



**Marcia Regina Werner Schneider Abdala  
(Organizadora)**

**A Aplicação do  
Conhecimento  
Científico nas  
Engenharias 2**

**Atena**  
Editora

Ano 2019

Marcia Regina Werner Schneider Abdala  
(Organizadora)

# A Aplicação do Conhecimento Científico nas Engenharias 2

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Natália Sandrini e Lorena Prestes

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  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
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 Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
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  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

A642 A aplicação do conhecimento científico nas engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Marcia Regina Werner Schneider Abdala. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A Aplicação do Conhecimento Científico nas Engenharias; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-245-6

DOI 10.22533/at.ed.456190504

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovação. I. Abdala, Marcia Regina Werner Schneider. II. Série.

CDD 620.0072

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

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

2019

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

O conhecimento científico é extremamente importante na vida do ser humano e da sociedade, pois possibilita entender como as coisas funcionam ao invés de apenas aceita-las passivamente. Mediante o conhecimento científico é possível provar muitas coisas, já que busca a veracidade através da comprovação.

Sendo produzido pela investigação científica através de seus procedimentos, surge da necessidade de encontrar soluções para problemas de ordem prática da vida diária e para fornecer explicações sistemáticas que possam ser testadas e criticadas através de provas. Por meio dessa investigação, obtêm-se enunciados, leis, teorias que explicam a ocorrência de fatos e fenômenos associados a um determinado problema, sendo possível assim encontrar soluções ou, até mesmo, construir novas leis e teorias.

Possibilitar o acesso ao conhecimento científico é de suma importância para a evolução da sociedade e do ser humano em si, pois através dele adquirem-se novos pontos de vista, conceitos, técnicas, procedimentos e ferramentas, proporcionando o avanço na construção do saber em uma área do conhecimento.

Na engenharia evidencia-se a relevância do conhecimento científico, pois o seu desenvolvimento está diretamente relacionado com o progresso e disseminação deste conhecimento.

Neste sentido, este E-book, composto por dois volumes, possibilita o acesso as mais recentes pesquisas desenvolvidas na área de Engenharia, demonstrando a importância do conhecimento científico para a transformação social e tecnológica da sociedade.

Boa leitura!

Marcia Regina Werner Schneider Abdala



## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
O BRASIL SABE PLANEJAR?	
Thiago de Oliveira Lima Brandão	
DOI 10.22533/at.ed.4561904041	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>4</b>
A CONTRIBUIÇÃO DA ACREDITAÇÃO HOSPITALAR PARA A MELHORIA DOS SERVIÇOS DE ASSISTÊNCIA À SAÚDE	
Tatyana Karla Oliveira Regis	
Sablina Cibele Fernandes Alves	
DOI 10.22533/at.ed.4561904042	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>15</b>
SÍNDROME DE BURNOUT: NOVOS DESAFIOS PARA GESTÃO DE FUNCIONÁRIOS DE MANUTENÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO	
Luís L'Aiglon Pinto Martins	
DOI 10.22533/at.ed.4561904043	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>26</b>
TEORIA DAS FILAS PARA DIMENSIONAMENTO DE ATENDENTES EM EMPRESA DE SOFTWARE	
Ivete Linn Ruppenthal	
Fernanda Klein Both	
Fabrício Desbessel	
João Serafim Tusi da Silveira	
DOI 10.22533/at.ed.4561904044	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>42</b>
QUALIFICAÇÃO DE FORNECEDORES EM UMA INDÚSTRIA DO RAMO ALIMENTÍCIO	
Jeova Santos Gonçalves	
Larisse Oliveira Costa	
DOI 10.22533/at.ed.4561904045	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>46</b>
UTILIZAÇÃO DA PESQUISA OPERACIONAL NA OTIMIZAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS EM UM RESTAURANTE NO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO DO AMARANTE, CEARÁ	
José Oliveira da Silva Júnior	
Kleison de Paiva Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.4561904046	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>50</b>
ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS: CAPACIDADE PRODUTIVA DE UM ATELIÊ NO MUNICÍPIO DE XINGUARA-PA	
Thiago Dos Santos Paula	
Fábia Maria de Souza	
Waleriana Cavalcante Leão	
Mariele Ferreira Gonçalves	
Cristiano Carvalho da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.4561904047	

<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>62</b>
ANÁLISE ERGONÔMICA DOS AGENTES DE LIMPEZA PÚBLICA DO CENTRO HISTÓRICO DE SÃO LUÍS -MA	
Karolayne Maria Viana Silva Basynga Franco da Silva Júlio César Moraes Vale José Ribamar Santos Moraes Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4561904048</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>72</b>
GESTÃO DE RISCOS DE RUPTURAS E ESTRATÉGIAS DE RESILIÊNCIA EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS	
Márcio Gonçalves dos Santos Rosane Lúcia Chicarelli Alcântara	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4561904049</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>87</b>
MELHORIA DOS PROCESSOS PRODUTIVOS ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DE PRODUÇÃO: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DO RAMO DE NAVEGAÇÃO	
Gabriel Lemos Ferreira Tábata Stephanie Vilela Morgado	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45619040410</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>98</b>
AVANÇOS DA MANUTENÇÃO EM UMA OFICINA MECÂNICA DE UMA CONSTRUTORA	
Izac de Sousa Vieira José Weliton Nogueira Júnior Yuri José Luz Moura	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45619040411</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>103</b>
DESENVOLVIMENTO DE EQUIPAMENTO MARCADOR PARA PLANTIO DE FUMO	
Marlon Vinícius Medeiros João Pedro Brentano Uhry Anderson Creasso Alexandre Chapoval Neto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45619040412</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>115</b>
CONTROLE E MONITORAMENTO DE CARGAS COM SISTEMA SCADABR E ARDUINO	
Chagas Carvalho Teixeira de Oliveira Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45619040413</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>128</b>
ANÁLISE DE POTENCIAL EÓLICO UTILIZANDO O SOFTWARE WASP E DADOS DE MEDIÇÃO DE ANEMÔMETRO DE TORRES METEOROLÓGICAS	
Francisco Jeandson Rodrigues da Silva Magna Livia Neco Rabelo Antonio Marcos Teixeira Antônio Wellington Vaz dos Santos José Neurismar Bezerra de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45619040414</b>	

