

**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**

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

### **Gabriel Furlan**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
São Paulo – SP

### **Tarcisio Fernandes Leão**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo; Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia de São Paulo  
São Paulo – SP

### **José William Rodrigues Pereira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
São Paulo – SP

### **Victor Freitas Souto**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
São Paulo – SP

### **Eduardo Guy Perpétuo Bock**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
São Paulo – SP

**RESUMO:** Os Dispositivos de Assistência Ventricular (DAVs) são equipamentos eletrônicos destinados a fornecer auxílio a sistemas cardiovasculares debilitados por enfermidades ou condições especiais, geralmente utilizados em indivíduos com insuficiência cardíaca. Os mais sofisticados modelos encontram-se atualmente em sua

terceira geração constituídos por bombas de sangue centrífugas (BSC) regidas por um controlador. Com o aumento de exigência no desempenho e na compatibilidade do dispositivo com a biologia do sistema cardíaco do usuário, foi criado um projeto de controle inteligente de bombas de sangue rotativas através da lógica paraconsistente anotada (LPA), estrutura matemática utilizada para resolver casos de inconsistência de dados. Usuários de IC, possuem inúmeras limitações no seu cotidiano, em casos mais graves deste quadro clínico, onde a mobilidade e vivência do paciente é extremamente reduzida, os DAVs mostram-se como alternativas para compensação do fluxo sanguíneo para esses pacientes. A regulação desse sistema é de grande importância para seu funcionamento e a LPA apresenta-se como uma promissora alternativa para o controle desse circuito. O tratamento de dados dessa lógica analisa simultaneamente dados como frequência cardíaca, pressão arterial e nível de atividade física, procurando consistências e inconsistências para gerar um comando de saída que corrija e adapte o fluxo sanguíneo frente às circunstâncias medidas em seus parâmetros, a manutenção do fluxo é efetuada através do controle da velocidade de rotação da bomba.

**PALAVRAS-CHAVE:** lógica paraconsistente, lógica não clássica, bomba de sangue,

insuficiência cardíaca.

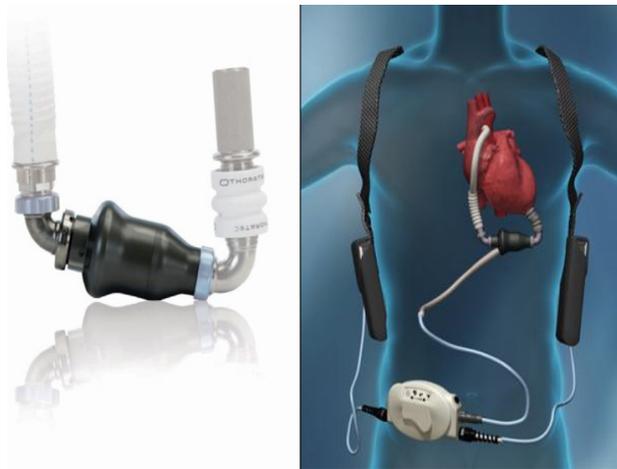
**ABSTRACT:** Ventricular Assist Devices (VADs) are electronic devices designed to provide assistance to cardiovascular systems weakened by illnesses or special conditions, often used in individuals with heart failure. The most sophisticated models are currently in their third generation consisting of centrifugal blood pumps (CBP) governed by a controller. With the increasing demands on the performance and compatibility of the device with the biology of the cardiac system of the user, a project of intelligent control of rotating blood pumps was created through the paraconsistent annotated logic (PAL), mathematical structure used to solve cases of data inconsistency. IC users have numerous limitations in their daily lives, in more severe cases of this clinical situation, where the mobility and experience of the patient is extremely reduced, the VADs are shown as alternatives to compensate the blood flow for these patients. The regulation of this system is of great importance for its operation and the PAL is presented as a promising alternative for the control of this circuit. The data treatment of this logic simultaneously analyzes data such as heart rate, blood pressure and physical activity level, looking for consistencies and inconsistencies to generate an output command that corrects and adapts the blood flow against the circumstances measured in its parameters, the maintenance of the flow is performed by controlling the speed of rotation of the pump.

