

# Complementaridade: Arquitetura, Engenharia e Construção

MARCIA REGINA WERNER SCHNEIDER ABDALA  
(Organizadora)



**Atena**  
Editora

Ano 2018

Marcia Regina Werner Schneider Abdala  
(Organizadora)

# **Complementaridade: Arquitetura, Engenharia e Construção**

Atena Editora  
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação e Edição de Arte:** Geraldo Alves e Natália Sandrini

**Revisão:** Os autores

#### **Conselho Editorial**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b> <b>(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
C737	Complementaridade [recurso eletrônico]: arquitetura, engenharia e construção / Organizadora Marcia Regina Werner Schneider Abdala. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-85107-41-3 DOI 10.22533/at.ed.413182609  1. Arquitetura. 2. Construção civil. 3. Engenharia. I. Abdala, Marcia Regina Werner Schneider. II. Título.  CDD 728
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

O conteúdo do livro e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

Esta edição de Complementaridade Arquitetura, Engenharia e Construção foi elaborada visando proporcionar aos seus leitores acesso a diferentes estudos que enfatizam a importância da adoção de práticas construtivas e de gestão adequadas na área de Arquitetura, Engenharia e Construção que proporcionem melhoria na qualidade de vida das pessoas, maior eficiência no uso dos recursos naturais e menor impacto ambiental.

Neste contexto, o conforto ambiental das construções, em especial o conforto térmico, é assunto de diferentes estudos, por estar diretamente ligado com a qualidade de vida das pessoas. A importância da utilização de materiais e técnicas construtivas que possibilitem um adequado conforto ambiental nas edificações é destacada nos estudos aqui apresentados possibilitando a todos os leitores uma visão mais abrangente acerca do tema.

Também merece destaque nesta edição as ações voltadas para o desenvolvimento de técnicas que visem um crescimento sustentável, em especial às relacionadas com a gestão dos resíduos da construção civil. A indústria da construção civil é considerada o setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva, gerando consideráveis impactos ambientais. Além dos impactos relacionados ao consumo de matéria e energia, há aqueles associados à geração de resíduos, em especial os resíduos sólidos. O reuso de materiais tem sido cada vez mais explorado pelos pesquisadores devido ao potencial de contribuição na preservação do meio ambiente. Nesta edição são apresentados estudos acerca dos compósitos de cimento-madeira a partir do reaproveitamento dos resíduos de madeira resultantes das atividades do setor de construção civil.

Por fim, são apresentados estudos relacionados com a gestão organizacional, gestão de projetos, as responsabilidades dos profissionais envolvidos na construção civil, bem como sobre a implementação do *Building Information Modeling* (BIM), enfatizando a necessidade de busca constante do segmento de Arquitetura, Engenharia e Construção por melhores resultados em termos de qualidade, custo e tempo de execução.

Com base nestes estudos, convidamos você a aperfeiçoar seus conhecimentos nos diversos temas que envolvem a área de Arquitetura, Engenharia e Construção.

Boa leitura.

Marcia Regina Werner Schneider Abdala



## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A TRANSFORMAÇÃO DA FACHADA NA TIPOLOGIA CONSTRUTIVA DE EDIFÍCIOS COMERCIAIS VERTICAIS EM VITÓRIA-ES E SUA RELAÇÃO COM O CONFORTO AMBIENTAL	
<i>Ricardo Nacari Maioli</i>	
<i>Maria Cláudia de Souza Lemos Soares Brandão Barros</i>	
<i>Joana D arc Pereira de Barros</i>	
<i>Isabela Finochi Fernandes Moça</i>	
<i>Igor Mattioli Coninck</i>	
<i>Érica Coelho Pagel</i>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>15</b>
AVALIAÇÃO DA SENSAÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO DO USUÁRIO DE UMA HABITAÇÃO FAIXA 1 DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA NA CIDADE DE PELOTAS-RS: ESTUDO DE CASO DO RESIDENCIAL JARDINS DO OBELISCO	
<i>Jones Vieira Pinto</i>	
<i>Antônio Cesar Silveira Baptista da Silva</i>	
<i>Nirce Saffer Medvedovski</i>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>29</b>
INFLUÊNCIA DO CONFORTO TÉRMICO NA SAÚDE DOS IDOSOS: ESTUDO DE CASO EM UNIDADES HABITACIONAIS DO RESIDENCIAL AGRESTE – ARAPIRACA-AL	
<i>Esteffany Rafaelly Santos Rodrigues</i>	
<i>Maria Jailza da Silva</i>	
<i>Nathália Kariany de Souza</i>	
<i>Ricardo Victor Rodrigues Barbosa</i>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>43</b>
INFLUENCIA DA DETERIORIZAÇÃO DAS TELHAS PELA AÇÃO DAS INTEMPÉRIES NO DESEMPENHO TÉRMICO DE UMA EDIFICAÇÃO	
<i>Kellen Melo Dorileo Louzich</i>	
<i>Emeli Lalesca da Guarda</i>	
<i>Ivan Júlio Apolônio Callejas</i>	
<i>Luciane Cleonice Durante</i>	
<i>Karyna Andrade Carvalho Rosseti</i>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>56</b>
A PRESERVAÇÃO DA ESTRUTURA EM ARGASSA ARMADA DO CRISTO REDENTOR: DIAGNÓSTICO	
<i>Maria Cristina Ventura</i>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>73</b>
ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DE COMPÓSITOS DE MADEIRA, PROVENIENTES DE RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO, UTILIZANDO O GESSO COMO AGLOMERANTE	
<i>Tháisa Mariana Santiago Rocha</i>	
<i>Leonardo Fagundes Rosemback Miranda</i>	
<i>Carlos Frederico Alice Parchen</i>	
<i>Lara Biancato Ruhnke</i>	
<i>Paolo Pires de Lima</i>	

