa é o mesmo que o filete, mas mais larga. O ressalto é uma faixa muito saliente. Hesitei se não devia chamar hera à rudentura: na verdade adere à medida que se estende; e o delineamento da sua saliência é como a letra C ligada a seguir à letra L, assim . E o cordão é uma rudentura reduzida. Esta letra C, quando se liga em posição invertida à letra L, assim , formará um caveto. Mas se se ligar um S a seguir à letra L, assim , chama-se gola: pois imita a gola de um homem. Se, porém, a seguir à letra L, se acrescenta um S deitado e em posição invertida, assim , chamar-se-á onda, devido à semelhança da inflexão.

L. B. Alberti, *Da Arte Edificatória*, Livro VII, Cap. 7.

Particulae Ornamentorum

Here I might make a brief digression, for the sake of clarity. The following are the minor molding of ornamental work: platband, corona, ovolo, astragal, channel, wave, and gullet. All of them project, but each has a different outline: The platband has a lineament like the letter L; it is similar to the fillet, only wider. The corona is a particularly prominent platband. The ovolo I was almost tempted to call ivy, because it extends and clings; its lineament is like the letter C surmounted by letter L, like so: . The astragal is a little ovolo. The letter C, if reversed and surmounted by the letter L, like so, , produces a channel. But if the letter S is surmounted by the letter L, like so, , it is called a gullet, because of its resemblance to a man's throat. If, however, below the letter L an inverted S is attached, like so, , it is called a wave, because of its similar curve.

L. B. Alberti, *On the Art of Building in Ten Books*, Book VII, Chapter 7.

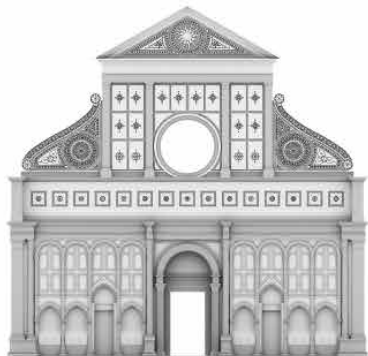


Figura 11.
Fachada da igreja de Santa Maria Novella, em Florença, com o disco solar flamboyant do frontão.

Figure 11.
Santa Maria Novella church facade, Florence, without the solar flamboy disk gable.



Figura 12.
Fachada da igreja de Santo André em Mântua.

Figure 12.
Sant'Andrea church facade, Mantua.

Variedade

Mas, neste domínio, deve-se ter em conta aquilo que em todas as partes de um edifício merece ser fortemente criticado, se faltar: bem como aquilo que, se estiver presente, lhe confere graça e comodidade: isto é, que haja uma certa variedade tanto de ângulos, como de linhas, e ainda de cada uma das partes, de modo a não ser nem demasiado frequente, nem totalmente rara, mas disposta em função da utilidade e da graça, de tal modo que partes inteiras correspondam a partes inteiras, e partes iguais a partes iguais.

L. B. Alberti, *Da Arte Edificatória*, Livro I, Cap. 8.

Varietas

As we deal with these matters, there is something we must watch, since we would be strongly criticized for its absence in any part of the building, while its presence contributes much to charm and convenience. I mean that certain variety possessed by both angles and lines, as well as by individual parts, which is neither too much nor too little, but so disposed in terms of use and grace, that whole may correspond to whole, and equal to equal.

L. B. Alberti, *On the Art of Building in Ten Books*, Book I, Chapter 8.

O Arquitecto Prudente

Por conseguinte, um arquitecto prudente procederá da forma seguinte. (...) Em suma, definirá tudo: nada deixará a que não prescreva como que a sua lei e a sua medida. Quase todos estes aspectos, embora pareça que dizem respeito à solidez e ao uso, acima de tudo, todavia têm tal importância por si mesmas que, se forem menosprezadas, arrastando consigo um enorme defeito de deformidade.

L. B. Alberti, *Da Arte Edificatória*, Livro IX, Cap. 9.

Bene Consultus

A prudent man would act like this. (...) In short, he would set out everything, and leave nothing without some precautions seems to be structure and use, they are almost all such that if ignored they will lead to considerable deformities.

L. B. Alberti, *On the Art of Building in Ten Books*, Book IX, Chapter 9.

EXHIBITION

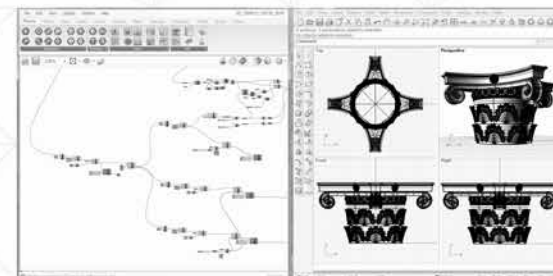


Figura 1.
Modelo paramétrico gerativo do sistema da coluna.

Figure 1.
Parametric model that generates the column system.



Figura 2.
Modelo digital final de um capitel composto.

Figure 2.
Final digital model of a composite capital.

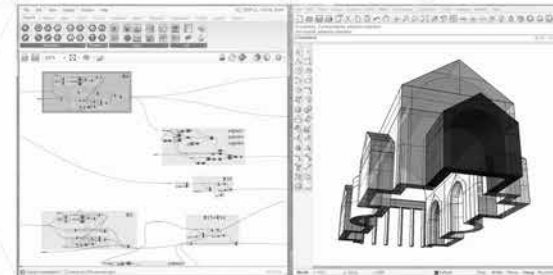


Figura 3.
Modelo paramétrico gerativo de templo de planta rectangular.

Figure 3.
Parametric model that generates rectangular plan temples.

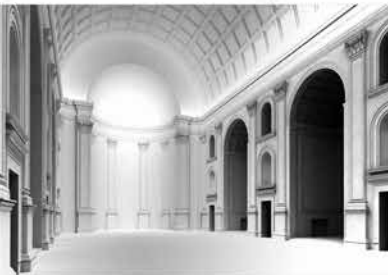


Figura 4.
Modelo digital final da Igreja de Santo André de Mântua.

Figure 4.
Final digital model of the Sant'Andrea di Mantova Basilica.

Modelação paramétrica

A codificação do tratado em gramáticas da forma permite a geração exacta de sistemas de coluna e de edifícios de acordo com as regras estabelecidas por Alberti. A implementação das gramáticas em modelos paramétricos torna essa geração mais eficiente, e permite uma exploração interactiva do espaço de soluções definidas pelo tratado.

Estes modelos paramétricos foram implementados em Grasshopper, um interface de programação visual que interage com o software de modelação Rhinoceros, de modo a gerar modelos digitais tridimensionais de acordo com as instruções de Alberti. Os resultados dependem da variação de parâmetros, correspondendo ao que o autor prescreve para o número e proporção dos vários elementos. Por defeito, os parâmetros implementados são os prescritos por Alberti. No entanto, estes podem ser facilmente alterados, de modo a gerar modelos não-canónicos.

Parametric modelling

The codification of the treatise into shape grammars enables the complete generation of columns systems and buildings according to the rules established by Alberti. The implementation of the grammars into parametric models makes such a generation more efficient and enables the interactive exploration of the space of design solutions defined by the treatise.

These parametric models were implemented in Grasshopper, a visual programming interface that interacts with modelling software Rhinoceros, and generate three-dimensional digital models according to Alberti's instructions. The output depends on the variation of parameters, which correspond to what the author prescribes for the number and proportions of the various elements. By default, the parameters implemented in the Grasshopper model are the ones prescribed by Alberti. However, these parameters can easily be altered, hence generating non-canonical models.

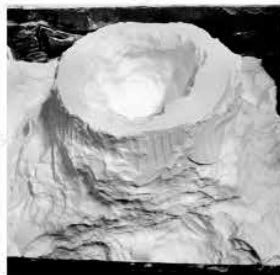


Figura 1.
Equipamento de 3D Printing.

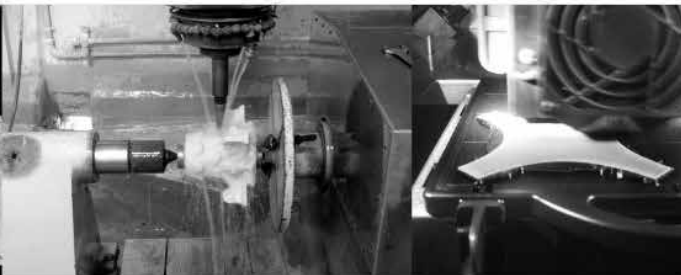


Figura 2.
Equipamento de fresagem CNC.

