

Introdução ao conceito de estado Lógico Paraconsistente ϵ

João Inácio da Silva Filho

Da Silva Filho, J.I.
inacio@unisanta.br

GLPA - Grupo de Lógica Paraconsistente Aplicada
UNISANTA - Universidade Santa Cecília - Núcleo de Pesquisa em Eletrônica – NPE
Rua Osvaldo Cruz, 288 CEP 11045-000- Santos-SP – Brasil

IEA-USP- Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo
Av. Prof. Luciano Gualberto, Trav. J nº 374, Têrreo, Cidade Universitária
CEP 05508-900, São Paulo - SP- Brasil.

Resumo — Neste artigo apresentamos uma introdução ao conceito de estado Lógico Paraconsistente ϵ como principal fundamento básico na aplicação da Lógica Paraconsistente Anotada LPA em sistemas físicos. Atualmente uma forma de aplicação da lógica paraconsistente com bons resultados vem sendo feita através de uma lógica paraconsistente especial denominada de Lógica Paraconsistente Anotada com anotação de dois valores (LPA2v). A LPA2v trata-se de uma lógica evidencial e teve a primeira aplicação real no sistema de controle denominado de Controlador Lógico Paraconsistente ou *ParaControl*, construído em 1999. O *ParaControl* recebe informações sobre o ambiente através de dois sensores de ultrassom e, após a análise gera 12 estados lógicos representados por regiões delimitadas que servem como informação para controlar as ações do Robô *Emmy I*. Nesse controlador, os dois valores em forma de Graus de evidência são equacionados e interpretados em um Reticulado associado à LPA2v e produzem estados lógicos Paraconsistentes ϵ relacionados ao valor da medida da distância do Robô a obstáculos em um ambiente não-estruturado. Nesse artigo introduzimos um refinamento na análise no Reticulado da LPA2v que permite uma melhor conceitualização de um estado Lógico Paraconsistente ϵ e a sua relação com o estado de um corpo, ou de uma partícula, no mundo físico. Dessa forma, os resultados dessa análise levam a concluir que, utilizando os fundamentos da LPA2v para tratar informações originadas de medições de Variáveis Observáveis do mundo físico pode-se correlacionar efeitos físicos e paraconsistentes. Essa característica de correlação de estados que apresenta a LPA2v permite a construção de modelos capazes de simular fenômenos da física através da Lógica Paraconsistente.

Palavras chave: lógica Paraconsistente, lógica Paraconsistente Anotada, física.

Abstract — In this paper we presented an introduction to the concept of Paraconsistent Logical state ϵ as main basic foundation in the application of the Paraconsistent Annotated Logic PAL in physical systems. Recently the application of the Paraconsistent logic has been made with good results through of a special Paraconsistent logic that is named of Paraconsistent Annotated Logic with annotation of two values (PAL2v). The PAL2v had his first application in the control system denominated of Paraconsistent Logical Controller or *ParaControl*, built in 1999. The *ParaControl* received information on the environment through two ultrasonic sensors and it generated 12 logical states represented by delimited areas served as information to control actions of the *Robot Emmy I*. In that controller the two values in form of evidence Degrees were set out and interpreted in an Lattice associated at PAL2v and produced paraconsistent logical states ϵ related the distance of the Robot to the obstacles in a non-structured environment. In that article we introduced a refinement of the analysis in the Lattice that allows the creation of the Paraconsistent Logical state concept and his relationship with the state of a body or of a particle in the physical world. In that way, the results bring the conclusion that, using the foundations of PAL2v for analyses originated information of measurements of Observable Variables of the physical world we can be correlated physical effects with the paraconsistent ones. That correlation characteristic that presents PAL2v offers properties for the construction of models capable to simulate phenomena of the Physics through the Paraconsistent Logic.

Keywords: Paraconsistent logic, Annotated paraconsistent logic, physics.

I INTRODUÇÃO

A Lógica Paraconsistente é uma Lógica Não-Clássica que revoga o princípio da Não Contradição e admite o tratamento de sinais contraditórios na sua estrutura teórica [2] [3]. Desde a sua recente criação as lógicas paraconsistentes têm sido utilizadas em uma ampla variedade de domínios onde se permite um tratamento lógico da crença, níveis de incerteza e de inconsistências.