<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>87</b>
INFLUÊNCIA DE ADITIVOS ACELERADORES DE PEGA NAS PROPRIEDADES NO ESTADO FRESCO DE COMPÓSITOS DE CIMENTO E RESÍDUOS DE MADEIRA DE CONSTRUÇÃO	
<i>Tháisa Mariana Santiago Rocha</i>	
<i>Leonardo Fagundes Rosembach Miranda</i>	
<i>Carlos Frederico Alice Parchen</i>	
<i>Paolo Pires de Lima</i>	
<i>Lara Biancato Ruhnke</i>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>101</b>
ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS ORGANIZACIONAIS DAS EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL	
<i>Felipe Teixeira</i>	
<i>Alfredo Iarozinski Neto</i>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>111</b>
GESTÃO DE RISCOS E RISCOS DE GESTÃO EM PROJETOS INDUSTRIAIS: ESTUDOS DE CASO	
<i>Tássia Farssura Lima da Silva</i>	
<i>Silvio Burratino Melhado</i>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>124</b>
INTEGRAÇÃO DO BIM NO CURRÍCULO DO CURSO DE EDIFICAÇÕES	
<i>Josyanne Pinto Giesta</i>	
<i>Gilda Lucia Bakker Batista de Menezes</i>	
<i>Alfredo Costa Neto</i>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>134</b>
ANÁLISE DE JURISPRUDÊNCIAS RELACIONADAS À CONSTRUÇÃO CIVIL <sup>1</sup>	
<i>Marcelo Fabiano Costella</i>	
<i>Cláudio Alcides Jacoski</i>	
<i>Nicael William Martini</i>	
<i>Vilmar Roque Pereira</i>	
<i>Monike de Medeiros Costella</i>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA.....</b>	<b>134</b>

## A PRESERVAÇÃO DA ESTRUTURA EM ARGASSA ARMADA DO CRISTO REDENTOR: DIAGNÓSTICO

**Maria Cristina Ventura**

UFRJ - PROARQ Programa de Pós-Graduação  
em Arquitetura

Mestrado Profissional em Projeto e Patrimônio  
Cabo Frio – RJ

**RESUMO:** A escultura do Cristo Redentor, símbolo da cidade do Rio de Janeiro, foi concluída no ano de 1931; e apresenta duas estruturas: uma interna em concreto armado, e outra externa, em argamassa armada revestida em mosaico de pedra-sabão. Este trabalho tratará das patologias da estrutura externa do monumento, bem como dos tratamentos realizados e os limites das intervenções para manutenção. A escolha deste tema tem por objetivo divulgar a forma como foi concebido e executado este trecho da escultura, os métodos de tratamento e os desafios enfrentados nas intervenções realizadas nos dias atuais, ressaltando as vulnerabilidades da técnica construtiva sob a ação do clima. Serão discutidas as soluções encontradas para tratamento de patologias que se perpetuaram, não só em função das dificuldades de acesso para realização dos procedimentos de conservação e restauro, mas também pela necessidade de pesquisas que subsidiem intervenções para controlar a perda constante de materialidade do monumento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Escultura; Argamassa armada; Conservação

**ABSTRACT:** The sculpture of Christ the Redeemer, a symbol of Rio de Janeiro, was built in the 1930's and has two structures: an inner one in reinforced concrete, and an outer one, in plastered mortar covered with soapstone mosaic. This work will cover the pathologies of the outer structure of the monument, as well as the treatments performed and the limits of the interventions for maintenance. The goal of this subject's choice is to show the way in which this part of the structure was conceived and executed, the methods of treatment and the challenges faced in the interventions performed nowadays, highlighting the vulnerabilities of the building technique due to weather. The solutions found for the treatment of pathologies, which were perpetuated not only due to the difficulty of access for the execution of conservation and restoration procedures, but also due to the necessity of research that subsidize interventions to control the constant loss of materiality of the monument will be discussed.

**KEYWORDS:** Sculpture; Armed mortar; Conservation

### 1 | INTRODUÇÃO

O Cristo Redentor é o monumento símbolo do uso do concreto armado, técnica que definiu

uma época, com arrojo de novas concepções artísticas do modernismo. A trajetória da sua instalação passa pelos estudos da relação com a paisagem urbana e pelo trato harmônico entre a melhor forma artística e os limites da engenharia da época, um audacioso empreendimento fundamentado no estilo moderno.