Figura 3.
Equipamento de impressão de Food Deposition Modeling (FDM).



Figura 4.
Modelo de Templo Malatestiano
produzido através de 3D
Printing.



Figura 5.
Modelo em pedra de capital
corintia, produzido por
fresagem CNC.



Figura 6.
Modelo de templo de planta
corintia produzido por
FDM.

Prototipagem rápida

O termo 'prototipagem rápida' é usado para descrever tecnologias em que protótipos são produzidos rapidamente utilizando técnicas automáticas, incluindo a deposição automática de camadas de material, fresagem CNC ou corte a laser. A adequabilidade de cada uma das técnicas depende de factores como, por exemplo, a escala ou complexidade formal do modelo a ser produzido.

Com a prototipagem rápida é possível produzir protótipos físicos a partir dos modelos digitais gerados pelos modelos paramétricos, permitindo estudar e ilustrar as qualidades formais e espaciais da interpretação de Alberti da arquitectura clássica.

As conclusões retiradas da produção de objectos através de prototipagem rápida podem contribuir para o melhoramento dos modelos paramétricos, dando informação sobre possíveis fragilidades e inconsistências. Assim, esta informação é reintroduzida no processo geral.

Rapid prototyping

The term 'rapid prototyping' is used to describe technologies in which prototypes are produced quickly with any automated technique, including by the automated deposition of layers of material, CNC routing or laser cutting. The suitability of each technique depends on factors such as scale and formal complexity of the model being produced.

With rapid prototyping we can produce physical prototypes from the digital models generated by the parametric models, allowing to study and illustrate the spatial and formal qualities of Alberti's interpretation of classical architecture.

Conclusions derived from the production of objects through rapid prototyping can help improving the parametric models, providing information about possible frailties or inconsistencies. Therefore, this information is fed back into the whole process.

EXHIBITION



Figura 1.
Leitura analítica do tratado.



Figura 2.
Tabelas repetitivas.

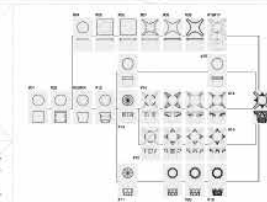


Figura 3.
Diagramas de modelação.

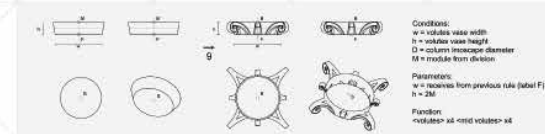


Figura 4.
Regras de gramática de forma que
gera o capital corintio.

Figura 5.
Modelo computacional que gera
elementos do sistema da coluna.

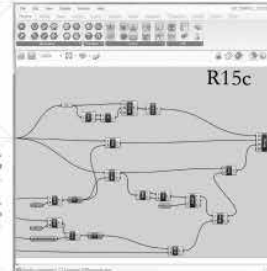


Figura 7.
Modelos físicos de capitais.



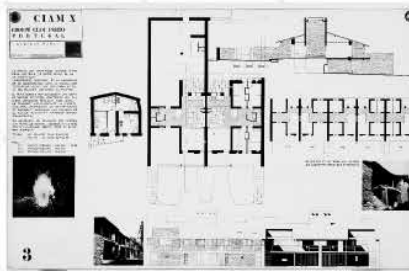
Figura 6.
Modelo digital final do capital corintio.

Abordagem metodológica

O tratado de Alberti pode ser pensado como um conjunto de algoritmos que explicam como criar edifícios de acordo com os cânones da arquitectura clássica. Assim, a metodologia do projecto passa por uma análise sistemática do tratado (figura 1), permitindo traduzir os algoritmos nele descritos sucessivamente em esquemas (figura 2) e diagramas (figura 3) e, em seguida, numa gramática de forma (figura 4), ganhando assim uma compreensão profunda da estrutura formal da interpretação Albertiana da arquitectura clássica. A gramática de forma é depois convertida num modelo paramétrico implementado num programa de computador (figura 5), ou seja, num modelo computacional. Concretamente, a gramática foi convertida num modelo paramétrico implementado em Grasshopper, uma linguagem de programação visual. Este programa é então usado para gerar modelos digitais tridimensionais (figura 6), traduzíveis em desenhos bidimensionais, ou modelos de realidade virtual, ou ainda em modelos físicos (figura 7), através de técnicas de prototipagem rápida.

Methodological approach

Alberti's treatise can be considered to be a set of algorithms that explain how to design buildings according to the canons of classical architecture. Thus, the project's methodology starts by a systematic analysis of the treatise (figure 1), enabling to translate the described algorithms into schemes (figure 2) and diagrams (figure 3), and then into a shape grammar (figure 4), providing a deeper understanding of the formal structure of Alberti's interpretation of classical architecture. This grammar is then converted into a parametric model implemented into a computer program (figure 5), that is to say, into a computational model. Namely, the grammar was converted into a parametric model implemented in Grasshopper, a visual programming language. This program is then used to generate three-dimensional digital models (figure 6), that can be translated into two-dimensional drawings, or into virtual reality models, or into physical models (figure 7), through rapid prototyping techniques.



Habitat Rural
 "Cremos que todo o homem, e não somente os arquitectos e os urbanistas, têm o direito e o dever de participar e de colaborar (comunhão) na criação e no desenvolvimento do seu habitat"
 CIAM Porto, Dubrovnik, 1956

Native Genius
 "We believe every man, and not just the architects and urban planners, has the right and the duty to participate and collaborate (communion) on the creation and development of his habitat."

Figura 1 // Figure 1.
 CIAM Porto - Portugal, "Habitat Rural", 3.
 CIAM 10, 1956. A. V. Lima et al. 1959, p.26



Figura 2 // Figure 2.
 Report towards figure 2 // Boy playing the flute.
 CIAM Porto - Portugal, "Habitat Rural", 3.
 CIAM 10, 1956.
 A. V. Lima et al. 1959, p.26

Welfare Humanism
 "o arquitecto, para realizar-se tem de saber fazer e, ao mesmo tempo, conhecer as coisas, e os homens, e o mundo, e a vida."
 O. L. Filgueiras, 1985, p.16

Welfare Humanism
 "the architect to be accomplished, must know how to do and, at the same time, know about things, man, the world and life."

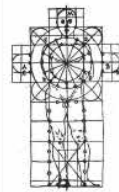


Figura 3 // Figure 3.
 Desenho // Drawing, Francisco de Góes Martins (66, 37).
 O. L. Filgueiras, 1985, p.32

Figura 4 // Figure 4.
 Fernando Távora, "Templo de Moura", 12 / 1942.
 ESBAP, 1998.
 F. Távora, 1986, p.13.



Figura 6 // Figure 6.
 Capa // Book Cover.
 Fernando Távora,
 Da organização do espaço, 8ª edição, 2008

Figura 7 // Figure 7.
 Capa // Book Cover.
 Ovídio Lima
 Filgueiras, A função social do arquitecto, Porto, ESBAP, 1983

Educação Colectiva
 "Arquitectos, pintores e escultores exigem, ainda dentro das Escolas, de uma educação colectiva e de um sentido de colaboração totalmente diferente daquele que até este momento só têm contribuído para os afastar."
 C. Ramos, 1935

Collective Education
 "Architects, painters, and sculptors demand, a collective education yet within the schools, and a totally different sense of collaboration from that which has only contributed to take them apart hitherto"

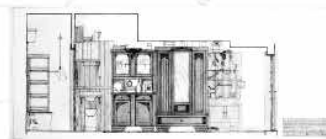


Figura 8 // Figure 8.
 Jorge Casca Monteiro, Opusculo // Opusculo Operativo - Quarteirão IV, ESBAP, 1964-65. Arquivo do Arquivo CDUA-BAUP

Arquitectura para um Humanismo Moderno Do ensino à prática

Não acometas nada que seja superior às forças humanas, nem empreendas coisa alguma que de imediato entre em conflito com a natureza.