**CAPÍTULO 15 ..... 135**

USO DO SISTEMA GOD PARA DETERMINAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL DO AQUÍFERO À CONTAMINAÇÃO EM MARAU – RS

Gabriel D'Ávila Fernandes  
Willian Fernando de Borba  
Lueni Gonçalves Terra  
José Luiz Silvério da Silva  
Éricklis Edson Boito de Souza  
Mirta Teresinha Petry

**DOI 10.22533/at.ed.45619040415**

**CAPÍTULO 16 ..... 144**

VULNERABILIDADE NATURAL DO AQUÍFERO À CONTAMINAÇÃO NO MUNICÍPIO DE ELDORADO DO SUL-RS

Gabriel D'Avila Fernandes  
Willian Fernando de Borba  
José Luiz Silvério da Silva  
Gustavo Rinaldo Scaburi  
Pedro Daniel da Cunha Kemerich  
Éricklis Edson Boito de Souza  
Jennyfer Selong Redel

**DOI 10.22533/at.ed.45619040416**

**CAPÍTULO 17 ..... 150**

UTILIZAÇÃO DA LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA (LPA) NO CONTROLE DE BOMBAS DE SANGUE DE FLUXO CONTÍNUO

Gabriel Furlan  
Tarcisio Fernandes Leão  
José William Rodrigues Pereira  
Victor Freitas Souto  
Eduardo Guy Perpétuo Bock

**DOI 10.22533/at.ed.45619040417**

**CAPÍTULO 18 ..... 162**

CONFECÇÃO DE BIOMODELOS PARA PACIENTES RECÉM-NASCIDOS E CRIANÇAS MAIORES COM COARCTAÇÃO DA AORTA

Rosana Nunes dos Santos  
Vinicius Oliveira Nascimento Louro  
Nadine Rubliauskas Wahbe  
Tiago Senra Garcia dos Santos  
Aron José Pazin de Andrade  
Bruno Utiyama da Silva  
Carlos Augusto Cardoso Pedra

**DOI 10.22533/at.ed.45619040418**

**CAPÍTULO 19 ..... 173**

CONTROLE DO CONVERSOR BUCK PARA MÓDULOS DA CADEIRA DE RODAS COM USO DE LMIs

Ruberlei Gaino  
Márcio Roberto Covacic  
Rodrigo da Ponte Caun  
Pedro Henrique Bonilha Mantovani

**DOI 10.22533/at.ed.45619040419**

**CAPÍTULO 20 ..... 186**

METODOLOGIA PARA A CRIAÇÃO DE UMA ROTINA DE SIMULAÇÃO NUMÉRICA EM IMPLANTES DE QUADRIL

Jorge Arturo Hinostroza Medina  
Bianca Aleixo  
Claudio Teodoro dos Santos  
Rafael de Abreu Vinhosa  
Mauricio de Jesus Monteiro  
Ieda Vieira Caminha  
André Maués Brabo Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.45619040420**

**CAPÍTULO 21 ..... 199**

DESENVOLVIMENTO DE UM ELETROMIÓGRAFO PARA AVALIAR PADRÕES DE RESPOSTAS MUSCULARES E EFICÁCIA DE TRATAMENTOS

Suany dos Santos Chagas  
Deriks Karlay Dias Costa  
Wellington José Figueiredo de Lima  
Luciana de Azevedo Vieira  
Rildo Cesar Dias Arrifano  
Kleiber Tenório de Sousa

**DOI 10.22533/at.ed.45619040421**

**SOBRE A ORGANIZADORA..... 212**



## CONFECÇÃO DE BIOMODELOS PARA PACIENTES RECÉM-NASCIDOS E CRIANÇAS MAIORES COM COARCTAÇÃO DA AORTA

### **Rosana Nunes dos Santos**

Pós-Doutoranda do Programa de Pós-Doutoramento do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia – São Paulo. Doutorado em Ciências no Programa de Pós-Graduação do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP – São Paulo. Professora Associada do Departamento de Engenharia da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – São Paulo.

### **Vinicius Oliveira Nascimento Louro**

Graduando em Engenharia Biomédica, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – São Paulo. Bolsista PIBIC-CNPq Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – São Paulo.

### **Nadine Rubliauskas Wahbe**

Graduanda em Engenharia Biomédica, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – São Paulo. Bolsista PIBIT-CNPq Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – São Paulo.

### **Tiago Senra Garcia dos Santos**

Especialização em Ressonância Magnética e Tomografia Cardiovascular pelo Instituto do Coração HC Faculdade de Medicina da USP – São Paulo. Médico do Setor de TC Cardiovascular do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia – São Paulo.

### **Aron José Pazin de Andrade**

Livre Docência pelo Departamento de Engenharia Mecatrônica e de Sistemas Mecânicos da Escola Politécnica da USP – São Paulo. Docente da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – São Paulo. Diretor do Centro de Engenharia em Assistência Circulatória do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia – São Paulo.

### **Bruno Utiyama da Silva**

Doutorado em Ciências - Programa Cardiologia pela Universidade de São Paulo – São Paulo. Pesquisador do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia – São Paulo.

### **Carlos Augusto Cardoso Pedra**

Doutorado em Ciências pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – São Paulo. Chefe da Seção Médica de Intervenção em Cardiopatias Congênitas e Responsável Técnico da Terapia Intensiva Pediátrica do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia – São Paulo. Intervencionista do Hospital do Coração da Associação Sanatório Sírio- São Paulo.

**RESUMO:** A coarctação da aorta (CoA) é uma doença congênita que apresenta um estreitamento da aorta em sua porção torácica descendente. Existem procedimentos que são menos invasivos como, por exemplo, a dilatação com balão, que é a inserção e insuflação de um dispositivo na aorta para abrir o vaso, e a implante de stents para manter o vaso aberto num determinado diâmetro, tornando-se o procedimento mais utilizado. Para tanto, existem fatores que devem ser considerados na escolha do modelo de *stents* a ser empregado, tais como o mecanismo de implante, a geometria, o tipo de malha formada pelas hastes de metal, seu desenho estrutural e sua composição metálica. As aplicações da

manufatura aditiva ou impressão 3D, com foco no desenvolvimento de “modelos fisiológicos”, a partir de arquivos DICOM provenientes da tomografia computadorizada de pacientes com cardiopatias congênicas geram biomodelos o mais próximo possível da anatomia do paciente. Com isso, o médico poderá discutir com detalhes qual será o melhor tratamento a ser empregado. A análise da região com má-formação antes da intervenção pode reduzir significativamente complicações futuras.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cardiopatias Congênicas, Coarctação da Aorta, Tomografia Computadorizada, Impressão 3D, Biomodelos.