Em 2015, foi iniciado o trabalho da nova equipe de manutenção e conservação do monumento do Cristo Redentor. A elaboração deste artigo é resultado deste período de imersão nos estudos relativos ao monumento que exigiu da equipe aprofundamento nas questões relativas ao processo construtivo do monumento, com ênfase para a estrutura externa. Serão destacadas questões da materialidade e preservação dessa estrutura: a variedade de sua composição, a metodologia utilizada nos diagnósticos, nas intervenções do último ano e as ações de conservação preventiva que buscam garantir a longevidade do monumento.

Não se conhece, nos tempos que correm, material superior ao concreto armado em resistência, onde se pode artificialmente pela distribuição racional da ossatura metálica dotar o conjunto de máxima resistência, donde a durabilidade encarada pelo lado mecânico. [...]

Mas as curvas de pequena curvatura, a predominância, quase absoluta, das rectas dominando a escultura e esposando, nesse ramo da arte, as mesmas linhas que hoje dominam “o estylo moderno” em architectura, fazem-nos destemer da acção dos efeitos thermicos do ambiente, das poeiras, da acção dos seres vivos, entre os quaes os lichens e as algas tem um papel de maior relevo e que não vão encontrar ahi fácil abrigo para desenvolvimento. (REIS, 1929, p. 14)

As questões relacionadas com a preservação do monumento passam pela perda de valor material e artístico da obra. Quando tratamos o patrimônio imaterial, reconhecemos os valores do modo de fazer. No caso do Cristo Redentor, as mãos e a cabeça foram realizadas por meio de fôrmas, ou seja, elas foram modeladas em tamanho natural pelo artista francês Paul Landowisk e após a realização das peças o artista fez as fôrmas em partes e enviou para o Brasil. Já o corpo da escultura coberto pela vestimenta obteve sua armadura do gabarito retirado da maquete, também realizada por Landowisk, dez vezes menor que a escultura. Esta armadura serviu de estrutura para o assentamento da argamassa e de guia para a sua aparência volumétrica. Mas quem poderia realizar manualmente este recobrimento de modo que este bloco de 30 metros de altura por 28 de envergadura mantivesse a unidade e o movimento necessários a uma vestimenta em manto? Foram os operários brasileiros os mestres desta façanha, executaram o preenchimento das armações em ferro e deram forma a vestimenta do monumento. Símbolo da audácia de seus idealizadores e construtores associada ao desejo do povo carioca manifestado pelas milhares de doações feitas para possibilitar sua construção.

Toda a construção foi feita em concreto armado, num local onde o acesso é difícil e os recursos chegam demorados e excessivamente caros. A obra foi financiada com o óbolo generoso do Brasil e, particularmente, com os donativos espontâneos da população carioca que soube compreender o alto alcance social e moral de tão



O constante risco de perda da volumetria original é um dos principais motivos para o tratamento preventivo da estrutura externa da escultura, associado ao desafio que é recompor os traços originais de certos trechos do monumento, a exemplo, os detalhes na cabeça.

Este artigo é o resultado de pesquisas e ações práticas fundamentadas pela literatura existente e por ensaios laboratoriais que instrumentalizam a busca dos melhores resultados para o tratamento de restauração e de preservação do Monumento Cristo Redentor.

## 2 | A CONCEPÇÃO

A 710 metros do nível do mar, voltado para o nascente e rodeado pela floresta da Tijuca encontra-se a escultura do Cristo Redentor na cidade do Rio de Janeiro, medindo 38 metros de altura a sua construção teve início em meados de 1926 e sua inauguração foi em 1931.

A ideia de ter uma imagem do Cristo coroando o Morro do Corcovado surgiu dentro das diversas propostas de comemoração do Primeiro Centenário da Independência em 1922. Lançado o concurso em 1923, o projeto vencedor para a realização do trabalho foi o do engenheiro Heitor da Silva Costa.

Em 1924, Heitor vai a Paris para contratar o engenheiro Albert Caquot, mestre dos cálculos estruturais da época, para realizar o projeto da estrutura do monumento e o escultor Paul Landowski para confeccionar uma maquete em gesso da escultura com 4 metros de altura e no tamanho original, as fôrmas da cabeça e das mãos. Esta maquete só pode ser finalizada após a resolução dos problemas de estabilidade e equilíbrio da estrutura, foram necessários três anos de estudos para a realização das peças. Este modelo viabilizou todos os estudos da forma final em que inclui-se também a realização dos gabaritos dos perfis utilizados para a confecção dos ferros da estrutura externa. Este trabalho foi realizado em Paris, chegando ao Brasil as fôrmas da cabeça e das mãos, os projetos estruturais e os detalhamentos em papel quadriculado para a realização do desenho das ferragens que sustentam a argamassa da vestimenta através do aumento direto na proporção.

Para a edificação da escultura no pico do Morro do Corcovado foi estudada a relação do observador com a obra considerando três pontos de vista principais: do alto mar, da cidade e da base. O monumento tal como foi concebido é o resultado de diversos estudos e conforme Agache (1929 apud COSTA, 1929, p.7) “muitas são as questões que interessam ao urbanismo, não sendo das de menor importância as que se referem aos monumentos públicos e sua conveniente instalação”.