**KEYWORDS:** paraconsistent logic, non classical logic, blood pump, heart failure.

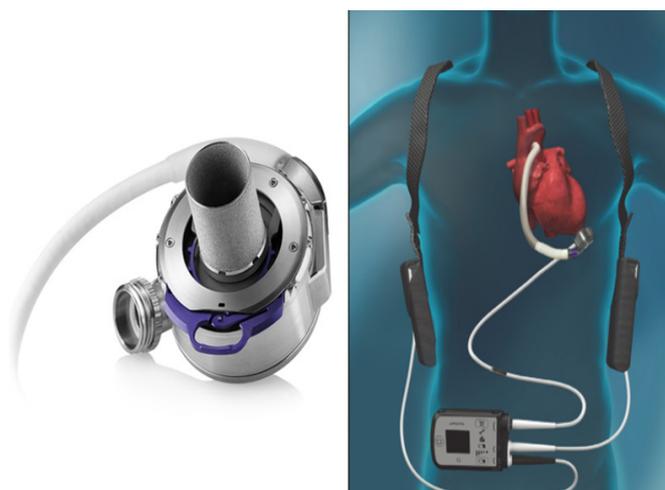
## 1 | INTRODUÇÃO

Os dispositivos de assistência ventricular, já são uma realidade e uma promissora alternativa no tratamento de portadores de IC (insuficiência cardíaca), alguns dos modelos mais conhecidos são: O impella 2.5<sup>®</sup>, Heartmate 2<sup>®</sup> e o Heartmate 3<sup>®</sup>. Os DAVs são compostos por 3 partes principais: o dispositivo, o controlador e as baterias, sendo o dispositivo instalado internamente no usuário e o restante, aparelhos externos conectados ao indivíduo. Cada uma dessas partes possui suas dificuldades de implementação, o dispositivo, por exemplo, deve possuir uma arquitetura e materiais que não causem a formação de trombos em sua estrutura, porém o objetivo deste trabalho foca-se no aprimoramento do controlador, garantindo uma dinâmica de fluxo compatível com a atividade sendo realizada pelo usuário.

Para tal aplicação foi estudada a Lógica Paraconsistente Anotada, um modelo de lógica não clássica que derroga um dos pilares fundamentais da lógica clássica: o Princípio da Não-Contradição. Esta característica confere à LPA a possibilidade de determinar uma sentença e sua negação, ambas como verdadeiras e através de sua análise, determinar situações ainda como falsas, inconsistentes ou indeterminadas.



Dispositivo HeartMate II ®



Dispositivo HeartMate 3 ®

## 2 | RELEVÂNCIA DO TRABALHO

O nome referência no estudo desta lógica em especial é do Dr. Newton Carneiro Affonso da Costa, formado pela Universidade Federal do Paraná, lecionou como professor titular na UFPR, USP e UNICAMP nos campos da matemática e filosofia. A formulação de sua lógica não clássica vem ganhando espaço no meio científico, onde são estudadas suas aplicações e apresentando-se como uma inovadora alternativa na área de controle de sistemas.

A lógica já foi apresentada em eventos como o Congresso Mundial sobre Paraconsistência que ocorreu na Bélgica em 1997, São Paulo em 2000 e em *Toulouse* realizado em julho de 2003. Também mais recentemente em 2016, durante o *Trends In Logic XVI – Studia Logica International Conference (XVI Conferência Internacional de Lógica*, sob o tema: *Tendências da Lógica*, realizado no Brasil. O evento ocorreu no Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência (CLE) da Universidade Estadual de Campinas.

### 3 | A LÓGICA MATEMÁTICA

O conceito de lógica pode ser apresentado como sendo “o estudo das leis que definem raciocínios válidos”, na lógica clássica existem 4 pilares que definem um raciocínio válido no meio matemático:

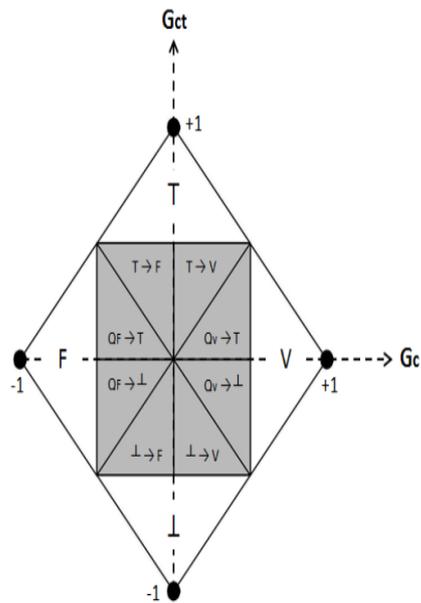
- 1 – Princípio da Identidade
- (Toda proposição é idêntica a si mesma)
- 2 – Princípio da Identidade Proposicional
- (Toda proposição implica ela mesma)
- 3 – Princípio do Terceiro Excluído
- (De duas proposições contraditórias, uma nega a outra e uma delas é verdadeira)
- 4 – Princípio da Não-Contradição
- (Entre duas proposições contraditórias, uma delas é falsa)

