

A CONCEPÇÃO ESTRUTURAL E FORMAL DAS OBRAS DE SANTIAGO CALATRAVA

GIACOMELLI Anderson Rodrigo Ramos¹

FERNANDES, Felipe²

ABREU, Jackson Cultz³

OLDONI, Sirlei⁴

RESUMO

Este artigo tem como objetivo conceituar a qualificação do arquiteto Santiago Calatrava, o qual é dono de um sistema criativo único. Estudar a relação forma, estrutura e natureza na arquitetura nos projetos de Calatrava. Conhecido como um dos maiores e mais importantes arquitetos da atualidade. Calatrava tem como ponto crucial na elaboração de seus projetos a interpretação de objetos visuais, como a espinha de peixe, as asas de um pássaro, um dinossauro e até mesmo um ouriço, que são características marcantes em seus projetos. O artigo busca compreender as características fundamentais que definem as obras de Santiago Calatrava.

PALAVRAS-CHAVE: Calatrava, Forma, Estrutura, Natureza.

1. INTRODUÇÃO

Em análise das características estruturais, formais e construtiva do arquiteto Santiago Calatrava, percebe-se que o mesmo possui um método, modelo, estilo próprio. A própria dimensão das obras construídas do arquiteto contemplam um caráter institucional nelas muito presente. Passando por grandes espaços públicos como pontes, edifícios, museus, vai se impregnando aos olhos o vulto da espacialidade por ele concebida de forma inconfundível.

Assim, com um olhar mais crítico, pretende-se, passeando por sua história, seus projetos e prêmios, enfim, instituir uma breve reflexão sobre suas concepções construtivas.

¹ Aluno do oitavo período do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário FAG. E-mail: anderson-giacomelli@hotmail.com.

² Aluno do oitavo período do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário FAG. E-mail: fefernandes.93@gmail.com.

³ Aluno do oitavo período do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário FAG. E-mail: jacksoncultz@hotmail.com.

⁴ Mestre em Arq. e Urb. pela UEL e UEM, professora do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário FAG. E-mail: sirleiodoni@hotmail.com.

Isso se faz importante levando em consideração a sua trajetória, a qual já possui obras dignas para ser reconhecido internacionalmente, não só por suas concepções arquitetônicas, mas também pela inventividade de suas estruturas, importante também para difundir as questões teóricas.

Portanto esse trabalho indaga sobre quais as características fundamentais para definem as obras de Santiago Calatrava? Tem-se como hipótese que o arquiteto tem como base de seus projetos as estruturas da natureza, Calatrava as utiliza maneira a combina - las com o conhecimento da história, e seus conhecimentos estruturais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 FORMA, ESTRUTURA E NATUREZA NA ARQUITETURA

Forma é algo com muitas interpretações e significado pode ser de aparência conhecida e também algo que se atua ou manifesta. Na arquitetura usa-se a estrutura formal de um projeto, o qual tem uma composição formal que busca passar ou não uma imagem, significado. A forma é responsável pelo sentido de massa, volume tridimensional, o qual se dá o formato, aspecto, linhas e contorno (CHING, 2005, p.35).

Bacon (1967, [sp]) defini a forma arquitetônica como:

[...] o ponto de contato entre massa e espaço [...] Formas arquitetônicas, texturas, materiais, modulação de luz e sombra, cor, tudo se combina para injetar uma qualidade ou espírito, que articula espaço. A qualidade da arquitetura será determinada pela habilidade do projetista em utilizar e relacionar esses elementos, tanto nos espaços internos quanto nos espaços ao redor dos edifícios. Bacon (1967, [sp])

Rebello (2003) defini a estrutura como um conjunto, ou sistema, composto por elementos em que se relacionam para desempenhar uma função. De maneira geral a estrutura está presente em tudo que nos rodeia, na natureza, no ar, em pessoas, objetos e inclusive nas ideias. Para a arquitetura e engenharia a estrutura é elemento fundamental para transformar o projeto em uma edificação construída. Podemos destacar dentre os principais elementos que compõem uma estrutura: as lajes, vigas, pilares e o sistema de fundação.