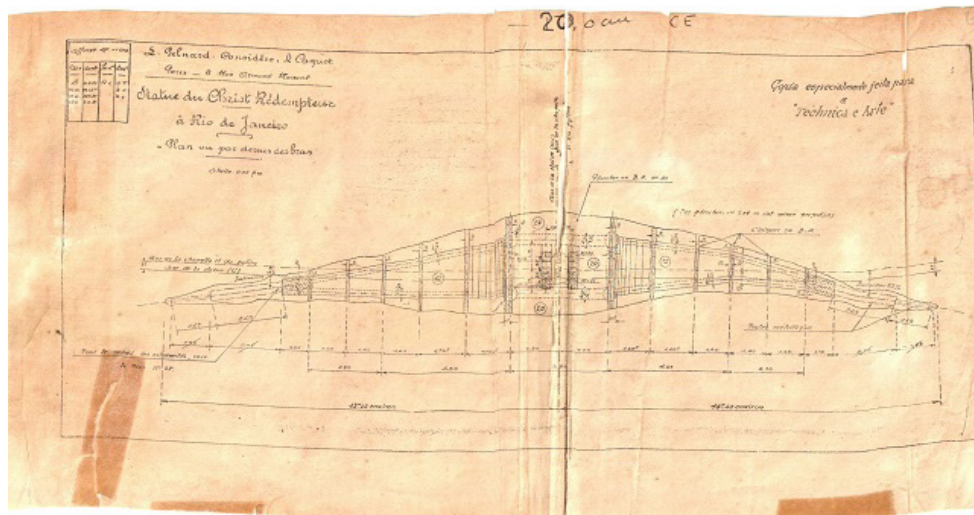


Figura 01: Planta da estrutura interna.

Fonte: Acervo Clube de Engenharia do Rio de Janeiro.

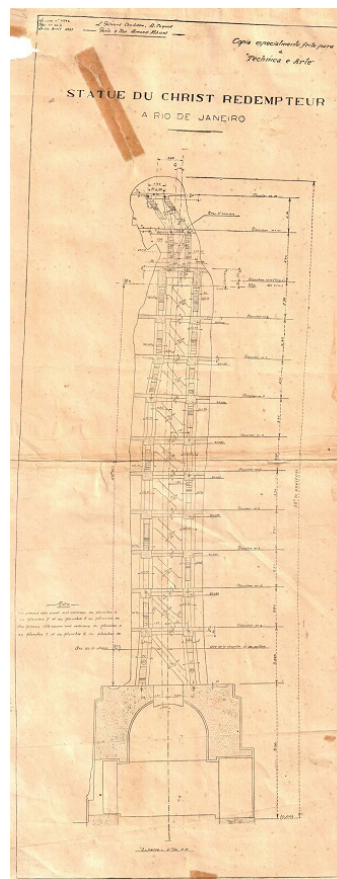


Figura 02: Corte da estrutura interna.

Fonte: Acervo Clube de Engenharia do Rio de Janeiro.

### 3 | A ESTRUTURA

Construído em cimento armado, a escolha deste material causou estranheza, era um momento onde o emprego do concreto armado estava associado às obras de engenharia, em pilares e vigas, porém já era considerado o material do futuro.

...é este o material do dia; é também o material do futuro, tendo saído do campo das experiências, para ser empregado com base científica. Prestando-se às formas mais variadas e extravagantes, a arquitetura e a escultura, delle se têm apossado para submetê-lo às suas diversas exigências.(COSTA, 1929, P.11)

A estrutura do monumento se apresenta de duas formas, a interna em concreto armado formada por colunas, vigas e platôs, responsável por receber as cargas e a estrutura externa em argamassa armada fixada nos platôs, responsável pelo talhe da vestimenta. A cabeça e as mãos foram executadas a partir das fôrmas vindas de Paris, as partes foram preenchidas em São Gonçalo, RJ, e montadas *in loco*. Após a montagem, as mãos foram preenchidas com concreto.

Heitor da Silva Costa descreve assim a estrutura:

Os pilares engastados no bloco que forma o pedestal têm as suas armações metálicas prolongadas até o solo elevando-se a partir deste pedestal, ligeiramente inclinados, para depois subirem verticalmente, inclinando se ainda uma vez, para obedecer à conveniência da modelagem da figura.

A partir da cota correspondente ao pescoço, sobem quatro pilares de seção de 0,30 x 0,30cm, engastados em fortes vigas transversais, que depois se inclinam em sustentação da cabeça, pendida para frente.

A armação dos braços é constituída de vigas em treliça, de concreto armado, com dois estrados sobrepostos e em cujas extremidades estão engastadas vigas de aço, igualmente em treliça destinadas a sustentar a carga das mãos. É a única parte da estrutura que é de aço, mas mesmo assim, fica mergulhada em concreto para a devida conservação.

O revestimento exterior da estátua é feito, igualmente de cimento armado, apoiado e amarrado nos perfis de ferro que limitam o platô de concreto e os intermediários, sendo eles as diretrizes para a execução da vestimenta da estátua.

Como acabamento final da obra foi empregado mosaico de pedra sabão (tesselas) de formato triangular com as seguintes dimensões: 3cm de lado e 0,7cm de espessura e um dado curioso é que esta escolha foi inspirada numa fonte do *Champs Elysée*.(COSTA, 1931,P.17 ).



