

A obra de Eladio Dieste – Análise estrutural sob a ótica da Parametria

The work of Eladio Dieste - Structural analysis from the perspective of Parametria

Matheus Pereira Santos, Felipe Corres Melachos.

Universidade Anhembi Morumbi - UAM

Departamento de Arquitetura e Urbanismo - Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo

(matheuspereiraarq@gmail.com, fcmelachos@anhembimorumbi.edu.br).

Resumo. O presente artigo de Iniciação Científica, intitulado *A obra de Eladio Dieste – Análise estrutural sob a ótica da Parametria* visa investigar a obra do engenheiro uruguaio Eladio Dieste (1917-2000), cuja produção teve maior força na segunda metade do século XX, na capital de seu país de origem, Montevidéu e municípios adjacentes, além de países da América Latina, inclusive, no Brasil. A exploração deste cria-se pela necessidade de expandir as pesquisas acadêmicas referentes à obra de Dieste que teve tamanho reconhecimento mundial em 2005, quando o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) instituiu sua obra ao título de reconhecimento por meio dos escritos de Stanford (2004).

Palavras-chave: Eladio Dieste, Cerâmica armada, Parametria.

Abstract. *Structural analysis from Parametria aims to investigate the work of the Uruguayan engineer Eladio Dieste (1917-2000), whose production had greater force in the second half of the XX century, in the capital of his native country, Montevideo and adjacent counties, as well as countries Of Latin America, including Brazil. The exploration of this is created by the need to expand the academic research concerning Dieste's work that had such great worldwide recognition in 2005, when the Massachusetts Institute of Technology (MIT) instituted his work to the title of recognition through the writings of Stanford (2004).*

Keywords: *Eladio Dieste, Armed ceramics, Parametry.*

Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística

Edição Temática em Comunicação, Arquitetura e Design

Vol. 7 nº 2 – Março de 2019, São Paulo: Centro Universitário Senac ISSN 2179-474X

Portal da revista: <http://www1.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistainiciacao/>

E-mail: revistaic@sp.senac.br

Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição-Não Comercial-SemDerivações 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

[Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) 

1. Introdução

Eladio Dieste (Artigas, 1917 – Montevideu, 2000) – (figura 1) – foi um importante engenheiro uruguaio que ao longo de sua trajetória profissional desenvolveu uma técnica estrutural autoral, batizada por ele de “cerâmica armada”, construindo silos, armazéns, depósitos, tanques e, sobretudo, igrejas, cuja maior concentração acontece na capital uruguaia, Montevideu e municípios adjacentes.

Como engenheiro, estudou a forma do edifício desde o ponto de vista técnico-estrutural (DIESTE, 1998), buscando eficiência aos esforços dentro dos padrões normativos, que em grande proporção, é verificado na maioria dos casos de obras atreladas aos profissionais da engenharia; como também a estudou sobre o olhar do arquiteto, possibilitando verificar em seu trabalho certo distanciamento aos fixos padrões que regem o trabalho estrutural, concebendo certa aproximação da inventividade construtiva (FITZ, 2015).

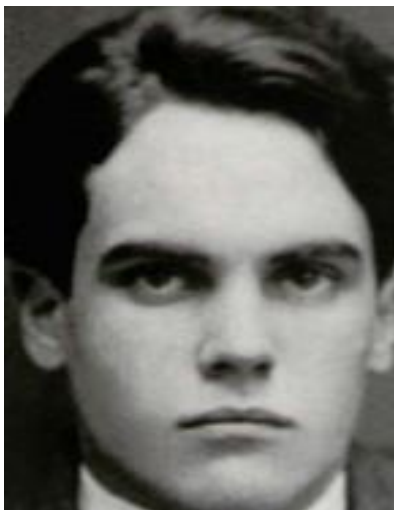


Figura 1. Eladio Dieste aos 17 anos. Fonte: JIMÉNEZ TORRECILLAS, 1996, p.291.

No desenvolvimento de sua carreira, Dieste encontrou no uso de tijolos cerâmicos, a essência para a resolução estrutural e plástica requerida. Como veremos posteriormente, o material produzido em barro cozido era ideal à resistência dos esforços de compressão e pouco exigente em mão-de-obra, que junto ao aço, garantia resistência à flexão e fácil manipulação (LINO, 2008). Assim, através de materialidade simples e de fácil produção, o engenheiro solucionou as questões estruturais e plásticas requeridas em sua ideologia e venceu uma série de outros problemas – estrutural, formal, econômico, social e ambiental.

Sua eficiência construtiva, atrelada a um vasto panorama disciplinar, subentende-se como meio de reinvenção ao material simples – o tijolo – que por aflorar o desejo pela busca de quebra ao tradicionalismo no engenheiro, iluminou técnica e plástica de modo único. Por apresentar pequenas medidas, quando atrelado a um conjunto de componentes, acabou por gerar superfícies leves esteticamente e fisicamente, e por união, permitiu desenhos fluídos, praticamente moldados ao espaço. Porém, mais do que seu notável trabalho estrutural, é importante destacar o que o levou a tal feito: o questionamento à produção arquitetônica latino-americana moderna (LINO, 2008).

Dieste foi bastante crítico à difusão da Arquitetura Moderna nos diferentes trópicos globais (LINO, 2008) e para ele a diferença regional não poderia ser adotada à unificação dos sistemas construtivos. Diante disso, um dos pontos questionados condiz

acerca da situação climática, pois, a arquitetura brutalista advinda originalmente dos países europeus em movimento pós-guerra, apropria-se do uso de materialidades lógicas às circunstâncias de origem, como o concreto e o vidro, porém, quando introduzidas nos países latino-americanos apresentaram problemas de adaptabilidade, justamente pelas situações de predominância solar e chuvas na maior parte do ano.

Vale dizer que apesar de reunido um amplo e abundante trabalho projetual na segunda metade do século XX, além de uma produção escrita relativamente intensa no território uruguaio, ainda há certa escassez bibliográfica acerca de sua obra. Contudo, sua ideologia e obras construídas merecem destaque e notoriedade no campo da engenharia e arquitetura, de modo plural, entre o trabalho estrutural, socioeconômico e logístico (DIESTE, 1998).