L. B. Alberti, Da Arte Edificatória, Livro II, Cap. 2.

A partir de uma reflexão sobre a ideia de educação colectiva aplicada por Carlos Ramos na Escola do Porto, e de uma análise ao projecto do grupo CIAM-Portugal para um Habitat Rural, esta investigação procura estabelecer uma revisão crítica do impacto do trabalho de Alberti e do humanismo renascentista no desenvolvimento de um novo humanismo social, que reconhece a importância da abordagem platónica, procurando, no entanto, um maior empenhamento social. Este tema é desenvolvido em duas linhas de investigação:

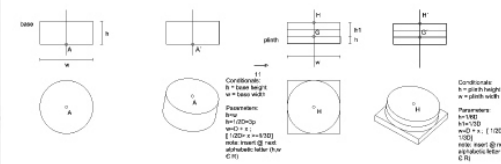
Humanismo e Educação Moderna: a Escola de Carlos Ramos;
 O Vernacular e a Modernidade: Em prol de um habitat humanista.

Architecture for a Modern Humanism From education to practice

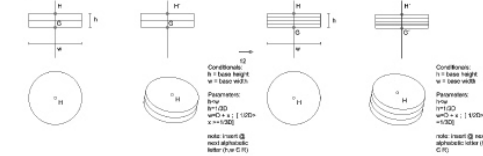
Nothing should be attempted that lies beyond human capacity, nor anything undertaken that might immediately come into conflict with Nature.

L. B. Alberti, On the Art of Building in Ten Books, Book II, Chapter 2.

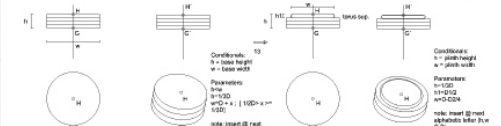
From a reflection on the idea of collective education applied by Carlos Ramos in the Porto School, and an analysis to the project for a Rural Habitat designed by the group CIAM-Portugal, this research aims at critically reviewing the impact of Alberti's work and the Renaissance humanism on a new, emergent "welfare" humanism, which acknowledges the importance of a platonic approach but is driven to foster a more socially engaged one. This topic is developed in two research lines: Humanism and Modern Education: the School of Carlos Ramos; Vernacular and Modernity: In praise of a humanist habitat.



The measurements of all the parts are taken from the diameter at the base of the column, according to the rule first established by the Dorians. They made the height of the base half the diameter. The width of the die in either dimension would be no more than one and a half and no less than one and a third times that diameter. The height of the base was then divided into three parts, one of which was taken up by the thickness of the die.



The thickness of the remainder of the base, excluding the die, was then divided into quarters,



the top one being taken up by the upper torus.

Tabela 1.
 Extracto de anotações de partes constituintes do sistema da coluna, as suas parâmetros e condições presentes em L. B. Alberti De re aedificatoria, Livro VII Cap. 7

Table 1.
 Extract on column system parts, notes - parameters and conditions from L. B. Alberti, De re aedificatoria, Book VII, Chapter 7.

Gramática da forma da Sistematização da coluna da Da Arte Edificatória

A gramática da forma da sistematização da coluna, enquadrada nas gramáticas descritivas (Stiny, 1981) e gramáticas da forma (Stiny e Gips, 1972) e com corpus o texto do tratado de Alberti (Santo and Kruger, 2011) e os seus edifícios, é testada na gramática de alguns edifícios Portugueses verificando a influência do tratado nessas construções através das transformações verificadas nas regras (Knight, 1983). Cada regra da gramática da forma contém a passagem correspondente do texto, condições e parâmetros e um conjunto de rótulos.

Existem 2 estilos de Bases: Dórico e Jónico. Neste caso apresenta-se as regras iniciais para gerar uma Base Dórica e a sua derivação. Ao contrário da Base Jónica que contém 2 variações a Base Dórica varia parametricamente no seu Plinto.

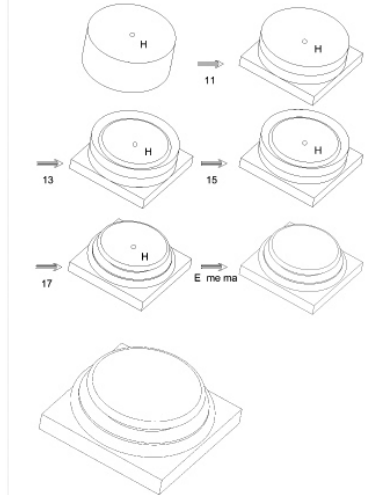


Figura 1.
 Derivação da regra grande numa Base Dórica.

Figure 1.
 Doric Base rule derivation.

De re aedificatoria systematization of column's shape grammar

The systematization of column's shape grammar has a computational framework provided by description grammars (Stiny, 1981) and shape grammars (Stiny and Gips, 1972), as well as the corpus of Alberti's treatise (Santo and Kruger, 2011) and his buildings and is applied in order to test the grammar of some Portuguese buildings to detect evidence of Alberti's influence and the rules transformations verified (Knight, 1983). The grammar is made by a set of rules where has it is indicated the reference to Alberti's treatise, its conditions and parameters and a set of labels. The initial rules to generate a Doric Base and its derivation are shown. The Ionic Base as 2 variations and the Doric has parametric variations in its plinth.

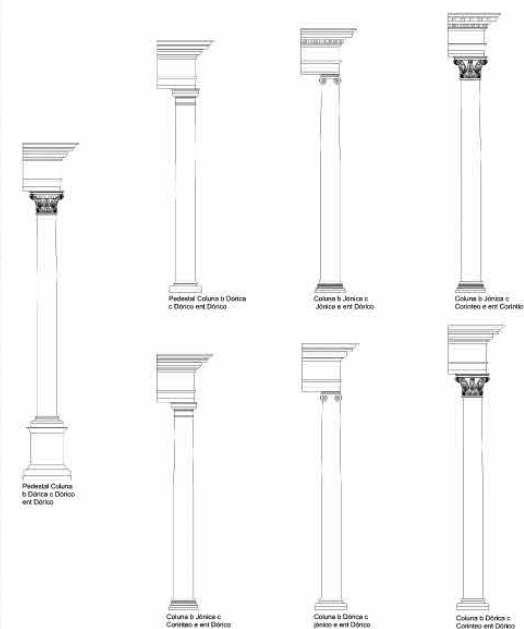


Figura 2. Sistema de coluna completa (coluna pedestal). Sete variações de coluna combinando diferentes elementos do sistema da coluna.

Figure 2. Complete column system (with pedestal). Seven column variations combining different column system elements.

Aplicação das regras do tratado para gerar variações de colunas

A gramática da sistematização da coluna é constituída por um vocabulário mínimo de três letras L, C e S com as variações de C invertido e S invertido e as variantes paramétricas da letra L. Estas letras combinadas prefazem as molduras Rudentura, Caveto, Gola e Onda que são aplicadas aos diferentes elementos do sistema da coluna: Pedestal, Base, Coluna (Fuste), Capitel e Entablamento. Estes podem ser apresentados em combinações dos estilos Dórico, Jónico, Coríntio e Compósito. Estas combinações de elementos discretos podem gerar cerca de 458 colunas diferentes. A coluna (ou fuste) pode ser lisa, com 20 ou 24 caneluras com ou sem rudentura. Com e sem filete. Pode ser Salomonica.

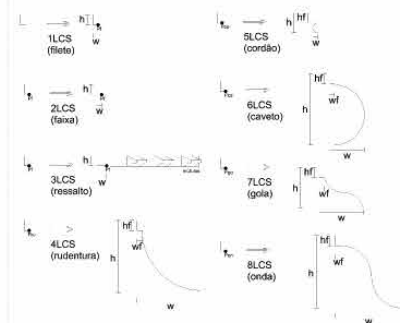


Table 2. Moldes LCS perfazendo um vocabulário mínimo de filete, faixa, cordão, rudentura, rosão, caveto, gola e onda.

Table 2. Minimum vocabulary of LCS moulds: filigree, cornice, cord, scroll, channel, gullet and wave.

Generating variations with the treatise rules

The Column Systematization grammar has a minimum vocabulary of L, C, S and an inverted C and S with letter L parametric variations that gave the molds Ovolo, Channel, Wave and Gullies. The combination of these molds gives different column system elements: Pedestal, Base, Column (Shaft), Capital and Entablature. They might be connected with different combinations of Doric, Ionic, Corinthian and Composite styles. The combinations of those discrete elements may produce around 458 different columns. The column (or Shaft) may be plain, with 20 or 24 channels and rudens. With or without fillet. May be Salomonic.