Para Cunha (2011), uma vez que a estrutura seja valorizada como dever ser, ela assume determinadas definições na concepção formal arquitetônica. Pilares e vigas torna dinâmica a resolução formal de um edifício, algumas vezes são trabalhados como elementos planejados, apresentando forma mais autônoma.

Passamos a acreditar que a concepção da estrutura é atribuída exclusivamente ao engenheiro civil, onde este teve uma formação baseada em cálculos, dimensionamentos estruturais e sistemas. Mas a concepção estrutural não se constrói de modelos matemáticos e dimensionamentos estruturais, pois para que estes elementos possam ser dimensionados devem existir um modelo previamente concebido, função no qual deve ser voltada ao arquiteto. (REBELLO, 2003).

Uma edificação nasce da concepção arquitetônica, através de desenhos que explicam o espaço a ser construído, um edifício não pode existir sem uma estrutura, logo a estrutura nasce da concepção arquitetônica, onde a forma desta edificação concebida será correspondente à sua própria estrutura, colocando assim: conscientemente ou inconscientemente a arquitetura e a estrutura nascem juntas (REBELLO, 2003)

Embora muitos arquitetos acabam por não pensar na estrutura ou sistema estrutural durante o início do projeto, ao desenvolver as primeiras formas, porém a estrutura já está sendo elaborada seguindo ao próprio desenho, que irão resultar de uma estrutura que será posteriormente calculada pelo Engenheiro Estrutural (REBELLO, 2003).

Cunha (2011) esclarece que a estrutura em um edifício é grande responsável pelo todo que será construído, a estrutura gera espaços, ou seja, ela é importante e deve ser trabalhada também como elemento formal. Limitando o conhecimento aprofundado dos sistemas estruturais, limita também sua compreensão e o desenvolvimento, a estrutura exerce papel duplo entre forma-função.

Vasconcelos (2000) afirma que a natureza vem por contribuir e muito como forma de aprimorar o entendimento e o desenvolvimento de sistemas estruturais. Observando a natureza, e como ela tende a resolver seus problemas, tanto de ordem física ou biológica, encontrando meios mais simples, e econômicos e não menos belo. Isso tudo tem causado um sério estudo de como a natureza passa a resolver seus problemas, gerando o desenvolvimento, e ou, a melhoria de sistemas já conhecidos por nós.

Com isso nasce a analogia a elementos naturais, para o desenvolvimento de sistemas estruturais. E isso está presente em todo o meio arquitetônico e de engenharia, como exemplo podemos citar a solução de uma cobertura realizada pelo Arquiteto citado no artigo, Santiago Calatrava. Onde o mesmo apresenta uma solução mais econômica, e não menos eficaz, isso tudo tomando partido da observação feita de como funciona a estrutura de uma árvore e seus galhos. (VASCONCELOS, 2000).

De acordo com Guell (1994) Gaudí é um dos principais precursores do naturalismo ou o organicismo. O arquiteto sofreu de reumatismo, doença que o acompanhou por toda a sua vida, que o impediu de participar de brincadeiras de crianças. Motivo qual passava por muito tempo livre, observando os animais e plantas, adquirindo um censo mais aguçado do naturalismo e fazendo com que acreditasse que a arquitetura deveria imitar a natureza. A Casa Batlló, de 1906 e o complexo habitacional Casa Milá de 1912, são projetos de Gaudí com fortes características naturalistas.

2.2 SANTIAGO CALATRAVA

Calatrava nasceu na Espanha, na cidade de Valência, em 1951. Calatrava gradua-se na Universidade de Valência, no curso de Arquitetura em 1974. Cursou Urbanismo e Belas Artes e forma-se em Engenharia Civil pela Universidade de Zurique, na Suíça, e em 1981 torna-se doutor. (RATTENBURY *et al.* 2004)

Dono de um sistema criativo único, Calatrava torna-se um dos maiores e mais importantes arquitetos da atualidade. Além dos grandes projetos, Calatrava desenvolve centenas de desenhos, aquarelas, para chegar ao seu ideal, chegando a criar um livro de esboço para cada projeto. (RATTENBURY *et al.* 2004)