Desta forma, a partir dos poucos escritos deixados por Dieste e arquivos documentados, podemos acompanhar tal posicionamento do engenheiro em relação à situação da arquitetura moderna na América Latina. Em uma de suas visitas à Colômbia, criticou o modo de produção predominante local e exaltou a produção com materiais típicos regionais de baixo custo, que traziam maior e melhor qualidade espacial:

Muitos anos atrás, eu tinha que ir ver um grupo escolar em Natagaima, não muito longe de Bogotá, com altitudes mais baixas, com clima severamente tropical. Nele havia dois tipos de construção: uma de paredes de tijolo, estrutura metálica e cobertura de fibrocimento, baixa qualidade e muito desconfortável, e outra feita com uma técnica indígena, circular, sem paredes com pilares de bambu (cana de bambu de grande diâmetro e resistência) em que se apoia em uma cobertura de troncos e também com bambu, que suporta uma cobertura de várias camadas de folhas de palmeira. Esta segunda construção, como contraste, era extremamente confortável e adaptada ao clima, e havia sido feita a um custo que me surpreendeu por tão baixo (porque os materiais não têm quase nada de custo a aqueles que fizeram e vivem de forma diferente) [...]. (DIESTE, p.42, tradução nossa).

Além das discussões acerca da materialidade e técnicas construtivas importadas da arquitetura moderna, originalmente de países europeus, empregadas na maior parte das obras do continente americano, o engenheiro também questionou o formalismo plástico dos edifícios.

Uma das críticas apontadas diz respeito à inserção do Movimento Moderno na região latino-americana e como esta lida com as questões estruturais, mencionando os primeiros estudos de Le Corbusier para a casa Dominó (Maison Dom-ino), onde há a segregação estrutural, possibilitando independência entre estrutura, vedação e cobertura, e conseqüentemente, havendo flexibilidade espacial. Contudo, para ele, o resultado plástico do edifício apresentava rigidez, restringindo-se aos paralelepípedos e formas ligadas aos princípios da geometria euclidiana. Em uma de suas observações, pontua:

A arquitetura que chamamos de Moderna surgiu em países em desenvolvimento social, cultural e, sobretudo, industrial, completamente distinto dos nossos. Suas respostas aos problemas dessas sociedades me parecem quase sempre incompletas; geralmente são mais apropriadas desde o ponto de vista tecnológico,

mais adequado para eles, nem sempre para os outros. (TORRECILAS, 1996, p.218, tradução nossa).

Percorrendo um caminho completamente distinto na produção momentânea, trouxe luz a um novo ideal, onde a qualidade arquitetônica não se restringia apenas a estética do edifício, mas na vivência do espaço, economia material e plástica arrojada, quebrando qualquer preceito condizente que edifícios econômicos deveriam restringir-se formalmente. Sintetizando, podemos dizer que Dieste une a inovação junto à tradição para resolução de problemáticas (sociais e estruturais), como percebemos em algumas de suas citações:

Se tivesse que sintetizar o que tem conduzido nossa busca, diria que é o valor resistente da superfície como tal, o que supõe uma mudança que teve a construção nos últimos tempos, o que tende a buscar a resistência da nervura, da viga e do arco.

Nossos métodos construtivos têm muito a ver com os tradicionais, impomos o material, fazendo-os sem copiá-los. Esta é a maneira de ser fiel a discussão profunda da verdadeira tradição, fonte sempre do revolucionário, nisso e em tudo. (TORRECILAS, 1996, p.218. Tradução nossa).

Para Eladio, também condiz dizer que o espaço deve ser vivenciado de maneira única e percebe-se que sentimentos e sensações distintas buscam ser despertadas em suas concepções arquitetônicas, como afirma:

A felicidade intensa que sinto nas viagens a cidades da Europa e em sítios insuspeitos e pouco conhecidos, como por exemplo, a parte velha do Panamá, se deve porque esse espaço, tão barato, tem sido tratado com sabedoria e tão humanamente.

[...] Como toda arte, a arquitetura nos ajuda a contemplar. A vida vai gastando nossa capacidade de surpresa e a surpresa é o princípio de uma visão verdadeira do mundo. (TORRECILAS, 1996, p.218. Tradução nossa).

A abordagem de técnicas locais, portanto, trouxe melhores situações à construção, por apresentar potencialidades como, baixo custo material, fácil produção e não distanciamento à tradição. Diferentemente disso, a importação de outras materialidades, principalmente no que diz respeito à aplicação de materiais e técnicas construtivas vindas da Europa no período moderno ao contexto latino-americano, acaba por resultar em dificuldades de adaptação climática e problemas de execução.

Analisando sua filosofia conceitual junto ao entendimento da crítica de arquitetura Marina Waisman, nota-se claramente que há conceitos como o humanismo e racionalismo analítico presentes em sua obra. Também há o toque "transcultural", englobando a transposição dos critérios arquitetônicos e urbanos juntos no contexto latino-americano.

Nesse panorama, enfatizou sua produção acerca dos temas que criou durante seus debates, opondo o desenvolvimento da cerâmica armada como caminho alternativo à arquitetura latino-americana e não como resposta, como afirma:

O homem tem, por sorte, a generosidade de andar por caminhos em que sente uma sólida congruência íntima. Em matéria estrutural geralmente procedemos como se o campo de procedimento estivesse completamente definido e bastasse aprofundar-se no já conhecido. Isto é falso no campo da técnica e seguramente em todos os demais. O tempo que se gasta em refletir com a clareza livre dos problemas que nos põe a realidade é demasiadamente menor que o empregado em seguir estudando o que já estudado por outros. Se apresentar um caminho interessante, devemos nos aventurar por ele com tamanha confiança; isso é o que fizeram os criadores das técnicas que tanto admiramos. (TORRECILAS, 1996, p.218, tradução nossa).

2. Objetivos

O objetivo de pesquisa deste trabalho é investigar e estudar a obra institucional de Eladio Dieste, com um enfoque no sistema estrutural de tijolos cerâmicos utilizado em sua obra na segunda metade do século XX.

A análise estrutural de sua obra, como já mencionado, se dá pela proeminência dos grandes vãos e cascas em sua produção desta tipologia, de modo a potencializar o entendimento da relação entre forma e estrutura presentes em sua concepção estrutural, assim como entendimento ao caminho de forças e esforços intrínsecos ao partido formal.

Assim sendo, o objetivo de análise da obra de Dieste elencada para este estudo será a Modelagem Paramétrica (MP) e Fabricação Digital (FD). Isto é, em um primeiro momento, propõe-se a seleção de estudos de caso elencados na obra de Dieste e pertencentes ao recorte. Posteriormente, a ideia seria através dos softwares digitais paramétricos (*Rhinoceros* e *Grasshopper*), realizar a produção física e digital de modelos com o auxílio de cortadora a laser, fresas CNC (Comando Numérico Computadorizado) e impressora 3D. Contudo, vale ressaltar, que isso apenas seria concretizado caso houvesse recursos financeiros disponíveis. Contudo, inicialmente, garante-se a proposta (ideia) para tal processo de pesquisa alinhado à obra de Dieste.