No contexto da ciência física, cada sistema, ou componente de um sistema, ocupa, ou apresenta, em um dado instante de

tempo, um estado [11] [13]. O estado apresentado pelo sistema físico, portanto, o apresentado por um corpo físico, ou uma partícula, é uma forma abstrata de representação das suas propriedades físicas em função do tempo. Com o passar do tempo o sistema evolui de um estado para outro estado e esta evolução é estudada pelas leis da física.

As informações para as equações das leis físicas que regem o estado do sistema são obtidas por medições das Variáveis Observáveis no mundo físico [11].

Nesse trabalho procura-se mostrar que o conceito de estado Lógico Paraconsistente ε pode ser correlacionado ao conceito fundamental de estado na ciência física através da análise no Reticulado da *LPA2v* [7] [8]. Para isso é apresentada uma introdução do conceito de estado lógico paraconsistente voltado a aplicação da Lógica Paraconsistente na análise de Sistemas físicos. É trazido assim um estudo introdutório sobre o estado lógico Paraconsistente e sua correlação com o estado de corpos físicos ou de subpartículas no mundo físico. Apresenta-se a seguir uma pequena descrição da Lógica Paraconsistente.

1.1.1 A LÓGICA NÃO-CLÁSSICA PARACONSISTENTE

Dentre as várias idéias no âmbito das Lógicas não-Clássicas criou-se uma família de lógicas que teve como fundamento principal a revogação do princípio da *Não Contradição*, a qual recebeu o nome de Lógica Paraconsistente [1] [3] [4] [5] [6] [7]. Portanto, a Lógica Paraconsistente é uma Lógica não-Clássica que revoga o princípio da *Não Contradição* e admite o tratamento de informações contraditórias na sua estrutura teórica.

Os precursores da Lógica Paraconsistente foram o lógico polonês *J. Lukasiewicz* [8] e o filósofo russo *N.A. Vasilév*, que simultaneamente, por volta de 1910 de maneira independente, sugeriram a possibilidade de uma lógica que restringiria, por exemplo, o princípio de contradição.

Os sistemas iniciais de Lógica Paraconsistente, contendo todos os níveis lógicos, envolvendo, cálculos proposicionais, de predicados e de descrições, bem como lógicas de ordem superior, deve-se a N.C.A. da Costa (1954 em diante) [1] [4] [5] [6] [7] [14]. Atualmente existem, inclusive, sistemas paraconsistentes de teorias de conjuntos, estritamente mais fortes do que os clássicos, sendo, então, considerados como subsistemas paraconsistentes.

Um resumo dos princípios teóricos que sustentam a Lógica Paraconsistente [3] [14] pode ser visto da seguinte forma:

- Sabe-se que uma teoria é consistente se entre seus teoremas não existem aqueles que afirmam algo que seja a negação de outros teoremas pertencentes a mesma teoria. Caso isto acontecesse a teoria seria chamada de inconsistente. Dada uma teoria (dedutiva) T , assentada na lógica L , diz-se consistente se entre seus teoremas não existem tais, que um seja a negação do outro; em hipótese contrária, T denomina-se inconsistente. A teoria T chama-se trivial se todas as sentenças (fórmulas fechadas) de sua linguagem forem teoremas; se isto não ocorrer, T é não-trivial. Se L for uma das lógicas comuns, como a clássica, a teoria T é trivial se e somente se for inconsistente. A lógica L denomina-se Paraconsistente se puder funcionar como fundamento de teorias inconsistentes e não triviais.

Isto significa que, uma Lógica Paraconsistente mostra-se capaz de manipular sistemas inconsistentes de informações sem que o peso dos conflitos invalide as conclusões.

1.1.1 CONCEITO INICIAL DE UM ESTADO LÓGICO PARACONSISTENTE

A representação do conceito inicial de estado Lógico Paraconsistente ε teve início na criação, no ano de 1999, de

um Controlador Lógico Paraconsistente-*ParaControl* [6] [8] utilizado para controlar as ações de movimentação por ambiente não-estruturado do Robô *Emm* I. O robô móvel autônomo *Emmy* I, conforme mostrado na figura 1, consiste de uma plataforma móvel de alumínio de formato circular de 30 cm de diâmetro e 60 cm de altura especialmente projetada para pesquisas de aplicação das lógicas paraconsistentes anotadas em robótica [6] [8].



Figura 1 Robô *Emmy* I que funciona com controlador lógico Paraconsistente *ParaControl* gerador de 12 estados lógicos paraconsistentes ε .