Em 1981 abre seu escritório em Zurique, em 1989, em Paris, 1991, em Valência, 2004, em Nova York. Suas obras e projetos demonstram uma arquitetura humanística, combinado racionalidade e poesia. Destacando-se por sua complexidade com formas estilizadas, que unem estrutura e movimento. As obras de Santiago Calatrava estão espalhadas pelos Estados Unidos, Europa, Canadá, Argentina e Brasil, com projetos que parecem desafiar as leis da física. (RATTENBURY *et al.* 2004)

2.3 PROJETOS DE SANTIAGO CALATRAVA

Santiago Calatrava realizou inúmeros projetos pelo mundo, enfrentando desafios complexos, solucionando-os com técnicas arrojadas e elegantes, frequentemente inspiradas na natureza. Suas obras são consideradas como gigantescas esculturas, que tem como vantagens dessa escala monumental a possibilidade de ser observadas e também usufruídas, tanto na parte interna quanto externa, vantagem que não são comuns na “escultura tradicional” (FIGUEIRAEDO, 2010).

Gardner (2005) cita que:

[...] a ilustre carreira de Santiago Calatrava é refratada para seus três componentes - arquitetura, escultura e engenharia civil - e é impossível dizer qual é o mais alto. Todos convergem tão perfeitamente na gênese de tudo o que ele faz, mesmo que ele seja mais conhecido como arquiteto, não está claro se ele é, de fato, um escultor que projeta edifícios, um arquiteto que faz esculturas ou um engenheiro que se destaca em ambos [...] (GARDNER, 2005 [sp])

A Cidade das Artes e Ciências, figura 1, é um dos projetos mais importantes de Santiago Calatrava em parceria com Félix Candela, trata-se de complexo arquitetônico, cultural e de entretenimento. Desenhado para a Cidade de Valência na Espanha. Com 350 mil metros quadrados, o projeto começou a ser executado em 1996 e inaugurado em 1998, e seu último componente, o El Palau de les Arts Reina Sofia, foi inaugurado 2005, foi concebido para atender a todas as áreas destinadas à criação, promoção e difusão de todas as artes, assim como apresentação de óperas, concertos, recitais, exposições, escolas de dança e outras atividades docentes (OLIVEIRA, 2002).

Manosso (2011 [sp]) define a estrutura e formas de Calatrava como:

A estrutura dos edifícios fica exposta, aliás, a estrutura nas obras de Calatrava é fundamental para seu projeto estético. Formas estranhamente orgânicas: um olho, uma baleia, uma ossada, uma concha? As construções de aço, concreto e vidro da Cidade surpreendem. Os prédios de Calatrava podem ser criticados como extravagantes e pouco funcionais, podem acusá-lo de não aproveitar bem os espaços, mas certamente ninguém há de ficar indiferente à criatividade das suas formas ousadas. (MANOSSO, 2011 [sp])

Figura 1: Cidade das Artes e das Ciências de Valência, Santiago Calatrava.



Fonte: Arquitetura Em Vista. (2011)

Outro exemplo é a obra Museu do Amanhã, figura 2, localizado na Praça Mauá no Rio de Janeiro, inaugurado em 2015 é marcado por sua cobertura branca com 48 peças de aço, que se assemelham a asas e se movimentam ao longo do dia conforme a posição do sol. Com 3.810 toneladas, o telhado possui 338,34 metros de comprimento e 20,85 metros de altura. O espaço abriga exposições científicas sobre possibilidades para o futuro, com diretrizes sustentáveis (VAZ, 2017).

Silva (2015 [sp]) analisa a obra de Calatrava, como fatos urbanístico e arquitetônicos:

O Museu do Amanhã me pareceu muito apropriado; muito bem implantado em uma excelente, discreta e muito harmônica relação com todo o contexto. Proporcional, elegante e bem implantado, se apresenta muito bem todas as escalas com as quais se articula. Na grande escala da paisagem da baía a solução horizontal se mostra muito apropriada, interferindo muito pouco e com delicadeza na linha do horizonte. (SILVA, 2015 [sp])