Além disso, o desenvolvimento da presente pesquisa científica permitirá a construção de um acervo de materiais como referência à futuros estudos. A intenção é investigar um novo modelo de produção arquitetônica, que integra a simulação digital ao desenvolvimento de formas complexas, com atenção ao desenho paramétrico como solução de projeto.

3. Materiais e métodos

Para o desenvolvimento desta, a metodologia adotada consiste no levantamento bibliográfico inicial, aplicado no sentido de ampliar o referencial reunido durante a elaboração do mesmo e ampliação do repertório acerca da obra do engenheiro e arquiteto uruguaio Eladio Dieste na América Latina e propriedades técnicas que regem o representável trabalho estrutural produzido.

Vale destacar que o trabalho também visa contribuir para o desenvolvimento da linha de pesquisa do docente orientador deste, Felipe Corres Melachos, colaborando às

áreas estruturais, para este que possui anos de docência e explorações acadêmicas na cadeira de Sistemas Estruturais, junto à aplicação dos conceitos extraídos deste referencial em estudos de caso (SERRA, 2006) pertinentes para a investigação do objeto de pesquisa.

Desta forma, o cunho projetual da temática da pesquisa terá como auxílio a colaboração profissional, por parte do orientador deste projeto de pesquisa, em escritórios paulistas e norte-americanos com grande produção de sistemas estruturais amparados pela Modelagem Paramétrica (MP) e Fabricação Digital (FD), de modo que será proposta a utilização da MP e FD na análise estrutural da obra de Dieste dentro dos recortes pré-estabelecidos anteriormente e executado caso haja patrocínio financeiro condizente a tal produção.

Em linhas gerais, a etapa inicial de trabalho contou com a seleção bibliográfica, buscando reunir maior número de material possível pertinente a contribuição do desenvolvimento e concretização desta pesquisa, que perdurará até os instantes finais da etapa de desenvolvimento do artigo. A seleção a priori contribuiu assim, para o desenvolvimento fundamental de base à escrita da pesquisa e, conseqüentemente, do artigo junto ao pré-estabelecimento das conceituações primordiais, estabelecendo o estado da arte da temática de estudos.

Depois de estudados os fatores introdutórios da obra institucional de Dieste, como sua formação familiar, contribuições familiares à sua ideologia, formação acadêmica, situação profissional como docente e contribuinte a outros escritórios de engenharia, a participação junto a arquitetos e entendimento do estado de espírito que aliou estrutura e conceituação social, formação do escritório Dieste-Montañez S.A. até seu desenvolvimento tipológico estrutural, decidiu-se selecionar os estudos de caso pertinentes ao recorte já mencionado.

A exploração serve para estudar sua obra, focando-se no sistema estrutural investigado, batizado por ele como "cerâmica armada".

Como já mencionado, a ideia central é propor estudos das obras de Dieste junto aos sistemas de desenvolvimento paramétrico, através de Modelagem Paramétrica (MP) e Fabricação Digital (FD), em função da necessidade de explorações passíveis de análises da relação forma-estrutura, no que diz respeito à compreensão analítica nos padrões básicos arquitetônicos que regem as representações gráficas (plantas, cortes e elevações), e assim como nos modelos arquitetônicos de renomados escritórios contemporâneos, tal análise faz-se necessária para melhores e viáveis estudos às obras em questão. Ainda é válido pontuar que, a propriedade dinâmica investigativa adquirida através da MP auxilia no desenvolvimento de protótipos através da FD que facilitam a compreensão das formas geradas. O manuseio do modelo físico melhora no entendimento tectônico e das relações espaciais (VEIGA, 2015), ajudando o arquiteto concretizar seu pensamento arquitetônico (SASS; OXMAN, 2006).

Em arquitetura, a FD refere-se aos processos de produção da forma controlados computacionalmente, e baseados em modelos geométricos digitais (FLÓRIO, 2009). Entre os resultados dos projetos desenvolvidos pela MP e executados por meio da FD, vale destacar os trabalhos de arquitetos como Zaha Hadid, Patrick Schumaker, Mark Burry, Greg Lynn e os engenheiros do Arup and Partners (FLÓRIO, 2009).

Portanto, enfatiza-se que estudar a obra de Eladio Dieste junto à Modelagem Paramétrica e Fabricação Digital, não condiz apenas à importância da difusão da arquitetura paramétrica no território nacional, mas, auxilia na busca pela compreensão do caráter estrutural tão desafiador à época da construção e estabilidade do estado após décadas de sua construção, quebrando paradigmas atrelados à relação entre forma e estrutura.

4. Desenvolvimento

Forma, estrutura e vedação

Sobre a relação da tríade Forma-Estrutura-Vedação, a partir de escrito de Yopanan Rebello, faz-se introdução à tal relação. Primeiramente, é considerável dizer que o "aluno deve ser capacitado quanto à forma, à função e à tecnologia da construção", entendendo o "comportamento estrutural, entre outros para ser um arquiteto" (REBELLO, 2003, p.10), e com base nestes escritos toma força os estudos estruturais nessa pesquisa.

Sobre a obra de Dieste, uma das estonteantes características de seu trabalho é sua inventividade da forma a partir do entendimento estrutural da construção utilizando tijolos.

Para o engenheiro, projeto, estrutura e canteiro de obra devem ser fundidos e transformar-se em algo homogêneo. Seu aprofundamento em todas as etapas do projeto faz com que a qualidade formal e técnica nasçam em conjunto e muitas vezes os desenhos não são suficientes para entender o projeto como o todo.

Em um de seus discursos, o engenheiro-arquiteto exemplifica a relação entre projeto, desenhos e obra:

Até hoje, os arquitetos se movem com mais facilidade manipulando e compondo desenhos; Escolhem os como superfície para limitar o espaço de forma natural, embora nem sempre seja o mais adequado. Temos visto edifícios onde a solução do teto, por exemplo, é colocado estruturalmente para não sair do plano. Tem influência no fato de que um edifício deste tipo é mais fácil de expressar graficamente. Lembrome que ao perguntar a um amigo sobre o trabalho de Gaudí, ele respondeu que não lhe interessava nada: "isto não tem nada a ver com a gente", disse ele, e como um argumento final acrescentou: "Eu não saberia como desenhar um edifício de Gaudí e como faríamos hoje um trabalho sem plantas, fachadas e cortes". Isto é algo a se pensar muito; Este amigo não se interessava em Gaudí como um artista, mas isso é um exemplo de uma mentalidade tática: o pensamento na mídia gráfica que precisamos para construir, dando-lhes uma importância desproporcionada; O essencial é a obra, não os planos, e se estes não nos ajudam a expressar o que nós consideramos válidos por razões sérias, não devemos abandoná-lo. (DIESTE, 1998, p.44, tradução do autor).