A lógica clássica é binária, categorizando a informação recebida pelo sistema como “verdadeiro” ou “falso”, pelas rigorosas leis binárias da Lógica Clássica não é possível realizar a automatização de um processo onde há problemas que compreendem situações não consideradas na sua fundamentação, para tais casos foram desenvolvidas as chamadas Lógicas Não Clássicas, as quais justamente rompem com as suposições binárias que não admitem contradições, indefinições e ambiguidades. Essas lógicas, admitem o conceito de dualidade, onde duas informações adquiridas, ainda que opostas, não necessariamente são verdadeiras ou falsas, mas ambas devem coexistir para que seja feito um processamento adequado e melhor tomada de decisão.

### 4 | A LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA

A LPA é uma estrutura lógica que derroga o quarto pilar da lógica matemática: o Princípio da Não-Contradição, ou seja, através dela é possível afirmar-se que duas proposições contraditórias podem ser ambas verdadeiras.

Para obter-se uma resposta, a LPA analisa proposições, as quais são acompanhadas de anotações. Essas anotações geram valores que serão utilizados no seguinte diagrama:



Reticulado Representativo da LPA

Este diagrama se baseia em dois eixos: no eixo das abcissas o valor a ser definido é chamado de Grau de Certeza ( $G_c$ ) e no eixo das ordenadas temos o Grau de Contradição ( $G_{ct}$ ). Esses graus representam respectivamente os graus de certeza e contradição da proposição analisada, mas para se gerar estes valores é necessário o que chamamos de Especialistas.

Os Especialistas são os analistas de dados do sistema, no caso do sistema de controle estudado existem dois especialistas. São eles:  $\mu$  (Grau de evidência favorável) e  $\lambda$  (Grau de evidência desfavorável). Por isso este modelo de LPA é também conhecido como Lógica Paraconsistente Anotada com Anotação de 2 Valores (LPA2v), pois utiliza-se de dois valores para análise da situação.

Para exemplificar a dinâmica entre estes dois elementos, imaginemos uma sala, com dois indivíduos (A e B) dispostos em locais diferentes observando uma porta entreaberta e a proposição a ser analisada é “a porta está aberta”. Por estar em uma posição intermediária, não é possível definir o estado da porta como fechada ou aberta, porém é possível dizer quanto, em porcentagem, esta encontra-se aberta. Digamos que o Especialista A, defina o estado da porta como 30% aberta, enquanto o Especialista B define a porta como estando 40% fechada, existe uma contradição de dados neste caso, proveniente da diferença de perspectiva entre os dois Especialistas, é aqui que a LPA se torna efetiva.

De acordo com a lógica convencional, o caso de contradição acima geraria uma incoerência, para corrigi-la casos como esse devem ser previstos e respostas devem ser pré-definidas para cada um deles, todavia se estes casos não forem previstos, o sistema gera erros ou ainda pode sofrer com travamentos. Porém utilizando-se a LPA todos os casos de inconsistência de dados são considerados e o sistema gera respostas automaticamente para tratar estes casos em específico.

Voltando para a definição de estado no gráfico, o sistema possui 4 extremidades

principais: Verdadeiro, Falso, Inconsistente e Indeterminado, as outras oito regiões referem-se a posições intermediárias como:  $T \rightarrow F$  (Inconsistente tendendo a Falso) e  $QF \rightarrow T$  (Quase Falso tendendo a Inconsistente). Um ponto é gerado no gráfico a partir dos graus de Certeza e Contradição, e a resposta do sistema é determinada conforme a área em que o ponto se encontrar.

