

UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
MESTRADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

JOSEFFE BARROSO DE OLIVEIRA

**SISTEMA PARA CONSISTENTE DETECTOR DE ALARMES EM BANCO DE
DADOS ORIGINADOS DE REDE DE TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

SANTOS/SP

2016

JOSEFFE BARROSO DE OLIVEIRA

**SISTEMA PARA CONSISTENTE DETECTOR DE ALARMES EM BANCO DE
DADOS ORIGINADOS DE REDE DE TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

Dissertação apresentada à Universidade Santa Cecília como parte dos requisitos para obtenção de título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, sob orientação do Prof. Dr. Maurício Conceição Mário e co-orientador Prof. Dr. João Inácio da Silva Filho.

SANTOS/SP

2016

Autorizo a reprodução parcial ou total deste trabalho, por qualquer que seja o processo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos.

Oliveira, Joseffe Barroso.

Sistema Paraconsistente Detector de Alarmes em Banco de Dados Originados de Rede de Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica / Joseffe Barroso de Oliveira.

-- 2016.

80p.

Orientador: Prof. Dr. Maurício da Conceição Mario.

Coorientador: Prof. Dr. João Inácio da Silva Filho.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Santa Cecília, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Santos, SP, 2016.

1. Medições Elétricas. 2. Alarmes. 3. Lógica Paraconsistente Anotada. 4. Algoritmo Para-Analisador. I. Mario, Maurício da Conceição. II. Da Silva Filho, João Inácio. III. Sistema Paraconsistente Detector de Alarmes em Banco de Dados Originados de Rede de Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica.

Elaborada pelo SiBi - Sistema Integrado de Bibliotecas - Unisanta

Dedico esse trabalho a minha família, em especial, meu pai, minha mãe, meus irmãos e minha noiva.

AGRADECIMENTOS

A Deus, nosso pai todo protetor! Por me abençoar e me dar forças para conseguir concluir mais uma etapa em minha vida.

Aos amores da minha vida, meus pais, Jarina e Ivanildo, pela excelente educação que me foi dada e por sempre acreditarem em mim, me apoiando, ajudando e principalmente, por estarem sempre ao meu lado.

Aos meus irmãos, Jair, pelos excelentes conselhos dados, e ao João Marcelo (Joãozinho/Marcelinho) pelo carinho e companheirismo de sempre.

Aos meus tios, Jairo e Jarbas, por sempre estarem prontos para ajudar quando precisei.

A minha noiva e amor da minha vida, Valéria, por ser minha companheira e estar sempre ao meu lado em tudo.

Ao Professor Dr. Maurício Conceição, pela valiosa orientação e principalmente pelo apoio durante a construção desse trabalho.

Ao Professor Dr. João Inácio, pelos preciosos conselhos e observações.

Ao Professor Me. Carlos Jair Coletto, pela amizade e apoio em todos os momentos em que precisei.

Aos meus eternos professores e hoje amigos pessoais e de Mestrado, Davi Silvestre, Fernando Bacic, Alexandre Stucchi, Tertuliano Paulo, Mario Rocha, João Carlos e Wellington Tuller, pelo companheirismo e união durante todo o Mestrado.

A todo corpo docente do programa de Mestrado, que certamente contribuíram para minha formação e a toda equipe da secretaria, especialmente a Sandra e Imaculada, pela simpatia, profissionalismo e atenção durante todo o Mestrado.

*"Se você quer ser bem-sucedido, precisa ter
dedicação total, buscar seu último limite e dar o
melhor de si mesmo."*

(Ayrton Senna da Silva)

RESUMO

Esta dissertação consiste em apresentar um sistema computacional que foi desenvolvido para normalizar, processar e analisar dados referentes as medições elétricas e seus respectivos alarmes com auxílio dos algoritmos da Lógica Paraconsistente Anotada de Dois Valores (LPA2v), uma lógica não-clássica capaz de suportar sinais contraditórios. Os dados das medições e alarmes são obtidos através de subestações de transmissão e distribuição de energia elétrica, que consecutivamente são gravados em bases de dados específicas. Após isso, os dados são migrados para uma nova base de dados e normalizados para a aplicação da LPA. A Lógica Paraconsistente é aplicada utilizando o Algoritmo Para-Analisador, com objetivo de obter informações importantes como o Estado Lógico Resultante. A partir dessa aplicação, é possível comparar os alarmes disparados com os estados lógicos resultantes obtidos durante a análise. Como resultado desta pesquisa, foi desenvolvido um sistema computacional chamado ParaLogike Data Alarm capaz de realizar análises paraconsistentes e detectar alarmes em banco de dados de subestações de transmissão e distribuição de energia elétrica.

Palavras-Chave: Medições Elétricas. Alarmes. Lógica Paraconsistente Anotada. Algoritmo Para-Analisador.

ABSTRACT

This dissertation consists to present a software was developed to normalize, process and analyze data related to electrical measurements and their alarms with help of Paraconsistent Annotated Logic Two Values Algorithms, a Non-Classical Logical able to withstand contradictory signals. Electrical measurements and their alarms are obtained through transmission substations and distribution of electricity that consecutively are recorded in specific databases. After that, the data are migrated to a new database and normalized for Paraconsistent Logic application. The Paraconsistent Logic is using applied Para-Analyzer Algorithm with goal get important information as the Logical State Resultant. With the Application is possible compare alarms triggered with resulting logical states obtained during the analysis. The result of this research was developed a software called ParaLogike Data Alarm able to perform Paraconsistent Analysis and detect alarms in transmission substations database and distribution of electricity.

Keywords: Electrical Measurements. Alarms. Paraconsistent Annotated Logic. Para-Analyzer Algorithm.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Reticulado LPA	19
Figura 2 - Reticulados representando a lógica paraconsistente (LPA).....	20
Figura 3 - Representação da Análise Paraconsistente	22
Figura 4 - Quadrado Unitário no Plano Cartesiano - QUPC.....	23
Figura 5 - Representação do Reticulado QUPC.....	24
Figura 6 - Representações Geométricas do Quadrado Unitário no Plano Cartesiano (QUPC) e o reticulado da LPAv2.....	25
Figura 7 - Representações dos eixos de Certeza e de Contradição do reticulado da LPA2v com valores	25
Figura 8 - Representação do reticulado da LPA2v com os valores ajustáveis de controles limites indicados nos eixos	26
Figura 9 - Representação do reticulado da LPA2v seccionado em 12 regiões delimitadas dando origem a 12 estados lógicos resultantes	27
Figura 10 - Sistema básico de análise paraconsistente	29
Figura 11 - Representação de um sistema típico de análise paraconsistente utilizando o reticulado da LPA2v repartido em 12 regiões delimitadas	31
Figura 12 - Robô autônomo Emmy	34
Figura 13 - Decisão do Robô Emmy para estados “não extremos”	35
Figura 14 - Arquitetura de uma subestação típica de distribuição de energia elétrica em estudo.....	36
Figura 15 - Estrutura original da tabela de medições elétricas.....	37
Figura 16 - Estrutura original da tabela de alarmes disparados	38
Figura 17 - Dados da tabela original de medições elétricas	39
Figura 18 - Dados da tabela original de alarmes disparados	39
Figura 19 - Estrutura da nova tabela desenvolvida para armazenar medições e alarmes	40
Figura 20 - Estrutura da nova tabela desenvolvida para armazenar as informações de LPA	41
Figura 21 - Splash Screen do sistema ParaLogike Data Alarm.....	42
Figura 22 - Tela de Login do sistema ParaLogike Data Alarm	42
Figura 23 - Tela inicial do sistema ParaLogike Data Alarm.....	43
Figura 24 - Filtros de Dados do sistema ParaLogike Data Alarm.....	43

Figura 25 - Filtros de Valores de Controle do sistema ParaLogike Data Alarm.....	44
Figura 26 - Gráfico que demonstra a obtenção do Grau de Evidência Favorável.....	44
Figura 27 - Gráfico que demonstra a obtenção do Grau de Evidência Desfavorável	45
Figura 28 - Fluxo básico do processo para construção do sistema ParaLogike Data Alarm.....	55
Figura 29 - Análise do dia 03/09/2007, utilizando os valores de controle padrão.....	57
Figura 30 - Resultados obtidos na análise de 03/09/2007, utilizando os valores de controle padrão	57
Figura 31 - Análise do dia 03/09/2007, calibrando o sistema com os valores de controle	58
Figura 32 - Resultados obtidos na análise de 03/09/2007, calibrando o sistema com os valores de controle	58
Figura 33 - Análise do dia 16/09/2007, utilizando os valores de controle padrão.....	59
Figura 34 - Resultados obtidos na análise de 16/09/2007, utilizando os valores de controle padrão	59
Figura 35 - Análise do dia 28/09/2007, utilizando os valores de controle padrão.....	60
Figura 36 - Resultados obtidos na análise de 28/09/2007, utilizando os valores de controle padrão	60
Figura 37 - Análise do dia 26/09/2007, utilizando os valores de controle padrão.....	61
Figura 38 - Resultados obtidos na análise de 26/09/2007, utilizando os valores de controle padrão	61
Figura 39 - Análise do dia 26/09/2007, calibrando o sistema com os valores de controle	62
Figura 40 - Resultados obtidos na análise de 26/09/2007, calibrando o sistema com os valores de controle	62
Figura 41 - Análise do dia 27/09/2007, utilizando os valores de controle padrão.....	63
Figura 42 - Resultados obtidos na análise de 27/09/2007, utilizando os valores de controle padrão	63
Figura 43 - Análise do período de 01/09/2007 à 15/09/2007, utilizando os valores de controle padrão	64
Figura 44 - Resultados obtidos na análise do período de 01/09/2007 à 15/09/2007, utilizando os valores de controle padrão	64
Figura 45 - Análise do período de 01/09/2007 à 15/09/2007, calibrando o sistema com os valores de controle	65

Figura 46 - Resultados obtidos na análise do período de 01/09/2007 à 15/09/2007, calibrando o sistema com os valores de controle.....	65
Figura 47 - Análise do período de 16/09/2007 à 30/09/2007, utilizando os valores de controle padrão	66
Figura 48 - Resultados obtidos na análise do período de 16/09/2007 à 30/09/2007, utilizando os valores de controle padrão	66
Figura 49 - Análise do período de 16/09/2007 à 30/09/2007, calibrando o sistema com os valores de controle	67
Figura 50 - Resultados obtidos na análise do período de 16/09/2007 à 30/09/2007, calibrando o sistema com os valores de controle.....	67
Figura 51 - Análise do período de 01/09/2007 à 30/09/2007, utilizando os valores de controle padrão	68
Figura 52 - Resultados obtidos na análise do período de 01/09/2007 à 30/09/2007, utilizando os valores de controle padrão	68
Figura 53 - Análise do período de 01/09/2007 à 30/09/2007, calibrando o sistema com os valores de controle	69
Figura 54 - Resultados obtidos na análise do período de 01/09/2007 à 30/09/2007, calibrando o sistema com os valores de controle.....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição dos campos da tabela original de medições elétricas	38
Tabela 2 - Descrição dos campos da tabela original de alarmes disparados.....	38

LISTA DE SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
kV	Kilovolt
LP	Lógica Paraconsistente
LPA	Lógica Paraconsistente Anotada
LPA2v	Lógica Paraconsistente Anotada com anotação de dois valores
QUPC	Quadrado Unitário do Plano Cartesiano
SQL	Structured Query Language
V	Volt

LISTA DE SÍMBOLOS

μ	Grau de evidência favorável
λ	Grau de evidência desfavorável
T	Inconsistente
$T \rightarrow F$	Inconsistente, tendendo ao Falso
$T \rightarrow V$	Inconsistente, tendendo ao Verdadeiro
\perp	Indeterminado ou Paracompleto
$\perp \rightarrow F$	Indeterminado, tendendo ao Falso
$\perp \rightarrow V$	Indeterminado, tendendo ao Verdadeiro
$Q_f \rightarrow T$	Quase Falso, tendendo ao Inconsistente
$Q_f \rightarrow \perp$	Quase Falso, tendendo ao Indeterminado
$Q_v \rightarrow T$	Quase Verdadeiro, tendendo ao Inconsistente
$Q_v \rightarrow \perp$	Quase Verdadeiro, tendendo ao Indeterminado
Gc	Grau de Certeza
Gct	Grau de Contradição
S1	Saída discreta
S2a	Saída analógica
S2b	Saída analógica
V _{sc}	Variável superior de controle de certeza (C1)
V _{ic}	Variável inferior de controle de certeza (C2)
V _{scct}	Variável superior de controle de contradição (C3)
V _{icct}	Variável inferior de controle de contradição (C4)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 JUSTIFICATIVA.....	14
1.2 OBJETIVOS	14
1.3 A LÓGICA.....	15
1.4 AS LÓGICAS NÃO CLÁSSICAS	16
1.5 A LÓGICA PARACONSISTENTE	17
1.6 A LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA.....	19
1.7 A LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA COM ANOTAÇÃO DE DOIS VALORES (LPA2v)	21
1.8 O ALGORITMO PARA-ANALISADOR	28
1.9 APLICAÇÃO DO ALGORITMO PARA-ANALISADOR NO ROBÔ MÓVEL AUTÔNOMO EMMY	33
2. MATERIAIS E MÉTODOS	36
2.1 DESENVOLVIMENTO DO BANCO DE DADOS DE LPA.....	37
2.2 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA LPA PARALOGIKE DATA ALARM	42
2.3 MODELO PARACONSISTENTE DETECTOR DE ALARMES EM BANCO DE DADOS DE MEDIÇÕES ELÉTRICAS	54
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	56
3.1 DISCUSSÕES.....	69
4. CONCLUSÃO	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74

1. INTRODUÇÃO

A energia elétrica se tornou a principal fonte de luz, calor e força utilizada em todo mundo moderno. Atividades simples como jogar vídeo game, assistir um filme, ou até mesmo navegar na internet, são possíveis porque a energia elétrica está presente nesses locais. Shoppings, supermercados, fábricas e uma gama de outros lugares precisam da eletricidade para funcionar adequadamente e oferecer aos clientes os seus serviços. Grande parte dos avanços tecnológicos que foram alcançados se deve à energia elétrica.

Obtida a partir de todos os outros tipos de energia, a eletricidade é transportada e chega aos consumidores no mundo inteiro por meio de sistemas elétricos complexos, compostos basicamente de quatro etapas: geração, transmissão, distribuição e consumo. As distribuidoras de energia elétrica têm papel fundamental nesse processo.

As distribuidoras são empresas de grande porte, que recebem das companhias de transmissão o suprimento destinado ao abastecimento do país. Nas redes de transmissão, após deixar a usina, a energia trafega em tensões que variam de 88 kV a 750 kV. Ao chegar às subestações das distribuidoras, a tensão é rebaixada e, por meio de sistema composto de postes, fios e transformadores e chega à unidade final em 127 V ou 220 V. Há exceções a essa regra que são algumas unidades industriais que operam com tensões mais elevadas (2,3 kV a 88 kV) e recebem energia elétrica diretamente da subestação da distribuidora (ANEEL, 2008).

Contudo, se alguma falha acontecer durante esse processo, poderá ser gerado um problema ao consumidor. Segundo Martins (2003), uma interrupção no fornecimento de energia aos consumidores é considerada uma condição anormal, originando grandes perturbações, todavia, as mesmas são inevitáveis em decorrência de defeitos de um sistema de potência, sejam por causa de situações internas ou externas, fenômenos elétricos ou ambientais ou ainda humanos.

As interrupções podem ser causadas por diversas formas, entretanto, os profissionais que atuam na área operacional podem atuar de forma mais rápida desde que sejam notificados o quanto antes. Atualmente, com o avanço da tecnologia da informação, existem sistemas que trabalham analisando determinados equipamentos, afim de buscar possíveis problemas de funcionamento. Essa análise pode ser

realizada em um pequeno intervalo de tempo e caso encontrado um problema, o sistema poderá gerar um alarme. Esse alarme, se trabalhado de forma adequada, pode originar em uma ação praticamente imediata, tornando a solução do problema muito mais rápida e precisa.

1.1 JUSTIFICATIVA

A energia elétrica pode ser fornecida sem interrupções dependendo da integridade dos equipamentos das subestações de energia. Entretanto, nem sempre esses equipamentos notificam de alguma forma a presença de um defeito ou problema, tornando o controle da equipe operacional mais difícil.

Um fator importante que justifica essa pesquisa é que as subestações possuem um número grande de informações resultante de leituras constantes. Essas leituras podem gerar diversas informações, dentre elas medições elétricas. Todo esse volume de dados pode ser muito mais produtivo para o operador desde que exista um tratamento, análise e classificação dessas informações.

Com a utilização da Lógica Paraconsistente, é proposto neste trabalho uma nova forma de manipulação e análise desses dados, podendo gerar tomadas de decisão a partir das informações normalizadas em algoritmos LPA.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é a aplicação dos conceitos de análise e normalização em bases de dados empregando o algoritmo Para-Analisador da Lógica Paraconsistente Anotada, visando assim, através de um sistema computacional, métodos alternativos para identificação de alarmes em medições elétricas, coletados a partir de sinais de uma típica subestação de energia elétrica.

Cada medição elétrica será normalizada em graus de evidência favorável e desfavorável para utilização do algoritmo para-analisador. Dessa forma, será possível processar essas informações utilizando esse algoritmo da LPA e posteriormente obter-se o grau de certeza, o grau de contradição e principalmente o estado lógico resultante, que através dele pode-se obter tomadas de decisão importantes.

1.3 A LÓGICA

A Ciência Lógica é a base e o fundamento da matemática e, portanto, de toda tecnologia tal como hoje é conhecida. Muitas das teorias científicas que criaram a ciência moderna fundamentam-se na Lógica Clássica, o que faz com que a maioria dos equipamentos eletrônicos, tais como os computadores e os sistemas digitais, utilize seus conceitos como base de seu funcionamento (DA SILVA FILHO, 2008).

Ao que tudo indica, a lógica como ciência foi descoberta por Aristóteles (384-322 a.C.) e seus seguidores na Grécia antiga. A lógica pode ser definida como a ciência que estuda as leis dos raciocínios válidos (DA SILVA FILHO e ABE, 2001).

As lógicas como sistemas de inferências, podem ser classificadas, sem muito rigor, da seguinte forma: lógica clássica e lógica não clássica (DA COSTA, 1999). O raciocínio lógico clássico é fundamentado em quatro princípios que são apresentados por meio de símbolos usualmente empregados na Lógica Clássica, são eles:

1. Princípio da identidade, $p=p$

Toda proposição ou objeto é idêntico a si mesmo.

2. Princípio da identidade proposicional, $p \rightarrow p$

Toda proposição implica ela mesma.

3. Princípio do terceiro excluído, $p \vee \neg p$

De duas proposições contraditórias, isto é, uma nega a outra, uma delas é verdadeira.

4. Princípio da não-contradição, $\neg(p \wedge \neg p)$

Entre duas proposições contraditórias, uma delas é falsa.

Dentre desse raciocínio a Lógica Clássica é binária, portanto uma declaração é falsa ou verdadeira, não admitindo ser ao mesmo tempo parcialmente verdadeira e parcialmente falsa (DA SILVA FILHO, 2008).

1.4 AS LÓGICAS NÃO CLÁSSICAS

Estudos mais aprofundados verificaram que no mundo real nem todas as situações podem ser classificadas simplesmente como verdadeiras ou falsas. Quando é necessária precisão para descrever algo, fica difícil estabelecer limites que permitem tecer afirmativas ou negativas a respeito das qualidades das coisas. Quase sempre os limites entre falso e verdadeiro são indefinidos, incertos, ambíguos e até mesmo contraditórios. Fica claro que, por meio apenas da Lógica Clássica binária, os recursos tecnológicos disponíveis são incapazes de automatizar as atividades de relacionadas a problemas que compreendem situações que não foram consideradas na sua fundamentação (DA SILVA FILHO, 2008).

Uma lógica não-clássica é toda aquela que de alguma forma apresenta fundamentos que possam contrariar ou ignorar algum princípio da lógica clássica. Como as situações reais não se enquadram inteiramente nas formas binárias da lógica clássica, vários pesquisadores se esforçaram, no sentido de encontrar outras formas que permitissem enquadrar melhor outros conceitos como as indefinições, ambiguidades e inconsistências, com isso surgiram as lógicas não-clássicas (MARTINS, 2003).

As lógicas não-clássicas são divididas em duas grandes categorias:

1. As que complementam o escopo da Lógica Clássica
2. As que rivalizam com a Lógica Clássica

Na primeira categoria encontram-se as que complementam o escopo da Lógica Clássica, também chamadas de Lógicas complementares. As Lógicas complementares são as que não infringem os princípios básicos da lógica clássica e não questionam sua validade universal, apenas ampliam e complementam o seu escopo enriquecendo-a com a introdução de novos operadores. São exemplos de lógicas complementares: lógicas epistêmicas, lógicas modais, lógicas intencionais, lógicas de ações, lógicas para aplicações físicas, lógicas combinatórias, lógicas infinitárias e lógicas condicionais.