Suas obras dificilmente poderiam ser desenhadas a princípio, desde os desenhos básicos (plantas, cortes e elevações) até os detalhamentos executivos para produção. Desse modo, há uma de suas conceituações expressa – A homogeneidade entre obra e canteiro.

A importância do pensamento estrutural que culmina no objeto construído é então, tida pela relação forma-estrutura-canteiro, e junto a tal pensamento, deduz-se que "não se pode conceber uma forma sem se conceber automaticamente uma estrutura e vice-versa" (REBELLO, 2003, p. 26).

Eladio defende a estrutura como resposta à forma e afirma seu pensamento de maneira inseparável. Segundo ele, "o construtivo será sempre inseparável da arquitetura: é como seus ossos e sua carne".

A separação entre a forma e estrutura é chamada por ele de "Cenografia":

Porque é cenografia e não é arquitetura ou é um tipo muito especial de arquitetura. Há grandes obras em que se sente esta fraqueza; Não são construídas: tem algo de cenografia. [...] Para que a arquitetura seja de fato construída, os materiais não devem ser usados em um profundo respeito à sua essência. E conseqüentemente as suas possibilidades. (Ibidem, p.46, tradução do autor).

O vínculo entre arquitetura e o canteiro de obra parecem diretos, mas, em muitos casos, não é. Há a segregação entre os processos, no que diz respeito ao desenho, estrutura, cálculo e construção, onde, possivelmente, há confronto entre as informações desenvolvidas e a execução do mesmo. Normalmente, estudo preliminar, anteprojeto, e projeto executivo são pensados separadamente ou de maneira supérflua em relação às técnicas construtivas, mas, para ele, todas as etapas do desenvolvimento do projeto e o canteiro deveriam fundir-se, tendo o canteiro de obras como um laboratório de experimentações.

Entre seus pensamentos, o arquiteto criticou profundamente a produção arquitetônica latino-americana em relação às técnicas construtivas usuais e materialidade, pois, esta relação deve caminhar junto ao entendimento geográfico, climático e social. Para ele, o primeiro questionamento básico sobre a produção parte da relação entre clima x materialidade, na indagação ao uso do vidro e materiais considerados tecnológicos no momento, em países com altos índices de insolação na maior parte do ano e chuvas abundantes. Também criticou o modo como os materiais locais, com baixo custo de produção eram negligenciados, como forma de rejeição a própria história local por parte dos arquitetos.

O uso da cerâmica como ressignificação cultural latino-americana

Sobre a matéria prima, o uso do tijolo cerâmico como principal material e o aprofundamento técnico da cerâmica armada traduzida em estrutura, vedações horizontais e verticais foi responsável por novas possibilidades plásticas em seu trabalho.

Inicialmente, associou a matéria prima à cultura local uruguaia, mas, posteriormente percebeu que o material traduzia com excelência a cultura latino-americana, junto à facilidade produtiva e baixo custo nestes países, ressignificando-o culturalmente.

Vale destacar que o trabalho pode ser percebido como meio de parametria analógica, uma vez que a forma complexa é livre de preceitos ligado, obrigatoriamente, à geometria euclidiana traduzida aos desenhos. Tal homogeneidade dos elementos construtivos resultantes pela forma também pode ser notada como um movimento inicial das atuais arquiteturas produzidas por arquitetos contemporâneos que utilizam a parametrização nos estudos e desenvolvimento (técnico e prático) de estruturas, desassociando os elementos construtivos em diferentes superfícies e volumes, traduzindo-os de forma única. Essa dissociação possibilita novos modelos de

superfícies e independência estrutural propiciando flexibilidade de interiores, já que as paredes internas não possuem função estrutural, possibilitando a troca, ou substituição por painéis.

Normalmente, no movimento moderno, quando a estrutura externa se torna forte o suficiente e possibilita planta interna livre, há como resposta, paralelepípedos herméticos como forma. Eladio decidiu romper este ideal e abusar das superfícies como potencializadoras de volumetrias inusitadas e formas flexíveis. Após quarenta anos de trabalho e o aperfeiçoamento da técnica, relatou sua experiência entre projeto e canteiro, afirmando:

Pouco a pouco estou especificando com o intuito de chegar ao pleno domínio das técnicas que uso hoje, um processo que suponho imaginar, mas pensar e construir equipes que os tornam economicamente viáveis e desenvolvam os métodos de cálculo, que nascem naturalmente imaginando, mas que partem, em geral, dos caminhos que seguem as teorias no uso, que eram, além disso, as que haviam ensinado. (Ibidem, p.48, tradução do autor).

Até a construção da Igreja de Atlântida, em 1960 (Figura 2), Eladio trabalhou junto a outros profissionais da engenharia e arquitetura, em nichos voltados ao cálculo e concepção estrutural, como autônomo em um primeiro momento e posteriormente, em equipes multidisciplinares, no setor privado e público.



Figura 2. Tomada Frontal da Igreja Cristo Obrero, em Atlântida. Fonte: MELACHOS, Felipe. 2016.

Arquitetos e pesquisadores da obra do engenheiro atrelam em seus trabalhos e documentos produzidos, a relação entre o desenvolvimento da cerâmica armada por Dieste ao primeiro projeto utilizando a técnica por Antonio Bonet, em que o engenheiro trabalhou como consultor estrutural. A obra em questão, a Casa Berlingieri (figura 3), na região de Punta Ballena, no sul uruguaio, o arquiteto responsável convidou Dieste à ser consultor e projetista estrutural, tornando pontapé inicial a sua busca incessante por desenvolver novos e inovadores métodos junto a técnica.



Figura 3. Casa Berlingieri, projeto do arquiteto Antonio Bonet. Disponível em: <<https://relatosurbanos2013radiodelmar.wordpress.com/2013/10/21/relatos-urbanos-practicas-de-espacio-1610-paisajes-del-exilio-homenaje-a-antoni-bonet-castellana/>>. Acesso em 16 Jul 2016.