Na movimentação do robô *Emmy* em ambiente não-estruturado as informações sobre a existência ou não de obstáculo na sua trajetória são obtidas por intermédio de um dispositivo composto de dois sensores de ultra-som. Os sensores são capazes de gerar sinais que indicam obstáculos na trajetória do robô móvel autônomo transformando proporcionalmente as medidas de distância entre o robô e o obstáculo em sinais elétricos. Os sinais são apresentados na forma de uma tensão elétrica contínua que pode variar de 0 a 5 volts. O sensor que traz o sinal que varia de 0 a +5 volts é o extrator do Grau de Evidência favorável μ . O sensor que traz o sinal que varia de +5 a 0 volt é o extrator de Grau de Evidência desfavorável λ .

Na análise paraconsistente efetuada no *ParaControl* os dois sinais obtidos pelos sensores são normalizados e equacionados resultando em Grau de Certeza G_C e Grau de Contradição G_{ct} . Um estado Lógico Paraconsistente ε é um ponto no Reticulado da *LPA2v* identificado pelo par ordenado (G_C, G_{ct}) .

As equações para a obtenção dos Graus de Certeza e de contradição são obtidas da análise no Reticulado associado à Lógica Paraconsistente Anotada LPA. Na próxima seção é feita a apresentação da Lógica Paraconsistente Anotada LPA e seus principais fundamentos.

II. LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA

A Lógica Paraconsistente Anotada LPA pode ser representada de modo particular, através de um Reticulado de quatro Vértices em que, intuitivamente, as constantes de anotação representadas nos seus Vértices vão dar conotações

de estados lógicos extremos às proposições [6] [7]. A anotação pode ser composta por 1, 2 ou n valores, dependendo da classe de Lógica Paraconsistente utilizada. Nesse trabalho utiliza-se uma lógica Paraconsistente Anotada com anotação de dois valores, portanto $n=2$, conforme será apresentada na próxima seção.

II.1. A LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA DE ANOTAÇÃO COM DOIS VALORES LPA2V

Conforme visto em [7] [4] e [15] pode-se obter uma representação sobre o quanto as anotações, ou as evidências, expressam o conhecimento sobre uma proposição P . Isso é feito utilizando um Reticulado formado por pares ordenados de valores (μ, λ) , os quais comporão a anotação. Neste caso, é fixado um operador $\sim: |\tau| \rightarrow |\tau|$ onde:

$$\tau = \{(\mu, \lambda) \mid \mu, \lambda \in [0, 1] \subset \mathfrak{R}\}.$$

Se P é uma fórmula básica, então: $\sim [(\mu, \lambda)] = (\lambda, \mu)$ onde, $\mu, \lambda \in [0, 1] \subset \mathfrak{R}$.

O operador \sim constitui o “significado” do símbolo lógico de negação \neg do sistema que será considerado. Dessa forma, um reticulado de quatro vértices associado à Lógica Paraconsistente Anotada de anotação com dois valores (LPA2v) [10] pode ser apresentado tal como na figura 2.

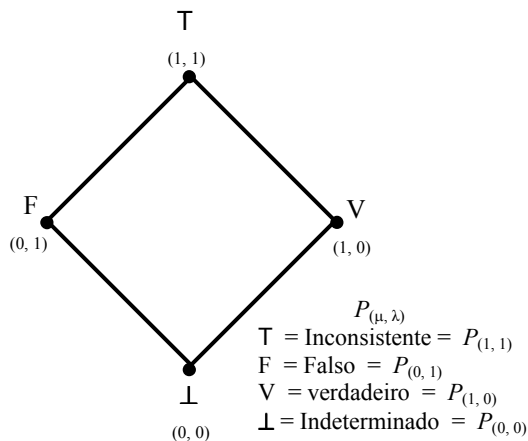


Figura 2 Reticulado de quatro Vértices.

Nessa representação, o primeiro elemento do par ordenado μ representa o grau em que as evidências favoráveis sustentam a proposição P , e o segundo elemento λ representa o grau em que as evidências desfavoráveis, ou contrárias, negam ou rejeitam a proposição P . A representação; $P_{(\mu, \lambda)}$ é denominada de Sinal Lógico Paraconsistente, onde a proposição P traz a anotação (μ, λ) composta pelo Grau de Evidência favorável μ e pelo Grau de Evidência desfavorável λ [8] [7]. Como são originados de fontes distintas estes valores de μ e de λ podem ser iguais, representando uma consistência, ou diferentes, e assim, representando uma contradição.