IONIC CAPITAL SET OF RULES AND ITS DERIVATION

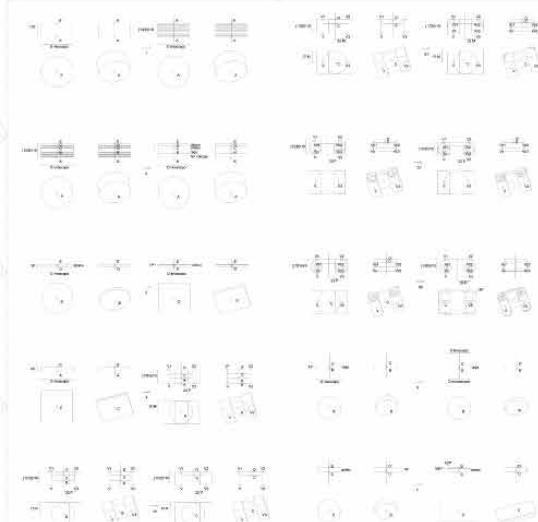


Figura 3. Regras para gerar o Capitel Jónico.

Figure 3. Rules to generate an Ionic Capital.

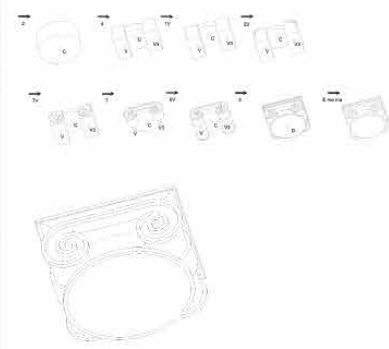


Figura 4. Derivação do Capitel Jónico.

Figure 4. Ionic Capital derivation.

Conjunto das regras do Capitel Jónico e sua derivação

Existem capiteis em 4 estilos diferentes. O Dórico, o Jónico, o Coríntio e o Compósito. O capitel Dórico contém 2 variações. O capitel Compósito diverge do capitel Coríntio variando deste nas suas volutas e caulículos e na aplicação do cortex. Neste caso são apresentados um conjunto de regras e a derivação detalhada de um Capitel Jónico. Alberti não descreve a constituição do capitel (assim como todos os outros elementos com excepção do Entablamento) de forma sequencial nem como uma sucessiva adição de elementos. Inicia a descrição usando um elemento genérico, subdividindo-o em partes evocando-as posteriormente em momentos diferenciados do texto detalhando-as com as molduras.

Ionic Capital set of rules and its derivation

There are 4 different styles of capitals: Doric, Ionic, Corinthian and Composite: the Doric Capital has 2 variations. The Composite diverges from the Corinthian in its Volutes, Cauliculi and Cortex. In this case a set of rules and its derivation of a Ionic capital is shown. Alberti does not describe the Capital (and all other elements excepting the Entablature) in a sequential way or as an addition of elements. He starts the description subdividing a generic element in parts, then detailing those parts in different moments of the text using the moulds.

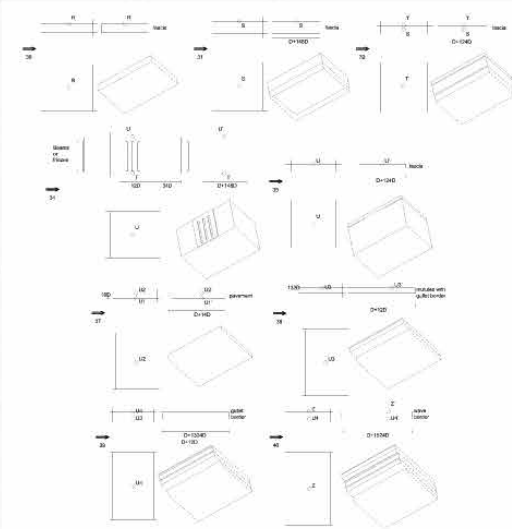


Figura 5.
Regras para gerar o Entablamento Dórico.

Figure 5.
Rules to generate a Doric Entablature.

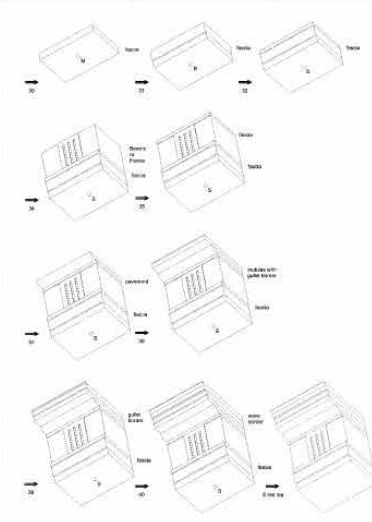
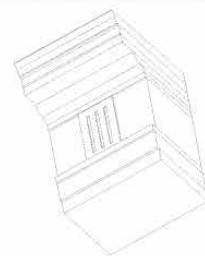


Figura 6.
Derivação de um Entablamento Dórico.

Figure 6.
Doric Entablature derivation.



Conjunto das regras de Entablamento Dórico e sua derivação

Há 3 estilos de Entablamento. O Dórico, o Jônico e o Coríntio, sendo este dois últimos constituídos pelos mesmos elementos variando somente na adição de Ovulos e Mútuos por cima dos Denticulos. Um Entablamento é constituído por três partes distintas: A arquitrave, os Frizos e a Cornija. Cada uma destas partes é, por sua vez, formada por três ou quatro outras partes que por sua vez são subdivididas e assim sucessivamente. Alberti descreve o Entablamento de modo diferente do resto dos elementos do sistema da coluna, sendo neste caso uma descrição Baixo-Cima da adição de molduras.

Doric column Entablature shape grammar and derivation

The Entablature has 3 different styles: Dóric, Iónico and Corinthian. This last two styles have the same elements but are added Eggs and Mutules on the top of the Dentil. A entablature has 3 parts: Architrave, Frize and Cornice. Each of these parts is formed by three smaller parts, which in turn are formed by other smaller parts, and so on. However, Alberti describes the Entablature and the rest of the column system in different ways. The Entablature is described in a bottom-up fashion by the successive addition of moulds.

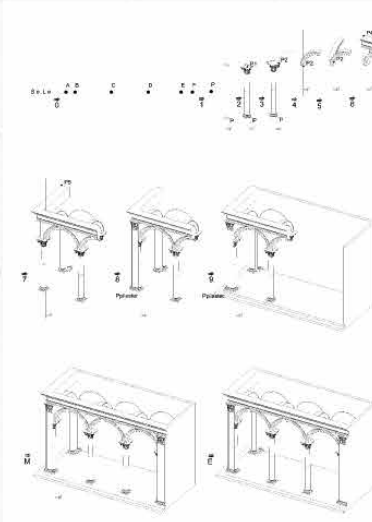


Figura 7.
Derivação das regras para gerar o Loggia Rucellai.

Figure 7.
Rules Derivation to generate Loggia Rucellai.

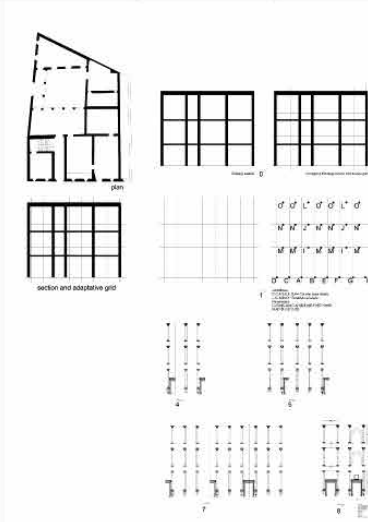
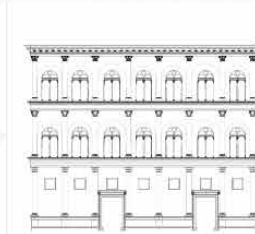


Figura 8.
Regras para gerar a fachada do Palácio Rucellai e derivação completa.

Figure 8.
Rules to generate Rucellai Palace facade and complete derivation.



Gramática para a geração da Loggia e Palácio Rucellai

Neste painel são apresentadas as regras e derivações de colonata utilizada na Loggia Rucellai (1466) e na fachada do Palácio Rucellai em Florença (com início em 1461) projectado por Alberti, onde são usadas as gramáticas da forma do sistema da coluna com elementos Dóricos, Jônicos e Coríntios. Estas gramáticas paralelas foram desenvolvidas em quatro vistas: planta, corte, alçado e axonometria.

Generation of Loggia and Rucellai Palace shape grammar

This poster shows the rules needed to generate a colonnade of the Loggia Rucellai (1466) and the Rucellai Palace facade (started 1461) in Florence using Doric, Ionic and Corinthian grammars in order to construct a grammar from Alberti's treatise. This grammars encompass four views: plan, section, elevation, and axonometric.