Na segunda categoria encontram-se as lógicas que rivalizam com a Lógica Clássica, também conhecidas como heterodoxas. Essas novas lógicas, são destinadas a substituir a lógica clássica em alguns domínios do saber. Elas anulam alguns princípios fundamentais da lógica clássica. Foram motivadas principalmente pelos avanços em estudos da Inteligência Artificial.

Hoje, são concebidas infinitas lógicas possíveis, tais como a lógica intuicionista de Brouwer-Heyting, a lógica modal clássica, a lógica modal polivalente, a lógica clássica categorial, a lógica difusa, a lógica paraconsistente, entre outras (MARTINS, 2012).

Os estudos vêm comprovando que os sistemas não-clássicos são bem significativos, não somente do ponto de vista prático, mas também teórico, quebrando um paradigma do pensamento humano que permanece há mais de dois mil anos.

1.5 A LÓGICA PARACONSISTENTE

A Lógica Paraconsistente é uma Lógica não Clássica que possui como característica principal a admissão da contradição em sua estrutura (DA SILVA FILHO et al., 2012), devido a esta propriedade mostra-se capaz de dar uma resposta mais satisfatória a problemas relacionados com situações não cobertas pela Lógica Clássica.

O destaque da Lógica Paraconsistente por infringir o princípio da não-contradição, surgiu dos trabalhos formalizados por volta de 1948 de maneira independente pelo polonês Stanislaw Jaskowski e pelo brasileiro Newton C. A. da Costa, embora houvessem precursores como N. Vasílev e J. Lukasiewicz (MARIO, 2006). Quanto aos sistemas iniciais de Lógica Paraconsistente, contendo todos os níveis lógicos, envolvendo cálculos proposicionais de predicados e de descrições, bem como lógicas de ordem superior, devem-se a Newton C. A. da Costa (1954 em diante).

Segundo Da Silva Filho (1997) foi Francisco Miró Quesada, filósofo peruano, quem em 1976 introduziu o nome “Paraconsistente”, aos estudos de Newton C. A. da Costa, nome este que foi adotado pela comunidade científica mundial.

J.M. Abe, lógico brasileiro, apresentou na Universidade de São Paulo em 1992 um estudo com resultados relevantes da Lógica Paraconsistente, com a tese “Fundamentos da Lógica Anotada” (ABE, 1992).

As lógicas paraconsistentes são uma classe de lógica não-clássica e foram edificadas para se encontrar meios de dar tratamento não-trivial às situações contraditórias. Aplicações das lógicas paraconsistentes em diversos campos do conhecimento vêm demonstrando que estas são mais adequadas no enquadramento de problemas ocasionados por situações de contradições que aparecem quando lidamos com descrições do mundo real (DA COSTA, 1999).

A paraconsistência estará sempre averiguando se existe algum nível de inconsistência, divergência ou contradição nas diferentes análises (BISPO e CAZARINI, 2006).

Segundo Da Silva Filho (2008), dada uma teoria (dedutiva) T , assentada na Lógica L , diz-se que ela é consistente se entre os seus teoremas não existir um que 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, tal 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.

Aplicações de um tipo de Lógica Paraconsistente denominada de Lógica Paraconsistente Aplicada (LPA), apresentaram trabalhos cujos resultados relevantes estão dispostos na literatura especializada. Entre os trabalhos publicados, destaca-se o algoritmo Para-analisador (DA SILVA FILHO, 1999), tema que inclusive é utilizado nesta dissertação, no qual, métodos computacionais de análises paraconsistentes podem ser projetados através do algoritmo da Lógica Paraconsistente Aplicada.

Estudos das Lógicas Paraconsistentes tem despertado a atenção de um grande número de pesquisadores, que imaginam ser possível manipular sistemas de informação inconsistentes, sem ser preciso eliminar as suas contradições.

1.6 A LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA

Conforme Subrahmanian (1987), os estudos da Lógica Paraconsistente deram origem a outros tipos de estudos relacionados às Lógicas Não-Clássicas, dentre estas as Lógicas Paraconsistentes Anotadas (LPA).

Os primeiros estudos sobre os fundamentos da Lógica Paraconsistente Anotada foram efetuados por Da Costa, Vago e Subrahmanian (DA COSTA, VAGO e SUBRAHMANIAN, 1991), por Da Costa, Abe e Subrahmanian (DA COSTA, ABE e SUBRAHMANIAN, 1991) e Abe (ABE, 1992).

Na Lógica Paraconsistente Anotada (LPA) as fórmulas proposicionais vêm acompanhadas de anotações. Cada anotação, pertencente a um reticulado finito (Figura 1), atribui valores à sua correspondente fórmula proposicional. Considerando uma lógica evidencial as anotações vêm representadas por Graus de evidência. A LPA pode ser estudada em um Quadrado unitário no Plano Cartesiano onde são inseridos os graus de evidência favorável μ e graus de evidência desfavorável λ .

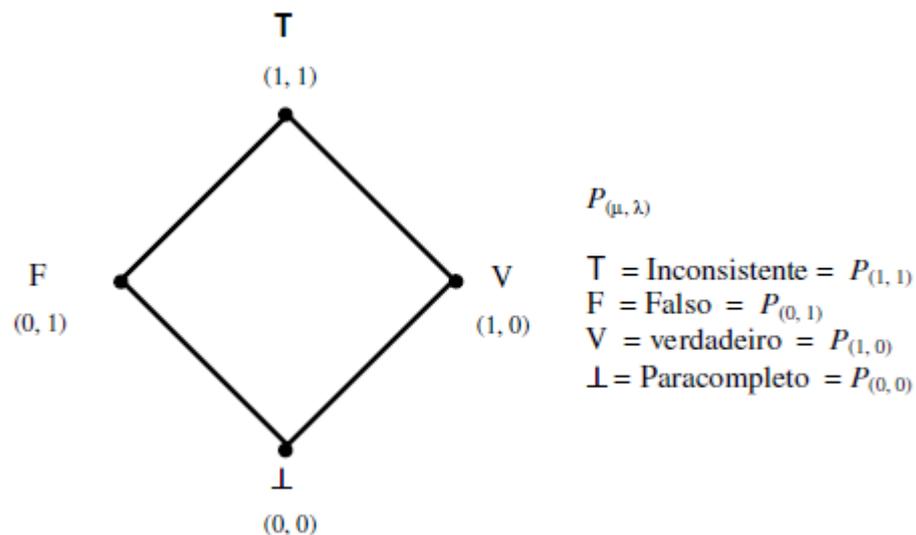


Figura 1 - Reticulado LPA
(Fonte: MARIO, 2006)

Com isso, pode-se obter quatro situações possíveis, conforme a Figura 2:

- 1 - Inconsistente; no ponto $(1, 1) = T$
- 2 - Verdadeira; no ponto $(1, 0) = V$

3 - Falsa; no ponto $(0, 1) = F$

4 - Indeterminada ou paracompleta; no ponto $(0, 0) = \perp$

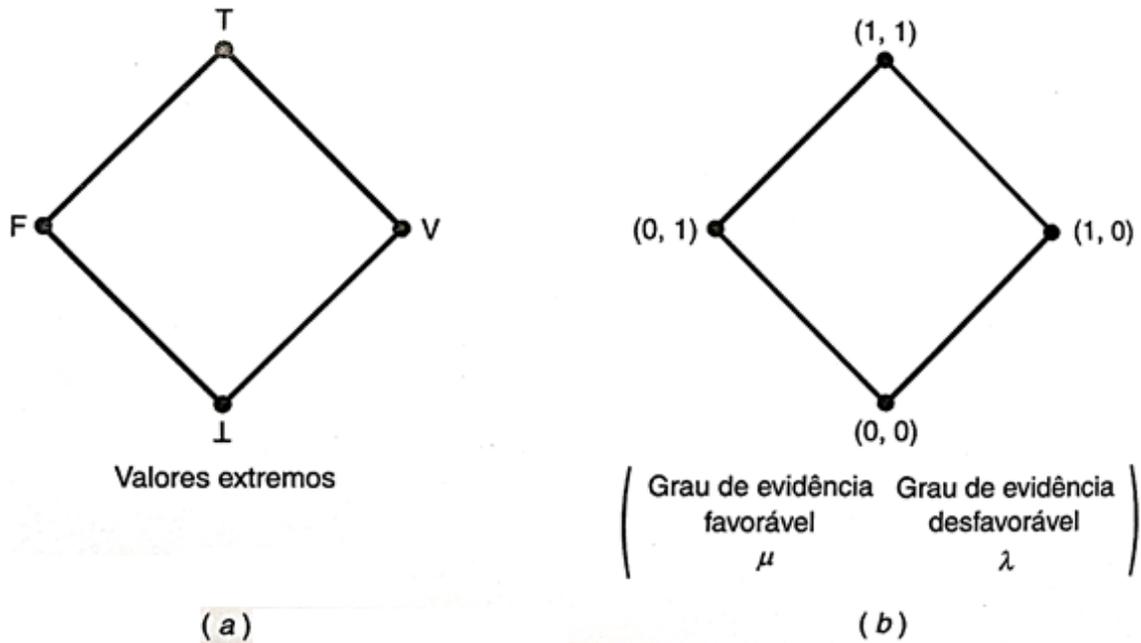


Figura 2 - Reticulados representando a lógica paraconsistente (LPA)
(Fonte: DA SILVA FILHO, 2008)

De acordo com a Figura 2, pode-se relacionar os estados lógicos extremos representados nos quatro vértices do reticulado com os valores dos Graus de Evidência Favorável e Graus de Evidência Desfavorável da seguinte forma:

$P T (\mu, \lambda) = P (1,1)$: A anotação, composta pelos Graus de Evidência Favorável e Desfavorável, atribui à proposição P uma leitura intuitiva de que P é Inconsistente.

$P V (\mu, \lambda) = P (1,0)$: A anotação, composta pelos Graus de Evidência Favorável e Desfavorável, atribui à proposição P uma leitura intuitiva de que P é Verdadeiro.

$P F (\mu, \lambda) = P (0, 1)$: A anotação, composta pelos Graus de Evidência Favorável e Desfavorável, atribui à proposição P uma leitura intuitiva de que P é Falso.

$P \perp (\mu, \lambda) = P (0, 0)$: A anotação, composta pelos Graus de Evidência Favorável e Desfavorável, atribui à proposição P uma leitura intuitiva de que P é Indeterminado.

Quando as proposições vêm acompanhadas de anotações, ou graus de evidência, é possível aplicação real da Lógica Paraconsistente em Sistemas de Análises e tomadas de decisão.

1.7 A LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA COM ANOTAÇÃO DE DOIS VALORES (LPA2v)

Em determinadas situações é necessário tratar contradições, ou seja, quando os dados ou sinais podem ser contraditórios, oriundos da mesma fonte ou de fontes diferentes, a LPA com a anotação de dois valores (LPA2v) é adequada para ajudar a solucionar as inconsistências, pois para cada proposição são associados dois valores de crença, ou graus de evidência, cuja análise produz uma saída denominada estado lógico resultante (DA SILVA FILHO, 1999).

Conforme Da Silva Filho (2013), a anotação pode ser representada por $P(\mu, \lambda)$, onde o primeiro valor da anotação (μ) representa o grau em que as evidências favoráveis sustentam (crença) a proposição P , e o segundo valor da anotação (λ) representa o grau em que as evidências desfavoráveis negam ou rejeitam (descrença) a proposição P .

De acordo com Da Silva Filho (1999), uma importante propriedade da lógica LPA2v é que podem ser consideradas equivalentes as proposições $\neg P(\mu, \lambda)$ e $P(\lambda, \mu)$, pois a negação de $P(\mu, \lambda)$ é a mesma proposição P com graus de evidência invertidos.

Em uma análise paraconsistente na LPA2v, cada anotação é interpretada como evidência, que podem ser contraditórias em sua origem. Um sistema projetado com a LPA2v possibilita receber esse tipo de informação, ou seja, essas evidências em forma de graus de crença e descrença e, após análise devolver um estado lógico resultante, que possibilitará uma conclusão e conseqüentemente uma tomada de decisão.

O estado lógico de saída é obtido através do equacionamento entre os dois valores evidenciais que compõem a anotação (μ, λ), onde μ é o grau de crença atribuído à proposição e λ o grau de descrença atribuído à proposição. Essas informações são consideradas valores de entrada do sistema e os valores lógicos representados nos vértices e regiões internas do reticulado são as saídas resultantes

da análise paraconsistente. No caso de um alto grau de contradição, o sistema poderá solicitar mais informações e à medida que vão sendo analisadas novas evidências, poderão diminuir as contradições, fazendo com que seja possível chegar a uma conclusão mais precisa (MARIO, 2006). Esse processo pode ser representado de acordo com a Figura 3.

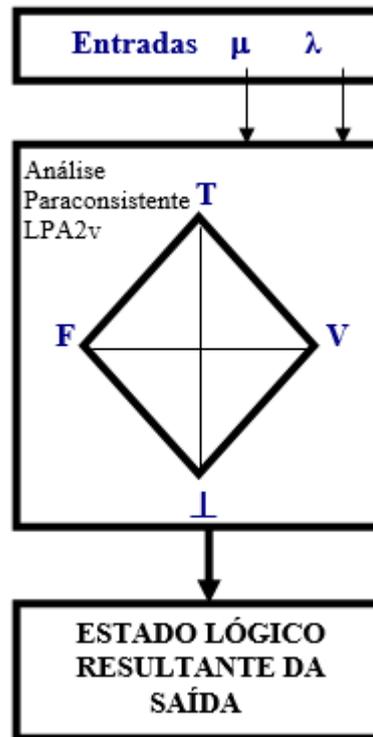


Figura 3 - Representação da Análise Paraconsistente
(Fonte: MARIO, 2003)

De acordo com Da Silva Filho (2006) podem ser feitas algumas interpretações algébricas visando uma melhor representação de uma anotação na LPA2v e encontrar uma metodologia de interpretação no seu reticulado representativo. Adotando-se o sistema de coordenadas cartesianas para o plano, as anotações de uma dada Proposição serão representadas por pontos no plano cartesiano. Esse sistema proposto é chamado de Quadrado Unitário no Plano Cartesiano (QUPC), onde os graus de evidência favoráveis μ ficam expostos no eixo x , e os valores dos graus de evidência desfavoráveis λ ficam expostos no eixo y , conforme representado na Figura 4.

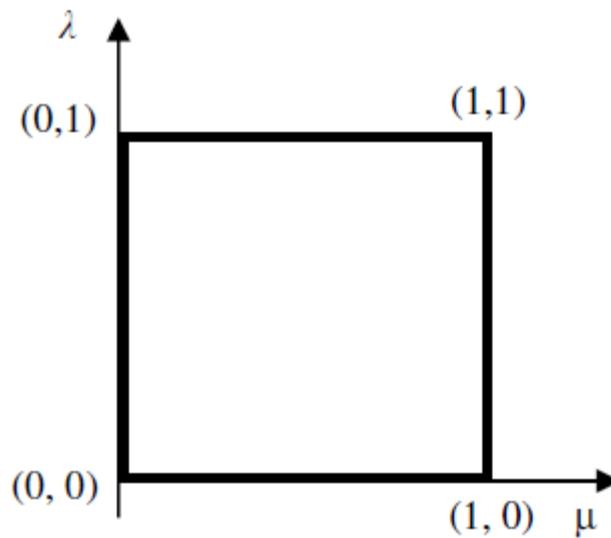


Figura 4 - Quadrado Unitário no Plano Cartesiano - QUPC
(Fonte: DA SILVA FILHO, 2013)

Segundo estudos de Mário (2003), os valores de entrada (μ e λ), anotados em forma de evidências são equacionados gerando Graus de Certeza “Gc” e Graus de Contradição “Gct”, com valores variando entre -1 e 1, conforme representado na Figura 5.

a) Grau de Certeza – Gc:

$$\mathbf{Gc = \mu - \lambda}$$

b) Grau de Contradição – Gct:

$$\mathbf{Gct = \mu + \lambda - 1}$$

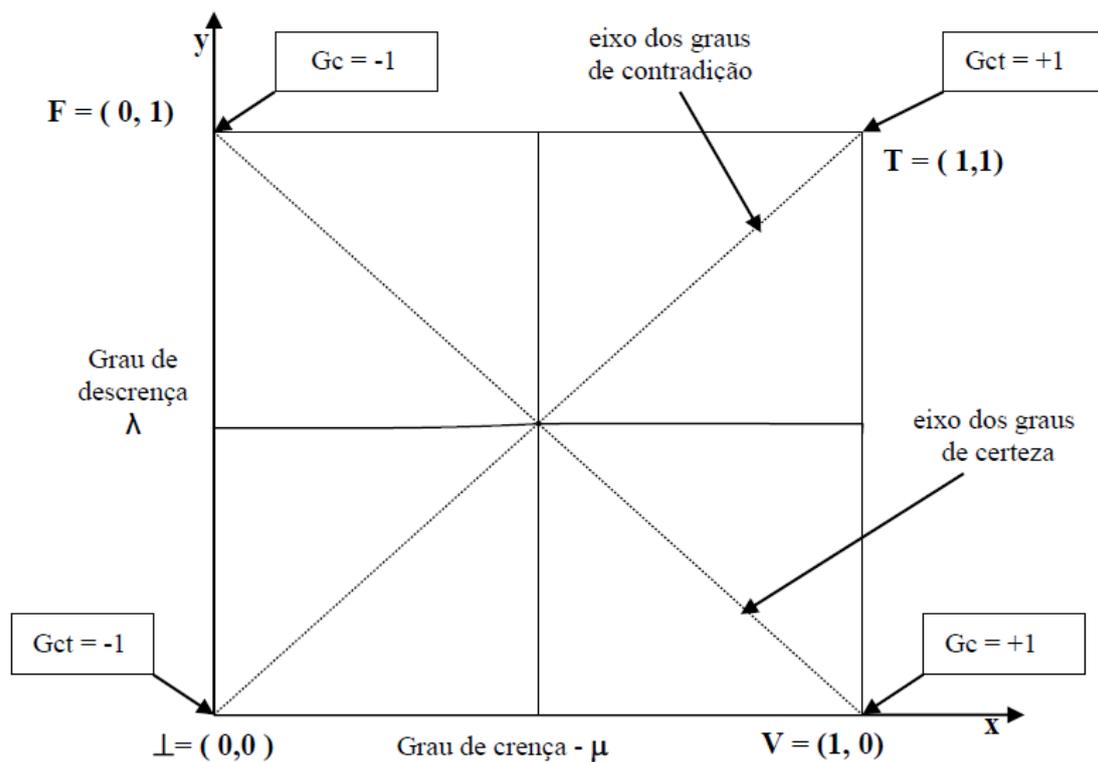


Figura 5 - Representação do Reticulado QUPC
(Fonte: MÁRIO, 2003)

Quando $G_c = -1$, significa que se tem uma certeza máxima da negação da proposição (ponto $F = (0,1)$). Quando $G_c = +1$, significa que se tem uma certeza máxima da afirmação da proposição (ponto $V = (1,0)$).

Quando $G_{ct} = -1$, significa-se que se tem uma contradição máxima negativa (ponto $L = (0,0)$). Quando $G_{ct} = +1$ (ponto $T = (1,1)$), representa-se uma contradição máxima positiva.

Analisando as interpolações nos graus de crença e descrença, foi verificado que quanto mais estiverem próximas à reta FV , mais o resultado $\mu + \lambda$ se aproxima de 1, diminuindo o valor de G_{ct} , representando uma menor contradição entre as informações de entrada. Analogamente, quanto mais a interpolação entre os graus de crença e descrença estiverem próximos à reta LT , mais o resultado $\mu - \lambda$ se aproxima de 0, diminuindo o valor de G_c , representando uma menor certeza entre as informações de entrada (DA SILVA FILHO, 2006).

Segundo Da Silva Filho (2006), para todos os valores possíveis de graus de evidência, os valores resultantes obtidos dos Graus de Certeza G_c estão na reta horizontal do reticulado associado à Lógica Paraconsistente Anotada e compõem o eixo denominado de *eixo dos graus de certeza*. De igual modo, para todos os valores

possíveis dos graus de evidência, os valores resultantes obtidos dos Graus de Contradição G_{ct} obtidos, irão compor o eixo vertical denominado *eixo dos graus de contradição*, conforme representado nas Figuras 6 e 7.