Figura 03: Detalhe construtivo do monumento.

Fonte:Arquivo do IPHAN, Jornal O GLOBO, 2011. Editado por Cristina Ventura.

#### 4 | ESTRUTURA EXTERNA

A estrutura externa é a vestimenta do Cristo Redentor, para a transposição da sua forma a maquete foi seccionada em planos horizontais e verticais viabilizando a realização dos moldes com espaçamento de 7 a 10 cm que equivale a 0,70 a 1,00 metro na proporção do monumento:

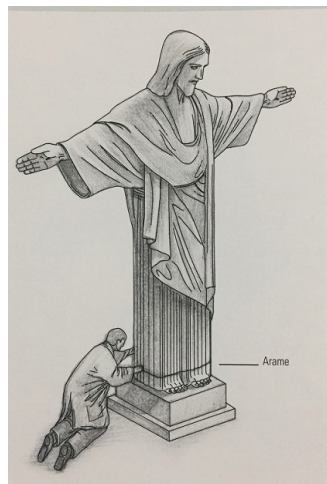


Figura 4: Execução dos moldes na maquete.

Fonte:Arquivo do IPHAN, Jornal O GLOBO, 2011. Editado por Cristina Ventura.

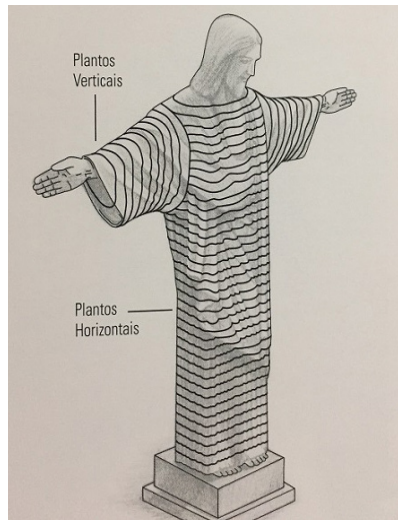


Figura 5: Demonstrativo das seções realizadas na maquete.

Fonte: Fonte: Arquivo do IPHAN, Jornal O GLOBO, 2011, editado por Cristina Ventura.

Cada um desses moldes formou uma planta com a concordância dos respectivos eixos. Desse modo, foram obtidos os perfis principais da escultura que permitiram aumentá-lo para o tamanho de execução. Todo esse trabalho foi executado sobre papel milimetrado, rigorosamente detalhado e posteriormente foi necessária a realização de um traçado paralelo que levasse em conta a espessura da argamassa, obtendo-se então o gabarito para a ferragem.

Desse modo, cada platô recebeu um desenho de perfil diferenciado e entre eles foram colocados os gabaritos em vergalhões horizontais com cerca de 70 cm de distância que amarrados com a ferragem vertical formam a malhada estrutura externa do monumento.



Figura 6 e 7: Construção do Cristo e detalhe do perfil dos platôs.

Fonte: NORONHA, 2012.



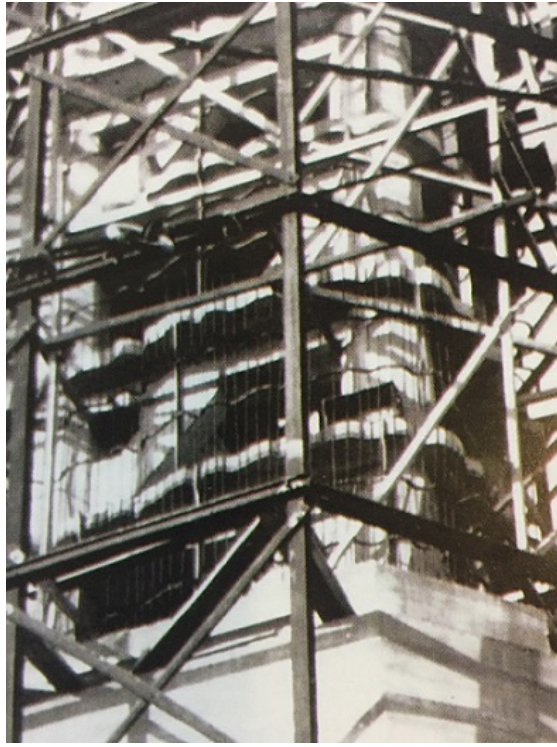


Figura 08: Detalhe da malha da estrutura externa do monumento composta por vergalhões gabaritados na horizontal e vergalhões de menor seção na vertical.

Fonte: NORONHA, 2012.



Figura 9: Montagem das placas de mosaico em pedra-sabão.

Fonte: Acervo Clube de Engenharia do Rio de Janeiro, Revista Cruzeiro, 1931.