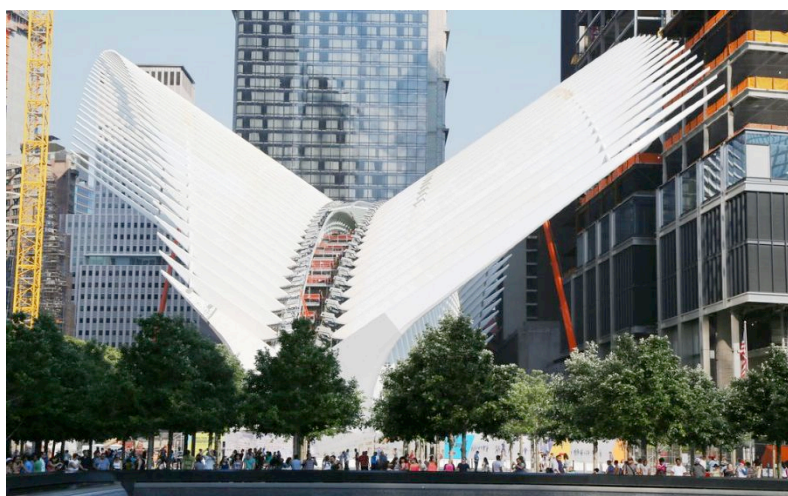
Figura 2: Museu do Amanhã, Rio de Janeiro.



Fonte: Archdaily. (2016)

Além destas obras, a figura 3 mostra o projeto do novo centro de transportes do World Trade Center, localizado na cidade de Nova York, nos Estados Unidos, inaugurado em 2016 com 74,3 mil metros quadrados. O obra é composta por vigas de aço e vidro dispostas em uma forma larga e elíptica. Tais vigas estendem-se, de forma a criar duas coberturas sobre as porções norte e sul do espaço. As vigas crescem de dois arcos de 106 metros de altura, que se encontram ao lado do eixo central do projeto. A inspiração de Calatrava para a concepção formal do projeto, se deu da imagem de um pássaro voando das mãos de uma criança (CORTÉS, 2016).

Figura 3: Novo Centro de Transporte do World Trade Center, Nova York, Santiago Calatrava.



Fonte: AU.

2.3 PROCESSO DE CONCEPÇÃO FORMAL E ESTRUTURAL

Assim como Gaudí, arquiteto humanista, Calatrava também se inspira nas formas e linhas vivas. Acredita que pode-se alcançar construções formais complexas, compreendendo a matemática ou observando a natureza, como por exemplo, ondas, folhas, galhos. Sendo assim embasa seus projetos tanto em cubo, como asas, e bicos de pássaros, bem como, olhos, ondas, frutas ou sementes. O arquiteto diz da grande importância de aproximar-se da vida e dos fenômenos que nos rodeiam no cotidiano, aproveitando o momento e surpreendo-se. Utilizando essas surpresas naturais que aumentam sua criatividade, assim caracterizando suas obras d movimentos e flexibilidade (ESTADÃO, 2006 p.1).

Como arquiteto e escultor, Calatrava transforma todos os seus projetos em grandes obras de arte, como por exemplo, suas pontes, que mesmo sendo estruturas solidas, o mesmo consegue demonstrar leveza e arte, relacionando-a com a ciência em revelando uma grande acumulação de conhecimento. Calatrava explica que:

Em primeiro lugar e antes de tudo o mais, a localização da ponte não deve ser descurada. Em certos locais, por exemplo, não se pode recorrer a um arco, porque é impossível transferir corretamente o peso até à margem. O tráfego fluvial também não deve ser desprezado, visto que o peso de uma ponte pode ser determinado pelo género de embarcações que passam sob o seu tabuleiro. A escolha dos materiais também é essencial; a madeira, o aço ou o betão serão utilizados conforme as condições locais e os fatores económicos. Estes elementos, bem como outros, induzem a certas soluções estruturais através de um processo de eliminação. É então que o tipo de ponte e o seu impacto no meio ambiente começam a tomar forma. Depois o engenheiro deverá dedicar-se aos cálculos necessários para se assegurar que o projeto imaginado é viável. Eu construo uma maquete que concilia a ciência matemática e a natureza, permitindo compreender o comportamento desta última. Estamos sempre em confronto com as forças da natureza (FIGUEIREDO, 2010, p. 26. Apud JODIDIO, 2003, p.27).