**ABSTRACT:** Coarctation of the aorta (CoA) is a congenital heart disease in which there is narrowing of the aorta in its descending thoracic portion. There are procedures that are less-invasive such as balloon dilation, which is the insertion and inflation of a catheter balloon in the aorta to open the vessel, and *stent* implantation in which it is possible to keep the vessel opened in a certain diameter, the most commonly used procedure. There are factors that must be considered when selecting the *stent* model to be used, as well as: the implant mechanism; the geometry; the type of mesh formed by the metal struts; their structural design and their metallic composition. The applications of additive manufacture or 3D printing, focusing on the development of “physiological models” from DICOM files from computerized tomography of patients with congenital CoA generate biomodels as close as possible to the patient’s anatomy. With this, the physician can discuss in detail which will be the best treatment to that patient. The analysis of the region with malformation before the intervention can significantly reduce future complications.

**KEYWORDS:** Congenital Heart Diseases, Coarctation of the Aorta, Computed Tomography, 3D Printing, Biomodels.

## 1 | INTRODUÇÃO

A coarctação da aorta (CoA) é uma estenose congênita no nível do istmo aórtico, localizado entre a artéria subclávia esquerda (LSA) e o ligamento arterial. É responsável por apresentar uma incidência de 1 em 2.500 recém-nascidos, representando de 5% a 10% de todas as cardiopatias congênicas, com a predominância de 2:1 para o sexo masculino (PEDRA, 2004; BROWN et. al., 2013; JUSZKAT et al., 2013; FONTES; PEDRA; PEDRA, 2014; NGUYEN; COOK, 2015). Sua principal consequência hemodinâmica é a obstrução do fluxo sanguíneo, o que determina aumento da pós-carga do ventrículo esquerdo, assim como hipertensão nos vasos da cabeça e pescoço (NEVES et al., 2005). Cabe ressaltar que as estenoses localizadas antes da emergência das artérias subclávias ou na aorta descendente torácica distal ocorrem raramente (PEDRA, 2004).

Na CoA, um segmento da aorta torna-se muito estreito devido à má-formação e, portanto, o fluxo de sangue oxigenado para o corpo é reduzido, o ventrículo esquerdo é forçado a bombear com mais intensidade provocando o desenvolvimento

de pressão arterial alta (PEDRA et al., 2005a; NEVES et al., 2005). Esta má-formação foi, primeiramente, descrita em 1760 por Morgagni, e a partir de então, muitos estudos foram realizados. Apesar de se apresentar simplesmente como uma lesão vascular, sua patogênese e seu tratamento ainda permanecem controversos (SANTOS; AZEVEDO, 2003).

A CoA é uma doença que continua a desafiar os investigadores, clínicos e cirurgiões, numa ampla faixa de idade de seus pacientes. Fetos, recém-nascidos e lactentes se apresentam com aspectos particulares no diagnóstico e tratamento e que muitas vezes podem ser de natureza urgente.

O tratamento com cirurgia, angioplastia com cateter balão, *stents* intravasculares ou a combinação de terapias podem apresentar obstruções recorrentes ou residuais que, entretanto, podem ser diagnosticadas e tratadas adequadamente.

Alterações fisiológicas importantes sob a forma de hipertrofia ventricular esquerda, hipertensão arterial sistêmica ou doença vascular podem surgir muitas décadas após o procedimento inicial (SANTOS; AZEVEDO, 2003).

Ao longo do tempo, a CoA não tratada elevou a mortalidade a mais de 80% até os 50 anos devido a complicações, incluindo ruptura aórtica, insuficiência cardíaca e hemorragia intracraniana (BROWN et al., 2013).

Segundo LORIER et al. (2005), pacientes com menos de 30 dias apresentaram risco aumentado de mortalidade e recoarctação, embora pacientes com mais de 30 dias a técnica de Waldhausen, a qual recorre a ampliação ou remendo do tecido da subclávia esquerda, mostrou-se efetiva.

Entre todas as crianças vivas portadoras de coarctação isolada da aorta, verificou-se que, sem tratamento, 10% dos pacientes morrem no primeiro mês de vida por insuficiência cardíaca. Por volta dos 10 anos, a mortalidade é de 50%, geralmente causada por insuficiência cardíaca crônica. Aos 50 anos, apenas 10% sobrevivem (FONTES et al., 2014).

Os métodos de tratamento incluem cirurgia, angioplastia por balão e implante de *stents*, sendo os dois últimos capazes de aliviar o gradiente de pressão arterial através da CoA. Acreditava-se que a CoA era uma doença simples e estava associada com a baixa morbidade e mortalidade (HELLENBRAND et al., 1990; BOBBY et al., 1991; OVAERT et al., 1998), porém, ao longo do tempo isto não se confirmou (LADISA JR.; TAYLOR; FEINSTEIN, 2010). Se não for tratada de forma eficaz e com rapidez, a CoA tem mal prognóstico, a maioria dos pacientes terá em sua vida, um decréscimo de décadas a menos em relação à média da população em geral (BOBBY et al., 1991; PERLOFF, 2003; NEVES et al., 2005) e uma morbidade substancial existente na forma de hipertensão, insuficiência cardíaca, doença arterial coronariana precoce, acidente vascular cerebral e formação de aneurisma (FLETCHER et al., 1995; BOUCHART et al., 2000; JOHNSTON; GIFKA; JONES, 2004; PEDRA, 2004; NEVES et al., 2005; LADISA JR.; TAYLOR; FEINSTEIN, 2010). A escolha do tratamento que será empregado faz a diferença na recuperação e nos possíveis problemas que podem ocorrer ao longo do

tempo de seguimento do paciente (PEDRA, 2004; NEVES et al., 2005; FONTES et al., 2014).