Em um de seus discursos, o engenheiro comentou como foi chamado a desenvolver o projeto estrutural da casa e como a destrinchou como linha para futuros projetos:

A coisa começou assim: Bonet me chamou para calcular a estrutura de uma das casas que havia projetado em Punta Ballena. Neste momento, a casa de Bonet realmente sugeria não realizar de concreto as abóbodas, mas fazê-las de tijolos. Recordo-me que Bonet me disse: “mas não faremos de tijolos porque resultará em algo muito pesado”, porque ele havia pensado em colocar os tijolos no sentido dos 12 cm. Eu lhe disse “uma casca de tijolos” e ele me respondeu: “você acredita que é possível fazer?”. Eu lhe disse: “Bem, deixe-me pensar”. Eu pensei e, evidentemente, havia uma quantidade muito grande de dúvidas, mas estava seguro que se poderia fazer. Então a fizemos. O empreiteiro não queria construí-la. Depois não queria colocar-se debaixo. Depois não queria subir na estrutura (...). E ao ver as cintas de tijolo contra os bosques realmente percebi que havia encontrado algo que valesse a pena seguir; era a ponta de uma linha. (GUTIERREZ, 1996)

A linha de raciocínio do engenheiro recém-formado acabava por despertar uma nova racionalidade, a utilização de tijolos cerâmicos como superfícies a vedações horizontais e verticais. É fato que o sistema foi sem dúvida alguma, com maior força, pesquisada e discutida por Dieste, dentro daquele trabalho inicial e que o levou a uma sucessão de outros com o mesmo pensamento, mas tentando inová-lo constantemente.

O jovem profissional que buscava algo novo com inquietude acabava por descobrir o caminho que seguiria pelo resto de sua vida profissional, a abordagem da cerâmica armada como caminho a soluções estruturais com âmbito social, econômico e quebrando paradigmas formais. Decidiu também utilizar barras de aço pré-tensionadas como complemento estrutural a ajudar no descarregamento de esforços; fôrmas móveis de madeira como reuso a fim de economia e viabilidade técnico-construtiva.

Na obra de Bonet, Dieste que a utilizou como laboratório e testou a nova técnica, verificou sucesso construtivo e viabilidade, passando apropriar-se da técnica como sistema predominante em suas obras e testando-a de maneira irreverente a cada uma.

Com panorama geral, durante os trabalhos de Eladio Dieste junto a outros arquitetos, engenheiros e escritórios que trabalhou, adquiriu aprofundamento das técnicas tão investigadas por ele no meio acadêmico, o que propiciou grande bagagem cultural e de conhecimentos e ao fundar sua empresa com Montañez, em 1954, passa a receber uma crescente projetual, possibilitando testar a técnica de diferentes formas possíveis, junto a novas tipologias (abóboda autoportante, abóboda gaussiana – de dupla curvatura, paredes curvas e lajes plissadas, torres e tanques de água).

Paredes curvas e lajes plissadas

Contudo, apesar da obra de Dieste ser característica pela construção de grandes abóbodas gaussianas – de dupla curvatura, e autoportantes, aplicadas às coberturas de galpões, celeiros, hangar e ginásios, também é destacável seu célebre trabalho acerca de paredes curvas e lajes plissadas, aplicada em capelas. Portanto, neste artigo de Iniciação Científica, há enfoque acerca desta tipologia, permitindo vislumbrar conhecimento específico destas, uma vez que apresenta mais e melhores possibilidades da aplicação entre a relação forma-estrutura, tão trabalhada pelo engenheiro.

Dentro de seu trabalho, é notável sua investigação acerca da geometria estrutural como resposta à quebra de paradigmas da forma. Também valendo pontuar que o desenho da estrutura partia do pressuposto econômico à matéria-prima e eficiência da edificação, como no caso da iluminação e ventilação, por exemplo, mas, também, durante o processo de canteiro de obra, buscando regrar o método construtivo e economizar na produção, como é o caso das fôrmas utilizadas para moldar suas armações. Sua destacável logística e profundo conhecimento acerca do processo construtivo intensificou seu trabalho através de aplausível qualidade técnica, espacial, construtiva e principalmente, racional.

O clássico exemplo da aplicação desta tipologia pelo engenheiro é a estonteante Igreja do Cristo Obrero, construída em 1960, na cidade de Atlântida, pertencente ao Departamento de Canelones, no Uruguai.

O célebre projeto na obra de Eladio é considerado uma de suas mais representativas obras. Porém, outros importantes exemplos da aplicação construtiva desta técnica são: a Igreja e Casa Paroquial Nossa senhora de Lourdes (1968), Igreja de São Pedro (1971), Albergue Ayui (1976), o Centro Comercial de Montevidéu (1985), Conjunto paroquial San Juan D'Ávila (1996), Paroquia de Nossa Senhora do Rosário (1996) e o caminho dos Estudantes (1996). O conceito adotado para o desenvolvimento desta tipologia de parede foi claramente expressado por Dieste, como afirma:

Com o mesmo método com o qual se consegue a conicidade dos tanques pode construir-se qualquer tipo de parede cuja superfície seja regrada.

O procedimento é sempre o mesmo: replanejar o nível do solo e a uma altura razoável, prolongar as geratrizes como antes. Se a parede se faz com dois muros médios de tijolos ou mesmo espelhados, suficientemente separados, não é necessário andaime e pode em seguida construir-se paredes muito altas a um custo muito baixo. (JIMÉNEZ TORRECILLAS, 1996, p.147. (Tradução nossa)

As paredes de superfície regradada têm como clara compreensão limitar o espaço físico, porém, mas do que isso é responsável por confrontar as superfícies de modo singular, apresentando geometria que se serpenteia ao verticalizar-se. Ou seja, a geratriz horizontal pousada no chão não apresenta o mesmo desenho na geratriz situada no ponto mais alto da superfície, uma vez que este possui variações espaciais e ao chegar neste último, conforma geratriz senoidal.

Na construção, há dupla camada de tijolos cerâmicos com leve separação por alguns centímetros, espaçamento que é preenchido com armação em aço (do ponto de base à ondulação no topo) e concreto, posteriormente, recebendo uma leve camada de argamassa, progredindo a horizontalidade espacial da superfície.

Dentro da inventividade do engenheiro aplicada às soluções desta tipologia, há a criação de uma família destas superfícies, após combinações regradadas.

No caso da Igreja Cristo Obrero (Figura 4), na base há geratriz reta e no nível máximo elevado, há senóide horizontal centralizada (ROMAN, 2012) – (Figura 5).



Figura 4. Fachada da Igreja Cristo Obrero. Fonte: Acervo do fotógrafo Leonardo Finotti. Disponível em <<http://www.leonardofinotti.com/projects/cristo-obrero-church/image/49509-110513-020d>>. Acesso em 15 Ago 2016.

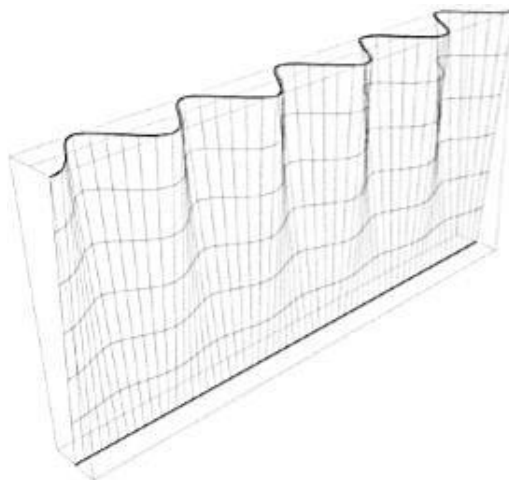


Figura 5. Parede regradada com geratriz reta na base e senoide horizontal centralizada no topo. Fonte: ROMÁN, 2012, p.79.