Baseado na dinâmica dos graus de Evidência Favorável e Desfavorável exemplificados anteriormente e entendendo-se o seu valor, estes são utilizados para calcular o Grau de Certeza e Grau de Contradição presentes no Reticulado Representativo da Lógica Paraconsistente:

$$Gc = \mu - \lambda$$

$$Gct = \mu + \lambda - 1$$

## 5 | AJUSTANDO PARÂMETROS DOS ESPECIALISTAS

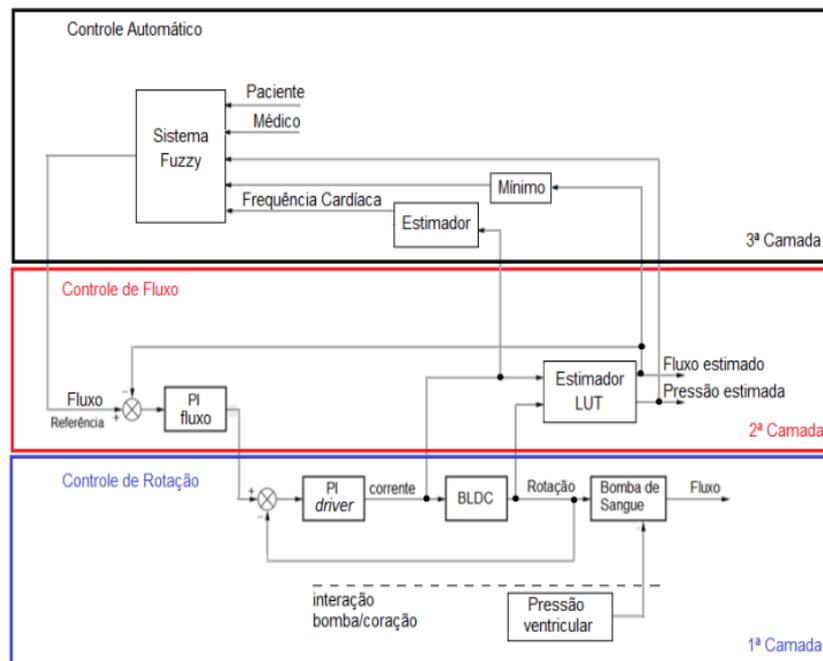
O sistema interno do controlador, analisará isoladamente dois pares distintos de Especialistas: a PAM (Pressão Arterial Média) e FC (Frequência Cardíaca em par com o NAF (Nível de Atividade Física), ambos serão respectivamente o Grau de Evidência Favorável ( $\mu$ ) e Grau de Evidência Desfavorável ( $\lambda$ ). A Pressão será medida pelo dispositivo, e analisará a situação do usuário com base em uma medida padrão da pressão arterial média que está contida em uma faixa de 80 a 100 mmHg, a FC dentro de uma faixa de 80 a 110bpm, enquanto o NAF para ambos os casos possui uma escala de 0 a 10, onde 0 representa um nível de atividade mínimo, como dormir, e 10 um nível de atividade máximo, no limite de esforço do indivíduo.

Indivíduos com IC possuem diversas limitações e suas condições variam em escala, em casos mais graves, o indivíduo tem dificuldades de locomoção e problemas de hipertensão, apresentando um alto risco de vida, por isso é interessante que um DAV possa normalizar o cotidiano deste usuários ao nível de um cidadão comum, porém os DAVs não são substitutos para o músculo cardíaco, mas sim compensadores na regulação do fluxo sanguíneo. O dispositivo possui predominantemente 3 camadas distintas de funcionamento, sendo a camada de implementação da LPA o controle automático (3ª camada) acima do controle de rotação e controle de fluxo. O bloco de controle anteriormente preenchido pela lógica *Fuzzy*, é substituído agora pela lógica paraconsistente, que promete efetuar um tratamento mais adequado de seus parâmetros de entrada.

O sistema se ajusta automaticamente para regular os níveis de fluxo do usuário ao seu valor mais adequado, porém os valores mais adequados de pressão arterial, frequência cardíaca e fluxo sanguíneo para cada indivíduo, divergem para cada paciente, portanto o equipamento deve ser adaptado para atender as necessidades específicas de seu portador, justificando assim a existência de uma entrada para ajuste

do paciente e ajuste de um profissional de saúde capacitado.

O primeiro ajuste se refere a um equipamento de controle para o paciente, contendo um regulador de intensidade física, ou seja, um dispositivo que informe ao sistema, o nível de atividade física sendo realizado naquele instante. Posteriormente este controle pode vir a ser automatizado, mas por hora a entrada manual é o método mais eficiente, preciso e barato para o ajuste deste parâmetro denominado NAF (nível de atividade física).