O tratamento cirúrgico da CoA emprega inúmeras técnicas com melhora progressiva dos resultados (OLIVEIRA et al., 2007, FORBES et al., 2011; BROWN et al., 2013). Os problemas que envolvem o tratamento da CoA estão centrados em três pontos: idade na realização do procedimento, tipo de técnica cirúrgica empregada e anomalias associadas. O aparecimento de recoarctação esteve associado com a baixa idade (menos de 13 dias de vida no procedimento). A sobrevida dos pacientes esteve correlacionada à ausência de defeitos associados, estado clínico pré-operatório e gradiente residual no local da CoA (SANTOS; AZEVEDO, 2003).

Atualmente, a correção cirúrgica dessa afecção, com qualquer técnica utilizada é realizada com baixos índices de morbidade e mortalidade, principalmente quando a lesão é isolada e nos pacientes com idade superior a um mês de vida. Nos adultos, apesar da operação realizada com segurança e eficácia, a ocorrência de dor na incisão cirúrgica e de sangramentos significativos é maior que em outras faixas etárias (SANTOS; AZEVEDO, 2003).

Apesar dos progressos significativos no manejo cirúrgico da CoA, a cirurgia ainda está associada a complicações potenciais durante o período de seguimento que incluem hipertensão, doença arterial coronariana e doença cerebrovascular. Além disso, não raramente, podem ocorrer complicações locais tardias, tais como aneurismas ou coarctações recorrentes que são diagnosticadas até em pacientes assintomáticos (JUSZKAT et al., 2013).

Os primeiros estudos realizados por SOS et al. (1979), LOCK et al. (1982a; 1982b), SINGER; ROWEN; DORSEY (1982) e LABABIDI et al. (1983; 1984) demonstraram ser possível realizar a dilatação da CoA por cateter-balão. A melhoria do fluxo local promove remodelamento e desenvolvimento do arco e istmo aórticos. Por outro lado, a ruptura da íntima pode se estender por toda a túnica média, poupando apenas a adventícia. Essa extensão provavelmente ocorre mais frequentemente em áreas com aspecto de necrose cística, favorecendo o aparecimento de aneurismas. A incidência dessa complicação varia de 2% a 20%, variando conforme o diâmetro do balão empregado e a faixa etária (PEDRA, 2004; 2005a; FONTES et al. 2014). A angioplastia para a CoA apresenta melhores resultados quando aplicada a pacientes entre 1 e 7 anos de idade (PEDRA, 2004; PEDRA et al, 2005a).

Cabe salientar que as taxas de recoarctação de até 80% são observadas nos neonatos, caindo progressivamente para 30% a 60% nos lactentes entre 1 e 6 meses de idade e 15% para crianças maiores. Em adultos e adolescentes os resultados também são satisfatórios quando comparados aos das crianças maiores (PEDRA, 2004; PEDRA et al, 2005a).

De modo geral, a angioplastia apresenta bons resultados em 80% dos casos definidos evolutivamente por gradientes entre membros superiores e inferiores menores que 20 mmHg e a ausência de aneurismas. Estudos envolvendo as técnicas



de abordagem cirúrgica e a de angioplastia, ambas na faixa etária pediátrica, mostraram resultados semelhantes nos dois estudos, com menor incidência e menor gravidade de complicações associadas à angioplastia e menor incidência de aneurismas e obstruções residuais associadas ao tratamento cirúrgico (PEDRA, 2005b; FONTES et al., 2014).

Após grande experiência acumulada no tratamento de diversas cardiopatias congênitas na população pediátrica, a implantação de *stent* foi ampliada aos pacientes portadores da CoA (PEDRA, 2004; PEDRA et al., 2005a; PEDRA et al., 2005b; NEVES et al., 2005; CATE et al., 2013; CHAMIÉ et al., 2015).

A partir de meados dos anos 90, diversos estudos demonstraram a segurança e eficácia em médio prazo dessa técnica, que praticamente elimina a possibilidade de recoarctação (NEVES et al., 2005; STINES; HOLZER, 2012; CATE et al., 2013). Uma vez que o *stent* atua como suporte para a parede do vaso, acredita-se também que possa reduzir a formação de aneurismas. Por outro lado, esse dispositivo metálico rígido determina, em longo prazo, o aparecimento de estenose fixa nas crianças em fase de crescimento (NEVES et al., 2005).

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A Manufatura Aditiva, Impressão Tridimensional (3D) ou Prototipagem Rápida envolve um conjunto de tecnologias usadas para se fabricar objetos físicos diretamente a partir de fontes de dados gerados por sistemas de projetos auxiliados por computador. A confecção das peças é feita através da adição automatizada de materiais, camada por camada. O processo de adição de camadas possibilita a construção de peças com alta complexidade geométrica, além da modulação das propriedades mecânicas dos materiais que constituem a peça confeccionada (ICHI, 2010).

O objetivo é confeccionar biomodelos (modelos de áreas anatômicas de pacientes portadores da CoA) a partir de arquivos de imagem DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) de pacientes submetidos a exame de Tomografia Computadorizada (TC). Para tanto, alguns pontos devem ser salientados como o estudo das melhores condições sobre a manufatura aditiva através da produção de biomodelos personalizados de pacientes do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia (IDPC), a definição de qual será a melhor opção para a técnica de processamento de imagens DICOM, segmentação e impressão 3D da região de interesse. A partir disto, será possível avaliar se o protótipo apresentará comportamento adequado como interface entre o médico e o paciente, além de prestar com eficiência à análise visual e de manuseio com potencial de aplicação no diagnóstico e planejamento cirúrgico.

A TC é capaz de visualizar a anatomia da aorta e, conseqüentemente, o local da coarctação, que aparece como redução do calibre. Esta redução pode ser focal ou segmentar e acompanhada de hipoplasia do arco aórtico e podem ser facilmente

identificadas pela TC. A valva aórtica bicúspide, que está presente numa parcela de pacientes com coarctação, também é visualizada (SCHVARTZMAN, 2004).