Através de uma análise matemática em um Quadrado Unitário no plano cartesiano QUPC [3] [4] [7] obtém-se de um Reticulado k , similar ao associado à LPA2v, a transformação linear representada pela equação:

$$T(x, y) = (x-y, x+y-1) \quad (1)$$

Relacionando os componentes da transformação $T(x, y)$, obtida no Reticulado k com o Reticulado associado a LPA2v e utilizando a sua nomenclatura usual, onde:

$$x = \mu \text{ Grau de evidência favorável}$$

$$y = \lambda \text{ Grau de evidência desfavorável}$$

O primeiro termo obtido no par ordenado da equação da transformação (1) denomina-se de Grau de Certeza G_C . Portanto, o Grau de Certeza é obtido por:

$$G_C = \mu - \lambda \quad (2)$$

Seus valores, que pertencem ao conjunto \mathfrak{R} , variam no intervalo fechado -1 e $+1$ e estão no eixo horizontal do Reticulado de valores, denominado de “Eixo dos graus de certeza”.

O segundo termo obtido no par ordenado da equação da transformação (1) denomina-se de Grau de Contradição G_{ct} . Portanto, o Grau de Contradição é obtido por:

$$G_{ct} = \mu + \lambda - 1 \quad (3)$$

Os valores resultantes de G_{ct} pertencem ao conjunto \mathfrak{R} e variam no intervalo fechado $+1$ e -1 . Estes valores são dispostos no eixo vertical do reticulado denominado de “Eixo dos graus de contradição”.

III REPRESENTAÇÃO DO ESTADO LÓGICO PARACONSISTENTE ε_τ

Sabe-se que μ e λ são valores contidos no intervalo fechado entre 0 e 1, e pertencentes ao conjunto dos números reais [2] [5] [7]. Estes valores são considerados representantes das informações obtidas através de medições das Variáveis Observáveis instaladas no mundo físico que são as fontes fornecedoras de evidências a favor, e contrárias a respeito da mesma proposição P . Das equações (1) e (2) pode-se então representar um estado Lógico Paraconsistente ε_τ , como função de μ e de λ , portanto:

$$\varepsilon_{\tau(\mu, \lambda)} = (\mu - \lambda, \mu + \lambda - 1) \quad (4)$$

Ou então

$$\varepsilon_{\tau(\mu, \lambda)} = (G_C, G_{ct}) \quad (5)$$

onde G_C e G_{ct} são encontrados em função de μ e de λ através das equações (2) e(3), respectivamente.

Na análise paraconsistente para cada valor de μ e de λ tem-se um par ordenado (G_C, G_{ct}) que representa um ponto interno ao Reticulado de valores constituindo assim, um estado lógico paraconsistente ε_τ .

III.1 REPRESENTAÇÃO DO ESTADO LÓGICO PARACONSISTENTE

Em uma medição das Variáveis Observáveis no mundo físico, na qual se obtém os valores de Graus de Evidência favorável μ e desfavorável λ para a determinação dos Graus de Certeza G_C e de Contradição G_{ct} , sempre se encontra um único estado lógico paraconsistente ε relacionado às duas informações. Dessa forma, um estado lógico Paraconsistente ε é representado por um único ponto interno ao Reticulado de valores, o qual é obtido pela interpolação do Grau de Certeza G_C e Grau de Contradição G_{ct} . Portanto existe uma correlação entre o estado lógico Paraconsistente ε e o estado físico do Sistema ou partícula existente no mundo físico. A figura 3 mostra uma representação da correlação entre o mundo físico

de onde são extraídos os Graus de evidência, e o mundo Paraconsistente, de onde são equacionados, resultando em um estado lógico paraconsistente ε .

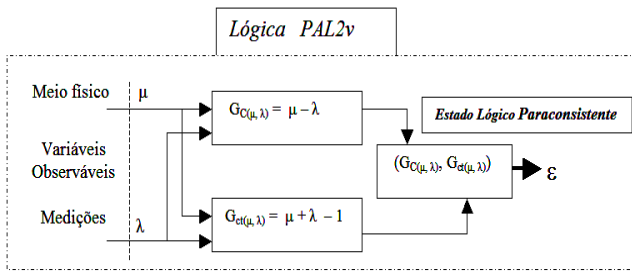


Figura 3 Representação da correlação entre o mundo físico e o mundo Paraconsistente

Verifica-se na correlação que resulta em um estado lógico Paraconsistente existe a dependência direta dos Graus de Certeza G_C e de Contradição G_{ct} com os valores de μ e de λ obtidos nas medições das Variáveis Observáveis do meio físico.