Controle Geral do DAV

O segundo fator de entrada para o ajuste individual são parâmetros inseridos pelo próprio médico, que descrevem a situação do paciente. Estes parâmetros serão codificados e considerados para regular os níveis adequados de PAM (pressão arterial) e FC (frequência cardíaca) do paciente em questão. No entanto, para a adequação dos valores de PAM, FC e NAF aos limites do reticulado representativo da lógica paraconsistente, estes valores foram normatizados conforme as tabelas abaixo.

PAM	$\mu_{PAM}$	FC	$\mu_{FC}$	NAF	$\lambda$
80	0.0	80	0.0	0	1.0
82	0.1	83	0.1	1	0.9
84	0.2	86	0.2	2	0.8
86	0.3	89	0.3	3	0.7
88	0.4	92	0.4	4	0.6
90	0.5	95	0.5	5	0.5
92	0.6	98	0.6	6	0.4
94	0.7	101	0.7	7	0.3

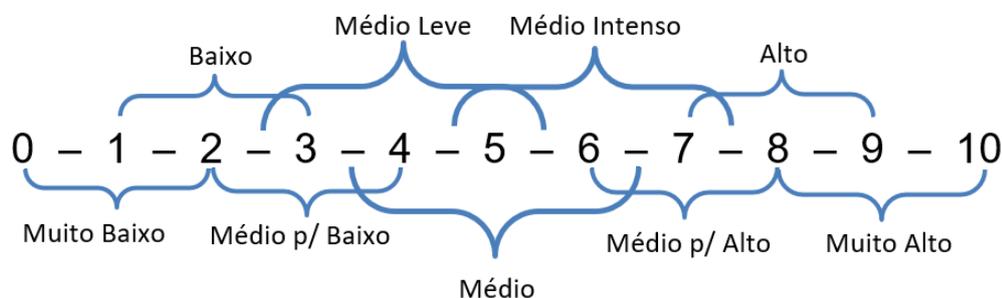
96	0.8	104	0.8	8	0.2
98	0.9	107	0.9	9	0.1
100	1.0	110	1.0	10	0.0

Tabela de Normalização

A Pressão Arterial Média foi calculada através da fórmula abaixo, onde PS e PD representam respectivamente as pressões sistólica e diastólica do sistema cardiovascular.

$$PAM = PD + (PS - PD)$$

O algoritmo de controle deve manter os níveis de PAM e FC dentro de um intervalo aceitável de acordo com o NAF do momento, partindo desta relação, foram definidos arbitrariamente 9 classes de intensidade dentro da escala de valores do NAF com objetivo de gerar regiões dentro do reticulado onde seja possível interpretar seu estado atual. Cada região engloba também uma parte da região vizinha, como uma margem de erro, o intuito principal, é criar uma região mais uniforme dentro do reticulado. Lembrando que o sistema não interpretará estes intervalos, estes são apenas meios para se estabelecer a região de aceitação do controlador.



Intervalos Pré-definidos de NAF

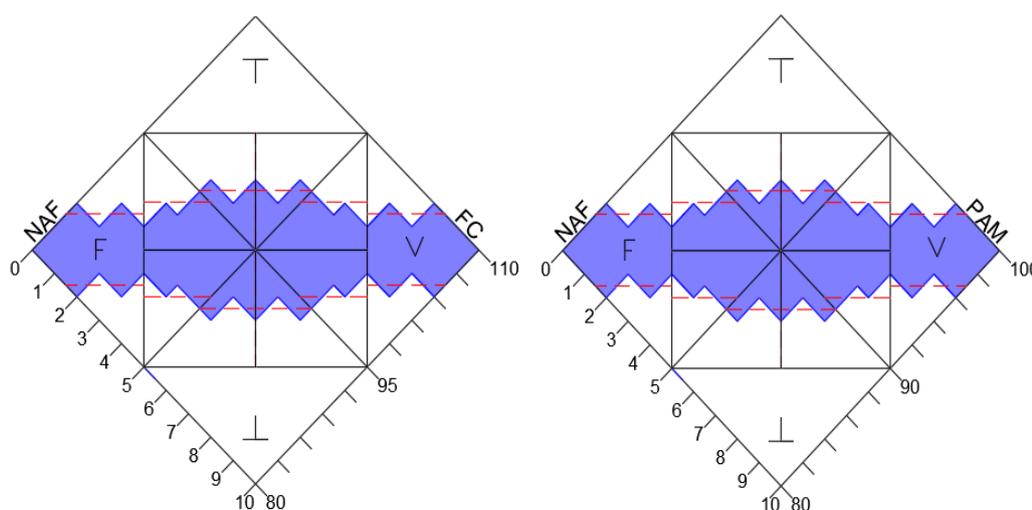
Em ambos os casos, seja PAM ou FC, é necessário determinar quais valores são seguros para o paciente em cada nível de atividade física. Neste projeto em questão os valores determinados como seguros encontram-se na tabela abaixo.