Do ponto de vista de GOITEIN et al. (2014), a tomografia cardíaca é uma ferramenta fidedigna no diagnóstico e planejamento cirúrgico de pacientes recém-nascidos e crianças com doenças cardíacas congênitas dado que mostra malformações vasculares extracardíacas e possibilita a reconstrução tridimensional. No entanto, a exposição aos raios X é de grande preocupação relativa ao aumento do risco de desenvolvimento de enfermidades induzidas pela radiação ionizante, em virtude desta população possuir alta sensibilidade e uma expectativa de vida longa. Cabe ressaltar que a ausência de informações hemodinâmicas e a administração de contrastes iodados são outras limitações da técnica que inviabiliza a avaliação clínica rotineira especialmente em neonatos com cardiopatia congênita (GOITEIN et al., 2014).

Dentre as principais técnicas desenvolvidas no processo de manufatura aditiva, a Impressão por Jato de Tinta (MTJ, Multi Jet Modeling ou BMP – Ballistic Particle Manufacturing) é a utilizada para a confecção dos biomodelos. Após a segmentação da imagem, ocorre a impressão através de jato de resinas líquidas polimerizáveis por incidência de luz ultravioleta na área desejada. O suporte é feito por uma resina lavável em jato de água. A partir deste ponto, os biomodelos são construídos por manufatura aditiva e seu uso será acompanhado através da equipe médica que terá acesso a esses biomodelos.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Imagens de tomografia computadorizada são importadas em formato DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) para um software que gera reconstruções volumétricas da morfologia do coração (MARAGIANNIS et al., 2014). Esta etapa de processamento caracteriza-se por ser crítica e trabalhosa, pois seu resultado influencia nas tomadas de decisões pela equipe médica (MATHUR; PATIL; BOVE, 2015). Portanto, as primeiras imagens trabalhadas pertencem a um software de imagens médicas disponível no mercado.

Neste processo, foi utilizado o software Mimics 18.0 versão trial (Materialise, Leuven, Bélgica). Após a segmentação, gerou-se um arquivo em formato STL (Standard Tessellation Language ou StereoLithography Language) e a partir dele os biomodelos são construídos por manufatura aditiva e seu uso será acompanhado através da equipe médica que terá acesso a esses biomodelos.

A técnica de segmentação envolve a multidisciplinaridade entre as ciências biomédicas e a engenharia, dado que, a equipe designada para realizar esta atividade depende do conhecimento tanto na morfologia da doença quanto no processamento de imagem (MEURER et al., 2008). Esta técnica se inicia, basicamente, com as fatias bidimensionais sendo “empilhadas” pelo software formando, assim, reconstruções

tridimensionais, as quais podem ser operadas por meio de algoritmos (sequência de instruções) e rotacionadas em três dimensões para facilitar a visualização em qualquer ângulo (NOECKER et al., 2006).

O paciente em questão é um neonato do sexo masculino com 27 dias de vida que possuía as características necessárias para este estudo, ou seja, nasceu com CoA grave. A imagem de TC escolhida tinha poucos artefatos sendo, com isso, importada no formato DICOM para ser analisada e segmentada pelo software que gera reconstruções volumétricas da morfologia do coração.

Este paciente apresenta outro defeito cardíaco congênito – Persistência do Canal Arterial (PCA) – caracterizada pelo não fechamento do Canal Arterial (CA) até 72 horas do nascimento, visto que, associa-se, frequentemente, à pacientes neonatos com CoA (SANTANA, 2014). O caminho que o sangue percorrerá (“esquerdo-direito” ou “direito-esquerdo”) através do CA depende da resistência vascular pulmonar (MARINO; FINE, 2013). A razão desta coexistência é desconhecida (YAZDANI; MCGHEE; STIEHM, 2011).

Em seguida, a imagem foi transportada para o software Mimics na qual resultou na anatomia cardíaca tridimensional (imagem 3D) (Figura 1).

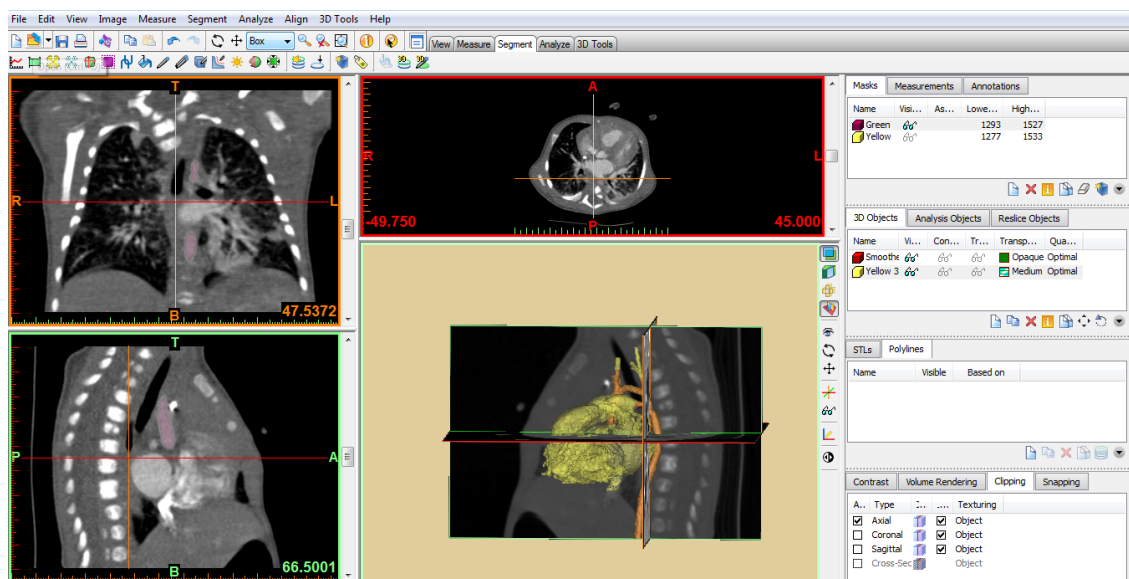


Figura 1: Imagens dos planos Coronal, sagital e axial.

Fonte: Os autores, 2018.

Um modelo 3D é criado a partir desta máscara, que preencherá toda a tomografia computadorizada que possui a mesma escala de pixels. Esta imagem pode ser editada bidimensionalmente com a finalidade de fechar buracos, ou tridimensionalmente realizando cortes de estruturas não desejáveis ao estudo. Nos planos (Figura 2A) não se altera todos os cortes de uma vez e no modelo 3D (Figura 2B) todos os cortes são alterados automaticamente.