Na análise efetuada no *ParaControl* do Robô *Emmy I* existe uma correlação entre a distância dos obstáculos e o sinal de informação na forma de Graus de Evidência. As Variáveis Observáveis no meio físico são identificadas pela obtenção do valor da distância entre o Robô e os objetos existentes no ambiente não-estruturado. Os sinais extraídos das Variáveis Observáveis são inicialmente identificados pelas tensões elétricas V_1 e V_2 advindas dos dois sensores. Através de uma equação de normalização, que pode ser de tipo linear, exponencial, etc... os valores das tensões são considerados como os Graus de Evidência μ e λ variando continuamente entre 0 e 1.

Com uma análise mais refinada no Reticulado da *LPA2v* [7] permite-se calcular uma distância d do ponto onde se localiza o estado Lógico Paraconsistente ε até a um dos Vértices Extremos do Reticulado na extremidade do eixo de Graus de Certeza. A distância d é calculada por:

$$d = \sqrt{(1 - |G_C|)^2 + G_{ct}^2} \quad (6)$$

Onde: G_C = Grau de Certeza calculado pela equação (2).

G_{ct} = Grau de Contradição calculado pela equação (3). Dessa forma, é possível calcular um Grau de Certeza Real [7] onde o seu valor apresenta-se subtraído dos efeitos da contradição.

O valor do Grau de Certeza Real (G_{CR}) é determinado pela projeção da distância d sobre o eixo dos graus de certeza do Reticulado de Estados, segundo as condicionais:

a) Se o valor do Grau de Certeza é positivo ($G_C > 0$), então o Grau de Certeza Real será calculado por:

$$G_{CR} = 1 - d \quad (7)$$

ou
$$G_{CR} = 1 - \sqrt{(1 - |G_C|)^2 + G_{ct}^2} \quad (8)$$

b) Se o valor do Grau de Certeza for negativo ($G_C < 0$), então o Grau de Certeza Real será calculado por:

$$G_{CR} = d - 1 \quad (9)$$

ou:
$$G_{CR} = \sqrt{(1 - |G_C|)^2 + G_{ct}^2} - 1 \quad (10)$$

Onde:

G_{CR} = Grau de Certeza Real.

G_C = Grau de Certeza calculado pela equação (2).

G_{ct} = Grau de Contradição calculado pela equação (3).

c) Se o valor do Grau de Certeza for nulo ($G_C = 0$), então o Grau de Certeza Real também será nulo: $G_{CR} = 0$

O Grau de Intensidade do estado Lógico Paraconsistente Real [7] é o valor normalizado obtido a partir do Grau de Certeza Real, portanto:

$$\mu_{ER} = \frac{G_{CR} + 1}{2} \quad (11)$$

Onde: μ_{ER} = Grau de Intensidade do estado Lógico Paraquântico Real

G_{CR} = Grau de Certeza Real calculado pela equação (8) ou (11) dependendo do sinal de G_C .

Na prática os dois valores em forma de Graus de evidência extraídos das Variáveis Observáveis no mundo físico são equacionados e interpretados no Reticulado associado à *LPA2v* onde produzem o Grau de Certeza G_C e o Grau de Contradição G_{ct} . Os valores dos Graus de Certeza G_C e de Contradição G_{ct} , por sua vez, identificam um estado lógico Paraconsistente ε , que é localizado em um único ponto no Reticulado da *LPA2v*. Os valores observados nos processos de análises são os que estão sobre o eixo dos Grau de Certeza Real, portanto, o valor de G_{CR} e de μ_{ER} .

A figura 4 mostra essa condição de correlação entre o mundo físico e o mundo Paraconsistente através do estado Lógico Paraconsistente ε obtido da extração de Graus de Evidência de Variáveis Observáveis na forma de medidas de comprimento.