Classes de NAF	Intervalos de PAM (mmHg)	Intervalos de FC (bpm)
Muito-Baixo (0 – 2)	80 - 84	80 - 86
Baixo (1 – 3)	82 - 86	83 - 89
Baixo p/ Médio (2 – 4)	84 - 88	86 - 92
Médio Leve (2,5 – 5,5)	85 - 91	87,5 - 96,5

Médio (3,5 – 6,5)	87 - 93	90,5 – 99,5
Médio Intenso (4,5 – 6,5)	89 - 95	93,5 – 102,5
Médio p/ Alto (6 – 8)	92 - 96	98 - 104
Alto (7 – 9)	94 - 98	101 - 107
Muito Alto (8 – 10)	96 - 100	104 - 110

Intervalos Seguros para as Classes de Atividade Física

E finalmente, tem-se os dois reticulados de PAM e FC que serão utilizados no controle de fluxo.



Espaço de Aceitação dos Valores de PAM e NAF

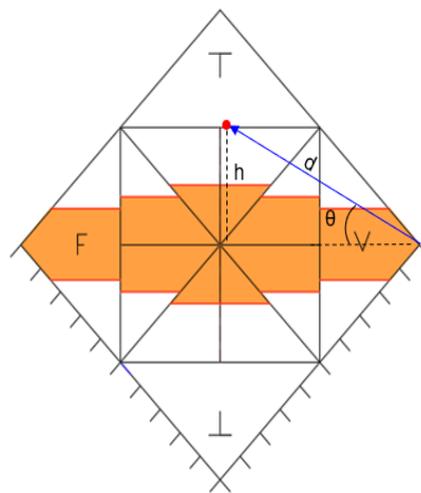
## 6 | PROGRAMA DE CONTROLE

A LPA funciona baseando-se em uma proposição inicial, neste caso a proposição definida é: “O fluxo é Alto”. Esta afirmação é coerente com os extremos do reticulado, uma vez que o extremo direito, representa valores de alta atividade e pressão, que demandam um maior fluxo (região de verdade), enquanto o extremo esquerdo representa baixa atividade e baixa pressão, que configuram um fluxo menos intenso (região de falso). Os extremos superior e inferior, mantêm-se como regiões de inconsistência, onde a pressão e nível de atividade, são completamente divergentes.

As regiões de consistências adequadas ao usuário já estão predefinidas dentro do reticulado pelas regiões em azul, conforme os pontos são gerados no diagrama a partir dos Especialistas o sistema reconhece se deve manter ou alterar o fluxo, para o bem estar do paciente, porém quanto mais distante da região azul do diagrama, mais incoerentes são os valores de PAM e NAF o que pode acarretar em risco para usuário do DAV, portanto o sistema altera o fluxo de uma forma mais acentuada, diferentemente de um ponto gerado próximo à região azul, onde se é somente necessário um pequeno ajuste.

Para que haja este ajuste inteligente, observa-se que a região de valores adequada em todas as secções do reticulado sempre se aproximam do eixo das abcissas, baseado nisto foi desenvolvido a criação de vetores por meio do sistema, com origem no ponto de extremo direito, estes vetores serão criados a partir deste ponto e serão utilizados para o controle direto do fluxo, respeitando os limites no Reticulado de Controle Final, com sua área de aceitação já linearizada.

O ponto vermelho no diagrama representa um ponto gerado a partir de dados genéricos dos Especialistas, o vetor percorre o caminho da origem ao ponto, fornecendo ao sistema dados como angulação ( $\theta$ ), em relação ao eixo das abcissas, altura ( $h$ ) e comprimento ( $d$ ). Observa-se que fora criado um triângulo retângulo graças ao vetor, este será utilizado para que se realize o devido controle.