A estrutura externa do Monumento foi coberta com mosaico de pedra-sabão, a escolha desse material ocorreu devido à inspiração nas obras de Aleijadinho e também a qualidade da rocha, conforme afirma Felipe dos Santos Reisem matéria publicada na Revista Cruzeiro, em 1931:

Assim é uma rocha estanque a água, portanto impermeável à chuva e como tem uma grande resistência aos ácidos, não é atacada pelas águas mesmo fortemente carregadas de ácido carbônico. Possui a steatita, propriedades refratárias notáveis, sendo péssima condutora do calor. Ela preservará portanto o cimento armado da estátua da ação direta dos raios solares e do calor. Como não dilata, a superfície do mosaico tem muito maior probabilidade de conservar-se perfeita. Também por efeito da mesma propriedade não fendilha como aconteceria com a cerâmica. (REIS, 1931, P.27)

## 5 | DIAGNÓSTICO E INTERVENÇÃO

O primeiro levantamento para diagnóstico realizado pela equipe foi no pedestal e na parte interna da escultura. Vale ressaltar que o monitoramento interno da escultura é feito por meio das escadas que dão acesso a todos os platôs, braços e cabeça do monumento. Durante a vistoria, foi avaliada a estrutura interna responsável pela transmissão das cargas à fundação, a qual se encontra em perfeito estado de conservação. O que causou estranheza foi a quantidade de umidade na face interna da estrutura do manto com desprendimentos de argamassa de cobertura e ferragem exposta.

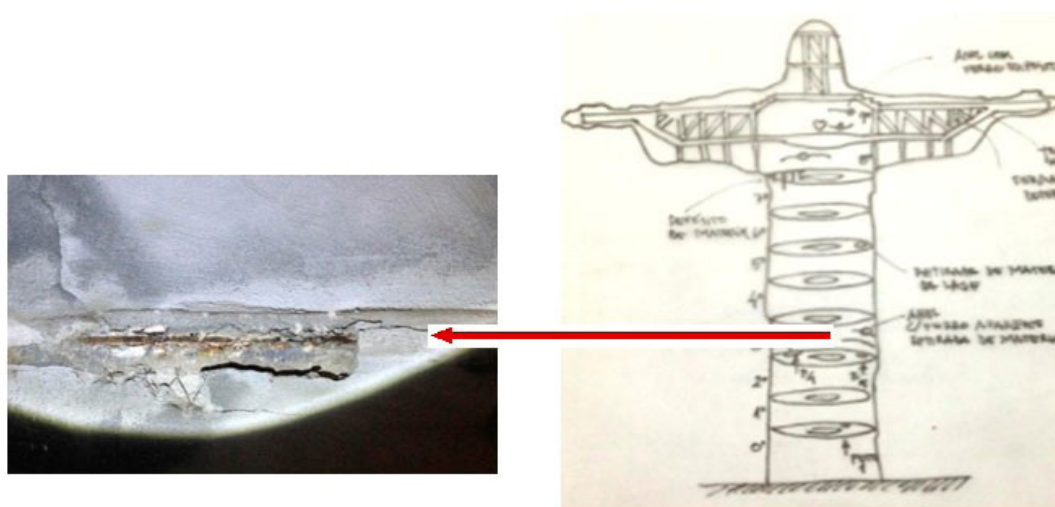


Figura 10: Vista interna, detalhe do desprendimento da argamassa com vergalhão oxidado que forma o gabarito em malha de aço para a estrutura externa e croqui com a localização do dano.

Fonte: Cristina Ventura, 2015.

Segundo pesquisas realizadas nos relatórios existentes do Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), as peças em pedra-sabão que formam o mosaico (tesselas), responsável pelo revestimento da escultura, perderam as propriedades de resistência e impermeabilidade. A justificativa para esta perda está relacionada à quantidade de chuvas ácidas, a incidência de raios e a presença de pátina biológica no revestimento.

Na intervenção de 2010 foi realizada a aplicação de produto hidrofugante em toda a superfície do monumento, com o intuito de sanar a questão da permeabilidade da estrutura que forma a parte externa da escultura. No entanto, no ano de 2016 foram coletadas e encaminhadas ao CETEM amostras de material referentes à estrutura externa do monumento para realização de testes e parecer técnico quanto à existência do produto hidrofugante aplicado em 2010 para a proteção das ferragens. Segundo a conclusão do relatório:

Pode-se concluir que as amostras de tesselas de 2016, não apresentam hidrorrepelentes em sua superfície em totalidade, podendo apresentar, possivelmente, alguns traços de silano-siloxano.



Os ensaios que determinam a absorção de água, porosidade e dispersão de uma gota de água nas tesselas de 2016 indicaram comportamento de uma rocha sem hidrofugação e em processo de alteração [...].(CETEM, 2016, P.11)

A estrutura da parte externa do Cristo tem apenas 7 cm de espessura total, quando as normas técnicas atuais prevêm no mínimo 4 cm de cobertura das ferragens para proteção em regiões agressivas. Durante os levantamentos e pesquisas, constatamos a incidência de diversas fissuras, inclusive em locais onde já haviam ocorrido intervenções de restauro com a substituição de materiais, outro fato observado foi da presença de restaurações em desacordo com o assentamento do revestimento desrespeitando a forma do trecho danificado ( Figura 16).



Figura 11: Detalhe da cabeça do Cristo em 2010.

Fonte: Google imagens.



Figura 12: Detalhe da cabeça após a restauração de 2010.

Fonte: [www.cetem.gov.br/seminarios](http://www.cetem.gov.br/seminarios).

Figura 13: Detalhe da cabeça em 2016.