No segundo caso, na Igreja de São Juan de Ávila (Figura 6), "a geratriz reta encontra-se elevada do nível do chão, o que gera duas geratrizes senoidais, uma na base do muro, ao nível do chão, e outra ao nível do teto" (ROMAN, 2012, P.79) – (Figura 7). A ideia foi executar a geratriz de modo que estivesse intermediária à superfície, na cota

dos olhos do observador, gerando um campo de visão direcionado ao altar (ROMAN, 2012).



Figura 6. Fachada traseira da Igreja São Juan de Ávila. Disponível em <<https://sobrearquitecturas.wordpress.com/2016/03/30/eladio-dieste-en-sobrearquitecturas/>>. Acesso em 15 Ago 2016.

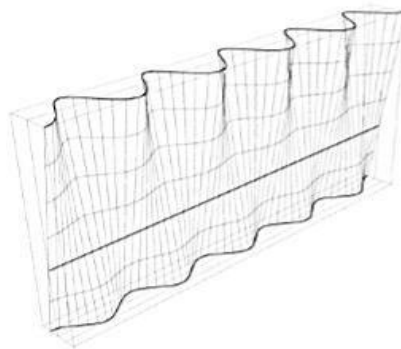


Figura 7. Parede regradada com geratriz reta horizontal e geração de duas geratrizes em senóide, na base e no topo. Fonte: ROMÁN, 2012, p.79.

No terceiro caso, o objeto é o Centro comercial de Montevideú (Figura 8), “apresenta esquema de trabalho das paredes regradadas mais complexo, no qual temos uma geratriz reta ao nível do solo e no extremo superior da parede. A geratriz senoidal à meia altura é deslocada lateralmente em relação ao eixo” (ROMÁN, 2012, p.81) – (Figura 9).



Figura 8. Centro comercial de Montevideu. No primeiro plano, Eladio Dieste em visita à obra. Disponível em <<http://armandolveira.blogspot.com.br/2011/11/lineas-deresistencia-su-alumno-y.html>>. Acesso em 15 Ago 2016.

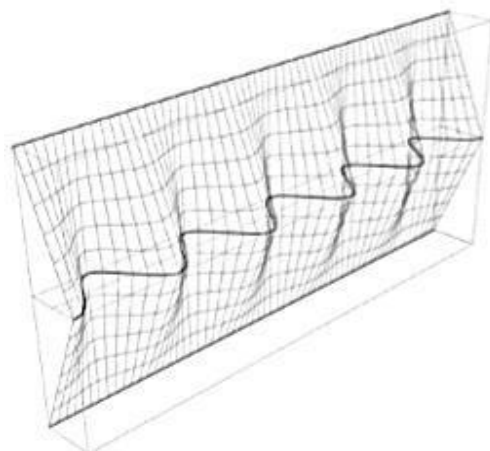


Figura 9. Parede regradada com geratriz reta na base e noto e geratriz senoidal no nível intermediário. Fonte: ROMÁN, 2012, p.81.

Nos dois primeiros casos, as vigas posicionadas horizontalmente são ondulantes, isso é, seguem o desenho estrutural, já que paredes e lajes se fundem formando uma única superfície. As paredes recebem os esforços das abóbodas de dupla curvatura onduladas que cobrem a ala interna, acompanhando seus vales e cristas geometricamente. Já a viga de coração recebe os empuxos horizontais da cobertura, levando-os ao aço, que age da mesma forma como nas abóbodas de dupla curvatura, cruzando e lingando-se espacialmente no espaçamento entre a dupla camada de tijolos.

Os tijolos cerâmicos utilizados para o assentamento destas superfícies são maciços e industrializados por sua equipe, dispoendo de resistência às cargas de peso da forma e uniformidade quanto à dimensão dos componentes e coloração.

Sobre a relação entre a Obra institucional de Eladio Dieste e a Parametria, podemos compreendê-la de modo ligado indiretamente, contudo, primordialmente, direto. Isto é, se analisarmos cada uma das obras separadamente, podemos perceber que há certo afastamento aos rígidos padrões de forma que normalmente seguem os edifícios produzidos nessa época.

Assim, um dos pontos chaves de seu trabalho é justamente o fato do desenho do edifício não expressar-se apenas nos desenhos bases bidimensionais (planta, corte e elevação), mas, fogem de tal formalismo, e atualmente, somente são passíveis de compreensão por meio de amostragens tridimensionais. Claro, que na época de sua construção, por falta de recursos computacionais, o engenheiro realizava cada uma de suas obras diretamente no canteiro, aproximando a inventividade da produção, juntamente com projeto e propriedades técnico-estruturais.

Se compararmos as edificações de Dieste com obras produzidas por arquitetos contemporâneos que utilizam dos recursos e softwares de modelagem paramétrica (MP) no processo projetual e da fabricação digital (FD) para vislumbramento e estudos de massa e estruturas, percebemos nitidamente como há aproximação entre os requisitos projetuais das edificações paramétricas – dissociação entre os elementos gráficos e construção; necessidade de padrões tridimensionais para total

entendimento do edifício; quebra de formalismo plástico; elementos construtivos (paredes, piso e cobertura) operando em um só corpo; manipulações; etc.

Outra qualidade que podemos dizer é quanto ao uso de tijolos que por apresentarem pequenos corpos operando na solução final do todo, poderiam ser exemplificados e analisados parametricamente como um conjunto de algoritmos que conformam a superfície total, no caso, paredes ou cobertura, e que após passar por rápidas simulações e manipulações, por meio de mudanças no padrão destes ou medidas, poderiam gerar uma série de novos modelos formais, constituindo uma família a partir de rápidas manipulações, viabilizando estudos estruturais dos edifícios.

5. Conclusão

O artigo e pesquisa que se propôs a investigar e estudar a obra institucional do engenheiro e arquiteto uruguaio Eladio Dieste (1917-2000), focando-se no sistema estrutural investigado e batizado por ele como "cerâmica armada", que no desenvolvimento de sua carreira, encontrou no uso de tijolos cerâmicos, a essência para a resolução estrutural requerida, uma vez que o material produzido em barro cozido era ideal à resistência dos esforços de compressão e pouco exigente em mão-de-obra, que junto ao aço, garantia resistência à flexão e fácil manipulação, constatou que este também quebrou paradigmas estilísticos, por contrapor-se aos preceitos da arquitetura moderna, advinda originalmente da Europa, criticando sua aplicação nos países latino-americanos, por insuficiência na adaptabilidade ao clima e condições regionais, ocasionando uma série de outras problemáticas, como elevado custo de obra, falta de racionalização no uso das fôrmas à produção do concreto armado e principalmente, por negligenciar as técnicas culturais de produção local.