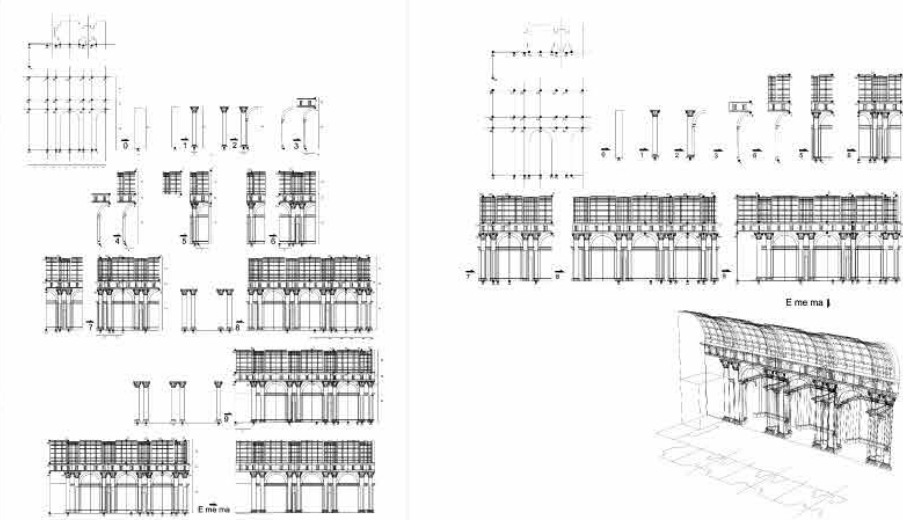


Figura 9.

Reges da ossatura de São Vicente de Fora em Lisboa.

Figure 9.

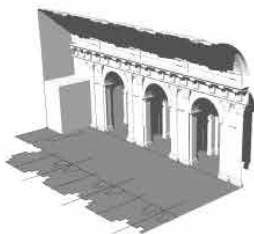
Skeleton rules of São Vicente de Fora in Lisboa.

Figura 10.

Derivação das regras da ossatura da nave principal de São Vicente de Fora.

Figure 10.

Rules derivation of São Vicente de Fora main nave skeleton (abstract).



Gramática da forma para a geração da Ossatura da nave principal de São Vicente de Fora

São Vicente de Fora in Lisboa foi renovada no século 16 cerca de 1583. A secção da igreja em estudo é composta por uma nave principal com abóboda de berço e tres capelas intercomunicantes de cada lado. São notáveis as semelhanças estruturais com Sant' Andrea em Mantua sobretudo a aplicação da ossatura e elementos do sistema da coluna.

São Vicente de Fora main nave skeleton (ossatura) shape grammar

São Vicente de Fora in Lisbon has is renovation started in the end of the 16 th century circa 1582. It has is main nave with vault cradle and 3 chapels interconnected. It is notorious its similarities with Alberti's Sant' Andreas in Mantua in the structure of the building and in the use of certain proportions of its skeleton (ossatura) of the column system.

EXHIBITION

| Partes dos Templos \ Temple Parts | Parâmetros \ Parameters | Condições \ Conditions |
|--------------------------------------|---|--|
| Céla \ Cell | | |
| W largura \ width | | $W \propto V \propto R$ |
| L comprimento \ length | $L \propto a \propto W$ | $a \in \{1/5, 1/2, 2\}$ |
| Capela - maior \ W Tribune | | |
| W largura \ width | $W \propto a' \propto W$ | $a' \in \{2/3, 4/5\}$ |
| L comprimento \ length | $L \propto W$ | |
| R raio \ radius | $R \propto W$ | |
| Capelas Laterais \ W Lateral Chapels | | |
| W largura \ width | $W \propto q \propto W$ | $q \in \{1/1, 1/2, 1\}$ |
| L comprimento \ length | $L \propto 1/5 \propto W$ | |
| R raio \ radius | $R \propto 1/5 \propto W$ | |
| N número \ number | $N \propto 1$ (no. ímpares \ even number) | |
| W construtor \ skeleton | $W \propto q' \propto W$ | $1/5 \propto q' \propto 1/5 \quad \vee \quad q' \propto 1/2$ |

Tabela 1.

Extrato de anotação de partes constituintes dos templos, as suas parâmetros e condições.

Table 1.

Excerpt of notations on temples parts, parameters and conditions.

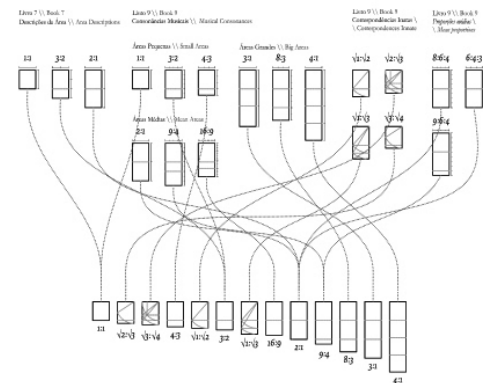


Figura 1.

Processo de derivação de proporções (L:W) para as célas de templos de base retangulares.

Figure 1.

Process of synthesis of proportions (L:W) for rectangular temples cells.

A leitura do De re aedificatoria Gramática da forma de Edifícios Sagrados

O tratado expressa em termos algorítmicos o conhecimento geral para o projecto de edifícios sagrados – templos. Estas descrições são maioritariamente feitas nos Capítulos IV e V do Livro 7 “O Ornamento de Edifícios Sagrados”. O processo de definição da gramática da forma iniciou-se pela tradução de descrições textuais em parâmetros e condições dos componentes arquitectónicos dos templos.

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. In *De re aedificatoria*, Livro 7. IV p.2.

Neste excerto, Alberti inicia a descrição das características formais das celas dos edifícios sagrados. A tabela 1 sintetiza o conhecimento inferido sobre as proporções dos templos e das respectivas capelas, pela definição dos seus parâmetros e condições lógicas.

Reading De re aedificatoria Sacred Buildings Shape Grammar

The treatise expresses in algorithmic terms the knowledge base for the design of sacred buildings – temples. That knowledge is mainly described on the Chapters IV and V of Book 7 “Ornament to Sacred Buildings”, Chapters V and VI of Book IX “Ornament on Private Buildings”, from the *De Re Aedificatoria*. The process of defining the grammar of form began by translating textual descriptions on parameters and conditions the temples architectonical components.

In almost all their quadrangular temples our ancestors would make the length [of the plan] one and a half times the width. Some had a length one and a third times their width, and others a length twice their width. It is a considerable defect in a four-sided plan if the angles are not exact right angles. In *De re aedificatoria*, Book 7. IV p.2

In this excerpt, Alberti begins the description of the formal characteristics of the cells of sacred buildings. Table 1 summarizes the inferred knowledge about the proportions of the temples and respective chapels, the definition of its parameters and logical conditions.

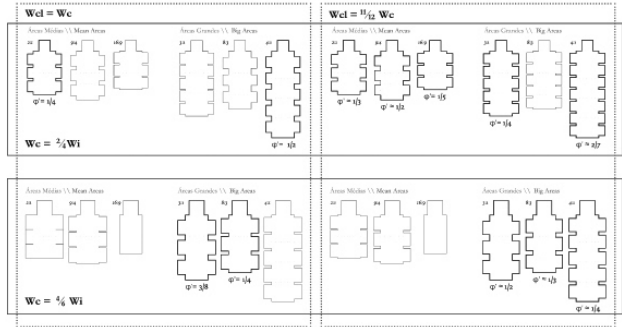
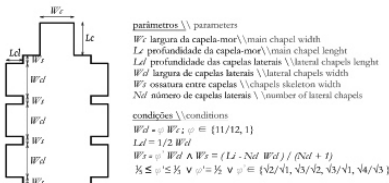


Figura 2. Análise de correspondências entre a dimensão da abertura das capelas laterais e o comprimento da cela, conforme condições descritas por Alberti, para plantas de templos retangulares nas proporções médias e grandes das consonâncias musicais.

Figure 2. Analysis the correlations between the dimension of the lateral chapel openings and the length of the cell, as conditions described by Alberti, for temples involved as a rectangular plan within the proportions of medium and large musical consonances.