Fonte: Levantamento fotogramétrico, autor Adolfo Ibañez.

O formato triangular do mosaico em pedra-sabão (tesselas) de dimensões próximas a 3cm, permite maior liberdade para o acompanhar o movimento da escultura mas propicia uma excessiva quantidade de rejunte, como mostra a figura abaixo:



Figura 15: Foto do mosaico em pedra-sabão.

Fonte: Cristina Ventura, 2016

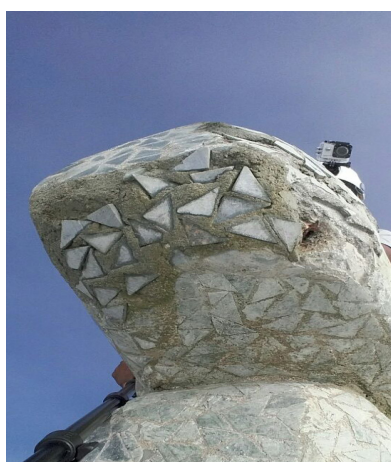


Figura 16: Foto do dedo da mão direita do monumento, em detalhe trecho com antiga intervenção.

Fonte: Anderson Jorge, 2017.

Para a realização do levantamento externo foi utilizada a técnica da fotogrametria digital. Durante esta etapa dos trabalhos, ficou constatada, logo nos primeiros vôos, a necessidade da escultura estar com a sua superfície úmida para melhor distinção das diversas patologias existentes.

Com o levantamento fotogramétrico, podemos acompanhar o progresso das fissuras encontradas na superfície da estrutura. No mês de abril deste ano, detectamos a evolução de uma trinca em um trecho do manto. Devido à ameaça eminente de desprendimento de material, o trecho foi removido e encaminhado para o ateliê de restauro, e a argamassa foi submetida à análise laboratorial pelo CETEM, além de o trecho ter sido restaurado.



Figura 17: Fotogrametria com destaque para área do dano

Fonte: Adolfo Ibañez , editado por Cristina Ventura..



Figura 18: Detalhe do dano.

Foto Cristina Ventura, abril de 2017





Figura 19: Detalhe do trecho após a retirada do material desprendido. Com ferragem a mostra.

Foto: Cristina Ventura, abril de 2017.

O trecho da estrutura foi encaminhado ao CETEM, para análise do material, que ratificou o diagnóstico visual das causas para o desprendimento do trecho:

Observam-se em algumas amostras altos teores de ferro oxidado, oriundos de estruturas metálicas presas às amostras, que são responsáveis pelo tingimento em grande proporção das argamassas e que podem, com o tempo, gerar manchas nas tesselas na parte externa, devido a presença constante de águas da chuva.

(CETEM, 2016, P.31)

A foto abaixo foi realizada na oficina de restauro e nota-se na figura 18 o detalhe do vinco realizado na argamassa, onde as tesselas são assentadas de forma a permitir esta dobra. Nas fotos seguintes, pode-se visualizar a retirada das tesselas com o uso de micro retífica e em seguida a colagem das peças com carboximetil em tecido para a refação do trecho do mosaico perdido.



Figura 21: Detalhe da retirada das tesselas.

Fonte: Daniela Camargo, maio de 2017.



Figura 20: Detalhe do vinco existente na argamassa.

Fonte: Daniela Camargo, maio de 2017.



Figura 22: Detalhe da colagem em tecido.

Fonte: Daniela Camargo, maio de 2017.

Essa forma adotada para a realização do restauro utilizou os métodos originais de assentamento do mosaico em pedra sabão. Após análises de possíveis procedimentos para a execução da intervenção e considerando as condições de trabalho realizado com o uso de rapel, decidiu-se junto ao órgão de preservação que, para o melhor resultado do restauro, as peças deveriam estar dispostas em tecido respeitando a distribuição original. Para isso, foi realizado um molde em gesso do trecho desprendido com a devida catalogação das peças para posterior fixação.

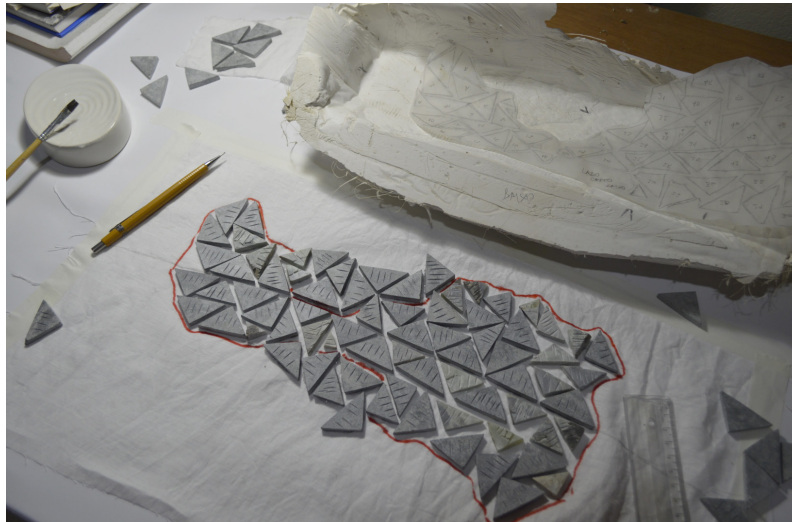


Figura 23: Finalização da montagem do mosaico.