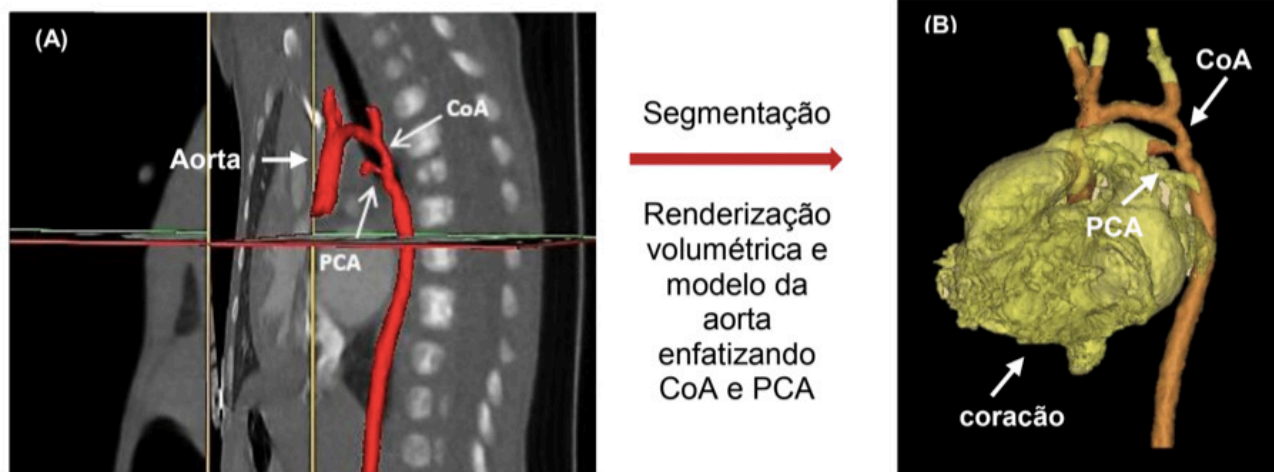


Figura 2: (A) Imagem 3D derivada da máscara do plano sagital: (B) Contraste da imagem 3D destacando a CoA, PCA e coração. Fonte: Os autores, 2018.

As estruturas indesejadas foram retiradas e a morfologia da aorta preservada (Figura 3).

Com este resultado pode-se dar início a impressão 3D do biomodelo, pois tem-se uma cópia fidedigna da imagem tomográfica. Os testes foram realizados com material rígido (Figura 4) para manuseio do formato e dimensões e, posteriormente serão substituídos por material similar ao da aorta.

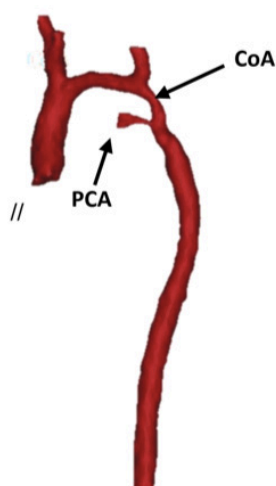


Figura 3: Contraste da imagem 3D destacando a artéria com a CoA e PCA.

Fonte: Os autores, 2018

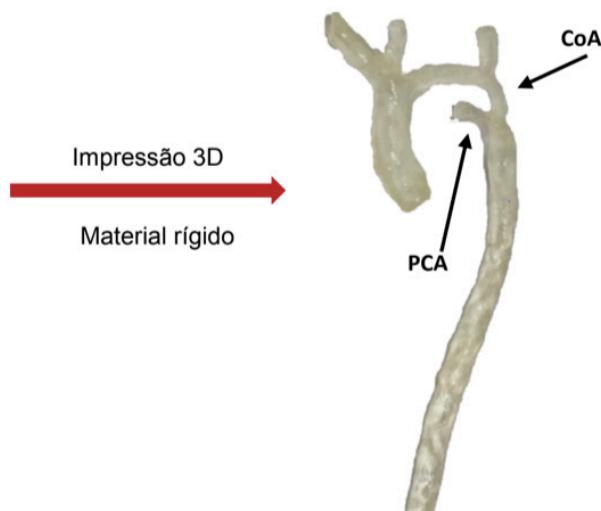


Figura 4: Modelo 3D da aorta enfatizando a CoA de um paciente de 27 dias de vida.

Fonte: Os autores, 2018.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os biomodelos gerados foram réplicas fiéis, ou o mais próximo possível da anatomia do paciente, considerando possíveis erros aplicáveis durante o processo de



segmentação das imagens, bem como sua obtenção e reconstrução após o exame, além da impressão tridimensional e seu pós-processamento. Cabe ressaltar que a aplicação da técnica de manufatura aditiva a estudos de casos envolvendo a área cardiológica auxiliará na simulação de fluxo sanguíneo nos biomodelos e planejamento cirúrgico de casos complexos.

O aprofundamento do estudo sobre manufatura aditiva através da produção de biomodelos personalizados de pacientes do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia (IDPC) e, a partir disto, a discussão de qual será a melhor opção para a técnica de processamento de imagens DICOM, segmentação e manufatura aditiva da região de interesse são os principais desafios científicos. A partir disto, será possível avaliar se o protótipo apresentará comportamento adequado como interface entre o médico e o paciente, além de prestar com eficiência a análise visual e de manuseio, com potencial de aplicação no diagnóstico e planejamento cirúrgico.