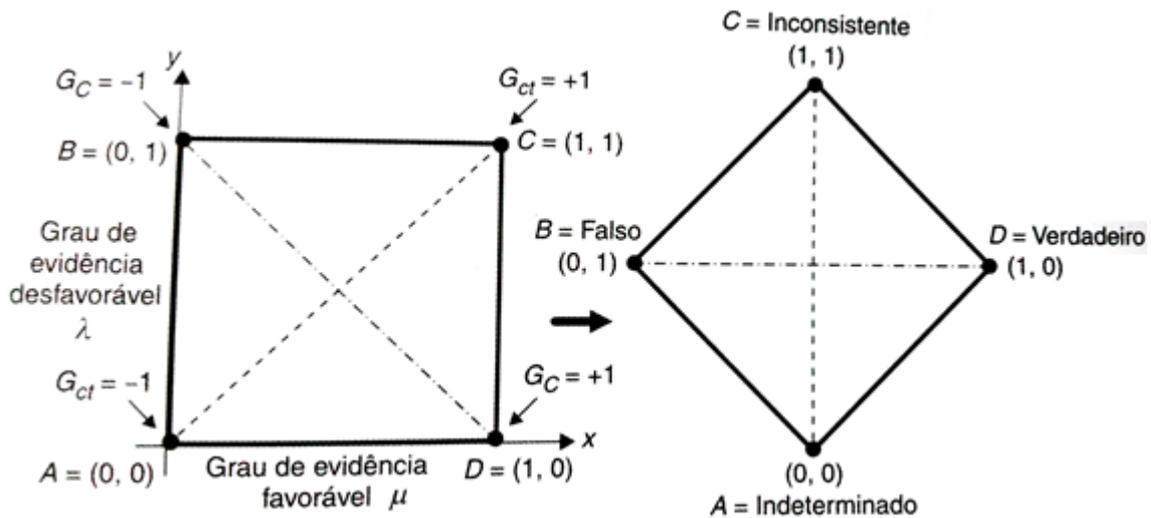


Figura 6 - Representações Geométricas do Quadrado Unitário no Plano Cartesiano (QUPC) e o reticulado da LPAv2

(Fonte: DA SILVA FILHO, ABE e TORRES, 2008)

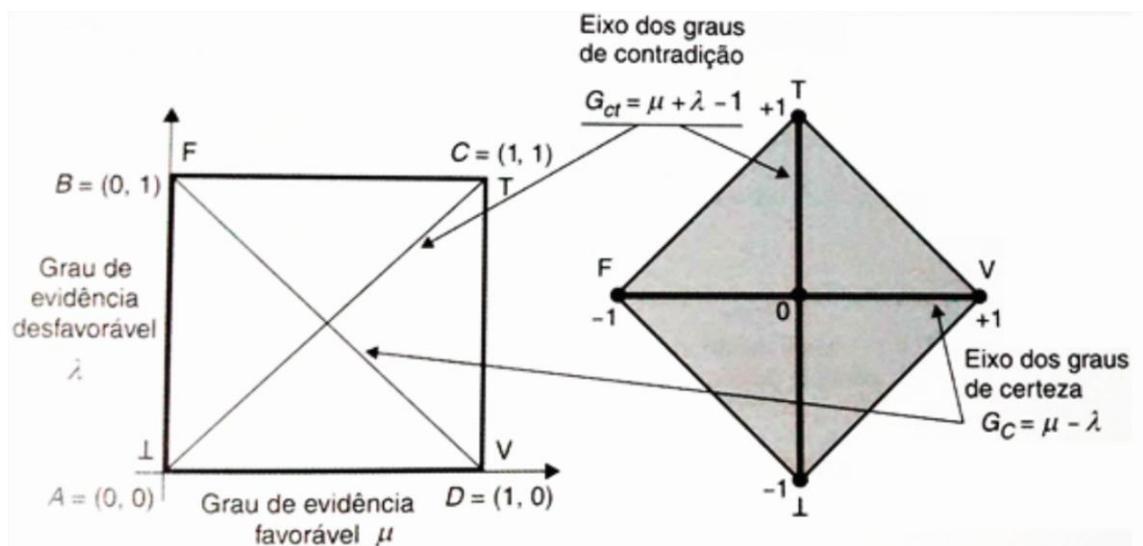


Figura 7 - Representações dos eixos de Certeza e de Contradição do reticulado da LPA2v com valores

(Fonte: DA SILVA FILHO, ABE e TORRES, 2008)

É possível delimitar o reticulado, estabelecendo valores limites externos e arbitrários que determinarão o quanto o Grau de Certeza resultante é alto o suficiente para que a Proposição seja considerada como totalmente Verdadeira ou totalmente

Falsa. Da mesma forma, tomando o eixo vertical ou de contradição, será possível estabelecer valores limites para que se considere o Grau de Contradição resultante alto o suficiente para que a Proposição seja considerada Totalmente Inconsistente ou Totalmente Indeterminada, conforme demonstra a Figura 8 (DA SILVA FILHO, 2013).

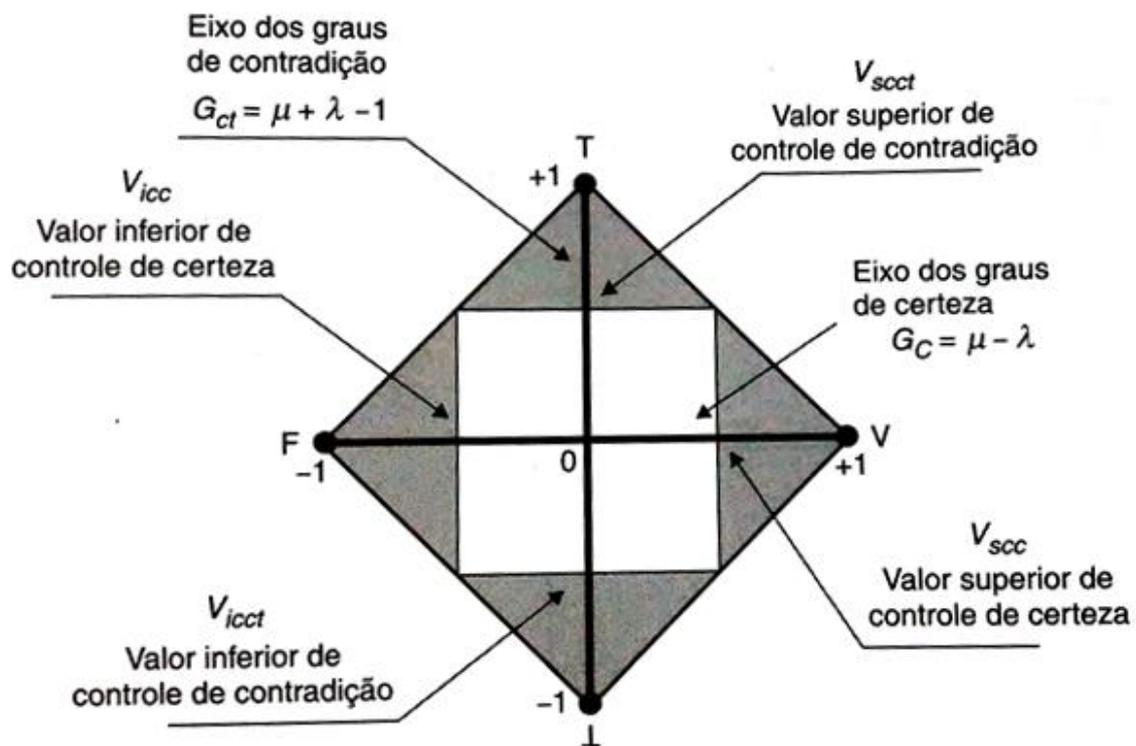


Figura 8 - Representação do reticulado da LPA2v com os valores ajustáveis de controles limites indicados nos eixos
(Fonte: DA SILVA FILHO, ABE e TORRES, 2008)

De acordo com o trabalho de Mário (2003), o reticulado pode ser delimitado conforme a relação abaixo:

Vicc: Valor inferior de controle de Certeza (variando entre 0 e -1);

Vscc: Valor superior de controle de Certeza (variando entre 0 e +1)

Vscct: Valor superior de controle de Contradição (variando entre 0 e +1);

Vicct: Valor inferior de controle de Contradição (variando entre 0 e -1).

Segundo Da Silva Filho (2006), com os cálculos dos valores dos eixos que compõem o reticulado da LPA2v, é possível delimitar internamente várias regiões de

diversos tamanhos e formatos, obtendo-se assim uma discretização e a partir das regiões delimitadas do reticulado, obter estados lógicos resultantes, que serão obtidos pela interpolação dos Graus de Certeza G_c e de Contradição G_{ct} . Dessa forma, para cada ponto haverá uma única região delimitada no reticulado, equivalente a um estado lógico resultante da análise. A Figura 9 mostra a representação do reticulado LPA2v seccionado em 12 (doze) regiões, ao que, ao final da análise se obterá como resposta um dos 12 possíveis estados lógicos.

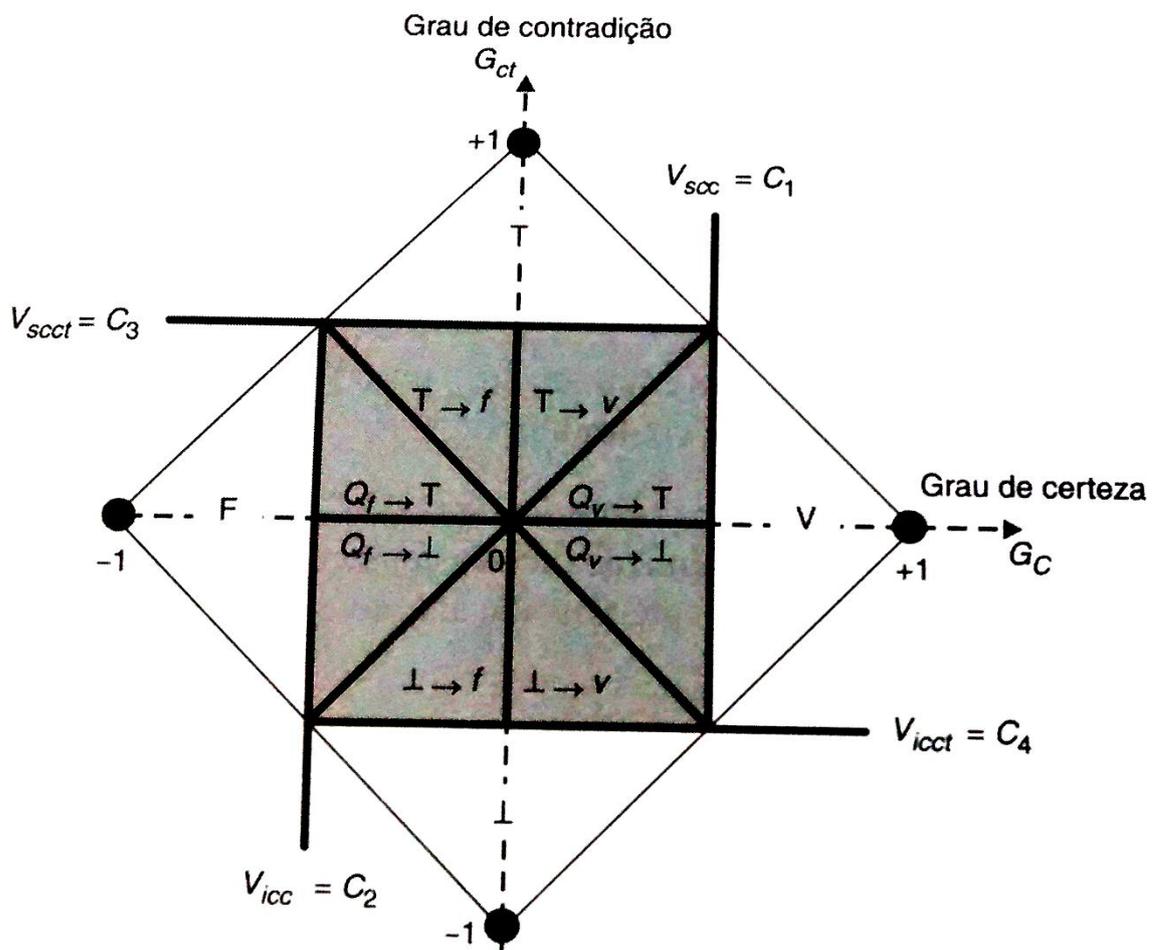


Figura 9 - Representação do reticulado da LPA2v seccionado em 12 regiões delimitadas dando origem a 12 estados lógicos resultantes

(Fonte: DA SILVA FILHO, ABE e TORRES, 2008)

Considerando valores dos Graus de Certeza e Graus de Contradição, que compõem as anotações, através de uma análise pode-se chegar ao valor do estado lógico resultante.

São representados os quatro estados Lógicos Extremos e oito Não-Extremos que compõem o reticulado:

Estados Lógicos Extremos

T – Inconsistente

F – Falso

\perp – Indeterminado ou Paracompleto

V – Verdadeiro

Estados Lógicos Não-Extremos

$\perp \rightarrow F$ – Indeterminado tendendo ao falso

$\perp \rightarrow V$ – Indeterminado tendendo ao verdadeiro

$T \rightarrow F$ – Inconsistente tendendo ao falso

$T \rightarrow V$ – Inconsistente tendendo ao verdadeiro

$Qv \rightarrow T$ – Quase verdadeiro tendendo ao inconsistente

$Qf \rightarrow T$ – Quase falso tendendo ao inconsistente

$Qf \rightarrow \perp$ – Quase falso tendendo ao indeterminado

$Qv \rightarrow \perp$ – Quase verdadeiro tendendo ao indeterminado

1.8 O ALGORITMO PARA-ANALISADOR

Segundo Da Silva Filho (2008), em um sistema de Análise Paraconsistente, as atribuições dos valores dos Graus de Evidência Favorável e Desfavorável têm como objetivo oferecer uma resposta ao problema de sinais contraditórios. Isso é feito coletando evidências, e, por meio de análises em que se utiliza o Algoritmo Para-Analisador, o sistema procurará modificar seu comportamento para que a “intensidade” das contradições diminua. Como os valores dos Graus de Evidência Favorável e Desfavorável variam entre 0 e 1, pode-se obter a qualquer instante como resposta os valores dos Graus de Certeza e Graus de Contradição. E, através da amplitude desses valores tidos como saídas, é definido a certeza sobre a proposição e se existe ou não contradição.

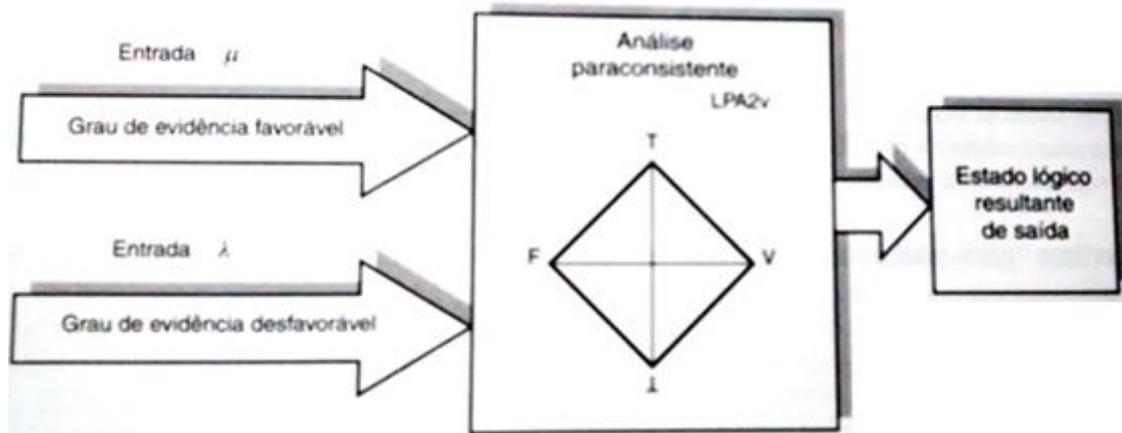


Figura 10 - Sistema básico de análise paraconsistente
(Fonte: DA SILVA FILHO, ABE e TORRES, 2008)

Conforme apresentação do reticulado (Figura 9) é possível obter o algoritmo Para-Analisador (Figura 10), que poderá ser implementado em qualquer linguagem de programação, representado a seguir:

Valores de Entrada:

μ - Grau de Evidência Favorável

λ - Grau de Evidência Desfavorável

V_{sc} - Valor Superior de Controle de Certeza

V_{scct} - Valor Superior de Controle de Contradição

V_{ic} - Valor Inferior de Controle de Certeza

V_{icct} - Valor Inferior de Controle de Contradição

Valores de Saída:

S1 = saída discreta

S2a = saída analógica

S2b = saída analógica

Consistências:

$$0 \leq \mu \leq 1$$

$$0 \leq \lambda \leq 1$$

Algoritmo:

/* Calcular graus de Certeza e Contradição: */

$$Gc = \mu - \lambda$$

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

/* Estados Lógicos Extremos */

Se $Gc \geq V_{sc}$ então $S1 = V$

Se $Gc \leq V_{ic}$ então $S1 = F$

Se $Gct \geq V_{scct}$ então $S1 = T$

Se $Gct \leq V_{icct}$ então $S1 = \perp$

/*Estados Lógicos Não Extremos */

Para $0 \leq Gc < V_{sc}$ e $0 \leq Gct < V_{scct}$

Se $Gc \geq Gct$ então $S1 = Qv \rightarrow T$

Senão $S1 = T \rightarrow v$

Para $0 \leq Gc < V_{sc}$ e $V_{icct} < Gct \leq V_{scct}$

Se $Gc \geq |Gct|$ então $S1 = Qv \rightarrow \perp$

Senão $S1 = \perp \rightarrow v$

Para $V_{ic} < Gc \leq 0$ e $V_{icct} < Gct \leq V_{scct}$

Se $|Gc| \geq |Gct|$ então $S1 = Qf \rightarrow \perp$

Senão $S1 = \perp \rightarrow f$

Para $V_{ic} < Gc \leq 0$ e $0 \leq Gct < V_{scct}$

Se $|Gc| \geq Gct$ então $S1 = Qf \rightarrow T$

Senão $S1 = T \rightarrow f$

S2a = Gct

S2b = Gc

/* fim */

Após a aplicação do algoritmo, cujo esquema pode ser observado na Figura 11, o sistema conclui que: a) se existir um alto Grau de Contradição, então não existe certeza ainda quanto à decisão e devem ser buscadas novas evidências; b) se existir um baixo Grau de Contradição, então se pode formular a decisão desde que também exista um alto Grau de Certeza (DA SILVA FILHO, 2006).

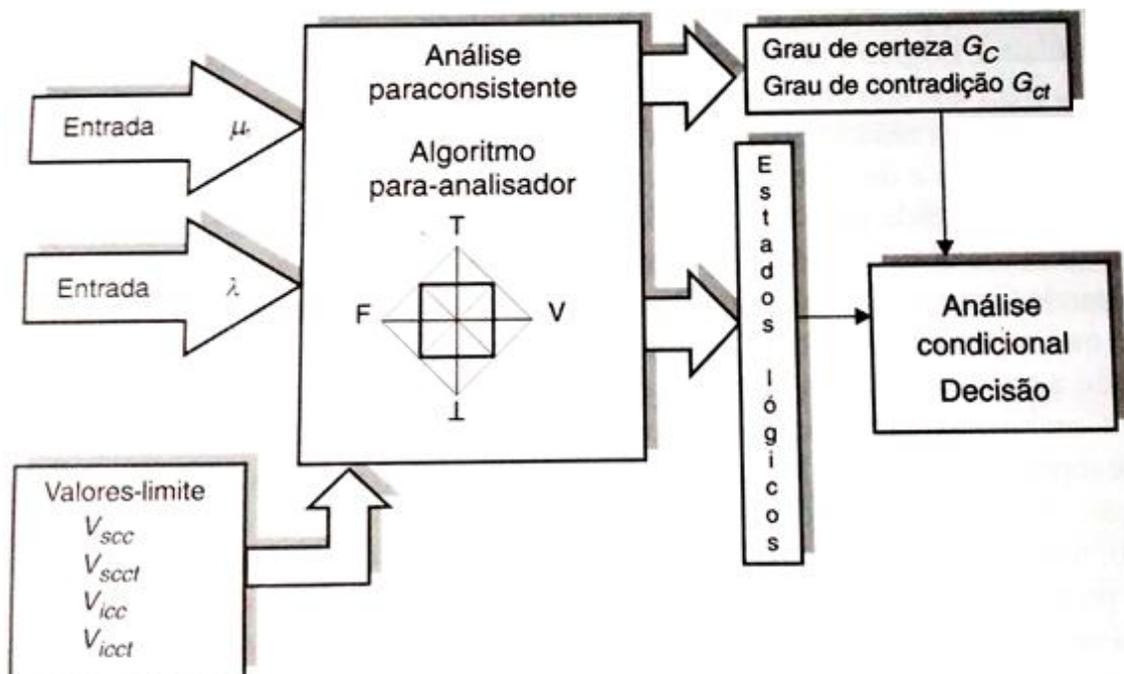


Figura 11 - Representação de um sistema típico de análise paraconsistente utilizando o reticulado da LPA2v repartido em 12 regiões delimitadas

(Fonte: DA SILVA FILHO, ABE e TORRES, 2008)

Segundo Da Silva Filho (2008), utilizando o Algoritmo Para-Analisador, o sistema poderá também gerar uma decisão com base em um dos 12 estados lógicos obtido como saída pela comparação dos valores de controle e os Graus de Certeza e de Contradição. No procedimento prático da utilização da LPA2v, os Graus de Evidência Favorável e Desfavorável são considerados informações de entrada do

sistema e os estados lógicos representados nos vértices do reticulado e internamente são as saídas resultantes da análise paraconsistente.