Assim, através da simples materialidade e de fácil produção, solucionou questões estruturais e plásticas requeridas em sua ideologia, vencendo uma série de outros problemas – estrutural, formal, econômico, social e ambiental – cuja maior concentração encontra-se na capital uruguaia, Montevidéu, municípios adjacentes e em parcela, no território brasileiro, nos estados do Rio grande do Sul e Rio de Janeiro.

Nesse sentido, a produção de Dieste, se vista de um panorama multidisciplinar, estabelece a quebra de paradigmas, não só pelo uso reinventado do tijolo, mas pela logística encontrada, transcendendo as técnicas construtivas tradicionais e modo de produção eficiente, que acabou por competir com os sistemas industrializados de maneira consideravelmente viável.

Como mencionado no trabalho, a investigação estrutural de sua obra se dá em proeminência de grandes vãos e finas cascas com materialidade simples, através de quatro tipologias desenvolvidas durante sua carreira (1.abóbodas autoportantes; 2.abóbodas de dupla curvatura – ou gaussianas; 3.paredes curvas e lajes plissadas; e 4.torres de televisão e reservatórios d'água), estabelecendo a quebra das condicionantes tradicionais destas técnicas estruturais, buscando incessantemente atrelar suas obras à laboratórios de testagens e pesquisas, permitindo o desenvolvimento aplausível do ponto de vista técnico construtivo, plástico e racional das mesmas.

Neste trabalho científico, em especial, optou-se por focar na tipologia "3" – Paredes curvas e lajes plissadas – com recorte ao território uruguaio, em três projetos contendo variantes da tipologia escolhida: Igreja do Cristo Obrero em Atlântida (1952), Igreja e casa paroquial Nossa Senhora de Lourdes em Montevidéu (1968) e Montevidéu Shopping Center (1984), potencializando o entendimento intrínseco da relação forma-estrutura, junto aos esforços predominantes. Dessa forma, durante o processo de desenvolvimento deste, verificou-se que a tipologia escolhida como nicho de estudo a da obra de Dieste, foi factível, indo de encontro às variações provocada

pela incessante investigação do engenheiro por sua trilha projetual. Essas variantes, além de célebre qualidade plástica e estrutural, também nortearam a segunda temática deste estudo, a relação entre a arquitetura e parametria.

O vislumbamento específico dessa também viabilizou conexões entre as superfícies construídas e a Arquitetura Paramétrica, dessa forma, é possível compreender que cada um dos tijolos empregados nas superfícies podem ser vistos como algoritmos independentes e o conjunto das partes constitui o todo, no qual o percebemos como elemento de superfície final. Esse último pode ser modificado por meio de parâmetros, caso haja variações entre as medidas ou quantidades dos tijolos constituintes, que antes eram fixas.

Também percebe-se que as obras desenvolvidas e produzidas por Eladio Dieste tem a qualidade expressa na dissociação dos elementos construtivos, pois, para ele, estrutura, cobertura e canteiro devem representar uma única instância. Nesse sentido, a forma nasce a partir do desenvolvimento estrutural, onde a resolução da estrutura gera um trabalho formal surpreendente.

Portanto, se os elementos construtivos se tornam singulares à forma, os elementos espaciais (piso, paredes e teto) também se dissociam ao modo que o desenho do edifício torna-se a priori, impossível de decodificação.

No panorama geral, seu trabalho pode ser percebido como um processo de parametrização analógica, por alguns fatores: 1. A solução "Forma x Estrutura" torna-se indissociável; 2. Os elementos espaciais (parede, piso e teto) também se fundem pela materialidade; 3. O desenho do edifício nem sempre é possível de expressar-se graficamente, por transcender os limites da geometria euclidiana; 4. A forma nasce da estrutura, porém, à medida que a estrutura vai se estabilizando, a forma vai expressando-se de surpresas espaciais; 5. As superfícies que geram a volumetria fundem a ideia ao desenvolvimento e a possibilidade da construção nasce do entendimento material; 6. Em toda sua Obra, houve a criação de inúmeras famílias de elementos arquitetônicos, principalmente, entre empenas e coberturas (abóbodas).

Os pontos aqui citados simbolizam alguns dos preceitos usados e abordados por arquitetos contemporâneos que utilizam a Parametrização no desenvolvimento de suas obras, como forma de compatibilização entre Forma e Estrutura. O trabalho de Eladio Dieste possui as mesmas características, e há cerca de 60 anos atrás, de maneira artesanal e analógica.

Atualmente, os meios de modelagem paramétrica e fabricação digital auxiliam na viabilização técnica, estrutural e executiva da Forma criada. Se na década de 1950, o arquiteto tivesse os recursos e softwares de modelagem paramétrica disponíveis, conseguiria simular digitalmente seus projetos e avaliar a eficiência técnica, estrutural, formal, energética e espacial.

Desta forma, pretendo na finalização deste, simular os projetos selecionados, junto aos softwares de Modelagem Paramétrica (MP), em especial, *Rhinoceros* e *Grasshopper* e posteriormente, viabilizá-los por meio de Fabricação Digital (FD) aos estudos de caso pré-estabelecidos, permitindo compreender os esforços predominantes e reações destes junto ao desenho do edifício, apresenta algumas dificuldades de execução até o presente momento, no que diz respeito à aplicação por parte aos softwares e quesitos financeiros para FD, contanto, os estudos prosseguirão em direção a proposta inicial.