Descrição da Capela-mor e capelas laterais
 Nos templos quadrangulares em parte nobres se conservará, em geral, sendo uma capela, (...) se acrescentarem também nos lados, isto é, se acrescentarem em duas quadrangulares que tenham de comprimento a dentro da largura e nos lados não se há de pôr mais do que uma, em se acrescentarem a dentro, com o que se sejam em número, (...) quando as capelas forem numerosas e pegadas, não se conservará para a habitação as quadrangulares se acrescentarem alternadamente com as quadrangulares e correspondem entre si as que estão frente a frente. (...) Jeral legimus fuisse in lateribus, una e maxima tabernaculo da capela-mor. Mas se gostaria que, sendo em vista a sua dignidade, a capela-mor fosse uma quadrangular, para maior que as outras. Há ainda este aspecto importante relativamente aos templos quadrangulares: cada uma, se a capela-mor tiver todos os lados iguais, não nos outros com o que as linhas triadas da dentro para a capela-mor e dentro do comprimento da dentro, que se encontram no centro da profundidade. A parte sólida dos templos, em a quadrangular de edifício que nos templos separe as aberturas das várias capelas, faça-se de tal forma que em nenhuma parte seja menos do que um quinto da largura da capela-mor, e em nenhuma parte seja mais larga do que um sexto da, sendo procedendo que as capelas sejam mais fechadas. (...) L. B. Alberti, *De Arte Edificatoria*, Livro VII, Cap. 4.

Tribune and lateral chapel descriptions
 With a quadrangular plan, tribunals along the side look best when they are twice as long as they are wide on each side there should preferably be only one tribunal, but if more are required, they should be odd in number. (...) but where there are to be a number of tribunals, close together, they will look more pleasing if, in plan, they alternate between the quadrangular and the semicircular, with elevations corresponding in each other. (...) for the sake of elegance, I would prefer to make the main tribunal one-twelfth part longer than the others. This also applies to quadrangular plans, in that it is quite permissible for the main tribunal to have equal sides, but if so, the rest must have a breadth, from right to left, more than depth. Let the solid part of the wall - the longer, that is, of the building, which separates the various openings to the tribunals in the temple - be neither less than a fifth of the gap, neither more than a third, as where you want it particularly enclosed, no more than a half. (...) L. B. Alberti, *On the Art of Building in Ten Books*, Book VII, Chapter 4.

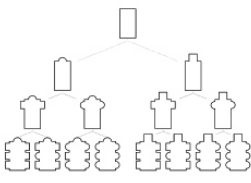


Figura 3. Variação morfológica da planta do templo retangular - proporção 2:1, conforme adição de tribuna e capelas laterais.

Figure 3. Morphological variations on rectangular temple plan - proportion of 2:1, by the addition of tribune and lateral chapel.

Esquemas Paramétricos

Gramática da forma de Edifícios Sagrados

O desenvolvimento de esquemas paramétricos foi usado como metodologia para a sistematização de um conjunto de relações algorítmicas que informam as formas e proporções de cada uma das partes do templo. Nos Capítulos V e VI do Livro 9 – Ornamento de Edifícios Privados, Alberti descreve um conjunto de sistemas de proporções para a definição da geometria base dos edifícios – consonâncias musicais, correspondências inatas e medianas. Estas proporções ampliam o conjunto proporções inicialmente considerado no Livro para a definição das proporções da cela. A Figura 1, exemplifica o processo de síntese de relações paramétricas que determinam a Regra 1, considerando a totalidade de situações previstas em ambos os livros. Para a definição morfológica dos templos importa considerar a adição da capela-mor e das capelas laterais. As Figuras 2,3 e 4, mostram partes do processo de sistematização do conhecimento relativo a estas operações, resultando num esquema paramétrico e relações espaciais.

Parametric Schemas

Sacred Buildings Shape Grammar

The development of parametric schemas was used as a methodology for systematizing a set of algorithmic relations that inform the shape and proportions from each part of the temple. In the Chapters V and VI of Book IX – Ornament on Private Buildings, Alberti describes a set of proportional principles to define the temples outlines - musical consonances, correspondentiae inatae and arithmetic means. These proportions amplifies the initial ones described in Book VII to determine the cell proportions. Figure 1, exemplifies the process of synthesizing parametric relations to determine Rule 1, considering the overall situations presented in both books. Also important to define the temples morphology are the addition of tribune and lateral chapels to the cell outline. Figures 2, 3 and 4 shows the parametric relations encoded and process of systematizing the knowledge on those parts of the temples.

EXHIBITION

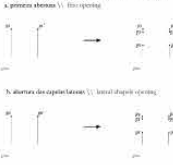
Regra 1 \\ Rule 1



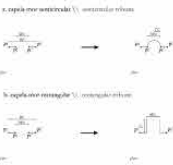
Regra 2 \\ Rule 2



Regra 3 \\ Rule 3



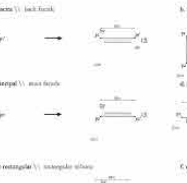
Regra 4 \\ Rule 4



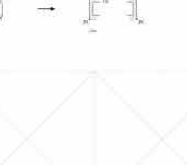
Regra 5 \\ Rule 5



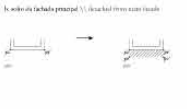
Regra 6 \\ Rule 6



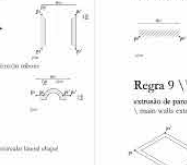
Regra 7 \\ Rule 7



Regra 8 \\ Rule 8



Regra 9 \\ Rule 9



Regras da forma

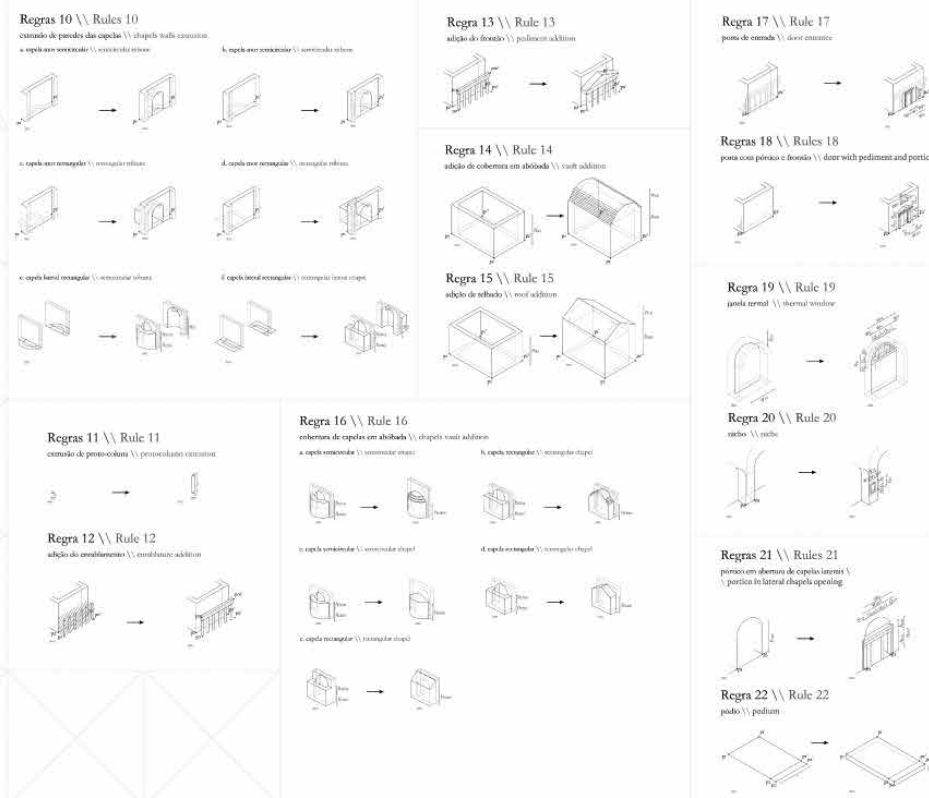
Gramática da forma de Edifícios Sagrados

O conjunto de ilustrações que se apresentam neste painel, e seguintes, representam uma amostra das regras da forma constituintes da gramática da forma dos edifícios sagrados de planta rectangular. As regras da forma recorrem a representações gráficas para descreverem as relações formais e algorítmicas expressas no *De re aedificatoria* para geração das partes constituintes da morfologia dos templos: cela - espaço interior do templo, definida pela geometria da sua área, tribuna ou capela-mor, capelas laterais e suas ossaturas, pórtico, informado pelas proporções das partes dos sistemas de colunas - base, fuste, capitel e entablamento - e suas, frontão, paredes, telhado e principais aberturas.