Conforme observado na Figura 11, em linhas gerais, um Sistema de Controle Paraconsistente que usa o algoritmo Para-Analisador, conforme o sistema desenvolvido que é tema dessa Dissertação, funciona basicamente da seguinte forma, na qual a análise paraconsistente é feita em três etapas:

1. O sistema recebe as informações

Geralmente esses valores vêm de sensores ou de especialistas nos quais passaram por um processo de normalização. Portanto, as informações são dois valores variáveis contínuos e independentes:

- a) O Grau de Evidência Favorável, que é um valor real entre 0 e 1.
- b) O Grau de Evidência Desfavorável, que é um valor real entre 1 e 0.

2. O sistema faz o processamento

Utilizando as equações:

- a) $G_{ct} = (\mu + \lambda) - 1$ para encontrar o valor do Grau de Contradição
- b) $G_c = \mu - \lambda$ para encontrar o valor do Grau de Certeza

3. O sistema conclui

Utiliza as condicionais:

- a) Se existir um alto Grau de Contradição, então ainda não existe certeza quanto à decisão, portanto, devem-se buscar novas evidências.
- b) Se existir um baixo Grau de Contradição, então se pode formular a conclusão, desde que também exista um alto Grau de Certeza.

1.9 APLICAÇÃO DO ALGORITMO PARA-ANALISADOR NO ROBÔ MÓVEL AUTÔNOMO EMMY

Segundo Da Silva Filho, Abe e Torres (2008), o Algoritmo Para-Analisador foi primeiramente utilizado no controlador lógico paraconsistente do robô móvel autônomo Emmy (Figura 12). Nesse projeto, a análise paraconsistente gerava as condições para tomada de decisão em relação aos desvios de obstáculos ao tráfego do robô por ambientes não-estruturados. O sistema paraconsistente do robô para fazer a análise recebe dois valores: Grau de Evidência Favorável e Grau de Evidência Desfavorável, com os quais calcula os valores dos Graus de Certeza G_c dos Graus de Contradição G_{ct} . A partir dos resultados obtidos desses dois valores, o Controlador Paraconsistente faz a determinação dos Estados Lógicos representados pelas 12 regiões do reticulado.

Ainda segundo Da Silva Filho, Abe e Torres (2008), nesta aplicação, para que o controlador paraconsistente capte informações sobre a presença de obstáculos na sua trajetória é utilizado um circuito que transforma medidas de distância em valores de tensão elétrica através de dois sensores ultra-som sincronizados por um microprocessador. O circuito dos sensores faz a captação e apresenta na saída dois sinais de tensão que variam de 0 a 5 volts. O sinal que representa o Grau de Evidência Favorável μ varia a amplitude de tensão elétrica proporcionalmente à distância do robô ao obstáculo, e o sinal representativo do Grau de Evidência Desfavorável λ tem variação da amplitude inversamente proporcional. Portanto, os dois sinais de informações representam os Graus de Evidência Favorável e de Evidência Desfavorável referentes à proposição “Existe obstáculo à frente”.

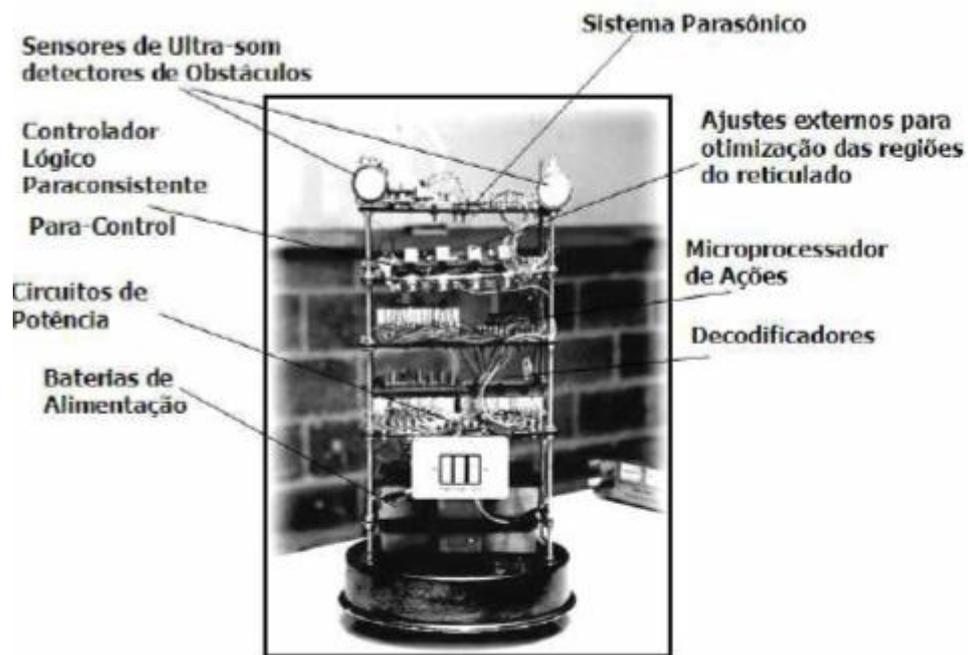


Figura 12 - Robô autônomo Emmy
(Fonte: DA SILVA FILHO, ABE e TORRES, 2008)

No Controlador Lógico Paraconsistente os valores de μ e λ são considerados entradas e equacionados, o que resulta em G_c e G_{ct} que são obtidos como valores analógicos. Também é gerada uma palavra binária composta de 12 dígitos. Na palavra binária cada dígito ativo corresponde ao estado lógico resultante de saída. Com os valores dos Graus de Certeza e de Contradição calculados, o controlador seleciona um dos estados lógicos (Figura 13) entre os 12 do reticulado como saída para a tomada de decisão. A tomada de decisão para desvio de obstáculo é feita com base nos resultados obtidos pelo Algoritmo Para-Analisador (DA SILVA FILHO, ABE e TORRES, 2008).

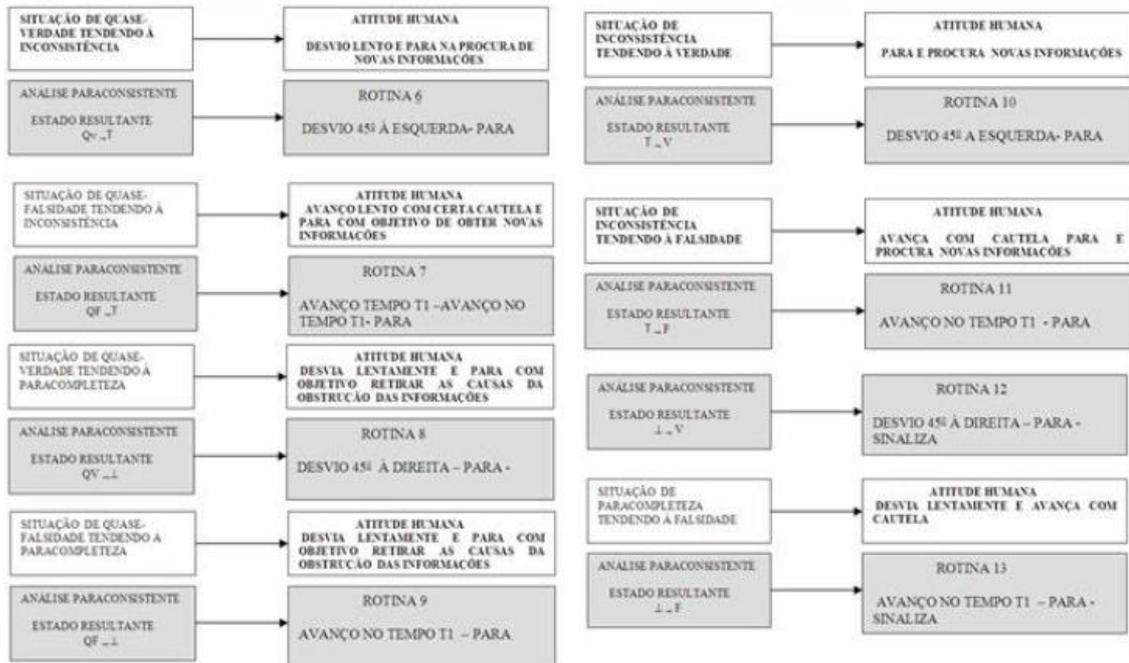


Figura 13 - Decisão do Robô Emmy para estados “não extremos”
(Fonte: DA SILVA FILHO, ABE e TORRES, 2006)

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento da pesquisa foi considerada a arquitetura de uma subestação típica de distribuição de energia elétrica, conforme apresenta a Figura 14.

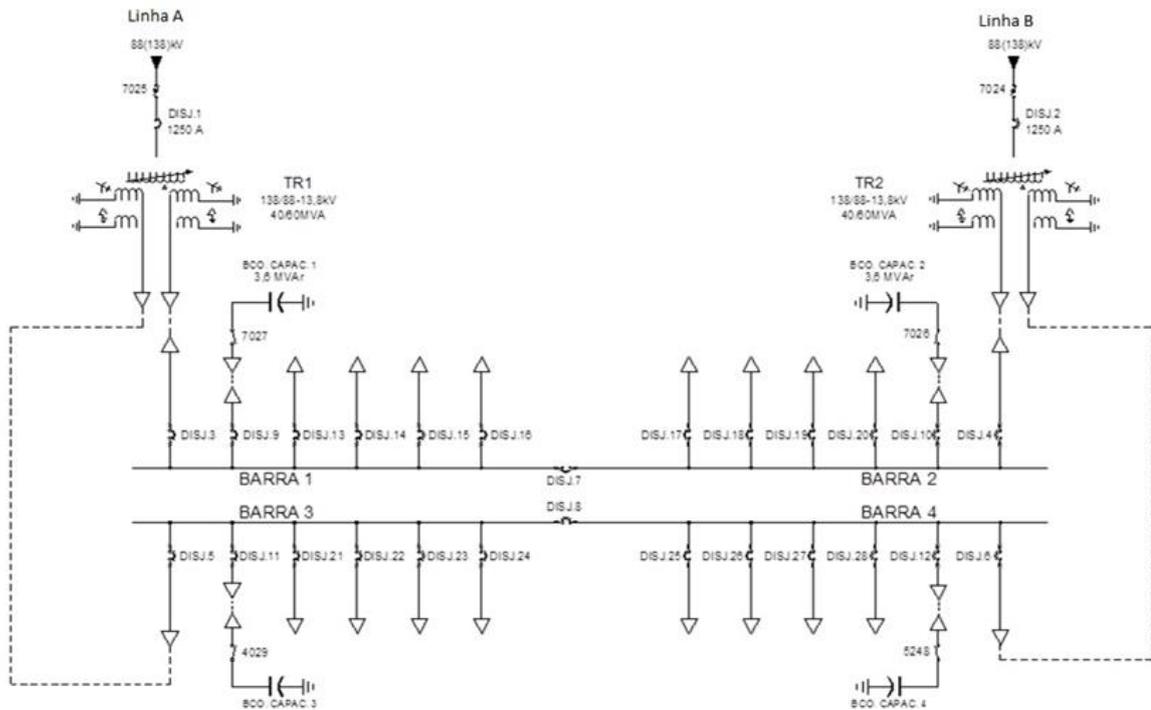


Figura 14 - Arquitetura de uma subestação típica de distribuição de energia elétrica em estudo
(Fonte: DA SILVA FILHO et al., 2012)

Através do tratamento e cruzamento das informações de medições e alarmes contidas no banco de dados de uma subestação típica de distribuição de energia elétrica, e utilizando-se um modelo baseado na Lógica Paraconsistente Anotada de Dois valores (LPA2V), pretende-se demonstrar que os alarmes disparados estão coerentes com os estados lógicos obtidos através do Algoritmo Para-Analisador.

Pode-se determinar que um estado lógico da LPA está coerente com um alarme, quando houver o disparo de um alarme por alguma razão em determinada data/hora e nesse mesmo momento obter-se um estado do tipo (V – Verdadeiro).

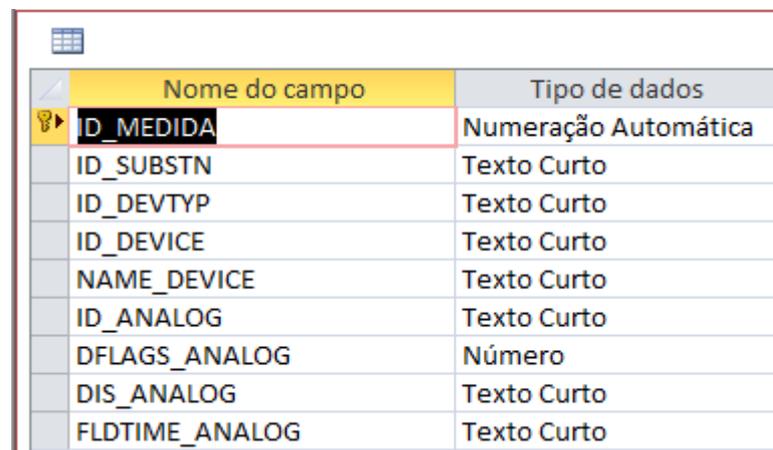
Para determinar um estado lógico, é fundamental a aplicação do Algoritmo Para-Analisador. Entretanto, primeiramente é necessário a transformação dos valores das medições elétricas para Graus utilizados em LPA, neste caso Grau de Evidência Favorável.

A partir daí, obtêm-se os demais valores como: Grau de Evidência Desfavorável, Grau de Certeza, Grau de Contradição, até chegar no Estado Lógico de LPA.

2.1 DESENVOLVIMENTO DO BANCO DE DADOS DE LPA

Para a construção do modelo que permitisse essa análise foi utilizado um banco de dados de um padrão típico de uma subestação de energia elétrica com medições diárias em intervalos de 05 (cinco) minutos ao longo de dois meses no ano de 2007. Além das medições, foi utilizado também um banco de dados contendo todos os alarmes que foram disparados a partir das medições elétricas.

A base de dados original, armazenada no Banco de Dados *Microsoft Access*, totalizava no período analisado cerca de 1.014.500 (Um milhão quatorze mil e quinhentos) medições feitas em diversos equipamentos, tais como transformadores, banco de capacitores, disjuntores, etc. (Figura 15) e aproximadamente 2.000 (Dois mil) registros de alarmes (Figura 16).



	Nome do campo	Tipo de dados
▶	ID_MEDIDA	Numeração Automática
	ID_SUBSTN	Texto Curto
	ID_DEVTYP	Texto Curto
	ID_DEVICE	Texto Curto
	NAME_DEVICE	Texto Curto
	ID_ANALOG	Texto Curto
	DFLAGS_ANALOG	Número
	DIS_ANALOG	Texto Curto
	FLDTIME_ANALOG	Texto Curto

Figura 15 - Estrutura original da tabela de medições elétricas

Nome do campo	Tipo de dados
ID_ALARME	Numeração Automática
FLDTIME_POINT	Data/Hora
ID_SUBSTN	Texto Curto
ID_DEVTYP	Texto Curto
NAME_DEVICE	Texto Curto
ID_POINT	Texto Curto
TEXTVAL_PNTNAM	Texto Curto
ID_DEVICE	Texto Curto
DFLAGS_POINT	Texto Curto
VALUES_POINT	Texto Curto
TXTFTM_ALMQ	Texto Curto

Figura 16 - Estrutura original da tabela de alarmes disparados

Pode-se observar o significado de cada campo através das informações das tabelas 1 e 2 abaixo:

Nome do Campo	Descrição
ID_MEDIDA	Identificação da medição
ID_SUBSTN	Identificador da subestação
ID_DEVTYP	Tipo do equipamento
ID_DEVICE	Identificador do equipamento
NAME_DEVICE	Nome do equipamento
ID_ANALOG	Identificador do analógico
DFLAGS_ANALOG	Conjunto de flags de qualidade do analógico
DIS_ANALOG	Valor da medição
FLDTIME_ANALOG	Data/Hora da medição

Tabela 1 - Descrição dos campos da tabela original de medições elétricas

Nome do Campo	Descrição
ID_ALARME	Identificação do alarme
FLDTIME_POINT	Data/Hora do disparo do alarme
ID_SUBSTN	Identificador da subestação
ID_DEVTYP	Tipo do equipamento
NAME_DEVICE	Nome do equipamento
ID_POINT	Identificador do tipo do ponto
TEXTVAL_PNTNAM	Descrição do alarme
ID_DEVICE	Identificador do equipamento
DFLAGS_POINT	Conjunto de flags de qualidade do ponto
VALUES_POINT	Valor do ponto
TXTFTM_ALMQ	Descrição formatada

Tabela 2 - Descrição dos campos da tabela original de alarmes disparados

Em uma próxima etapa, visualizou-se o conteúdo das informações armazenadas na estrutura e identificou-se que pertenciam a vários tipos de equipamentos (Figuras 17 e 18).

ID_MEDIDA	ID_SUBSTN	ID_DEV	ID_DEVICE	NAME_DEVI	ID_ANALOG	DFLAGS_AN	DIS_ANALOI	FLDTIME_ANALOC
0		0	0	0	0	0 0		1/1/2001 01:01:01
2	DDIA	TR	TR1_SEC_B1		AV		30 387.99	01/09/2007 00:00
3	DDIA	TR	TR1_SEC_B1		AB		30 385.64	01/09/2007 00:00
4	DDIA	TR	TR1_SEC_B1		AA		30 416.12	01/09/2007 00:00
5	DDIA	TR	TR1_SEC_B1		KVV		30 13.57	01/09/2007 00:00
6	DDIA	TR	TR1_SEC_B1		KVB		30 13.52	01/09/2007 00:00
7	DDIA	TR	TR1_SEC_B1		KVA		30 13.32	01/09/2007 00:00
8	DDIA	TR	TR1_SEC_B3		AV		30 337.58	01/09/2007 00:00
9	DDIA	TR	TR1_SEC_B3		AB		30 306.52	01/09/2007 00:00
10	DDIA	TR	TR1_SEC_B3		AA		30 322.93	01/09/2007 00:00
11	DDIA	TR	TR1_SEC_B3		KVV		30 13.61	01/09/2007 00:00
12	DDIA	TR	TR1_SEC_B3		KVB		30 13.64	01/09/2007 00:00
13	DDIA	TR	TR1_SEC_B3		KVA		30 13.42	01/09/2007 00:00
14	DDIA	TR	TR2_SEC_B2		AV		30 642.34	01/09/2007 00:00
15	DDIA	TR	TR2_SEC_B2		AB		30 620.66	01/09/2007 00:00
16	DDIA	TR	TR2_SEC_B2		AA		30 598.39	01/09/2007 00:00
17	DDIA	TR	TR2_SEC_B2		KVV		30 13.82	01/09/2007 00:00
18	DDIA	TR	TR2_SEC_B2		KVB		30 13.82	01/09/2007 00:00
19	DDIA	TR	TR2_SEC_B2		KVA		30 13.68	01/09/2007 00:00
20	DDIA	TR	TR2_SEC_B4		AV		30 523.37	01/09/2007 00:00
21	DDIA	TR	TR2_SEC_B4		AB		30 375.68	01/09/2007 00:00
22	DDIA	TR	TR2_SEC_B4		AA		30 577.88	01/09/2007 00:00
23	DDIA	TR	TR2_SEC_B4		KVV		30 13.61	01/09/2007 00:00

Figura 17 - Dados da tabela original de medições elétricas

ID_ALARME	FLDTIME_PC	ID_SUBSTN	ID_DEV	NAME_DEVI	ID_POINT	TEXTVAL_PT	ID_DEVICE	DFLAGS_PO	VALUES_PO	TXTFTM
1	/2007 00:27:18	DDIA	IV	COMUNICACA	QUAL	FALHA				
2	/2007 00:27:22	DDIA	IV	COMUNICACA	QUAL	NORMAL				
3	/2007 00:45:49	DDIA	IV	COMUNICACA	QUAL	FALHA				
4	/2007 00:45:55	DDIA	IV	COMUNICACA	QUAL	NORMAL				
5	/2007 02:30:33	DDIA	IV	COMUNICACA	QUAL	FALHA				
6	/2007 02:30:49	DDIA	IV	COMUNICACA	QUAL	NORMAL				
7	/2007 04:23:23	DDIA	IV	COMUNICACA	QUAL	FALHA				
8	/2007 04:23:29	DDIA	IV	COMUNICACA	QUAL	NORMAL				
9	/2007 04:26:45	DDIA	IV	COMUNICACA	QUAL	FALHA				
10	/2007 04:26:51	DDIA	IV	COMUNICACA	QUAL	NORMAL				
11	/2007 04:35:05	DDIA	IV	COMUNICACA	QUAL	FALHA				
12	/2007 04:35:17	DDIA	IV	COMUNICACA	QUAL	NORMAL				
13	/2007 04:43:46	DDIA	IV	COMUNICACA	QUAL	FALHA				
14	/2007 04:43:56	DDIA	IV	COMUNICACA	QUAL	NORMAL				
15	/2007 04:52:10	DDIA	IV	COMUNICACA	QUAL	FALHA				
16	/2007 04:52:16	DDIA	IV	COMUNICACA	QUAL	NORMAL				
17	/2007 05:14:47	DDIA	IV	COMUNICACA	QUAL	FALHA				
18	/2007 05:14:55	DDIA	IV	COMUNICACA	QUAL	NORMAL				
19	/2007 05:54:04	DDIA	IV	COMUNICACA	QUAL	FALHA				
20	/2007 05:54:10	DDIA	IV	COMUNICACA	QUAL	NORMAL				
21	/2007 06:26:24	DDIA	IV	COMUNICACA	QUAL	FALHA				
22	/2007 06:26:30	DDIA	IV	COMUNICACA	QUAL	NORMAL				
23	/2007 07:11:00	DDIA	IV	COMUNICACA	QUAL	FALHA				

Figura 18 - Dados da tabela original de alarmes disparados

Durante a análise dessas massas de dados, foi observado alguns pontos de atenção, são eles:

1. A grande maioria dos atributos são do tipo texto, dificultando a manipulação e também que sejam feitos cálculos de maneira direta sobre seus valores;

2. Nas medições foram detectados a ausência de dados (presença de zeros ou nulos), grande volume de dados heterogêneos e valores ausentes entre os dados;
3. Modelagem de dados pouco flexível para manipulação e tratamento dos dados armazenados.