Reticulado de Controle Final

Conforme o ponto gerado aproxima-se da região de inconsistência ou indeterminação sua altura  $h$  cresce proporcionalmente e conforme o ponto se desloca em relação ao eixo das abcissas sua altura calculada não se altera, isso nos permite criar uma série de respostas para cada secção do diagrama com o objetivo de controlar o fluxo em cada secção.

Utilizando o ângulo  $\theta$  criado pelo vetor e seu comprimento ( $d$ ) o sistema calcula o valor de  $h$  e o compara à linha limite em cada secção do reticulado para estabelecer uma ação posterior. O eixo das ordenadas, assim como das abcissas possui um comprimento de  $-1$  a  $1$ , e os limites de tolerância para PAM e NAF traçam-se nos pontos  $\pm 0,25$ ,  $\pm 0,20$  ou  $\pm 0,15$  no eixo das ordenadas. Portanto em todo o reticulado a altura do vetor é comparada com estes limites de tolerância, caso o valor de altura (já em módulo) supere o módulo deste valor, o sistema interpreta o ponto gerado, como estando fora de sua região apropriada, ou seja o controle deve intervir no fluxo, para reajusta-lo a valores seguros, caso o contrário o fluxo sanguíneo se mantém e o sistema não intervém no funcionamento do DAV.

Secções do Diagrama	Algoritmos
T	Diminuir fluxo: h (L/min)
⊥	Aumentar fluxo: h (L/min)
F	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se <math>h \geq 0,15</math>:  <math>\theta &gt; 0</math>: Diminuir Fluxo: h (L/min)  <math>\theta &lt; 0</math>: Aumentar Fluxo: h (L/min)</li> <li>Se <math>h &lt; 0,15</math>:  Manter Fluxo</li> </ul>
V	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se <math>h \geq 0,15</math>:  <math>\theta &gt; 0</math>: Diminuir Fluxo: h (L/min)  <math>\theta &lt; 0</math>: Aumentar Fluxo: h (L/min)</li> <li>Se <math>h &lt; 0,15</math>:  Manter Fluxo</li> </ul>
T→F	Se $h \geq 0,25$ : Diminuir Fluxo: h (L/min) Se $h < 0,25$ : Manter Fluxo
T→V	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se <math>h \geq 0,25</math>:  Diminuir Fluxo: h (L/min)</li> <li>Se <math>h &lt; 0,25</math>:  Manter Fluxo</li> </ul>
⊥→F	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se <math>h \geq 0,25</math>:  Aumentar Fluxo: h (L/min)</li> <li>Se <math>h &lt; 0,25</math>:  Manter Fluxo</li> </ul>
⊥→V	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se <math>h \geq 0,25</math>:  Aumentar Fluxo: h (L/min)</li> <li>Se <math>h &lt; 0,25</math>:  Manter Fluxo</li> </ul>
QF→T	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se <math>h \geq 0,20</math>:  Diminuir Fluxo: h (L/min)</li> <li>Se <math>h &lt; 0,20</math>:  Manter Fluxo</li> </ul>
QV→T	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se <math>h \geq 0,20</math>:  Diminuir Fluxo: h (L/min)</li> <li>Se <math>h &lt; 0,20</math>:  Manter Fluxo</li> </ul>
QF→⊥	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se <math>h \geq 0,20</math>:  Aumentar Fluxo: h (L/min)</li> <li>Se <math>h &lt; 0,20</math>:  Manter Fluxo</li> </ul>

QV $\rightarrow \perp$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se <math>h \geq 0,20</math>: Aumentar Fluxo: h (L/min)</li> <li>• Se <math>h &lt; 0,20</math>: Manter Fluxo</li> </ul>
------------------------	---

Algoritmos para Controle do Fluxo

Através dos algoritmos acima, o sistema de controle baseado em LPAE é capaz de regular e manter o fluxo seguro de um usuário, sendo também flexível o suficiente para adaptar-se a diferentes cotidianos tornando o dispositivo mais flexível para atendimento de múltiplos casos. Em sua funcionalidade máxima, o sistema é capaz de alterar o fluxo sanguíneo em até 1L/min.

## REFERÊNCIAS

LEÃO, Tarcísio Fernandes. **Técnica de controle automático da rotação de bombas de assistência ventricular**. 2015. 165f. Tese de Doutorado – Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia, São Paulo, 2015

SILVA FILHO, J. I. *et al.* **Inteligência Artificial com as Redes de Análise Paraconsistentes**. 1ª Edição, vol 1. LTC Editora, 2008.

## **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