## REFERÊNCIAS

- BOBBY, J. J.; EMAMI, J. M.; FARMER, R. D.; NEWMAN, C. G. **Operative survival and 40 years follow up of surgical repair of aortic coarctation.** Br. Heart J., v. 65, p. 271-276, 1991.
- BOUCHART, F.; DUBAR, A.; TABLEY, A.; LITZLER, P. Y.; HASS-HUBSCHER, C.; REDDONET, M.; BESSOU, J. P.; SOYER, R. **Coarctation of the aorta in adults: surgical results and long-term follow-up.** Ann. Thorac. Surg.; v. 70, p. 1483-1488, 2000.
- BROWN, M. L.; BURKHART, H. M.; CONNOLLY, H. M.; DEARANI, J. A.; CETTA, F.; LI, Z.; OLIVER, W. C.; WARNES, C. A.; SCHAFF, H. V. - **Coarctation of the aorta: Lifelong Surveillance is mandatory following surgical repair.** J. Am. Coll. Cardiol; v. 62, n. 11, p. 1020-1025, 2013.
- CATE, F. E. A. U.; SREERAM, N.; HAMZA, H.; ROSENTHAL, E.; QURESHI, S. A., **Stenting the Arterial Duct in Neonates and Infants with Congenital Heart Disease and Duct-Dependent Pulmonary Blood Flow: A Multicenter Experience of an Evolving Therapy over 18 years.** Catheter Cardiovasc. Interv., v. 82, p. 233-243, 2013.
- CHAMIÉ, F.; CHAMIÉ, D.; SIMÕES, L. C. N.; SILVA R. M., **Use of covered stents in the treatment of aortic coarctation.** Rev. Bras. Cardiol. Invasiva, v. 23, n. 2, p. 139-144, 2015.
- FLETCHER, P. C.; HAPPÉ, F.; FRITH, U.; BAKER, S. C.; DOLAN, R. J.; FRACKOWIAK, R. S. J.; FRITH, C. D. **Other minds in the brain: a functional imaging study of “theory of mind” in story comprehension.** Cognition., v. 57, p. 109-128, 1995.
- FONTES, V. F.; PEDRA, C. A. C.; PEDRA, S. R. F. - IN: SANTANA, M. V. T. editor. **Cardiopatas Congênitas no Recém-Nascido: Diagnóstico e Tratamento.** 3ª edição. São Paulo: Brasil: p. 393-439, 2014.
- FORBES, T.J.; KIM, D.W.; DU, W.; TURNER, D.R.; HOLZER, R.; AMIN, Z.; GHASEMI, A.; ROME, J.J.; NYKANEN, D.; ZAHN, E.; COWLEY, C.; HOYER, M.; WAIGHT, D.; GRUENSTEIN, D.; JAVOIS, A.; FOERSTER, S.; KREUTZER, J.; SULLIVAN, N.; KHAN, A.; OWADA, C.; HAGLER, D.; LIM, S.; CANTER, J.; ZELLERS, T.; CCISC INVESTIGATORS, **Comparison of Surgical, Stent. Ans Baloon Angioplasty Treatment of Native Coarctation of the Aorta.** Journal of the American College of Cardiology, v. 58, n. 25, p. 2664-2674, 2011.
- GOITEIN, O.; SALEM, Y.; JACOBSON, J.; GOITEIN, D.; MISHALI, D.; HAMDAN, A.; KUPERSTEIN,

- R.; SEGNI, E.D.; KONEN, E., **The role of cardiac computed tomography in infants with congenital heart disease.** Israel: Israel Medical Association Journal, v. 16, p. 147-152, 2014.
- HELLENBRAND, W. E.; ALLEN, H. D.; GOLINKO, R. J.; HAGLER, D. J.; LUTIN, W. JEANKAN, J. **Balloon angioplasty for aortic recoarctation: Results of Valvuloplasty and Angioplasty of Congenital Anomalies Registry.** The American Journal of Cardiology, v. 65, n. 11, p. 793-797, 1990.
- ICHI, L. A., **Análise da Viabilidade da Aplicação da Tecnologia CAD-CAM por Prototipagem Rápida na Confecção de Estrutura Metálica da Prótese Parcial Removível Comparando-a ao Método Convencional.** Dissertação (mestrado em Odontologia) – Departamento de Odontologia. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- JOHNSTON, T. A.; GRIFKA, R. G.; JONES, T. K. **Endovascular stents for treatment of coarctation of the aorta: acute results and follow-up experience.** Catheter Cardiovasc. Interv., v. 62, p. 499-505, 2004.
- JUSZKAT, R.; PEREK, B.; ZABICKI, B.; TROJNARSKA, O.; JEMIELITY, M.; STANISZEWSKI, R.; SMO CZYK, W.; PUKACKI., **Endovascular Treatment of Late Thoracic Aortic Aneurisms after Surgical Repair of Congenital Aortic Coarctation in Childhood.** PLoS ONE 8(12): e83601. doi:10.1371/journal.pone.0083601, 2013.
- LABABIDI, Z. **Neonatal transluminal balloon coarctation angioplasty.** Am. Heart J., v. 103, n. 4, p. 752-753, 1983.
- LABABIDI, Z.; MADIGAN, N.; WU, J. R.; MURPHY, T. J., **Balloon coarctation angioplasty in an adult.** Am. J. Cardiol., v. 53, n. 2, p. 350-351, 1984.
- LADISA JR., J. F.; TAYLOR, C. A.; FEINSTEIN, J. A. – **Aortic Coarctation recent development methods in experimental and computational methods to assess treatments for this simple condition.** Prog. Pediatr. Cardiol. V. 30, n. 1, p. 45–49, 2010.
- LOCK, J.E.; NIEMI, T.; BURKE, B. A.; EINZIG, S.; CASTANEDA-ZUNIGA, W. R. **Transcutaneous angioplasty of experimental aortic coarctation.** Circulation. v. 66, n. 6, p. 1280-1286, 1982a.
- LOCK, J.E.; CASTANEDA-ZUNIGA, W. R.; BASS, J. L.; FOKER, J. E.; AMPLATZ, K.; ANDERSON, R. M. **Balloon dilatation of excised aortic coarctations.** Radiology, v. 143, n. 3, p. 689-691, 1982b.
- LORIER, G.; WENDER, O.; KALIL, R. A. K.; GONZALEZ, J.; HOPPEN, G.; BARCELLOS, C.; HOMSI-NETO, A.; PRATES, P. R.; SANT'ANNA, J. R. M.; NESRALLA, I.A. **Coarctação de aorta em crianças até um ano. Análise de 20 anos de experiência.** Arq. Bras. Cardiol., v. 85, n 1, p. 51-56, 2005.
- MARAGIANNIS, D.; JACKSON, M.S.; IGO, S.R.; CHANG, S.M.; ZOGHBI, W.A.; LITTIE, S.H. **Functional 3D printed patient-specific modeling of severe aortic stenosis.** Journal of the American College of Cardiology, v. 64, n. 10, p. 1066-1068, 2014.
- MARINO, B. S.; FINE, K. S.; **Blueprints pediatrics.** 6.ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Grã-Bretanha, 412p., 2013.
- MATHUR, M.; PATIL, P.; BOVE, A. **The role of 3D printing in structural heart disease: all that glitters is not gold.** Philadelphia: Journal of the American College of Cardiology, v. 8, n. 8, p. 987-988, 2015.
- MEURER, M.I.; MEURER, E.; SILVA, J. V. L.; SANTA BÁRBARA, A.; NOBRE, L. F.; OLIVEIRA, M. G.; SILVA, D. N. **Aquisição e manipulação de imagens por tomografia computadorizada da região maxilofacial visando à obtenção de protótipos biomédicos.** Santa Catarina: Colégio Brasileiro de Radiologia e Diagnóstico por Imagem, v. 41, n. 1, p. 49-54, 2008.