O Arquiteto usa da arquitetura contemporânea biomimética, a qual busca sustentabilidade, e formas da natureza, mas não simplesmente copia-las e sim utilizar de seus princípios, e compreender a visão formal da natureza, por exemplo em sua obra Pabellón Quadracci do Museu de Arte de Milwaukee, que mais parece assa de uma mariposa ou movimento de uma abertura de um folhar, que se abre ao dia, e fecha-se ao anoitecer. (FRANCO, 2013)

Essas formas muitas vezes parecem estéticas, mas trazem grandes benefícios, tanto quanto em termos energéticos, sustentáveis, e até mesmo construtivos. Outra obra do arquiteto, Chicago Spire, traz a torção humana, que apesar de sua estética e suas críticas, trouxeram um grande auxílio para engenharia, a qual a estrutura espiral se comporta de uma excelente maneira contra o vento (FRANCO, 2013).

3. ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

Este estudo teve como base metodológica a revisão bibliográfica e a análise documental. Para Pádua (2002) a pesquisa bibliográfica é fundamentada nos conhecimentos de biblioteconomia, documentação e bibliografia; sua finalidade é colocar o pesquisador em contato com o que já se produziu e registrou a respeito do seu tema de pesquisa. Para Salomon (2004) bibliografia é o conjunto de obras derivadas sobre determinado assunto, escritas por vários autores, em épocas diversas, utilizando toda ou parte das fontes.

Já a análise documental pode ser definida por Pádua (2002, p. 65) como:

É aquela realizada a partir de documentos, contemporâneos ou retrospectivos, considerados cientificamente autênticos (não-fraudados); [...] a fim de descrever/comparar fatos sociais, estabelecendo suas características ou tendências; além das fontes primárias, os documentos propriamente ditos, utilizam-se as fontes chamadas secundárias, como dados estatísticos, elaborados por institutos especializados e considerados confiáveis para a realização da pesquisa. (Pádua, 2002, p. 65)

4. ANALISES E DISCUSSÕES

Tendo como base de seus projetos as estruturas da natureza, Calatrava as utiliza de maneira a combiná-las com o conhecimento da história. Sua obra em arquitetura pode ser classificada como “neoconstrução” na qual o mesmo aplica novos métodos construtivos com matérias renovados, onde estruturas em aço, vigas, pilares, são utilizados autonomamente ou combinado - o com vidro em coberturas, paredes e fachadas, características orgânicas, que realçam tectônicos e tácteis (FIGUEIREDO, 2010, p.10).

De acordo Dehond (2016), Calatrava tem como ponto crucial na elaboração de seus projetos a interpretação de objetos visuais, como a espinha de peixe, as asas de um pássaro, um dinossauro e até mesmo um ouriço.

Conforme Kausel (2003) Calatrava tem como preferência a evidenciar o movimento, o qual seguindo da força animam as construções. Configurando dinâmicas e incorporando soluções móveis frequentemente assimétricas. Característica que o classifica como um dos mais importantes estruturistas contemporâneos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem do tema que deu origem ao título deste artigo, teve como base o interesse que as obras que o Santiago Calatrava arquiteto ocasiona, mais precisamente as características estruturais e formais presentes em seus projetos. O breve estudo da forma, estrutura e natureza na arquitetura permeou o objetivo deste artigo: indagar e definir as características fundamentais das obras de Santiago Calatrava. O arquiteto tem como base de seus projetos as estruturas da natureza, como corpo humano e esqueletos, transformando-as em arquitetura e engenharia.

O aspecto escultórico de suas obras enfatizam as características organicistas das suas obras, mas o racionalismo também está presente com suas linhas retas, resultando na plasticidade formal a qual se dá através dos elementos volumétricos e construtivos. Assim, conclui-se que Calatrava faz arquitetura de modo que seus projetos se relacionem com os humanos, que para o arquiteto são objetivos fundamentais pois são elaborados por pessoas e para pessoas.

REFERÊNCIAS

BACON, N. Edmund. **Design of Cities**. New York: Editora Thames e Hudson. 1967.

CHING, Francisco D. K. **Arquitetura: Forma, espaço e ordem**. São Paulo: Editora Bookman 2002.