Shape Rules

Sacred Buildings Shape Grammar

The set of illustrations that appear in this panel and followings, represent a sample of the rules constituents of the shape grammar of the sacred buildings of rectangular plan. The shape rules use graphical representations to describe the formal and algorithmic relations expressed in *De re aedificatoria* for the generation of the temples constituent parts of: cell, defined by the geometry of their area, tribune, lateral chapels and their skeletons, portico informed by the proportions from the parts of the columns systems – shaft, base, capitel and entablature, pediment, walls, roof, and main openings.

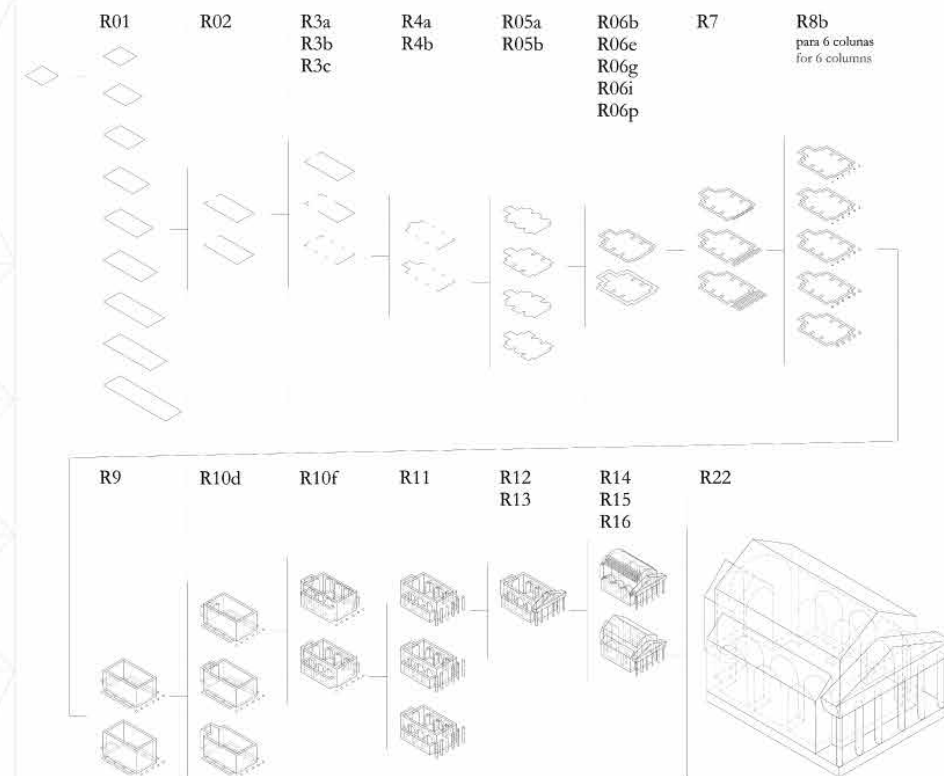


Regras da forma Gramática da forma de Edifícios Sagrados

A gramática da forma aqui apresentada subdivide-se em seis grupos de regras que correspondem a diferentes momentos de geração: o grupo inicial de regras da forma dedica-se ao delineamento do perímetro interior dos edifícios - da regra 1 às regras 5; o segundo grupo ao delineamento do limite exterior - regras 6, 7 e 8; o terceiro momento define a extrusão das paredes - regras 9 e 10; o quarto, os sistemas de colunas e a sua implementação; o quinto refere-se à adição de coberturas aos diversos volumes do edifício - regras 14, 15 e 16, e as restantes regras à definição de aberturas. Cada uma destas partes é retratada por uma ou mais regras. As regras são descritas pela sua forma inicial e final, em quatro gramáticas paralelas, que correspondem a quatro vistas diferentes: planta, secção, alçado e vista axonométrica.

Shape Rules Sacred Buildings Shape Grammar

The shape grammar presented here is divided into six groups of shape rules that correspond to different moments of generation: the initial set of shape rules is dedicated to the design of the inner perimeter of the buildings - rule 1 to rule 5; the second group to the design of the external limit - rules 6, 7 and 8; the third moment defines the walls extrusion - rules 9 and 10; the fourth, the columns systems and its implementation; the fifth refers to the addition of roof to the several volumes of the buildings - 14 rules 15 and 16, and the other rules define the openings. Each of these parts is portrayed by one or more rules. The rules are described by their starting and ending shape in four parallel grammars, which correspond to four different views: plan, section, elevation and axonometric view.



Processo de derivação Gramática da forma de Edifícios Sagrados

A árvore de derivação representada na parte superior do painel mostra a os vários momentos de derivação de uma solução arquitectónica, pela aplicação passo a passo de cada uma das regras, e as possíveis transformações à forma do lado esquerdo da regra.

Derivation process Sacred Buildings Shape Grammar

The derivation tree represented above shows the various moments of derivation of an architectural solution, by the application step by step of each rule, and the possible transformations to the shape of the left side of the rule.

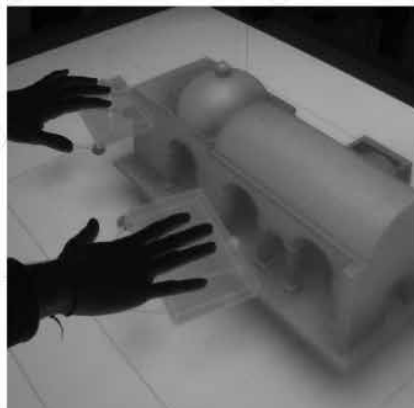


Figure 1.
Interaction Bimanual utilizando uma superfície multi-toque
estereoscópica para a visualização da Capela dos Onze Mil Virgins.

Figure 1.
Bimanual Interaction above an interactive multi-touch stereoscopic
surface to manipulate a virtual model of the "Capela dos Onze Mil
Virgins."

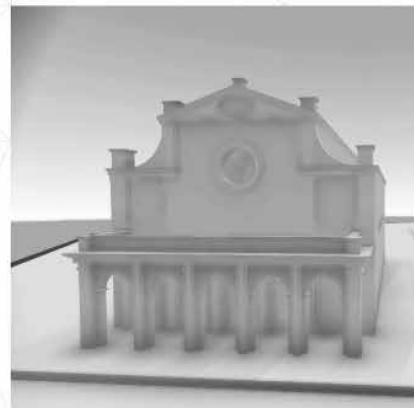


Figure 2.
Renderização Interactiva do modelo virtual da Igreja do Espírito Santo
de Évora para a realização de visitas virtuais.

Figure 2.
Interactive Rendering of the Espírito Santo Church in Évora virtual
model for walkthrough exploration.

Modelação 3D Interactiva

A Virtual Realidade da Arquitectura Albertiana

A Realidade Virtual abre novas oportunidades para a Visualização e Concepção Assistida por Computador de modelos digitais tridimensionais. A aplicação Mockup Builder, permite criar, manipular e visualizar formas tridimensionais de uma forma natural, utilizando esboços e gestos.

Através de uma mesa multitoque, apresentamos obras realizadas segundo o Tratado de Leon Battista Alberti. Os modelos são visualizados através de óculos estereoscópicos, dando a percepção de uma maquete física colocada em cima da mesa. Três camaras de profundidade Kinect capturam a postura e os gestos do utilizador no espaço. Assim pode-se descrever e manipular formas tridimensionais interactivamente.

Propomos um editor interactivo onde é possível alterar o estilo de colunas e a configuração dos templos combinando duas técnicas de interface pessoa maquina: a continuidade entre a superfície e o espaço, e um modelo assimétrico de interacção bimanual.

Interactive 3D Modeling

The Real Virtuality of Albertian Architecture

Virtual Reality technology offers new opportunities to support Computer Aided Design tasks making digital models more flexible and interactive. The Mockup Builder application allows creating and manipulating 3D shapes using both sketches and gestures on and above an interactive surface.

The multi-touch tabletop presents digital models of churches following the Leon Battista Alberti Treatise. Models can be edited interactively changing both column styles and temple configurations. The 3D models are rendered using a stereoscopic visualization mimicking the effect of architectural scale models lying above the surface.

Three Kinect depth sensors capture both the body posture and user gestures in space used to manipulate 3D shapes interactively. We combine two Human Computer Interaction techniques, exploring the continuous space between the surface and the space above it and following a bimanual asymmetric interaction model.