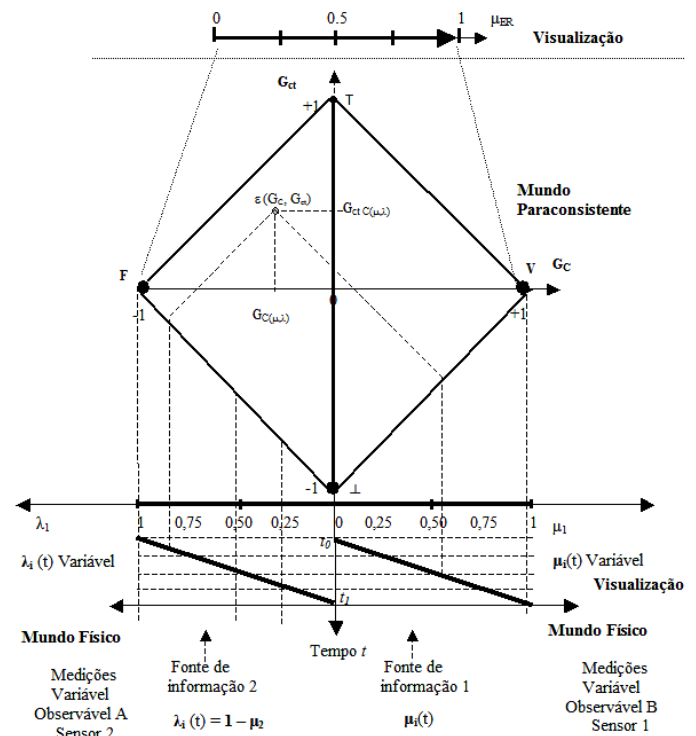
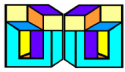


Figura 4 Representação de um Estado lógico Paraconsistente ε no Reticulado de Estados da *LPA2v*.



III.2 O ESTUDO DO ESTADO LÓGICO PARACONSISTENTE E NO RETICULADO DE ESTADOS

O estado lógico Paraconsistente ε no Reticulado da $LPA2v$ pode ser estudado considerando medição nas Variáveis Observáveis de forma estática, ou medição de forma contínua. A análise deve levar em consideração a dependência direta do Grau de Certeza G_C e de Contradição G_{ct} com os valores de μ e de λ obtidos nas medições das Variáveis Observáveis do meio físico. Como essa dependência é expressa matematicamente na forma de uma função, verifica-se que a não-existência de um dos valores medidos μ ou λ , provocará a não-existência do estado Lógico Paraconsistente ε .

IV CONCLUSÃO

Neste trabalho foi introduzido o conceito de estado Lógico Paraconsistente ε e a sua correlação entre o mundo paraconsistente, representado pelo Reticulado de Estados da $LPA2v$, e o mundo físico, de onde são extraídos os Graus de Evidência μ e λ das Variáveis Observáveis. Verifica-se que um estado Lógico Paraconsistente ε sendo representado pelo par ordenado $(G_{C(\mu,\lambda)}, G_{ct(\mu,\lambda)})$ é função dos Graus de Evidência μ e λ . Nessas condições, caso os Graus de Evidência μ e λ tenham variação contínua em relação ao tempo no mundo físico, haverá uma propagação do estado lógico Paraconsistente ε através do Reticulado de Estados da $LPA2v$. A análise pode ser feita considerando que a medição de cada Variável Observável no meio físico seja discreta. Para cada análise é gerado um único estado Lógico Paraconsistente ε estático e localizado em um único ponto no Reticulado da $LPA2v$. Esta forma de análise foi feita pelo *ParaControl* na sua utilização no controle do Robô *Emmy I* e também é feito por Sistemas Inteligentes Paraconsistentes que estão sendo aplicados atualmente. No entanto, a função matemática do estado Lógico Paraconsistente ε sugere que a análise em sistemas físicos seja contínua, com μ e λ variando continuamente em relação ao tempo. Sendo assim, com $\mu_{(t)}$ e $\lambda_{(t)}$ a existência do estado Lógico Paraconsistente ε depende da existência de medições em Variáveis Observáveis no mundo físico e se dará com propagação pelo Reticulado de Estados. Essas propriedades do estado Lógico Paraconsistente ε identifica a Lógica Paraconsistente com anotação de dois valores $LPA2v$ como uma lógica quântica. Em trabalhos futuros serão investigadas essas propriedades, bem como a potencialidade da Lógica Paraconsistente $LPA2v$ se apresentar como uma ferramenta especial para modelar fenômenos da Teoria da Relatividade Especial e da Mecânica Quântica.