NEVES, J.; FRAGA, V.; SILVA, R.; PILLA, C. B.; ESTEVES, C. A.; BRAGA, S. L. N.; NUNES, G.; FONTES, V. F.; PEDRA, C. A. C. **Uso de stents no tratamento da coarctação da aorta.** Rev. Bras. Cardiol. Invasiva; v. 13, n. 3, p. 153-166, 2005.

NOECKER, A.M.; CHEN, J.; ZHOU, Q.; WHITE, R. D.; KOPCAK, M. W.; ARRUDA, M. J.; DUNCAN, B. W. **Development of patient-specific three-dimensional pediatric cardiac models.** Washington: American Society for Artificial Internal Organs Journal, v. 53, n. 3, p. 349-353, 2006.

NGUYEN, L.; COOK, S. C., **Coarctation of the aorta: strategies for improving outcomes.** Cardiol. Clin., v. 33, p. 521-530, 2015.

OVAEART, C.; BENSON, L. N.; NYKANEN, D.; FREEDOM, R. M. **Transcatheter Treatment of coarctation of the aorta: a review.** Pediatr. Cardiol., v. 19, p. 27-44, 1998.

OLIVEIRA, A. S. A., CARNEIRO, B. B. S., LIMA, R. C., CAVALCANTI, C., VILLACHAN, R., ARRAES, N., LINS, R. A., ESCOBAR, M., **Surgical treatment of the aortic coarctation: three decades: experience.** Rev. Bras. Cir. Cardiovasc., v. 22, n. 3, p. 317-321, 2007.

PEDRA, C. A. C. **Análise dos resultados imediatos e tardios do tratamento percutâneo da coarctação da aorta em adolescentes e adultos: comparação entre balões e stents.** Tese (Doutorado em Ciências) – Departamento de Medicina da Faculdade de Medicina. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2004.

PEDRA, C. A. C.; FONTES, V. F.; ESTEVES, C. A.; ARRIETA, S. R.; BRAGA, S. L. N.; JUSTINO, H.; KAMBARA, A. M.; MOREIRA, S. M.; SOUZA, J. F. R., **Use of covered stents in the management of coarctation of the aorta.** Pediatric. Cardiol., v. 26: p. 431-439, 2005a.

PEDRA, C. A. C.; FONTES, V. F.; ESTEVES, C. A.; PILLA, C. B.; BRAGA, S. L. N.; PEDRA, S. R. F.; SANTANA, M. V. T.; SILVA, M. A. P.; ALMEIDA, T.; SOUZA, J. E. M. R., **Stenting vs. Balloon Angioplasty for Discrete Unoperated Coarctation of the Aorta in Adolescents and Adults. Catheter.** Cardiovasc. Interv., v.64, p. 495-506, 2005b.

PERLOFF, J. K. **Clinical recognition of congenital heart disease.** Saunders; Philadelphia. Coarctation of the aorta; p. 113-143, 2003.

SANTANA, M. V. T., **Cardiopatias Congênicas no Recém-Nascido – Diagnóstico e Tratamento.** 3<sup>a</sup> ed., São Paulo, 588p., 2014.

SANTOS, M. A.; AZEVEDO, V. M. P. **Coarctação da Aorta. Anomalia Congênita com Novas Perspectivas de Tratamento.** Arq. Bras. Cardiol., v. 80, p. 340-46, 2003.

SCHVARTZMAN, P. R. – **Aplicações da Tomografia Computadorizada e Ressonância Magnética nas Cardiopatias encontradas no Adulto.** Revista da Sociedade de Cardiologia do Rio Grande do Sul; v. 1, p. 1-2, 2004.

SINGER, M. I.; ROWEN, M.; DORSEY, T. J. **Transluminal aortic balloon angioplasty for coarctation of the aorta in the newborn.** Am. Heart J. , v. 103, n. 1, p. 131-132, 1982.

SOS, T.; SNIDERMAN, K. W.; RETTEK-SOS, B.; STRUPP, A.; ALONSO, D. R. **Percutaneous transluminal dilatation of coarctation of thoracic aorta post mortem.** Lancet, v. 2, n. 8149, p. 970-971, 1979.

STINES, J. R. & HOLZER, R. J., **Stenting of aortic coarctation: Technical considerations and procedural outcomes.** Prog. Pediatr. Cardiol., v. 33, p. 161-167, 2012.

YAZDANI, S.; MCGHEE, S. A.; STIEHM, E. R., **Chronic complex diseases of childhood – a practical guide for clinicians.** Florida: BrownWalker Press. p. 13-16, 2011.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**MARCIA REGINA WERNER SCHNEIDER ABDALA** Mestre em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Graduada em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Possui experiência na área de Educação a mais de 06 anos, atuando na área de gestão acadêmica como coordenadora de curso de Engenharia e Tecnologia. Das diferentes atividades desenvolvidas destaca-se a atuação como professora de ensino superior atuando em várias áreas de graduações; professora de pós-graduação *lato sensu*; avaliadora de artigos e projetos; revisora de revistas científicas; membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de cursos de graduação. Atuou como inspetora de Aviação Civil, nas áreas de infraestrutura aeroportuária e segurança operacional em uma instituição federal.



Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-245-6



9 788572 472456