Uma vez identificados os problemas, em uma primeira etapa foi criado um novo modelo de banco de dados, utilizando o *Microsoft SQL Server 2014 Express*, com uma nova estrutura/modelagem, que permitisse uma maior flexibilidade para pesquisa de informações e conversão dos valores numéricos antes armazenados como texto, em formato numérico.

Na sequência, os valores dos bancos de dados originais foram convertidos para os valores adequados e importados para uma tabela em um novo banco de dados (Figura 19) que possibilita de um modo simplificado a extração de quaisquer dados referentes às medições e alarmes.

Name	Owner	Type	Created_datetime
TB_MEDICOES	dbo	user table	2016-05-21 15:12:19.630

Column_name	Type	Computed	Length	Prec	Scale	Nullable	TrimTrailingBlanks	FixedLenNullInSource	Collation
ID_MEDIDA	int	no	4	10	0	no	(n/a)	(n/a)	NULL
DIS_ANALOG	float	no	8	53	NULL	yes	(n/a)	(n/a)	NULL
FLDTIME_ANALOG	datetime	no	8			no	(n/a)	(n/a)	NULL
ID_ALARME	int	no	4	10	0	yes	(n/a)	(n/a)	NULL

Identity	Seed	Increment	Not For Replication
No identity column defined.	NULL	NULL	NULL

RowGuidCol
No rowguidcol column defined.

Data located on filegroup
PRIMARY

index_name	index_description	index_keys
PK_TB_MEDICOES	clustered, unique, primary key located on PRIMARY	ID_MEDIDA

constraint_type	constraint_name	delete_action	update_action	status_enabled	status_for_replication	constraint_keys
PRIMARY KEY (clustered)	PK_TB_MEDICOES	(n/a)	(n/a)	(n/a)	(n/a)	ID_MEDIDA

Figura 19 - Estrutura da nova tabela desenvolvida para armazenar medições e alarmes

Essa nova estrutura (Figura 19) resume as informações essenciais das medições e alarmes para uma futura análise entre as mesmas. Além disso, essa estrutura já armazena cada medição com o seu respectivo alarme, se houver.

A ligação entre cada medição e alarme foi feita entre a data e hora de cada registro. Ou seja, estará integrado todos os alarmes que foram disparados na mesma hora em que houve uma medição.

Foi criada também uma tabela específica para realizar toda a análise dos dados utilizando a Lógica Paraconsistente, conforme é possível observar na Figura 20. Essa tabela permite o armazenamento de todas as informações necessárias de medidas elétricas e seus respectivos alarmes e principalmente as informações de LPA, como Grau de Evidência Favorável, Grau de Evidência Desfavorável, Grau de Certeza, Grau de Contradição e Estado Lógico LPA, que serão geradas na execução do programa computacional.

Name	Owner	Type	Created_datetime
TB_LPA	dbo	user table	2016-08-21 17:33:32.223

Column_name	Type	Computed	Length	Prec	Scale	Nullable	TrimTrailingBlanks	FixedLenNullInSource	Collation
ID_MEDICAO	int	no	4	10	0	no	(n/a)	(n/a)	NULL
DT_MEDICAO	datetime	no	8			no	(n/a)	(n/a)	NULL
VL_MEDICAO	float	no	8	53	NULL	no	(n/a)	(n/a)	NULL
VL_GEF	float	no	8	53	NULL	yes	(n/a)	(n/a)	NULL
VL_GED	float	no	8	53	NULL	yes	(n/a)	(n/a)	NULL
VL_GC	float	no	8	53	NULL	yes	(n/a)	(n/a)	NULL
VL_GCT	float	no	8	53	NULL	yes	(n/a)	(n/a)	NULL
NM_ESTADO_LPA	varchar	no	5			yes	no	yes	Latin1_General_CI_AS
DS_ESTADO_LPA	varchar	no	255			yes	no	yes	Latin1_General_CI_AS
ID_ALARME	int	no	4	10	0	yes	(n/a)	(n/a)	NULL

Identity	Seed	Increment	Not For Replication
No identity column defined.	NULL	NULL	NULL

RowGuidCol
No rowguidcol column defined.

Data located on filegroup
PRIMARY

index_name	index_description	index_keys
PK_TB_LPA	clustered, unique, primary key located on PRIMARY	ID_MEDICAO

constraint_type	constraint_name	delete_action	update_action	status_enabled	status_for_replication	constraint_keys
PRIMARY KEY (clustered)	PK_TB_LPA	(n/a)	(n/a)	(n/a)	(n/a)	ID_MEDICAO

Figura 20 - Estrutura da nova tabela desenvolvida para armazenar as informações de LPA

Para utilização nesse trabalho, foram consideradas as informações de corrente elétrica de um determinado transformador e seus respectivos alarmes de disjuntores que foram disparados.

2.2 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA LPA “PARALOGIKE DATA ALARM”

Os dados obtidos, normalizados e armazenados necessitam serem analisados, pois o real valor deles reside na informação que se pode extrair, compondo o conhecimento, essencial para qualquer organização. Para a obtenção desse conhecimento, na forma de informação, que é o dado processado, foi desenvolvida uma aplicação que permite utilizar, filtrar e descobrir informações da base de dados original.

As telas iniciais de abertura da aplicação podem ser observadas nas Figuras 21 e 22.

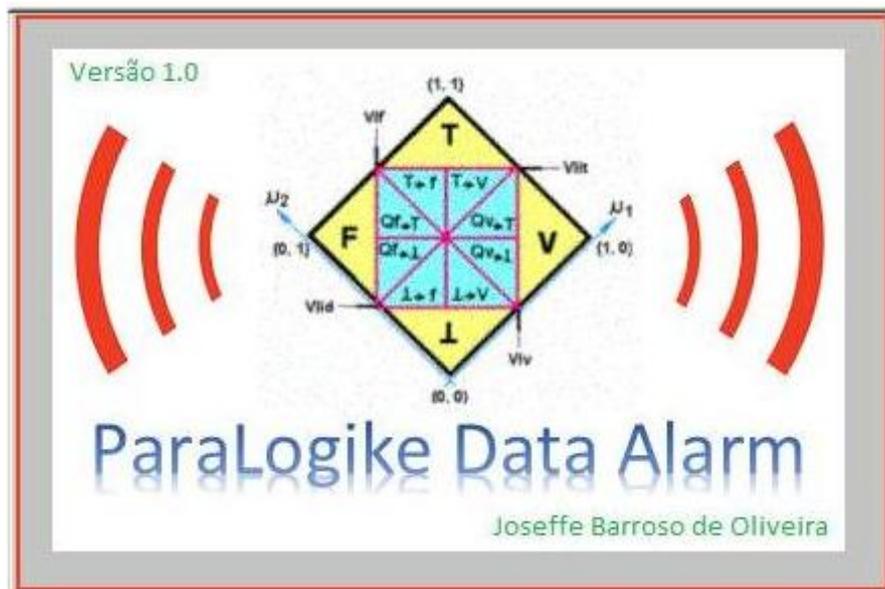


Figura 21 - Splash Screen do sistema ParaLogike Data Alarm



Figura 22 - Tela de Login do sistema ParaLogike Data Alarm

Essa aplicação foi desenvolvida utilizando a linguagem de programação *Delphi*, utilizando os conceitos de orientação a objeto e banco de dados *SQL Server* utilizando os conceitos de *Stored Procedures*.

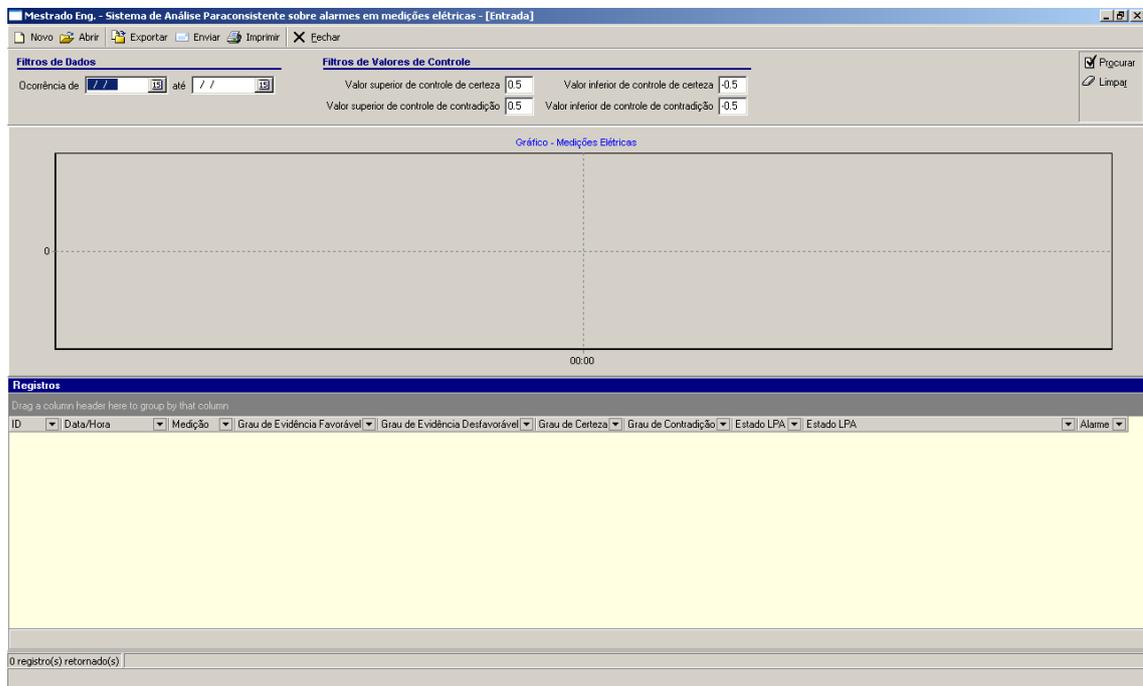


Figura 23 - Tela inicial do sistema ParaLogike Data Alarm

Na tela inicial do sistema (Figura 23), primeiramente deverá ser selecionado um período a ser analisado (Figura 24). Este período, caracterizado pela informação de uma data inicial e uma data final, deve ser utilizado com objetivo de se obter informações das medições e alarmes. Se definido a mesma data no campo de data inicial e data final, a análise será realizada ao longo daquele dia exclusivo.



Figura 24 - Filtros de Dados do sistema ParaLogike Data Alarm

A seguir, opcionalmente, deverá ser definido os valores de controle para análise e processamento das informações de LPA (Figura 25). Existem 4 valores de controle, são eles: Valor superior de controle de certeza, Valor superior de controle de contradição, Valor inferior de controle de certeza e Valor inferior de controle de contradição. Todos os valores já vêm preenchidos com valores padrão. Entretanto, é possível alterá-los para calibração do sistema.

Filtros de Valores de Controle			
Valor superior de controle de certeza	<input type="text" value="0.5"/>	Valor inferior de controle de certeza	<input type="text" value="-0.5"/>
Valor superior de controle de contradição	<input type="text" value="0.5"/>	Valor inferior de controle de contradição	<input type="text" value="-0.5"/>

Figura 25 - Filtros de Valores de Controle do sistema ParaLogike Data Alarm

Após a seleção do período a ser analisado e a definição dos valores de controle, ao pressionar o botão Procurar, o sistema buscará no banco de dados todas as medições e montará um gráfico representando a evolução das medições naquele período determinado.

A seguir, o valor de cada medição será normalizado para o intervalo de [0,1], proporcional a medição mínima e máxima daquele período analisado, caracterizando assim o Grau de Evidência Favorável, conforme Figura 26 e equação abaixo:

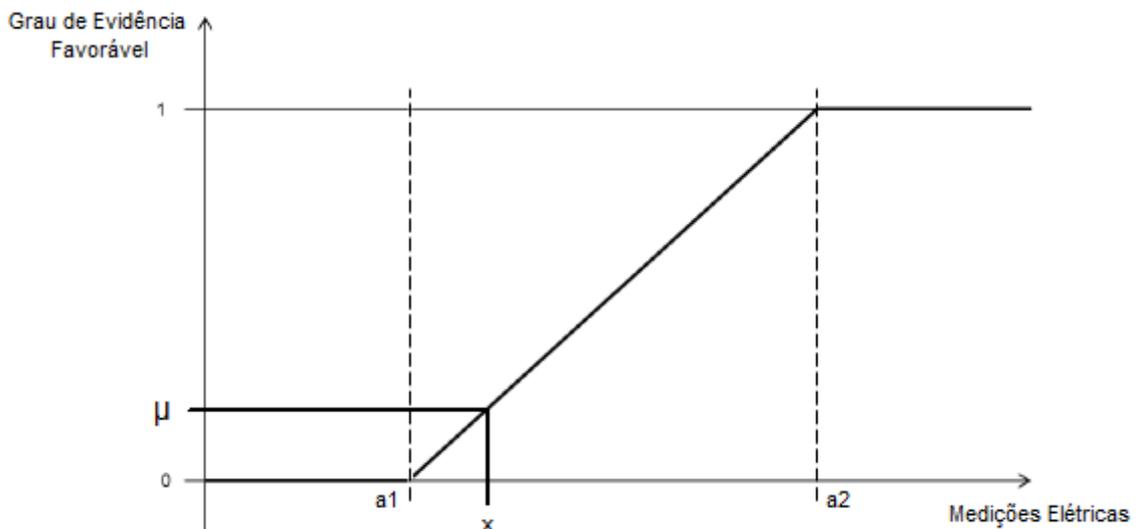


Figura 26 - Gráfico que demonstra a obtenção do Grau de Evidência Favorável

Equação para obtenção do Grau de Evidência Favorável:

$$\mu = \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}$$

Onde:

a_1 = Menor medição do período analisado

a_2 = Maior medição do período analisado

x = Medição elétrica analisada

μ = Grau de evidência favorável obtido (medição elétrica normalizada)

Após isso, o Grau de Evidência Desfavorável é definido também pela normalização para o intervalo de $[0,1]$ contudo esse valor é obtido entre a diferença da próxima medição a ser analisada e a medição analisada naquele momento. As normalizações são realizadas tendo como referência os valores mínimo e máximo das medições elétricas analisadas naquele período, conforme pode-se observar na Figura 27 e equação abaixo:

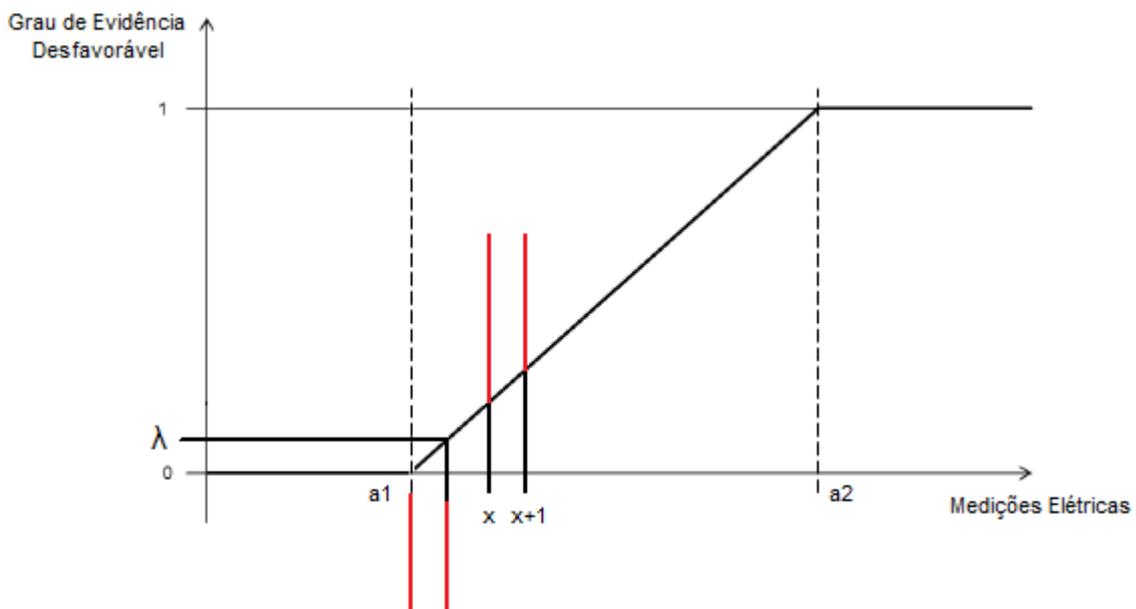


Figura 27 - Gráfico que demonstra a obtenção do Grau de Evidência Desfavorável

Equação para obtenção do Grau de Evidência Desfavorável:

$$\lambda = \frac{x_{+1} - x}{a_2 - a_1}$$

Onde:

a_1 = Menor medição do período analisado

a_2 = Maior medição do período analisado

x = Medição elétrica analisada

$x+1$ = Próxima medição elétrica que será analisada

λ = Grau de evidência desfavorável obtido (diferença das medições elétricas normalizadas)

Os valores de Grau de Certeza, Grau de Contradição e Estado Lógico da LPA, são obtidas através do Algoritmo Para-Analisador. Todas as medições obtidas terão um cruzamento com as informações de alarmes. Esse cruzamento se dá através da Data/Hora de cada medição e um respectivo alarme que estiverem na mesma condição de Data/Hora.

A rotina a seguir representa o início do funcionamento do sistema no processo de análise dos dados, ao pressionar o botão Procurar:

```

procedure TfrmEntrada_P.Procurar;
var
  vMacro: String;
begin
  // Limpa os filtros de período e valores de controle aplicados anteriormente
  FrmEntrada_D.dsENTRADA.ClearMacros;

  // Determina a opção que define o retorno na pesquisa de dados
  FrmEntrada_D.dsENTRADA.MacroByName('DEFAULT_MACRO').AsString
:= ' @pRETORNA_DADOS = 'S''';

  // Montagem e aplicação do filtro de período
  if (dedENTR_DAT_CAD_INI.Date <> 0) AND
(dedENTR_DAT_CAD_FIM.Date <> 0) then
  begin
    vMacro := ' ,@pDT_MEDICAO_INI = ' +
QuotedStr(FormatDateTime('yyyymmdd',
dedENTR_DAT_CAD_INI.Date)) + #13#10 +
' ,@pDT_MEDICAO_FIM = ' +
QuotedStr(FormatDateTime('yyyymmdd',
dedENTR_DAT_CAD_FIM.Date));

    FrmEntrada_D.dsENTRADA.MacroByName('ENTR_DAT_CAD').AsString :=
vMacro;
  end
  else
  begin
    vMacro := ' ,@pDT_MEDICAO_INI = NULL' + #13#10 +
' ,@pDT_MEDICAO_FIM = NULL';
  end
end

```

```

FrmEntrada_D.dsENTRADA.MacroByName('ENTR_DAT_CAD').AsString :=
vMacro;
end;

// Aplicação do filtro de Valor superior de controle de certeza
vMacro := ' ,@pVL_VSCC = ' + edtVscC.Text;
FrmEntrada_D.dsENTRADA.MacroByName('VL_SCC').AsString :=
vMacro;

// Aplicação do filtro de Valor superior de controle de contradição
vMacro := ' ,@pVL_VSCCT = ' + edtVscct.Text;
FrmEntrada_D.dsENTRADA.MacroByName('VL_SCCT').AsString :=
vMacro;

// Aplicação do filtro de Valor inferior de controle de certeza
vMacro := ' ,@pVL_VICC = ' + edtVicc.Text;
FrmEntrada_D.dsENTRADA.MacroByName('VL_ICC').AsString :=
vMacro;

// Aplicação do filtro de Valor inferior de controle de contradição
vMacro := ' ,@pVL_VICCT = ' + edtVicct.Text;
FrmEntrada_D.dsENTRADA.MacroByName('VL_ICCT').AsString :=
vMacro;

// Busca as informações no Banco de Dados e projeta no Grid
FrmEntrada_D.dsENTRADA.Close;
FrmEntrada_D.dsENTRADA.Open;

// Projeta no gráfico a evolução das medições elétricas obtidas
DBChart1.RefreshData;

inherited Procurar;
end;

```

A execução do código acima gerará uma chamada para busca dos dados, representada e desenvolvida através do código abaixo:

```

// Executa a Stored Procedure que possui o Algoritmo Para-Analisador
EXECUTE dbo.SP_ANALISE_PARACONSISTENTE_PROJETO
#DEFAULT_MACRO
#ENTR_DAT_CAD
#VL_SCC
#VL_ICC
#VL_SCCT
#VL_ICCT

```

// Seleciona as informações no Banco de Dados já normalizadas e calculadas pelo Algoritmo Para-Analisador

```

SELECT ID_MEDICAO
      , DT_MEDICAO
      , VL_MEDICAO
      , VL_GEF
      , VL_GED
      , VL_GC
      , VL_GCT
      , NM_ESTADO_LPA
      , DS_ESTADO_LPA
      , DS_TIPO_ALARME = CASE
                                WHEN (ID_ALARME IS NOT NULL) THEN
'ALARME '
                                ELSE NULL
                                END
FROM TB_LPA
ORDER BY ID_MEDICAO

```

O código acima executa uma Stored Procedure chamada SP_ANALISE_PARACONSISTENTE_PROJETO que contém toda a lógica e inteligência encapsulada. Internamente essa stored procedure popula a tabela TB_LPA, após realizar toda a análise e execução do algoritmo para cada registro.

A Stored Procedure SP_ANALISE_PARACONSISTENTE_PROJETO possui toda a inteligência do sistema, contendo todas as conversões, cálculos, normalizações e, principalmente, o algoritmo para-analisador.

O código abaixo apresenta o conteúdo desta Stored Procedure:

```

CREATE PROCEDURE dbo.SP_ANALISE_PARACONSISTENTE_PROJETO
    @pRETORNA_DADOS VARCHAR(1)
    , @pDT_MEDICAO_INI DATETIME
    , @pDT_MEDICAO_FIM DATETIME
    , @pVL_VSCC FLOAT
    , @pVL_VSCCT FLOAT
    , @pVL_VICC FLOAT
    , @pVL_VICCT FLOAT
AS
BEGIN

    -- Exclui as informações de LPA utilizadas em análises anteriores
    DELETE TB_LPA

```

-- Não prossegue a execução da Stored Procedure de Análise LPA, caso não seja necessário realizar uma nova análise

```
IF (@pRETORNA_DADOS = 'N')
    RETURN 0
```

-- Declara as variáveis utilizadas no processo de Análise LPA

```
DECLARE @vID_MEDIDA          INT
        , @vDIS_ANALOG       FLOAT
        , @vFLDTIME_ANALOG   DATETIME
        , @vID_ALARME        INT
        , @vVL_GEF            FLOAT
        , @vVL_GED            FLOAT
        , @vID_MEDIDA_PRX     INT
        , @vDIS_ANALOG_PRX    FLOAT
        , @vFLDTIME_ANALOG_INI DATETIME
        , @vFLDTIME_ANALOG_FIM DATETIME
        , @vVL_FAIXA_INI      FLOAT
        , @vVL_FAIXA_FIM      FLOAT
        , @vC1                FLOAT
        , @vC2                FLOAT
        , @vC3                FLOAT
        , @vC4                FLOAT
        , @vNM_ESTADO_LPA     VARCHAR(10)
        , @vDS_ESTADO_LPA     VARCHAR(255)
        , @vVL_GC             FLOAT
        , @vVL_GCT            FLOAT
```

-- Atribui os filtros de ocorrência de data inicial e final

```
SET @vFLDTIME_ANALOG_INI = CONVERT(CHAR(08),
    @pDT_MEDICAO_INI, 112)
SET @vFLDTIME_ANALOG_FIM = CONVERT(CHAR(08),
    @pDT_MEDICAO_FIM, 112)
```

-- Obtem os valores de medições mínimas e máximas no período analisado

```
SELECT @vVL_FAIXA_INI = MIN(DIS_ANALOG)
        , @vVL_FAIXA_FIM = MAX(DIS_ANALOG)
FROM TB_MEDICOES
WHERE CONVERT(CHAR(08), FLDTIME_ANALOG, 112) BETWEEN
    @vFLDTIME_ANALOG_INI AND @vFLDTIME_ANALOG_FIM
```

-- Atribui os valores de controle parametrizados

```
SET @vC1 = @pVL_VSCC
SET @vC2 = @pVL_VICC
SET @vC3 = @pVL_VSCCT
SET @vC4 = @pVL_VICCT
```

-- Cria um Cursor para separação de todas as medições que pertencem ao período informado no sistema

```

DECLARE csLPA CURSOR FOR
SELECT ID_MEDIDA
      ,DIS_ANALOG
      ,FLDTIME_ANALOG
      ,ID_ALARME
FROM TB_MEDICOES
WHERE CONVERT(CHAR(08), FLDTIME_ANALOG, 112) BETWEEN
@vFLDTIME_ANALOG_INI AND @vFLDTIME_ANALOG_FIM
ORDER BY ID_MEDIDA

```

-- Abre o Cursor que a análise seja feita em cada medição

```
OPEN csLPA
```

-- Posiciona o Cursor na primeira medição para dar início as análises

```

FETCH NEXT FROM csLPA INTO
  @vID_MEDIDA
  ,@vDIS_ANALOG
  ,@vFLDTIME_ANALOG
  ,@vID_ALARME

```

-- Inicia a análise individual em todas as medições pertencentes ao período informado no sistema

```

WHILE (@@FETCH_STATUS = 0)
BEGIN

```

-- Insere os dados de cada medição que será analisada na tabela de LPA para aplicação posterior do Algoritmo Para-Analisador

```

INSERT TB_LPA
(
  ID_MEDICAO
  ,DT_MEDICAO
  ,VL_MEDICAO
  ,VL_GEF
  ,VL_GED
  ,VL_GC
  ,VL_GCT
  ,NM_ESTADO_LPA
  ,DS_ESTADO_LPA
  ,ID_ALARME
)
VALUES
(
  @vID_MEDIDA
  ,@vFLDTIME_ANALOG
  ,@vDIS_ANALOG
  ,NULL
  ,NULL
  ,NULL

```

```
,NULL
, NULL
, NULL
, @vID_ALARME
)
```

-- Obtem o ID da próxima medição que será analisada

```
SET @vID_MEDIDA_PRX = ( SELECT MIN(ID_MEDIDA)
                        FROM TB_MEDICOES
                        WHERE ID_MEDIDA > @vID_MEDIDA
                        AND CONVERT(CHAR(08), FLDTIME_ANALOG,
112) BETWEEN @vFLDTIME_ANALOG_INI AND @vFLDTIME_ANALOG_FIM )
```

-- Obtem o valor da medida da próxima medição que será analisada

```
SET @vDIS_ANALOG_PRX = ( SELECT DIS_ANALOG
                        FROM TB_MEDICOES
                        WHERE ID_MEDIDA = @vID_MEDIDA_PRX )
```

-- Calcula o "Grau de Evidência Favorável"

```
SET @vVL_GEF = (((@vDIS_ANALOG - @vVL_FAIXA_INI) /
((@vVL_FAIXA_FIM - @vVL_FAIXA_INI) / 10.00)) / 10.00)
```

-- Calcula o "Grau de Evidência Desfavorável"

```
SET @vVL_GED = CASE
                WHEN (@vDIS_ANALOG_PRX IS NULL) THEN 0.5
                ELSE ABS((((@vDIS_ANALOG_PRX - @vDIS_ANALOG) /
((@vVL_FAIXA_FIM - @vVL_FAIXA_INI) / 10.00)) / 10.00))
                END
```

-- Atualiza os valores de "Grau de Evidência Favorável" e "Grau de Evidência Desfavorável" na tabela de LPA

```
UPDATE TB_LPA
SET VL_GEF = @vVL_GEF
    , VL_GED = @vVL_GED
WHERE ID_MEDICAO = @vID_MEDIDA
```

-- Calcula o "Grau de Certeza"

```
SET @vVL_GC = (@vVL_GEF - @vVL_GED)
```

-- Calcula o "Grau de Contradição"

```
SET @vVL_GCT = (@vVL_GEF + @vVL_GED) - 1
```

-- Atualiza os valores de "Grau de Certeza" e "Grau de Contradição" na tabela de LPA

```
UPDATE TB_LPA
SET VL_GC = @vVL_GC
    , VL_GCT = @vVL_GCT
WHERE ID_MEDICAO = @vID_MEDIDA
```

-- Limpa as variáveis de Estado Lógico Resultante de LPA

```
SET @vNM_ESTADO_LPA = NULL
```

```
SET @vDS_ESTADO_LPA = NULL
```

-- Calcula os Estados Lógicos Extremos para cada medição analisada baseado nos "Graus de Certeza", "Graus de Contradição" e "Valores de Controle"

```
IF (@vVL_GC >= @vC1)
BEGIN
    SET @vNM_ESTADO_LPA = 'V'
    SET @vDS_ESTADO_LPA = 'Verdadeiro'
END
ELSE
IF (@vVL_GC <= @vC2)
BEGIN
    SET @vNM_ESTADO_LPA = 'F'
    SET @vDS_ESTADO_LPA = 'Falso'
END
ELSE
IF (@vVL_GCT >= @vC3)
BEGIN
    SET @vNM_ESTADO_LPA = 'T'
    SET @vDS_ESTADO_LPA = 'Inconsistente'
END
ELSE
IF (@vVL_GCT <= @vC4)
BEGIN
    SET @vNM_ESTADO_LPA = '⊥'
    SET @vDS_ESTADO_LPA = 'Indeterminado'
END
```

-- Calcula a Parte 01 dos Estados Lógicos Não-Extremos para cada medição analisada baseado nos "Graus de Certeza", "Graus de Contradição" e "Valores de Controle"

```
IF (0 <= @vVL_GC) AND (@vVL_GC < @vC1) AND (0 <= @vVL_GCT)
AND (@vVL_GCT < @vC3)
BEGIN
    IF (@vVL_GC >= @vVL_GCT)
    BEGIN
        SET @vNM_ESTADO_LPA = 'Qv->T'
        SET @vDS_ESTADO_LPA = 'Quase-verdadeiro tendendo a
Inconsistente'
    END
    ELSE
    BEGIN
        SET @vNM_ESTADO_LPA = 'T->v'
        SET @vDS_ESTADO_LPA = 'Inconsistente tendendo a
Verdadeiro'
    END
END
```

-- Calcula a Parte 02 dos Estados Lógicos Não-Extremos para cada medição analisada baseado nos "Graus de Certeza", "Graus de Contradição" e "Valores de Controle"

```

IF (0 <= @vVL_GC) AND (@vVL_GC < @vC1) AND (@vC4 <
@vVL_GCT) AND (@vVL_GCT <= 0)
BEGIN
  IF (@vVL_GC >= ABS(@vVL_GCT))
  BEGIN
    SET @vNM_ESTADO_LPA = 'Qv->⊥'
    SET @vDS_ESTADO_LPA = 'Quase-verdadeiro tendendo a
Indeterminado'
  END
  ELSE
  BEGIN
    SET @vNM_ESTADO_LPA = '⊥->v'
    SET @vDS_ESTADO_LPA = 'Indeterminado tendendo a
Verdadeiro'
  END
END
END

```

-- Calcula a Parte 03 dos Estados Lógicos Não-Extremos para cada medição analisada baseado nos "Graus de Certeza", "Graus de Contradição" e "Valores de Controle"

```

IF (@vC2 < @vVL_GC) AND (@vVL_GC <= 0) AND (@vC4 <
@vVL_GCT) AND (@vVL_GCT <= 0)
BEGIN
  IF (ABS(@vVL_GC) >= ABS(@vVL_GCT))
  BEGIN
    SET @vNM_ESTADO_LPA = 'Qf->⊥'
    SET @vDS_ESTADO_LPA = 'Quase-falso tendendo a
Indeterminado'
  END
  ELSE
  BEGIN
    SET @vNM_ESTADO_LPA = '⊥->f'
    SET @vDS_ESTADO_LPA = 'Indeterminado tendendo a Falso'
  END
END
END

```

-- Calcula a Parte 04 dos Estados Lógicos Não-Extremos para cada medição analisada baseado nos "Graus de Certeza", "Graus de Contradição" e "Valores de Controle"

```

IF (@vC2 < @vVL_GC) AND (@vVL_GC <= 0) AND (0 <= @vVL_GCT)
AND (@vVL_GCT < @vC3)
BEGIN
  IF (ABS(@vVL_GC) >= ABS(@vVL_GCT))
  BEGIN
    SET @vNM_ESTADO_LPA = 'Qf->⊥'
    SET @vDS_ESTADO_LPA = 'Quase-falso tendendo a
Inconsistente'
  END
END

```

```

ELSE
BEGIN
    SET @vNM_ESTADO_LPA = '↓->f'
    SET @vDS_ESTADO_LPA = 'Inconsistente tendendo a Falso'
END
END

```

-- Atualiza o Estado Lógico Resultante após obter a resposta através da aplicação do Algoritmo Para-Analisador de cada medição na tabela de LPA

```

UPDATE TB_LPA
SET NM_ESTADO_LPA = @vNM_ESTADO_LPA
    , DS_ESTADO_LPA = @vDS_ESTADO_LPA
WHERE ID_MEDICAO = @vID_MEDIDA

```

-- Posiciona o Cursor na próxima medição para continuar as análises

```

FETCH NEXT FROM csLPA INTO
    @vID_MEDIDA
    , @vDIS_ANALOG
    , @vFLDTIME_ANALOG
    , @vID_ALARME
END

```

-- Fecha o Cursor utilizado nas análises de LPA

```

CLOSE csLPA

```

-- Limpa o Cursor utilizado nas análises de LPA da memória

```

DEALLOCATE csLPA
END

```

2.3 MODELO PARA CONSISTENTE DETECTOR DE ALARMES EM BANCO DE DADOS DE MEDIÇÕES ELÉTRICAS

Para a construção do sistema, tratamento dos dados, normalização e análise das informações, conforme demonstrado, foi utilizado o seguinte modelo:

1. Informação do período que será analisado;
2. Informação dos valores de controle que serão utilizados na análise;
3. Acionamento do procedimento para analisar as informações, utilizando os filtros previamente informados;
4. Normalização dos valores de medição, tornando-os Grau de Evidência Favorável. Os valores são normalizados dentro do intervalo de [0, 1];
5. Cálculo e determinação do Grau de Evidência Desfavorável a partir da diferença entre a medição analisada e próxima medição que será analisada;

6. Cálculo e determinação dos valores de Grau de Certeza e Grau de Contradição de acordo com o algoritmo para-analisador;
7. Cálculo, análise e determinação dos estados lógicos paraconsistentes a partir dos valores de Grau de Certeza, Grau de Contradição e Valores de Controle;
8. Montagem do gráfico com a evolução das medições elétricas;
9. Apresentação dos dados acima através de um Grid, permitindo analisar se o alarme disparado em determinada medição está de acordo com o estado lógico paraconsistente obtido.

Para um melhor entendimento, a Figura 28 apresenta todas as etapas realizadas no desenvolvimento do trabalho:

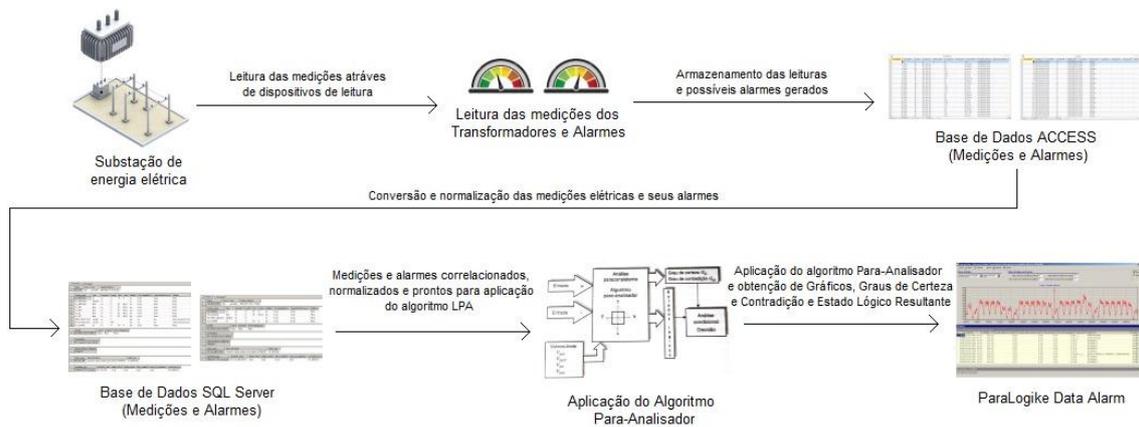


Figura 28 - Fluxo básico do processo para construção do sistema ParaLogike Data Alarm

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Lógica Paraconsistente Anotada (LPA) permite tratar dados contraditórios, onde em um sistema que utiliza lógica clássica ficaria inviável a sua implementação, pois esse tipo de lógica trabalha apenas com 2 estados, verdadeiro e falso, enquanto a LPA trabalha com 12 estados lógicos.

Foi desenvolvida uma aplicação capaz de ler os dados de medições elétricas e seus respectivos alarmes e analisá-los utilizando LPA. Essa análise, consiste em normalizar todas as medições encontradas em um determinado período. Essa normalização foi realizada para obtenção dos graus de evidência favorável e graus de evidência desfavorável, tornando assim cada medição, informações normalizadas para utilização em algoritmos de LPA.

O algoritmo LPA utilizado neste trabalho foi o Algoritmo Para-Analisador, capaz de realizar uma análise paraconsistente a partir dos valores de grau de evidência favorável e grau de evidência desfavorável. Para sua aplicação o algoritmo necessita de quatro valores de controle ou valores limite, são eles: Valor superior de controle de certeza, valor superior de controle de contradição, valor inferior de controle de incerteza e valor inferior de controle de contradição, todos esses valores também estão disponíveis para utilização na aplicação.

O algoritmo para-analisador, tem como saída três principais informações, são elas: Grau de certeza, grau de contradição e principalmente, o estado lógico daquela análise. A escolha desse determinado algoritmo foi precisa e determinante, pois o propósito desse trabalho é coincidir o disparo de um determinado alarme e sua respectiva medição com o estado lógico “verdadeiro” da análise daquela medição e alarme.

Com a determinação de um período específico, definição dos valores de controle e cruzamento das informações de medição e alarmes, foi possível gerar diversas análises, obtendo vários resultados interessantes expostos a seguir:

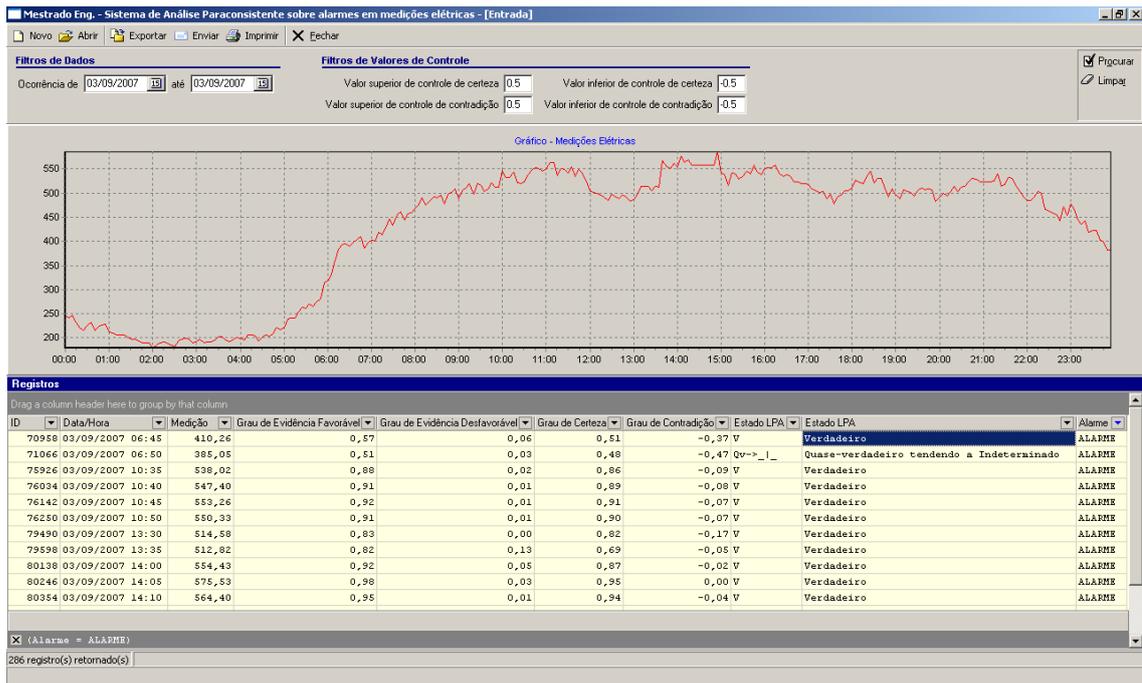


Figura 29 - Análise do dia 03/09/2007, utilizando os valores de controle padrão

Conforme a Figura 29, pode-se observar que foi realizado uma análise no dia 03/09/2007, utilizando os valores padrão, ou seja 0,5 para cada valor de controle. O gráfico obtido apresenta um comportamento típico, tendo elevações a partir das 05h00 e permanecendo com valores elevados em grande parte do dia.

Total de Registros com Alarmes	
1	14

Estado Lógico LPA		QTD
1	Quase-verdadeiro tendendo a Indeterminado	1
2	Verdadeiro	13

Figura 30 - Resultados obtidos na análise de 03/09/2007, utilizando os valores de controle padrão

De acordo com a Figura 30, pode-se observar que no período de 03/09/2007 14 alarmes foram disparados, sendo que 13 estão com estado lógico Verdadeiro e apenas 1 como Quase-verdadeiro tendendo a indeterminado. Com isso um acerto de 92,85% foi obtido.

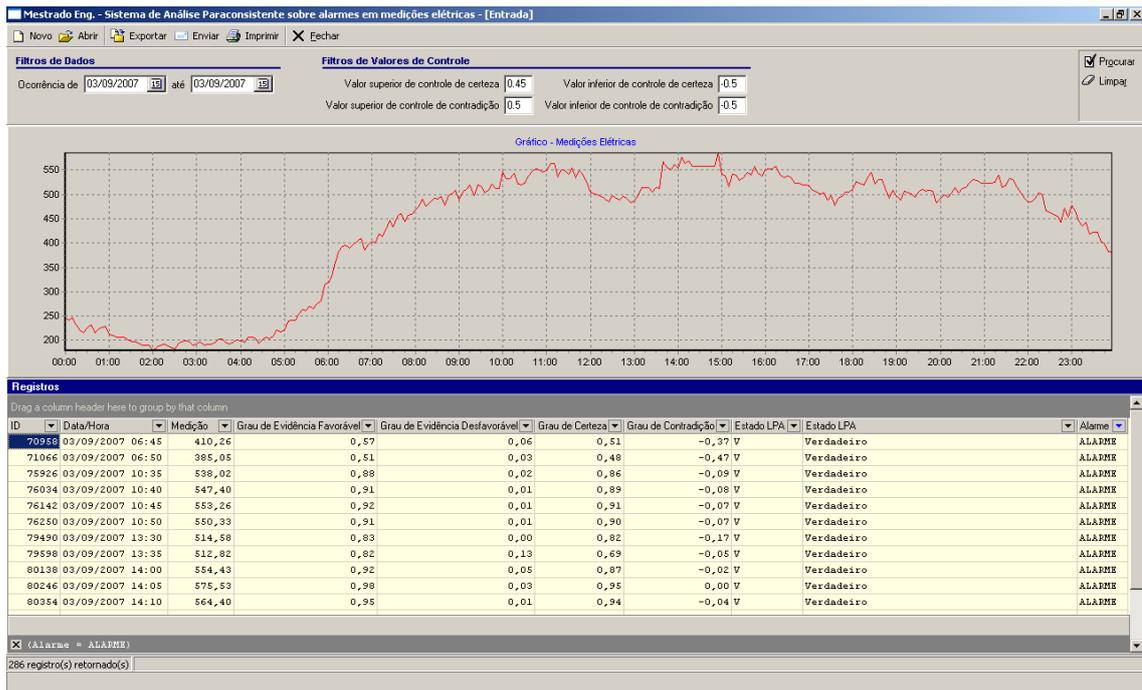


Figura 31 - Análise do dia 03/09/2007, calibrando o sistema com os valores de controle

	Total de Registros com Alarmes	
1	14	
	Estado Lógico LPA	QTD
1	Verdadeiro	14

Figura 32 - Resultados obtidos na análise de 03/09/2007, calibrando o sistema com os valores de controle

Se realizada uma calibração nos valores de controle, pode-se alcançar resultados melhores conforme as Figuras 31 e 32. Analisando o mesmo período de 03/09/2007, porém com um ajuste no valor superior de controle de certeza para 0,45, os mesmos 14 alarmes foram encontrados e todos eles com o estado lógico Verdadeiro, obtendo desta forma um acerto de 100%.

Outra análise foi realizada no período de 16/09/2007, conforme a Figura 33. O gráfico desse dia de medição se mostrou atípico, pois apresenta medições muito baixas em praticamente todo o dia, tendo apenas uma elevação entre 08h00 e 12h00.

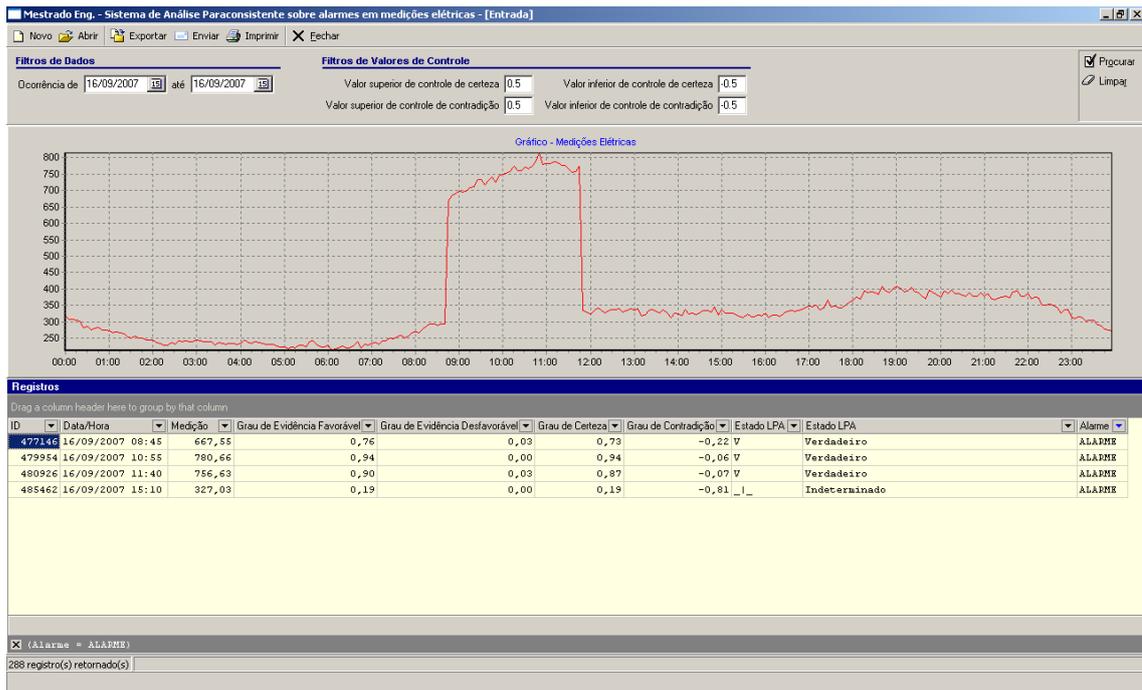


Figura 33 - Análise do dia 16/09/2007, utilizando os valores de controle padrão

Total de Registros com Alarmes	
1	4

	Estado Lógico LPA	QTD
1	Indeterminado	1
2	Verdadeiro	3

Figura 34 - Resultados obtidos na análise de 16/09/2007, utilizando os valores de controle padrão

Nesse período da manhã foram encontrados a grande parte dos alarmes disparados (Figura 34). Pode-se observar que 4 alarmes foram disparados nesse dia, sendo que 3 com estado lógico Verdadeiro e apenas 1 com estado lógico Indeterminado. Nesse universo isso representa 75% de acerto.

Nessa determinada análise, não foi viável realizar a calibração do sistema através dos valores de controle, pois o grau de evidência favorável da medição/alarme que possui o estado lógico Inconsistente é muito baixo (0,19). Sendo assim, uma adequação do sistema nesse caso levaria a possíveis erros de análise em outras medições.



Figura 35 - Análise do dia 28/09/2007, utilizando os valores de controle padrão

Total de Registros com Alarmes	
1	4

Estado Lógico LPA	QTD
1 Verdadeiro	4

Figura 36 - Resultados obtidos na análise de 28/09/2007, utilizando os valores de controle padrão

Na análise realizada no período de 28/09/2007 pode-se observar que apenas 4 alarmes foram disparados. Entretanto, diferentemente do dia 16/09 o gráfico se apresentou de maneira típica conforme a maioria dos dias do mês (Figura 35), tendo valores baixos durante a madrugada e a partir das 05h00 apresentando alta e algumas variações durante o dia.

Contudo, a análise desse dia foi bastante interessante, pois mesmo utilizando os valores de controle padrão (0,5) todos os alarmes disparados tiveram um estado lógico Verdadeiro, obtendo dessa forma 100% de acerto (Figura 36).

Uma outra análise foi realizada no período de 26/09/2007 utilizando os valores padrão, ou seja 0,5 para cada valor de controle. O gráfico obtido apresenta um comportamento típico, tendo elevações um pouco mais cedo, às 04h00, comparado com as demais análises, e permanecendo com valores bastante elevados durante o restante do dia, conforme a Figura 37.

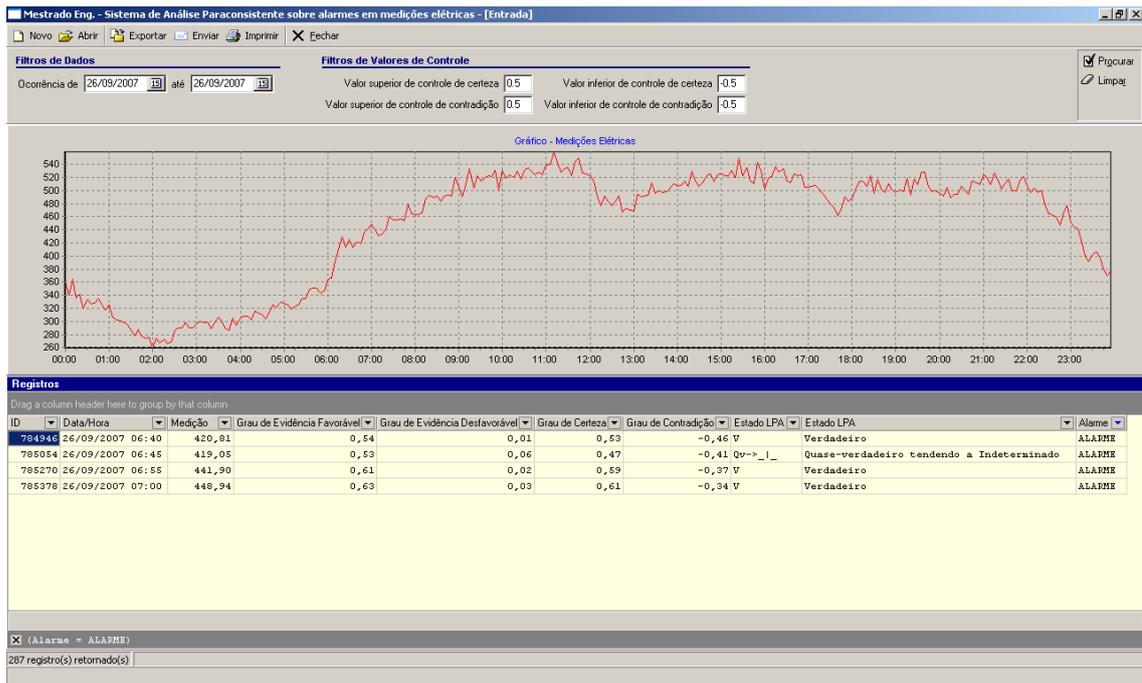


Figura 37 - Análise do dia 26/09/2007, utilizando os valores de controle padrão

De acordo com a Figura 38, pode-se observar que no período de 26/09/2007, 4 alarmes foram disparados, sendo que 3 estão com estado lógico Verdadeiro e apenas 1 como Quase-verdadeiro tendendo a indeterminado. Com isso, um acerto de 75% foi obtido.

Total de Registros com Alarmes	
1	4

Estado Lógico LPA		QTD
1	Quase-verdadeiro tendendo a Indeterminado	1
2	Verdadeiro	3

Figura 38 - Resultados obtidos na análise de 26/09/2007, utilizando os valores de controle padrão

Entretanto, se realizada uma calibração nos valores de controle, pode-se alcançar resultados melhores conforme as Figuras 39 e 40. Analisando o mesmo período de 26/09/2007, porém com um ajuste no valor superior de controle de certeza para 0,4, os mesmos 4 alarmes foram disparados e todos eles com o estado lógico Verdadeiro, obtendo desta forma um acerto de 100%.

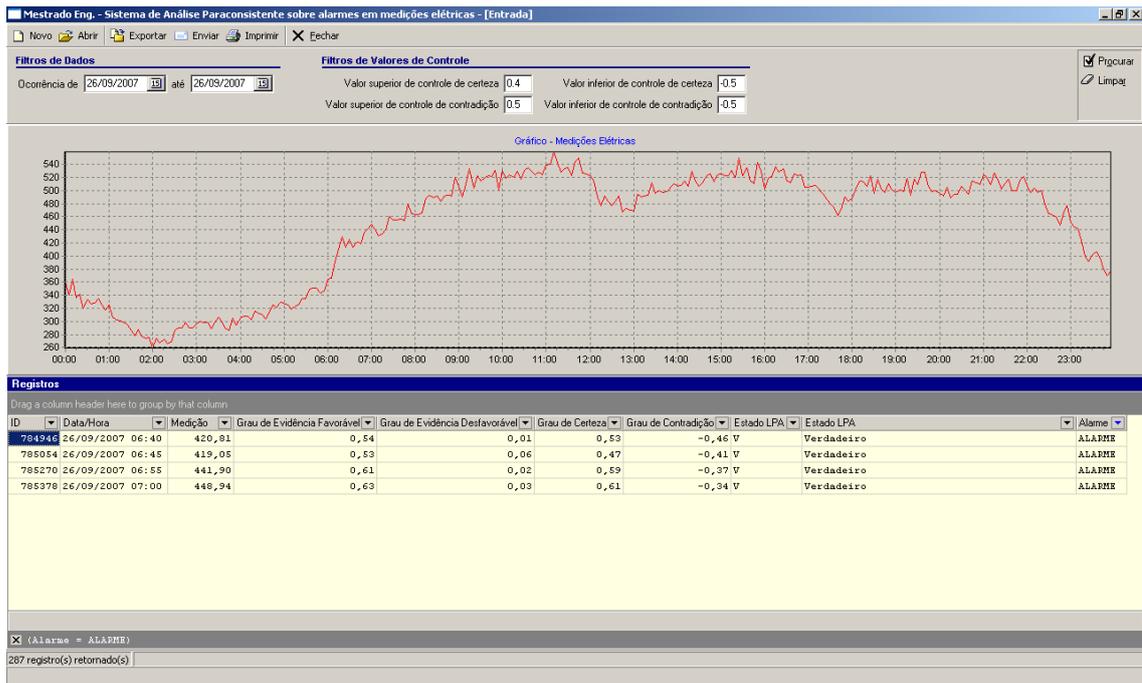


Figura 39 - Análise do dia 26/09/2007, calibrando o sistema com os valores de controle

Total de Registros com Alarmes	
1	4
Estado Lógico LPA	
1	Verdadeiro
QTD	
1	4

Figura 40 - Resultados obtidos na análise de 26/09/2007, calibrando o sistema com os valores de controle

Foi realizada uma última análise unitária no período de 27/09/2007. De acordo com a Figura 41, o gráfico de medições se mostrou típico apresentando valores baixos durante a madrugada e a partir das 05h00 apresentando alta e pequenas variações durante o dia.

Conforme a Figura 42, é possível observar também que 4 alarmes foram disparados. A análise foi realizada utilizando os valores de controle padrão (0,5) e todos os alarmes disparados tiveram um estado lógico Verdadeiro, representando 100% de acerto.

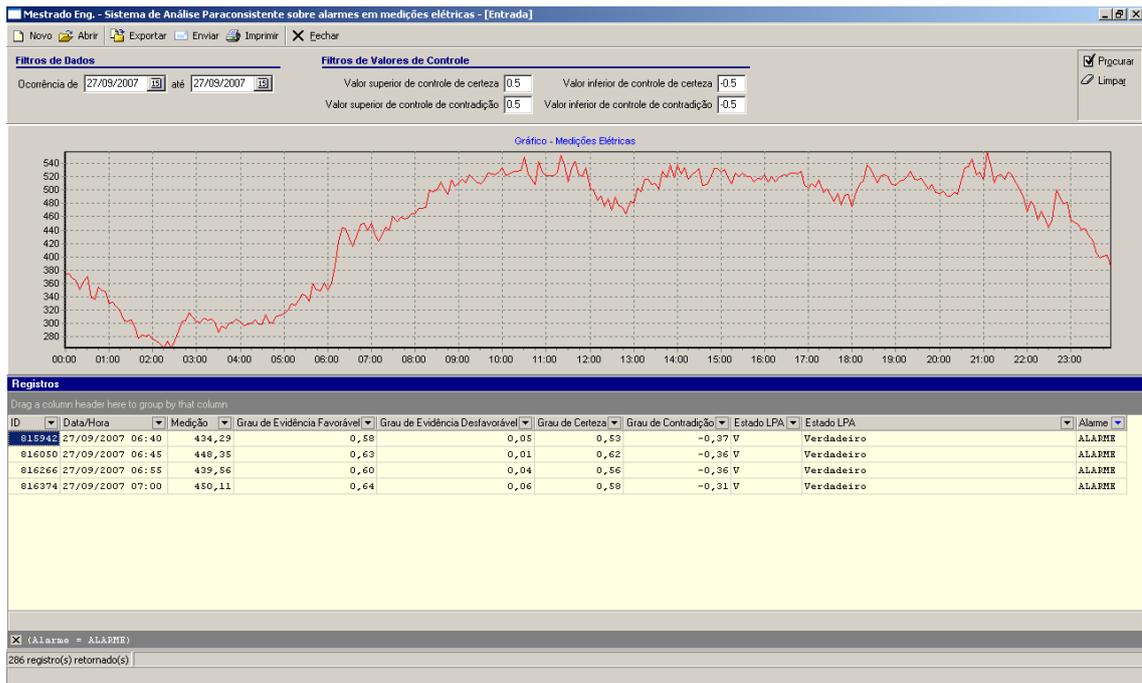


Figura 41 - Análise do dia 27/09/2007, utilizando os valores de controle padrão

	Total de Registros com Alarmes
1	4

	Estado Lógico LPA	QTD
1	Verdadeiro	4

Figura 42 - Resultados obtidos na análise de 27/09/2007, utilizando os valores de controle padrão

Foram realizadas análises de períodos maiores com objetivo de demonstrar a eficácia do sistema em grandes volumes de informações. Conforme a Figura 43, no período de 01/09/2007 à 15/09/2007 o gráfico de medições apresentou variações baixas e significativas nos dias 02, 07, 08 e 09 de setembro de 2007, com relação aos demais dias desta quinzena. Os demais dias, tiveram comportamentos típicos de um dia de consumo.

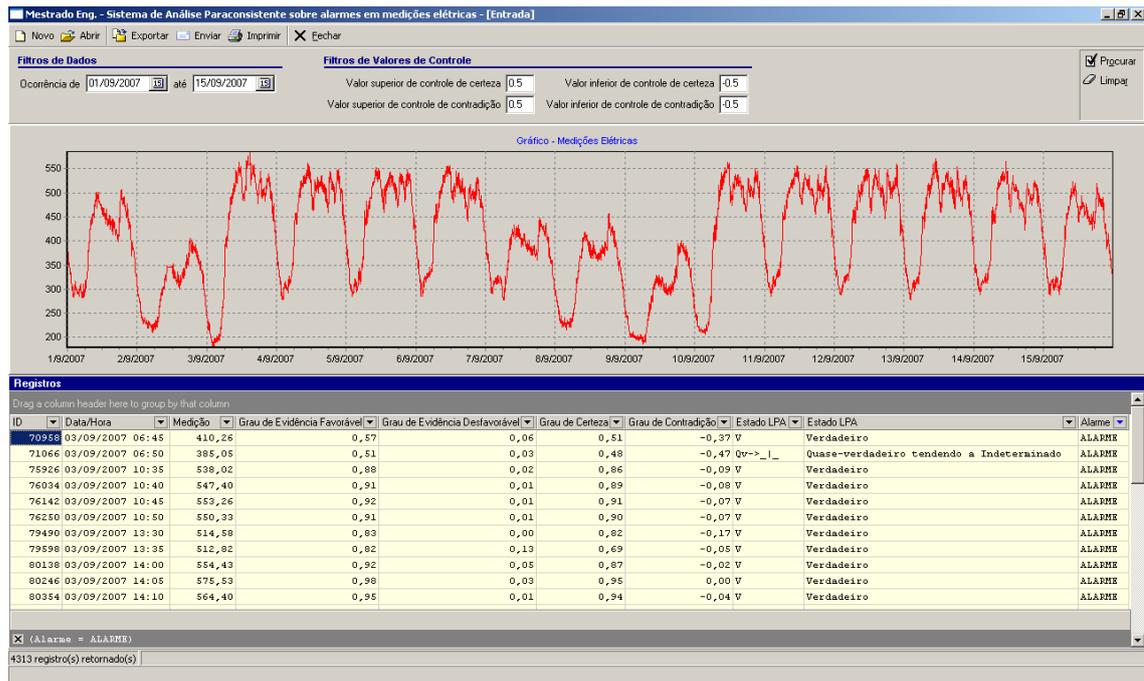


Figura 43 - Análise do período de 01/09/2007 à 15/09/2007, utilizando os valores de controle padrão

Conforme a Figura 44 pode-se observar que neste período de 15 dias, de 01/09/2007 à 15/09/2007 e utilizando os valores padrão, ou seja 0,5 para cada valor de controle, 32 alarmes foram encontrados, sendo que 31 estão com estado lógico Verdadeiro e apenas 1 como Quase-verdadeiro tendendo a indeterminado. Dessa forma, foi obtido um acerto de 96,87%.