V BIBLIOGRAFIA

- [1] Abe, J.M. & Da Silva Filho, J.I., *Inconsistency and Electronic Circuits*, Proceedings of The International ICSC Symposium on Engineering of Intelligent Systems (EIS'98), Vol 3, Artificial Intelligence, International Computer Science Conventions Canada/Switzerland, 191-197, 1998
- [2] Anand R. e V.S. Subrahmanian, *A Logic Programming System Based on a Six-Valued Logic*, AAAI/Xerox Second Intl. Symp. on Knowledge Eng. - Madrid-Spain, 1987.
- [3] Da Costa, N.C.A. & Abe, J.M. & Subrahmanian, V.S., *Remarks on Annotated Logic*, Zeitschrift für Mathematische Logik und Grundlagen der Mathematik, Vol.37, pp.561-570,1991
- [4] Da Costa, N.C.A., *On the theory of inconsistent formal systems*, Notre Dame J. of Formal Logic, 15, 497-510, 1974.
- [5] Da Costa, N.C.A. V.S. Subrahmanian e C. Vago, *The Paraconsistent Logic PT*, Zeitschrift für Mathematische Logik und Grundlagen der Mathematik, Vol.37, pp.139-148,1991.
- [6] Da Silva Filho, J.I. "Métodos de Aplicações da Lógica Paraconsistente Anotada de anotação com dois valores $LPA2v$ com construção de Algoritmo e Implementação de Circuitos Eletrônicos" (PhD.Thesis, in portuguese) *Tese de doutorado EPUSP*, São Paulo, 1999.
- [7] Da Silva Filho, J. I., Lambert-Torres, G., Abe, J. M. *Uncertainty Treatment Using Paraconsistent Logic - Introducing Paraconsistent Artificial Neural Networks*. IOS Press, p.328 pp.. *Volume 211 Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, Amsterdam, Netherlands, 2010.
- [8] *Para-Control: An Analyser Circuit Based On Algorithm For Treatment of Inconsistencies*, Proc. of the World Multiconference on Systemics, 199-203, Orlando, Florida, USA, 2001.
- [9] Da Silva Filho, J.I. & J.M. Abe, *Emmy: a paraconsistent autonomous mobile robot*, in Logic, Artificial Intelligence, and Robotics, Proc. 2nd Congress of Logic Applied to Technology - LAPTEC'2001, Edts. J.M. Abe & J.I. Da Silva Filho, Frontiers in Artificial Intelligence and Its Applications, IOS Press, Amsterdam, Ohmsha, Tokyo, Vol. 71, 53-61, 287p., 2001.
- [10] Carnap R., *The interpretation of physics*, Foundations of Logic and Mathematics of the International Encyclopedia of Unified Science, University of Chicago Press, 1939.
- [11] Tipler, P.A. *Física para Cientistas e Engenheiros* (4a. ed.), Rio de Janeiro,. Livros Técnicos e Científicos Editora vols. 2 e 3.
- [12] Suppe, F. (ed.) (1977) *The structure of scientific theories*, 2.ed. Urbana, Illinois: University of Illinois Press.
- [13] Krause, D. and Bueno, O., 'Scientific theories, models, and the semantic approach', *Principia* 11 (2), 2007, 187-201.
- [14] Jas'kowski, S., *Propositional Calculus for Contradictory Deductive Systems*, *Studia Logica* 24, p. 143-57. 1969.
- [15] Subrahmanian V.S., *On the semantics of quantitative Logic programs*, Proc. 4 th. IEEE Symposium on Logic Programming, Computer Society Press, Washington D.C, 1987.



João Inácio da Silva Filho

É Coordenador do GLPA - Grupo de Lógica Paraconsistente Aplicada e membro do Grupo de Lógica e Teoria da Ciência do IEA - Instituto de Estudos Avançados da USP. O Professor Da Silva Filho, em 1999 doutorou-se em Engenharia Elétrica pela POLI/USP na área de Sistemas Digitais, e fez mestrado em Microeletrônica pela mesma Instituição. Em 2009 fez seu Pós-doutoramento no INESC - Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores do Porto, em Portugal. Criador do primeiro Robô a funcionar com Controlador lógico Paraconsistente (Robô Emmy), atualmente se dedica as pesquisas sobre aplicações das Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes em Sistemas Especialistas e Robótica. Desde 26 de novembro de 2009 é membro do IHGS - Instituto Histórico e Geográfico de Santos onde ocupa a Cadeira 73, cujo patrono é Afonso D' Escragolle Taunay.