Referências

- AGKATHIDIS, Asterios. **Digital Manufacturing: In Design and Architecture**. Amsterdam: BIS Publishers, 2011.
- AIELLO, Carlo. **Digital and Parametric Architecture**. New York: Evolo, 2014.
- BOHER, Glênio; CANEZ, Anna Paula; COMAS, Carlos Eduardo. **Arquiteturas Cisplatinas: Roman Fresnedo Siri e Eladio Dieste em Porto Alegre**. Porto Alegre: UniRitter, Centro Universitário Ritter dos Reis, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2004.
- CARBONELL, Galaor. **Eladio Dieste – La Estructura Ceramica**. Escala: 1987.
- CELANI, G. Enseñando diseño generativo: una experiencia didáctica. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 13, SIGRADI 2009, São Paulo. **Anais...2009**, São Paulo, Brasil: UPM, 2009, p. 162-165.
- COMAS, Carlos Eduardo; CANEZ, Anna Paula; BOHRER, Glênio Vianna. **Arquiteturas cisplatinas: Roman Fresnedo Siri e Eladio Dieste em Porto Alegre**. Porto Alegre: UniRitter, 2004.
- DIESTE, Antonio. A prospect for structural ceramics. In: STANFORD, Anderson. **Eladio Dieste: Innovation in Structural Art**. New York, Princeton Architectural Press, 2004.
- DIESTE, Eladio; LOBO, Carlos Gonzalez. **Architettura, partecipazione sociale e tecnologie appropriate**. Jaca Book, 1996.
- DIESTE, Eladio. **Eladio Dieste - La invención inevitable: y otros ensayos**. Montevideo: Augustin Dieste, 2015.
- DIESTE, Eladio. Las tecnologías apropiadas y la creatividad. In: GUTIÉRREZ, Ramón (coord.). **Arquitectura latinoamericana en el siglo XX**. Buenos Aires, Cedodal, 1998
- DIESTE, Eladio. **Some reflections on architecture and construction**. MIT Press, 1992.
- Eladio Dieste (1943-1996)**. Consejería Obras Andaluca: 1998.
- Eladio Dieste (1943-1996) - Métodos de Calculo**. Consejería Obras Andaluca: 1998.
- ENGEL, H. **Sistemas de estruturas**. 1.ed. São Paulo: Hemus, 1981.
- FERRO, Sérgio. O canteiro e o desenho. In: FERRO, Sérgio. **Arquitetura e trabalho livre**. São Paulo, Cosac Naify, 2006
- FINOTTI, Leonardo. **Acervo fotográfico**. Disponível em <<http://www.leonardofinotti.com/projects/cristo-obrero-church/image/49509-110513-020d>>. Acesso em 15 Ago 2016.
- FITZ, Leonardo. **A obra de Eladio Dieste**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio grande do Sul. Rio Grande do Sul, 2015.
- FITZ, Leonardo. **Os casos das igrejas de Eladio Dieste em Atlántida e Durazno**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, 2013.

FLORIO, Wilson; TAGLIARI, Ana; **Fabricação Digital de Superfícies: Aplicações da Modelagem Paramétrica na Criação de Ornamentos na Arquitetura Contemporânea.** In SIGraDi 2009. Proceedings of the 13th Congress of the Iberoamerican Society of Digital Graphics, Sao Paulo, Brasil.

FLORIO, Wilson. **Modelagem Paramétrica em Arquitetura: Estratégias para materializar Formas Complexas.** In SIGraDi 2009. Proceedings of the 13th Congress of the Iberoamerican Society of Digital Graphics, Sao Paulo, Brasil.

FLORIO, Wilson. **Modelagem Paramétrica na Concepção de Elementos Construtivos de Edifícios Complexos.** In: ENTAC, 2014. XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Maceió, Alagoas, Brasil.

FLORIO, W.; TAGLIARI, A. **O uso da cortadora a laser na fabricação digital de maquetes físicas.** In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 12, SIGRADI 2008, La Habana. **Anais...** La Habana, Cuba, 2008, p. 256-263.

GROMPONE, Juan. **Eladio Dieste, maestro de la ingeniería.** Montevideo, 1993. Disponível em: <
http://www.grompone.org/ineditos/ciencia_y_tecnologia/Dieste.pdf>. Acesso em: 07 Jul 2016.

HANNA, S.; TURNER, A. Teaching parametric design in code and construction: Enseñando Diseño paramétrico en código y construcción. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 10, SIGRADI 2006, Santiago de Chile. **Anais...** Santiago de Chile, Chile, 2006, p. 158-161.

HARDY, S. Parametricism: Student Performance Criteria (SPC). In: ASSOCIATION FOR COMPUTER AIDED IN ARCHITECTURE, ACADIA 2011, Lincoln. **Anais...** Lincoln: University of Nebraska, 2011, P. 12-15.

JIMENÉZ TORRECILLAS, Antonio (org.). **Eladio Dieste: 1943 – 1996.** 1ª edição. Montevideo: Concejaria de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía, 1996.

KOLAREVIC, Branko. **Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing.** 1ª edição. New York: Spon Press, 2003.

LINO, Sulamita Fonseca. A obra de Eladio Dieste: Flexibilidade E Autonomia Na Produção Arquitetônica. **Vitruvius**, ano 8, mai. 2008. Disponível em: <
<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/08.096/142>>. Acesso em: 11 fev. 2016.

LOTUFO, Vitor. **Eladio Dieste: Um construtor de princípios éticos e morais.** Disponível em: <
<http://www.vitorlotufo.com.br/imagens/2008/12/dieste2.pdf>>. Acesso em 04 Jul. 2016.

MONEDERO, J. Parametric design: a review and some experiences. **Automation in Construction**, v. 9, n. 4, p. 369-377, 2000.

PABLO BONTA, Juan. **Eladio Dieste.** Buenos Aires, 1963.

REBELLO, Y. **Bases para Projeto Estrutural na Arquitetura.** 4.ed. São Paulo: Zigurate, 2007.

REBELLO, Y. **A Concepção Estrutural e a Arquitetura.** 9. ed. São Paulo: Zigurate, 2000.

ROMÁN, Claudio Escandell. **Eladio Dieste e a cerâmica armada**. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Brasília, 2012.

SERAPHIM, J. H. C. **As estruturas na prática da arquitetura II: Apostila**. São Paulo, 1996. 2º v.

SASS, L. **Reconstructing Palladio's Villa: An Analysis of Palladio's Villa Design and Construction Process**. Thesis (Doctorate of Architecture: Design & Computation), Department of Architecture, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 2000.

STANFORD, Anderson. **Eladio Dieste: Innovation in Structural Art**. New York, Princeton Architectural Press, 2004.

TAGLIARI, A.; FLORIO, W. Fabricação Digital de Superfícies: Aplicações da Modelagem Paramétrica na Criação de Ornamentos na Arquitetura Contemporânea. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 13, SIGRADI 2009, São Paulo. **Anais...** 2009, São Paulo, Brasil: UPM, 2009, p. 77-79.

TORRES-GARCÍA, Joaquín. A Escola do Sul. In: ADES, Dawn. **Arte na América Latina: a era moderna, 1820-1980**. São Paulo, Cosac & Naify, 1997.

VEIGA, B, FLORIO, W. **Investigação de dois edifícios de Oscar Niemeyer: Modelagem paramétrica e fabricação digital**. In: VII ENCONTRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 7, TIC, 2015, Recife. **Anais...**2015, Recife, Brasil: UFPE, 2015.