EXHIBITION

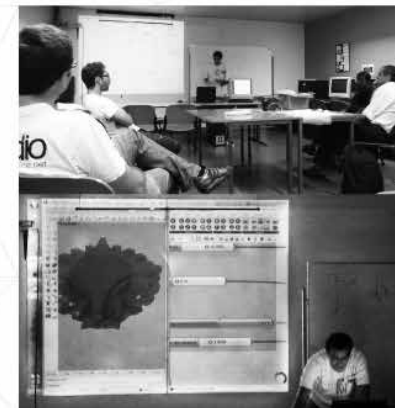


Figure 1.
Estudante apresentando código GH gerando capital Coriutia. Várias
versões de um templo de planta centralizada.

Figure 1.
Student processing his code generating a Coriutian capital. Multiple
versions of centralised plan temple.

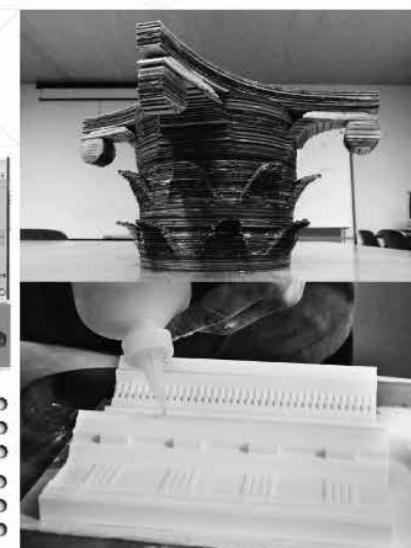


Figure 2.
Estabelecimento produzido com 3D printer e capital coriutia obtida
por contagem a laser.

Figure 2.
3D printed Establishment and coriutian capital using laser cutter.

Disciplina Alberti Digital

A disciplina Alberti Digital ministrada na FA/UTL e DARQ/UC esteve centrada na interpretação e exploração do tratado *De re aedificatoria* de L.B.Alberti.

Foi proposto aos alunos o desenvolvimento de um programa computacional de carácter visual usando para tal as regras subjacentes aos algoritmos presentes no tratado. Esse programa permitiu gerar modelos 3D com o fim de os fabricar digitalmente.

Pretendeu-se conformar, numa única disciplina académica, a interpretação do tratado com vista à descodificação e compilação das suas regras e que os alunos ganhassem competências em programação GH e diferentes técnicas de prototipagem rápida.

Course Digital Alberti

The class Alberti Digital taught at the Faculty of Architecture of the Technical University of Lisbon (FAUTL) and in the Department of Architecture, University of Coimbra (Darq / UC) was centered in the interpretation and exploration of Alberti's treatise *De re aedificatoria*.

Students had to develop a visual computer program with the algorithms present in the treatise to generate virtual and physical models using different digital fabrication techniques

The pedagogical goal was to gain skills in the use of computational resources and knowledge of history and theory related with Renaissance architecture and the principles of Alberti in particular.



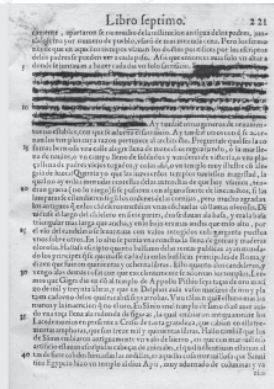
Figure 1.
L. B. Alberti, *Da Arte Edificatoria*, capa.
Tradução portuguesa por Espírito Santo & Krüger.

Figure 1.
L. B. Alberti, *Da Arte Edificatoria*, book cover.
Portuguese translation by Espírito Santo & Krüger.



Figure 2.
L. B. Alberti, *Los Diez libros de Arquitectura*, frontispiece e livro VII,
cap. 13, p. 221.
Tradução para castelhano por Lorenzo. Biblioteca do Departamento
de Matemática, Faculdade de Ciências e Tecnologia da
Universidade de Coimbra.

Figure 2.
L. B. Alberti, *Los Diez libros de Arquitectura*, frontispiece
and book VII, chap. 13, p. 221.
Castilian translation by Lorenzo. Department of Mathematics Library,
Faculty of Sciences and Technology, University of Coimbra.



Litterae em torno de Alberti

Aqui se expõem algumas das obras escritas de Leon Battista Alberti, dando especial enfoque às obras dedicadas à Arquitectura. Encontram-se também outros tratados de Arquitectura e Arte de que o *De re aedificatoria* de Alberti foi precursor.

Esta exposição está integrada na exposição Alberti Digital, patente no Museu da Ciência da Universidade de Coimbra. Este projecto de investigação é, tanto, uma celebração como uma inovação.

Uma celebração no sentido de comemorar a ordem dada por D. João III, em meados do séc. XVI, a André de Resende para traduzir para português o *De re aedificatoria* de Leon Battista Alberti.

Uma inovação no sentido de traçar a influência da teoria de Alberti na arquitectura clássica em Portugal usando um ambiente computacional para construir uma gramática generativa da forma, que possibilite entender as transformações entre as suas propostas não só de organização formal mas também entre os edifícios projectados e construídos, tanto em Portugal como naqueles territórios ultramarinos.

Litterae on Alberti

Here we exhibit some of the written works of Leon Battista Alberti, paying special attention to his books on architecture. We also present other treatise on Architecture and Art which *De re aedificatoria* of Alberti poses as a precursor.

This exhibition is simultaneacasy with the Digital Alberti project held at the Science Museum of the University of Coimbra. Digital Alberti research project is a celebration and an innovation.

A celebration in the sense of commemorating the order given by King John III, in mid XVI century, to André de Resende to translate Alberti's *De re aedificatoria* to the Portuguese language.

An innovation in the sense of tracing the influence of Alberti's theory in Portuguese classical architecture using a computational environment to construct a generative shape grammar, which will enable to understand the transformations between the treatise and the buildings designed and built in Portugal and overseas.

EXHIBITION

Alberti Digital

Tradição e inovação
na teoria e na prática
da arquitetura /

/ Tradition and innovation
in the theory and practice
of architecture

Museu da Ciência / Sciences Museum
+
Biblioteca Geral / Central Library
Universidade de Coimbra / University of Coimbra

15 / 04 - 20 / 06
2013
10h00 - 18h00

Investigador Responsável / Principal Investigator:
Mário Krüger

Investigadores / Researchers:
José Pinto Duarte, Vitor Murtinho, Gonçalo Canto Moniz,
Maria Calado, Helder Carita, Joaquim Jorge,
Bruno Figueiredo, Filipe Coutinho, Nelson Mota,
Bruno Araújo, Giovana Godoi;

Consultores científicos / Scientific consultants:
António Nunes Pereira, Benamy Turkienicz, Carlos Brandão,
Francesco Furlan, George Stiny, Maria Gabriela Celani,
Mário D'Agostino, Nella Bensimon, Peter Kicks, Pierre Caye,
Terry Knight, William Mitchell;

Consultores técnicos / Technical consultants:
Carlos Antunes, Filipe Mesquita, Victor Ferreira, Luís Mateus;

Bolséiros de investigação / Research grants:
Eduardo Castro e Costa, Luís de Sousa, Fernando Fonseca;

Bolséiros de iniciação à investigação / Scientific initiation grants:
Teotónio Caires, Elisa Silva;

Colaborações / Collaborations:
Graça Simões, Bruno Gil, Daniel Mendes, Pedro Januário;

Estudantes da disciplina Alberti Digital /
/ Students of the Digital Alberti course:
Cláudia Batista, Fábio Fernandes, Fátima Subida,
Jessica Santos Marques, Joana Lemos, Lígia Rodrigues,
Luís Carlos Antunes, Manóla de Sousa Oliveira,
Paulo Jorge Dias, Rodrigo Toscano, Ângela de Barros Lima,
Joana Maia, Marco Antunes, Maria Adélia Reis, Rui Aristides
Federica Rubattu, Flávio Ferreira Amado,
Pedro Arrobas da Silva, Ricardo Coelho da Silva, Lian Farhi,
Salima Salim Samji, Marco Castelhan, Rita Merlyte,
Bruno da Luz, Ana Carolina dos Santos Barros,
Adrienne Sauvage, Inês Patrícia Portijo Roxo,
Matteo Piras, Pedro Mateus, Catalina Jardón Juani;

Design gráfico / Graphic Designer:
André Queda;

Organização / Organization:



Parceria / Partnership:



Financiamento / Funding:



Apoio / Support:

