

Eladio Dieste e a Técnica da Cerâmica Armada

Amanda de Figueiredo Sousa (amanda.sousa01@fatec.sp.gov.br)

Elisa Kubo da Cruz (elisakcruz@hotmail.com)

Nuno de Azevedo Fonseca (nuno16@uol.com.br)

Sasquia Hizuru Obata (sasquia.obata@gmail.com)

Resumo

Este artigo trata da obra arquitetônica do engenheiro uruguaio Eladio Dieste e sua principal característica, a cerâmica armada. Esta técnica construtiva constitui a possibilidade de fechar grandes espaços com lâminas de tijolo cerâmico, aço e argamassa, aproveitando ao máximo a resistência pela forma, e obtendo superfícies de simples ou dupla curvatura, com grande economia e eficiência no uso dos materiais e da mão de obra.

Palavras chaves

Eladio Dieste, Cerâmica armada, Alvenaria estrutural, Tecnologia construtiva.

1. Introdução

Em período de progresso do Uruguai, o engenheiro Eladio Dieste desenvolveu uma técnica construtiva que teve grande reconhecimento e foi considerado como referência para utilização na engenharia e arquitetura em outros países, na qual explora-se nesta pesquisa quem foi este engenheiro, a sua importância no país natal, a concepção do material utilizado, a técnica construtiva desenvolvida e a aplicação em uma obra. Como objetivo serão verificadas as práticas e técnicas da utilização de um material popular como função estrutural em diversas construções, sendo a Cerâmica Armada, uma tecnologia inovadora e sustentável para sua época e que permanece nos dias atuais. Os métodos construtivos e aplicações em obras se destacaram como inovação e aplicáveis a obras industriais, agrárias, edifícios comerciais e igrejas, contribuindo ao desenvolvimento do Uruguai com a técnica de estruturas que propiciou boa impressão estética e econômica, relacionando a arquitetura e engenharia, e expandindo para o desenvolvimento na Argentina e Brasil.

2. Eladio Dieste

Eladio Dieste (nascido em Artigas 1917 – falecido em Montevidéu 2000) foi engenheiro, formado pela Faculdade de Engenharia de Montevidéu, cujo trabalho é ainda pouco

estudado no Brasil, que aproximou arquitetura e engenharia estrutural, com obras significativas em diversas regiões de seu país.

Durante sua vida construiu obras como silos, fábricas, máquinas, casas e igrejas, onde se observa sua marca pessoal. Encontrou no tijolo, material apropriado a seu tempo e sua época, à síntese construtiva e problemas das mais variadas ordens – econômica, social, estrutural, formal, simbólica, ambiental. Tornando-se assim pioneiro da chamada cerâmica armada, associação entre o tijolo, a argamassa de assentamento e o aço.

Os resultados obtidos em suas obras observam um conjunto de preocupação estética e preocupação com o uso adequado dos materiais componentes dos sistemas construtivos, com a capacidade de retirar deles a máxima eficiência estrutural associando ao uso de formas adequadas.

As razões sócio-econômicas e culturais foram e ainda se apresentam como cenário dos países sul americanos, como o Uruguai, que em desenvolvimento o impeliu a usar a técnica da cerâmica armada.

Dieste acreditava que construir grandes edifícios com um material natural, como o tijolo, fazia mais sentido para a realidade dos países da América Latina, em relação ao sistema construtivo usando o concreto armado e o vidro como elemento de vedação, característico dos arranha céus americanos inseridos em uma realidade totalmente diversa.

3. Importância no Uruguai

A relação de Eladio Dieste com a construção se deu quando se formou em Engenharia Civil e criou um escritório em meados dos anos 30 no século XX, onde a faculdade de engenharia passava por um momento de desenvolvimento no Uruguai. Com parceria a outros profissionais engenheiros e arquitetos, Dieste acreditava que o trabalho em equipe auxiliava no desenvolvimento dos trabalhos e da própria engenharia no país.

Com o desenvolvimento da tecnologia ao longo dos anos e a presença do Movimento Moderno, Dieste conquistou e atingiu espaços internacionais com suas obras que tinham como intenção a construção que valorizasse e utilizasse recursos econômicos e elegantes para arquitetura e estrutura. (LINI, 2008)

A escolha de utilizar materiais econômicos e de matérias acessíveis se fez devido as condições do Uruguai e de outros países com poucos recursos em uma época de globalização, com a ideia de que materiais de altos custos que representassem riqueza não era o suficiente para proporcionar uma construção apropriada à sociedade, e tinha como concepção a certeza de que as construções de edifícios eram essenciais para a cidade do futuro. (ANDERSON, 2004)

Um dos pontos mais importantes referente a sua atribuição a arquitetura parte da simplicidade das estruturas laminares resistentes, que se fazem a partir de uma técnica inovadora na construção e arquitetura, conhecida como cerâmica armada, tendo reconhecimento como um dos criadores desta técnica que passou a ser utilizada e de grande importância em outros países.

4. Concepção da Cerâmica Armada

Segundo sua obra "La Estructura Ceramica (1987)" Dieste listou onze características que tornam o tijolo a melhor opção, unindo a cerâmica armada à forma móvel, mais eficiente do que o concreto armado.

-
1. A sua elevada resistência mecânica e disponibilidade de material de boa qualidade no Uruguai, Argentina e Brasil;
 2. A leveza que pode ser alcança com o barro cozido, inalcançável com concreto ou cimento;
 3. Com a mesma resistência, o tijolo possui um módulo de elasticidade menor que o concreto, fato que, neste caso, é uma vantagem, já que permite que a estrutura se adapte a deformações.
 4. Possui um bom envelhecimento, resistindo também melhor as mudanças bruscas de temperatura;
 5. Eventuais reparações na estrutura depois da desforma são menos visíveis;
 6. Bom isolamento térmico da terra cozida, que ainda pode ser aumentada se forem inseridas peças ocas;
 7. Melhor comportamento acústico;
 8. Capacidade de regulação “natural” da umidade do ambiente;
 9. A superfície irradia menos calor no verão e também o absorve menos no inverno;
 10. Melhor preço por metro cúbico;
 11. O preço da estrutura não é facilmente alcançável com outros materiais de qualidade equivalente.

Diante das vantagens descritas e as condições econômicas dos países Sul Americanos, tem-se aqui as condições necessárias para o desenvolvimento dessas aptidões.

5. Tipologias e tecnologias construtivas

A partir do convite de um amigo para realizar o cálculo de estrutura na construção da casa de Berlingiere, Dieste teve a percepção de realizar uma abóboda com fina camada de tijolos como forma de uma casca para cobrir grandes vãos, e a partir desta ideia prosseguiu com o desenvolvimento de estudos para realizá-las de forma que apresentassem leveza e transparência na construção conforme preferência do arquiteto que havia projetado. (ARANA, 1980 apud ROMAN, 2012.)

Para executar as formas arrojadas, Dieste seguiu os princípios da física nos cálculos de seus projetos sem manter os padrões de construções da época, isto devido a segurança de seus conhecimentos como engenheiro calculista. (NORDENSON, 2008.)

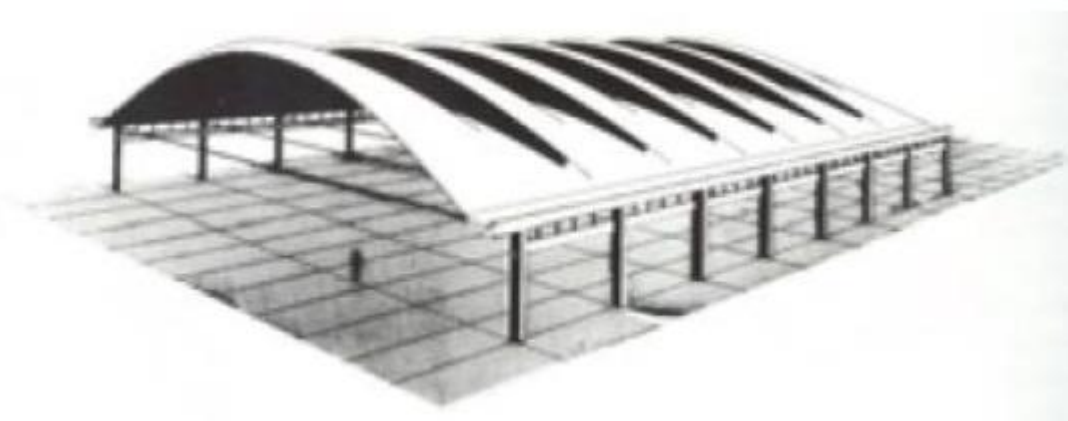
Segundo Dieste (1947, citado por FITZ, 2015, p. 64), o engenheiro desenvolveu e estudou a técnica para sua primeira aplicação utilizando tijolos cerâmicos, aço e argamassa, onde na casa Berlingiere foi realizada uma cobertura de abóbodas de 6 metros de vão com flecha de 1 m e tijolos com espessura de 0,55 m, onde foram assentados horizontalmente com ferragens nas juntas. A técnica foi construída com formas base de 1,50 m de largura onde a mudavam de posição conforme o progresso da construção. A partir desta concepção, Dieste desenvolveu esta técnica em suas demais obras, utilizando a cerâmica armada em arcos, tetos e colunas com funções estruturais.

As criativas soluções estruturais de Dieste idealizava certas considerações, como a técnica da cerâmica armada utiliza um conjunto de elementos, a cerâmica, o aço da armadura metálica e a argamassa de areia e cimento, que assumem um comportamento homogêneo. Além da diretriz da forma a catenária trabalhar à compressão da estrutura.

A armadura era reforçada com uma rede metálica armada em duas direções, para a estrutura apresentar reações de pequena ordem ainda que diante de cargas concentradas, e trabalhar em regime elástico, portanto em uma margem de segurança aceitável.

Dieste dava preferência à variação na altura da lâmina associada à dupla curvatura, para superfícies a serem cobertas por grandes vãos. Por sua forma, as peças são dotadas de grande inércia e extrema resistência às tensões de torção, portanto capazes de resistir também às ações do vento cujas curvas de pressão invariavelmente são distintas daquelas originadas pelo peso próprio. Internamente a superfície curva apresenta um comportamento ideal frente às questões acústicas, favorecendo além de tudo isso a solução clássica da iluminação zenital, conforme Figuras 1 e 2.

Figura 1 – Perspectiva do conjunto.



Fonte: Carrieri (2007)

Figura 2 – Seção transversal e detalhe.

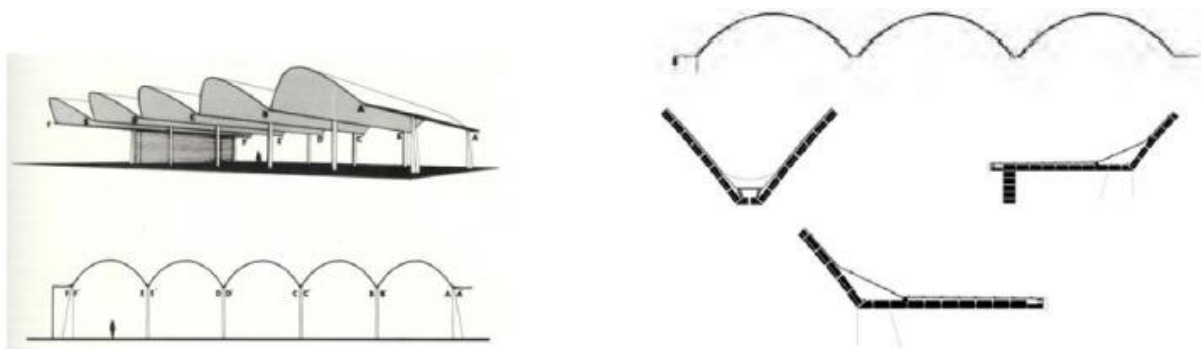


Fonte: Carrieri (2007)

Outra solução é a abóbada cilíndrica, a absorver os empuxos horizontais nas extremidades do último vão, ao inserir vigas deitadas, e nos encontros os empuxos se neutralizam

transferindo para baixo apenas tensões verticais de compressão. Esta solução dispensa as vedações nas extremidades conhecidas como tímpanos, conforme Figura 3.

Figura 3 – Perspectiva de um conjunto de abóbodas cilíndricas e detalhes.



Fonte: Carrieri (2007)

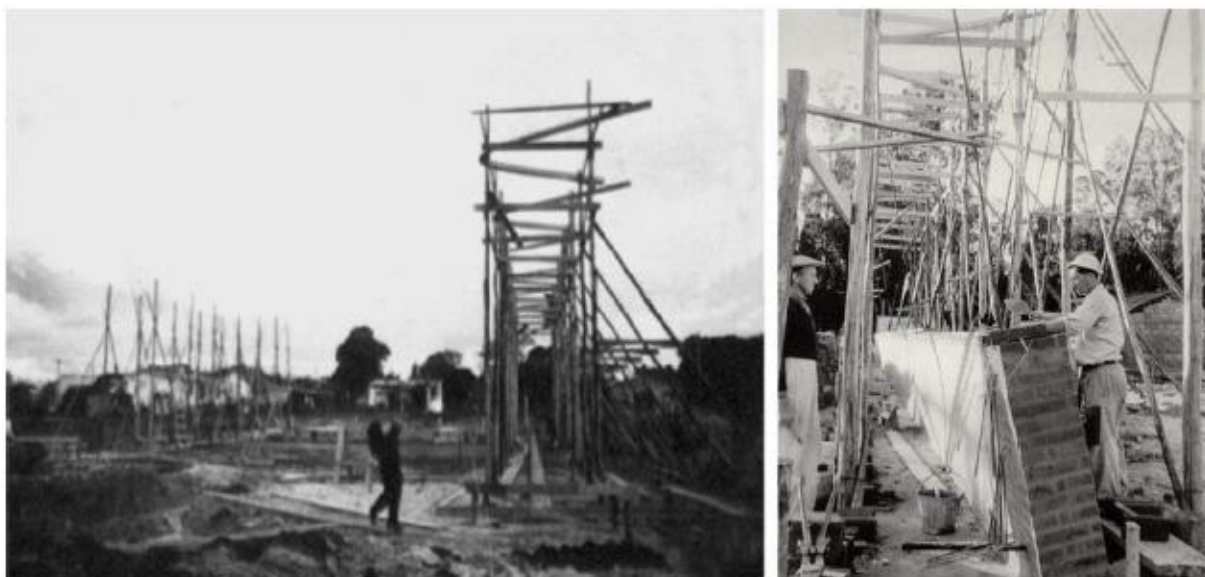
O conjunto de argamassa, aço e cerâmica utilizados no desenvolvimento das abóbodas foram conhecidas como estruturas laminares por apresentarem extensas larguras e comprimentos com espessuras pequenas. Este conjunto de materiais suportaria esforços de tração e compressão conforme aplicados nos sentidos das dimensões maiores da lâmina, e flexão no sentido perpendicular ao plano de acordo com a curvatura do conjunto. A flexão que poderia ser causada pelas ações de cargas dinâmicas, que são reduzidas pelas armaduras.

Segundo Carvalho (2004) as tipologias construtivas desenvolvidas por Dieste são resultado de 50 anos de trabalho, pautados em profundos conhecimentos das ciências básicas aliados à intuição, à estética, à visão espacial, à racionalidade e à economia. O princípio básico destas tipologias encontra-se na resistência obtida pelas formas geométricas construídas com material cerâmico empregado com comportamento estrutural.

6. A igreja de Atlântida

A Igreja de Atlântida (construção: março de 1958 - julho de 1960), localizada na Estação Atlântida, Rota 11 km 164, com capacidade máxima para 200 pessoas, área 528 m² construídos em 2 anos de atividade ininterrupta, as paredes de dupla curvatura constituídas em cerâmica armada, medindo 16x30 metros, com 0,30 m de espessura, formando conóides de diretriz reta com 7 m de altura e abóbada máxima de 8,47 m, conforme Figura 4.

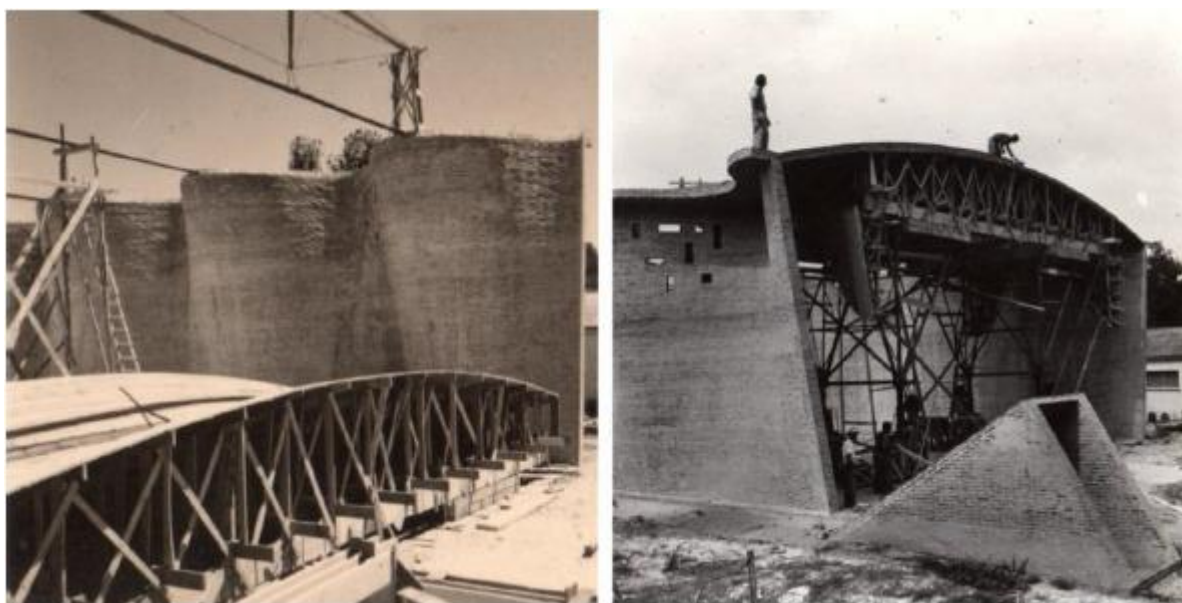
Figura 4 – Início da obra.



Fonte: Carrieri (2007)

Primeiramente no terreno foi marcada a superfície ondulada para ser erguida e servir de apoio para a cobertura abobadada, absorver seus empuxos, e para o beiral, conforme Figura 5.

Figura 5 – Fase de construção.



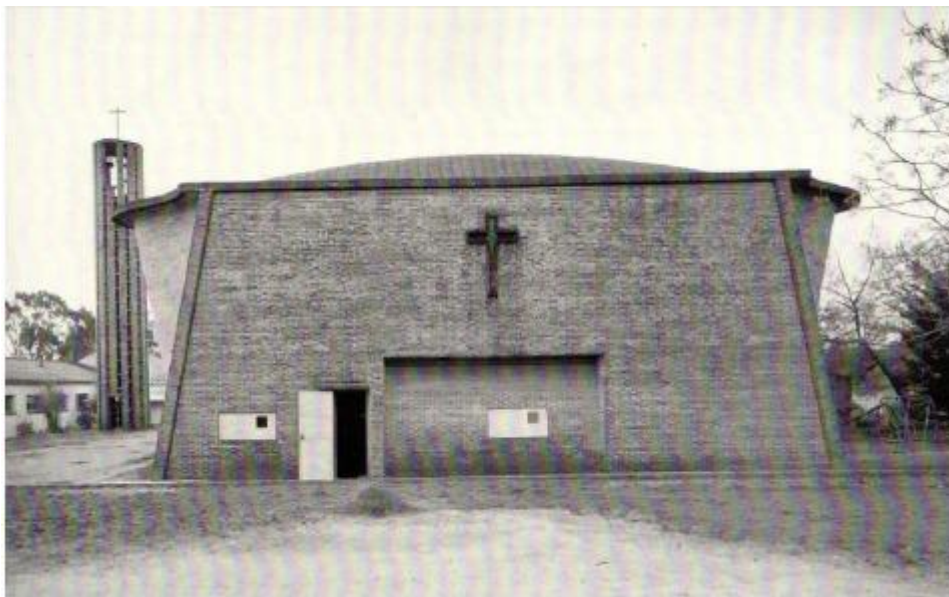
Fonte: Carrieri (2007)

A cobertura vence um vão médio de 16 m e máximo de 18,80 m, variando a flecha de 0,70 a 1,47 m, pressupondo os vales das ondas praticamente horizontais. Neles repousam os tensores destinados a resistir os empuxos ancorados nas fiadas de coroamento das paredes, permitindo que a cobertura trabalhe como casca autoportante.

Segundo Dieste (1987) a concepção desta obra não seguiu métodos rigorosamente

matemáticos, visto que a expressão matemática da equação da superfície é extremamente complexa. O dimensionamento final da estrutura não deixe dúvidas em relação à segurança e economia, conforme Figura 6.

Figura 6 – Obra terminada.



Fonte: Carrieri (2007)

Construída totalmente em cerâmica armada com consumo de aço inferior a 200 kg e a um custo, na época (1959), de US\$ 30,00/m², as Figuras de 7 à 9 mostram a obra finalizada.

Figura 7 – Fachada principal.



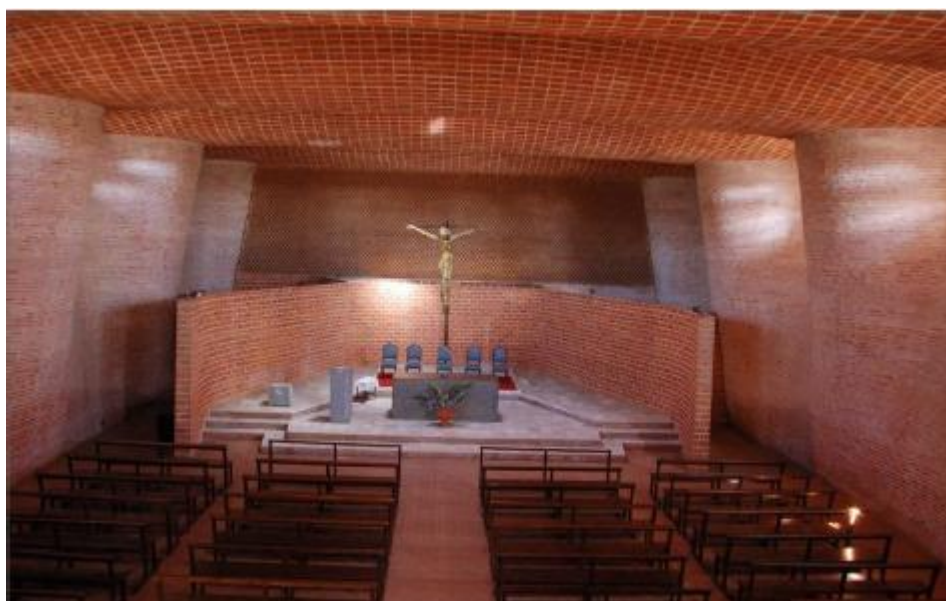
Fonte: Marínez (2006)

Figura 8 – Paredes concebidas como cascas de dupla curvatura.



Fonte: Marínez (2006)

Figura 9 – Vista interior.



Fonte: Marínez (2006)

7. Conclusão

No conjunto que deu a origem da técnica da cerâmica armada, a facilidade de aplicação da argamassa armada, se fez pela utilização de materiais já passados dos processos de fabricação, o que levaria maior tempo se utilizassem materiais frescos como o concreto armado até seu processo de secagem. O uso do tijolo foi de plano cultural e ao descobrir que poderia ter inúmeras possibilidades de aplicação por ser um material resistente e leve. A utilização destes materiais para a realização de abóbodas, além de fornecerem bom desempenho, apresentaram viabilidade econômica e sustentabilidade que antes não eram vistas, isto decorrente do uso de materiais baratos e pela reutilização das fôrmas de madeiras para a construção da superfície da

curvatura.

Do mesmo modo que projetou equipamentos para atender a uma tecnologia desenvolvida para estruturas laminares, Dieste também treinou sua mão de obra e os capacitou como uma equipe de operários especialista nesta tecnologia e transmitiu suas habilidades para gerações seguintes.

Portanto, Dieste em sua carreira desenvolveu uma tecnologia que proporcionou a construção de obras representativas na história da arquitetura e da engenharia, com o emprego de materiais existentes e mão de obra disponível, permitindo a execução de muitos metros quadrados em curtos períodos e baixos custos, tornando-se competitivas se comparadas às obras com processos tradicionais.

Referências

- ANDERSON, S. **Eladio Dieste: innovation in structural art**. Princeton Architectural Press, Nova Iorque, 2004.
- CARRIERI, Renato. **Estruturas: a resistência pela forma, à luz da produção contemporânea**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. p. 329.
- CARVALHO, Maria Cristina Ramos de. **Caracterização da tecnologia construtiva de Eladio Dieste: contribuições para a inovação do projeto arquitetônico e da construção em alvenaria estrutural**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. p. 209.
- DIESTE, Eladio. **Bóveda nervada de ladrillos ‘de espejo’**. Revista de Ingeniería n. 473. Montevideo, 1947.
- DIESTE, Eladio. **La estructura cerâmica**. Bogotá: Escala, 1987. 286 p.
- FITZ, Leonardo. **A obra de Eladio Dieste**. Dissertação (Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. p. 265.
- GUINDAL, A. J. M.; ADELL, J. M. **Eladio Dieste y la cerámica estructural en Uruguay**.
- LINI, S. F. **A obra de Eladio Dieste: flexibilidade e autonomia na produção arquitetônica**, 2008. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br>>. Acesso em: 29 de mar. 2018.
- NORDENSON, G. **Seven structural engineers: the felix candela lectures**. The Museum of Modern Art, New York, 2008.