Fonte: Daniela Camargo, maio de 2017.



Figura 24: Trecho restaurado em junho de 2017.

Fonte: Cristina Ventura.

## 6 | CONCLUSÃO

O desafio na preservação da arquitetura moderna passa pela proteção das fachadas com suas características construtivas e seus materiais constitutivos – normalmente o alumínio, vidro, plástico e borracha – no caso do Cristo Redentor, a fachada a ser preservada é a estrutura em argamassa armada revestida com mosaico de pedra sabão.

A constituição material da estrutura externa do monumento passou por um processo construtivo muito semelhante à execução das construções em taipa de mão, em que a malha era feita por meio do entrelaçamento de ripas de madeira verticais, com vigas horizontais, amarradas entre si, dando origem a um painel perfurado que era preenchido com barro. O processo para execução da estrutura externa do monumento dependeu da montagem da estrutura em aço, uma modelagem rigorosa sobre perfis horizontais com desenhos distintos, e da aplicação manual da argamassa

para seu revestimento. No entanto, para obtenção de detalhes executados somente na argamassa, era preciso o trabalho artístico dos operários e de um traço que favorecesse a sua aplicação feita manualmente; e a escultura possui diversos detalhes que foram executados diretamente na argamassa. Seu revestimento com mosaico de pedras perdeu suas propriedades de impermeabilidade e resistência ao longo de 86 anos de exposição às ações climáticas, diferentes daquelas registradas no início do século passado e muito mais agressivas, a exemplo, as chuvas ácidas e a quantidade de temporais com altos índices de incidência de raios.

Os testes realizados com trechos de argamassas e tesselas do monumento afirmam que a água é o principal agente de degradação externa - capaz de produzir fissuras por movimentação higroscópica, alterações nos minerais constituintes das rochas provocando mudança da coloração, aumento de volume por hidratação, hidrolisação de minerais e lixiviação de constituintes, geração de ácidos como o sulfúrico quando há sulfeto de ferro presente. Todos esses processos levam à desagregação dos minerais da rocha e aumentam sua porosidade, além de provocar perda de material na superfície.

As obras de concreto com exposição contínua às intempéries apresentam em sua grande maioria as marcas do tempo, desgastes do seu envelhecimento, como manchas, fissuras e corrosão da armadura. No caso do Cristo Redentor, temos a particularidade da volumetria da argamassa ser a responsável pela forma da escultura. Com isso, as intervenções onde se faz necessária a substituição de material, precedem de levantamentos e estudos para evitar a perda dos detalhes artísticos que dão forma ao monumento. A realização de ações continuadas de higienização e aplicação de produto hidrofugante agem como forma minimizadora do processo de degradação do monumento.

O monumento do Cristo Redentor, é um dos maiores símbolos art déco do mundo, recebe cerca de 6.000 visitantes por dia e em 2007 recebeu o título de uma das sete novas maravilhas do mundo.

Como ninguém pôde ir a Paris, pela primeira vez, sem subir ao alto da torre Eiffel; como não se pode entrar no Porto de Nova York sem se avistar a estatua da Liberdade: não se poderá fallar, dentro em breve, da cidade do Rio de Janeiro, sem fazer referencia à Christo. (COSTA, 1929, P.7)

## REFERÊNCIAS

COSTA, H.S. O monumento de Christo como obra de arte e obra de engenharia. **O Cruzeiro**, Rio de Janeiro, p.12, 1929.

COSTA, H.S. Resistencia e material. **O Cruzeiro**, Rio de Janeiro, p.20, 1931.

COSTA, H. S. Christo Redemptor – discurso pronunciado pelo engenheiro Heitor da Silva Costa no Rotary Club. **Technica e Arte. Revista de Engenharia e Architectura**, Rio de Janeiro, n.5, p.7-11, fevereiro de 1929.

FONTES, Lilian; NORONHA, Maria Izabel. **Redentor: de braços abertos**. Rio de Janeiro: Réptil Editora, 2012.

REIS, F. S. Carta aberta ao Monsenhor Luis Gonzaga do Carmo e aos engenheiros Pedro Fernandes Vianna e Heitor da Silva Costa. **Technica e Arte. Revista de Engenharia e Architectura**, Rio de Janeiro, n.5, p.13-16, fevereiro de Janeiro, p.27, 1931.

RIBEIRO, R.C.C; DALTO,D.P.S. Verificação da presença de protetivo nas tesselas de esteatito no Monumento do Cristo Redentor em 2016. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações; outubro de 2016. **Relatório técnico**. RRM-0067-00-16.

RIBEIRO, R.C.C; MOURA,L.C.R; XAVIER,E.G. Caracterização de partes de concreto do Monumento ao Cristo Redentor. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações; agosto de 2016. **Relatório técnico**. RRM-0055-00-16.

Google imagens. Acesso em: 18/07/2017

[www.cetem.gov.br/seminarios](http://www.cetem.gov.br/seminarios). Acesso em: 15/07/2017



Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-85107-41-3



9 788585 107413