CORTÉS, Luísa. Revista AU, **Edifícios: World Trade Center Transportation Hub**. São Paulo, Editora Pini. 2016. Disponível em: <http://www.au.pini.com.br/arquitetura->

urbanismo/edificios/criado-por-santiago-calatrava-como-uma-pomba-branca-novo-centro-368702-1.aspx. Acesso em 14 Mai 2017.

CUNHA, Eduardo Grala da. Vitruvius, **A abordagem estética no projeto de estruturas de edificações: do ensino à concepção de sistemas estruturais**. Arquitectos, São Paulo, ano 11, n. 132.00, maio 2011. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitectos/11.132/3870>>. Acesso em: 15 Mai 2017. Acesso em 14 Mai 2017.

DEHOND, Chanel. **World Trade Center Transportation Hub de Calatrava redesenhado na forma de animais ou objetos**. ArchDaily Brasil, 2016. Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/br/801409/world-trade-center-transportation-hub-de-calatrava-redesenhado-na-forma-de-animais-ou-objetos>> Acesso em: 15 Mai 2017.

FIGUEIREDO, Gonçalo J. **Uma visão escultória da obra de Santiago Calatrava**. Dissertação de mestrado. Évora: Universidade de Évora. 2010.

FRANCO, José Tomás. **Arquitetura Biomimética: o que podemos aprender da natureza**. ArchDaily Brasil, 2016. Acesso em 24 Mai 2017 <http://www.archdaily.com.br/157662/arquitetura-biomimetica-o-que-podemos-aprender-da-natureza>. Acesso em 15 Mai 2017.

GARDNER, James. **The Art Behind the Architect**. New York: The sun, 2005. Disponível em: <http://www.nysun.com/arts/art-behind-the-architect/21615/>. Acesso em 07 Jun 2017.

GUELL, Xavier. **Antoni Gaudí**. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

KAUSEL, Cecilia Lewis. **Santiago Calatrava: conversa com estudantes**. Barcelona: Editora Gustavo Gili, 2003.

MANOSSO, Radamés. **Arquitetura em vista. Cidade Das Artes E Das Ciências De Valência**. Disponível em: <http://radames.manosso.nom.br/arquitetura/culturais/cidade-das-artes-e-das-ciencias-de-valencia/>. Acesso em: 15 Mai 2017

O ESTADÃO. **O escultor que faz prédios e pontes**. São Paulo: Estadão.com.br, Arte & Lazer, 2006. Acesso em: 24 Mai 2017. Disponível em:

<http://www.estadao.com.br/arquivo/arteelazer/2006/not20060123p5856.htm>. Acesso em 15 Mai 2017.

OLIVEIRA, Camila. Revista AU, **Geometria Orgânica**. São Paulo: Editora Pini. Ed.103. 2002. Disponível em: <http://www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/103/artigo38989-1.aspx>. Acesso em: 14 Mai 2017.

PÁDUA, Elisabete Matallo Marchesini. **Metodologia da pesquisa: abordagem teórico prática**. 13. ed. Campinas: Papirus, 2002.

RATTENBURY, Kester, BEVAN, Robert; LONG, Kieran. **Arquitetos Contemporâneos**. Rio de Janeiro: Viana e Mosley Editora, 2004.

REBELLO, Yopanan Conrado Pereira. **A concepção estrutural e a arquitetura**. São Paulo: Zigurate, 2003.

SALOMON, Dêlcio Vieira. **Como fazer uma monografia**. 11.ed. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

SILVA, Luiz Felipe da Cunha e. Vitruvius, **A nova Praça Mauá e o Museu do Amanhã. Santiago Calatrava no Rio de Janeiro**. Minha Cidade, São Paulo, ano 16, n. 182.07, set. 2015 Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/16.182/5708>>. Acesso em 14 Mai 2017.

VASCONCELOS A. C. **Estruturas da natureza um estudo da interlace entre biologia e engenharia**. Studio Nobel: São Paulo, 2000.

VAZ, Gabrielle. Revista AU, **Museu do Amanhã, no Rio de Janeiro, é um dos finalistas do Prêmio MIPIM**. 2017. Disponível em: <http://www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/edificios/museu-do-amanha-no-rio-de-janeiro-e-um-dos-377530-1.aspx>. Acesso em: 15 Mai 2017.