Total de Registros com Alarmes	
1	32

Estado Lógico LPA		QTD
1	Quase-verdadeiro tendendo a Indeterminado	1
2	Verdadeiro	31

Figura 44 - Resultados obtidos na análise do período de 01/09/2007 à 15/09/2007, utilizando os valores de controle padrão

Entretanto, se realizada uma calibração nos valores de controle, pode-se alcançar resultados melhores conforme as Figuras 45 e 46. Analisando o mesmo período de 01/09/2007 à 15/09/2007, com um ajuste no valor superior de controle de certeza para 0,4, os mesmos 32 alarmes disparados foram encontrados e todos eles com o estado lógico Verdadeiro, obtendo desta forma um acerto de 100%.

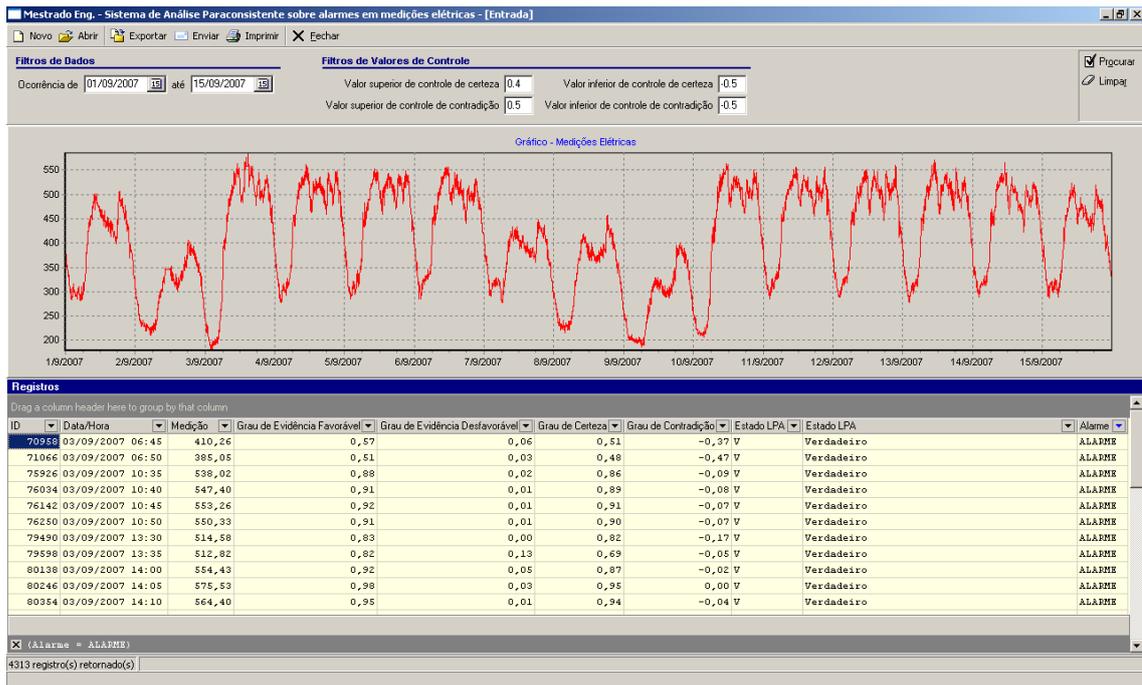


Figura 45 - Análise do período de 01/09/2007 à 15/09/2007, calibrando o sistema com os valores de controle

Total de Registros com Alarmes	
1	32

Estado Lógico LPA	QTD
1 Verdadeiro	32

Figura 46 - Resultados obtidos na análise do período de 01/09/2007 à 15/09/2007, calibrando o sistema com os valores de controle

Uma nova análise foi realizada em períodos maiores também, mais precisamente na segunda quinzena do mês de setembro de 2007, entre os dias 16/09/2007 e 30/09/2007, conforme mostra a Figura 47. O gráfico de medições apresentou grande variação no dia 16/09/2007 e uma baixa considerável no dia 23/09/2007. Os demais dias, tiveram comportamentos típicos de um dia de consumo.

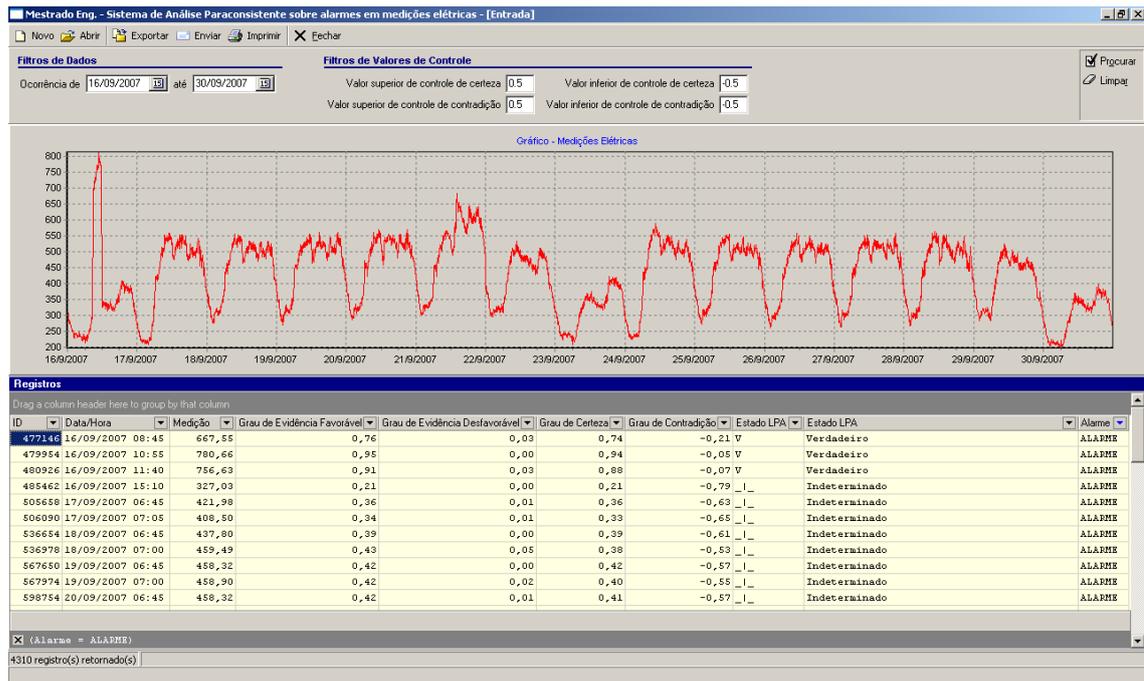


Figura 47 - Análise do período de 16/09/2007 à 30/09/2007, utilizando os valores de controle padrão

Conforme a Figura 48 pode-se observar que neste período de 15 dias, de 16/09/2007 à 30/09/2007 e utilizando os valores padrão, ou seja 0,5 para cada valor de controle, 45 alarmes foram encontrados, sendo que 41 estão com estado lógico Indeterminado, 1 como Indeterminado tendendo a Verdadeiro e apenas 3 como Verdadeiro. Dessa forma, foi obtido um acerto de 6,65%.

Total de Registros com Alarmes	
1	45

Estado Lógico LPA	QTD
1 Indeterminado	41
2 Indeterminado tendendo a Verdadeiro	1
3 Verdadeiro	3

Figura 48 - Resultados obtidos na análise do período de 16/09/2007 à 30/09/2007, utilizando os valores de controle padrão

Entretanto, se realizada uma calibração nos valores de controle, pode-se alcançar resultados muito satisfatórios conforme demonstrado nas Figuras 49 e 50. Analisando o mesmo período de 16/09/2007 à 30/09/2007, com um ajuste no valor superior de controle de certeza para 0,3, os mesmos 45 alarmes disparados foram encontrados e apenas 12 deles estão com o estado Indeterminado e os demais 33 alarmes estão com Verdadeiro. Sendo assim, um acerto de 73,33% foi obtido.

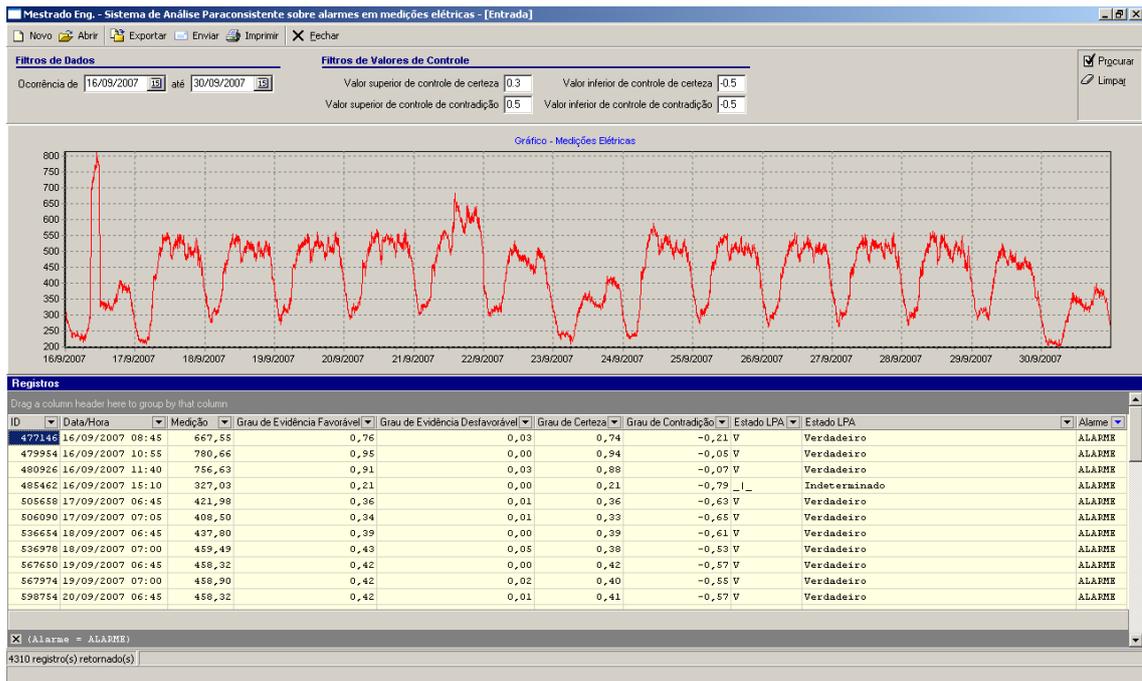


Figura 49 - Análise do período de 16/09/2007 à 30/09/2007, calibrando o sistema com os valores de controle

Total de Registros com Alarmes	
1	45

Estado Lógico LPA	QTD
1 Indeterminado	12
2 Verdadeiro	33

Figura 50 - Resultados obtidos na análise do período de 16/09/2007 à 30/09/2007, calibrando o sistema com os valores de controle

Por último, foi realizada uma análise contemplando todo o mês de setembro de 2007, abrangendo todos os dias desde 01/09/2007 até 30/09/2007, conforme mostra a Figura 51. O gráfico de medições apresentou as mesmas variações já observadas nas análises anteriores das duas quinzenas, ou seja, variações baixas nos dias 02, 07, 08, 09 e 23 de setembro, enquanto o dia 16 de setembro apresentou uma das maiores variações. Os demais dias, tiveram comportamentos típicos de um dia de consumo.

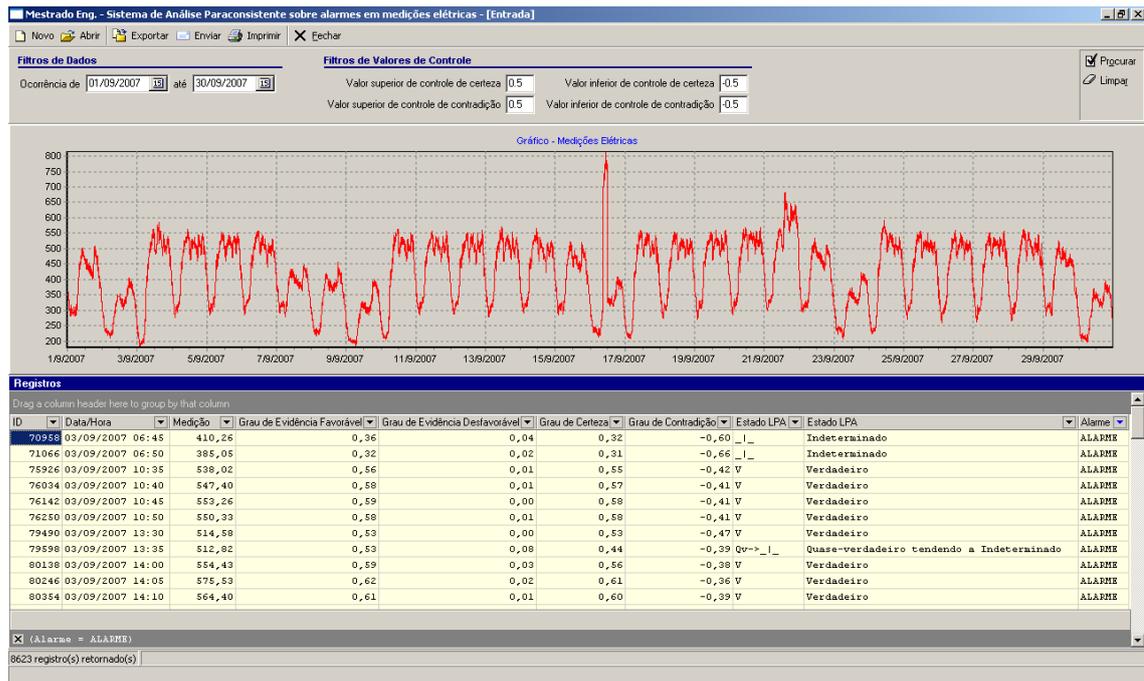


Figura 51 - Análise do período de 01/09/2007 à 30/09/2007, utilizando os valores de controle padrão

Conforme a Figura 52 pode-se observar que neste período de 30 dias, de 01/09/2007 até 30/09/2007 e utilizando os valores padrão, ou seja 0,5 para cada valor de controle, 77 alarmes foram encontrados, sendo que 57 estão com estado lógico Indeterminado, 5 como Indeterminado tendendo a Verdadeiro, 1 como Quase-verdadeiro tendendo a Indeterminado e apenas 14 como Verdadeiro. Com isso, um acerto de 18,18% foi obtido.

Total de Registros com Alarmes	
1	77

Estado Lógico LPA		QTD
1	Indeterminado	57
2	Indeterminado tendendo a Verdadeiro	5
3	Quase-verdadeiro tendendo a Indeterminado	1
4	Verdadeiro	14

Figura 52 - Resultados obtidos na análise do período de 01/09/2007 à 30/09/2007, utilizando os valores de controle padrão

Para obter-se uma análise mais próxima da realidade, foi realizada uma calibração nos valores de controle, conforme apresentam as Figuras 53 e 54. Analisando o mesmo período de 01/09/2007 a 30/09/2007, com um ajuste no valor superior de controle de certeza para 0,3, os mesmos 77 alarmes disparados foram

encontrados e apenas 12 deles estão com o estado Indeterminado e os demais 65 alarmes estão como Verdadeiro. Sendo assim, um acerto de 84,41% foi obtido.

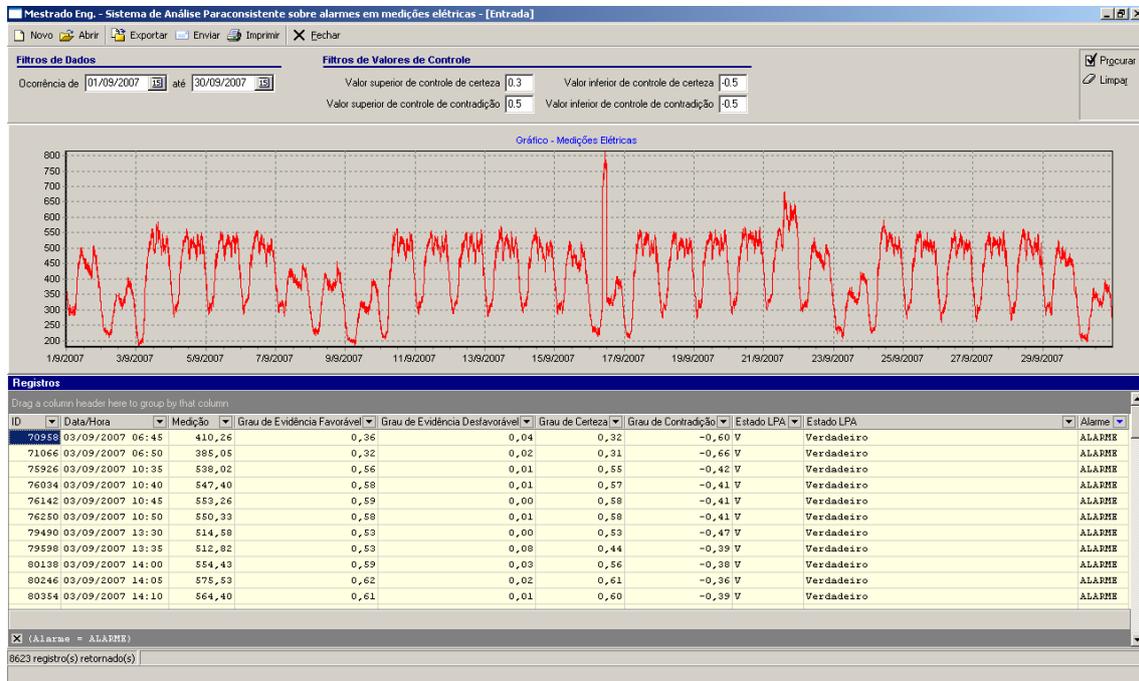


Figura 53 - Análise do período de 01/09/2007 à 30/09/2007, calibrando o sistema com os valores de controle

Total de Registros com Alarmes	
1	77

Estado Lógico LPA	QTD
1 Indeterminado	12
2 Verdadeiro	65

Figura 54 - Resultados obtidos na análise do período de 01/09/2007 à 30/09/2007, calibrando o sistema com os valores de controle

3.1 DISCUSSÕES

A partir das análises realizadas no processamento dos dados utilizando o Algoritmo Para-Analisador, foi possível a obtenção de vários resultados satisfatórios demonstrados neste capítulo.

Conforme citado anteriormente, durante os resultados apresentados foi possível identificar que para cada dia ou período analisado, eram gerados dois resultados/análises. O primeiro resultado, consiste em analisar um determinado período utilizando os valores de controle padrão. Já o segundo resultado, apresenta

uma nova análise a partir do mesmo período, porém, utilizando valores de controle diferentes parametrizados pelo usuário através de observações de comportamento das medições.

O dia 03/09/2007, foi o primeiro dia analisado. Na primeira análise, utilizando os valores de controle padrão, um acerto de 92,85% foi obtido, conforme as Figuras (29 e 30), contra 100% de acerto na segunda análise utilizando valores de controle parametrizados na aplicação (Figuras 31 e 32).

O dia 16/09/2007, foi o segundo dia analisado. Esse dia se mostrou atípico, pois possuía medições baixas em grande parte do dia, tendo uma elevação brusca apenas durante a manhã. As Figuras 33 e 34, demonstraram que um acerto de 75% foi obtido com relação aos alarmes x estados lógicos da LPA. Como alguns Graus de Certeza apresentaram valores baixos, não foi viável realizar uma segunda análise nesse dia calibrando o sistema com novos valores de controle.

O terceiro dia analisado foi 28/09/2007. Durante a primeira análise, foram encontradas medições típicas juntamente com 4 alarmes, conforme apresenta a Figura 35. Nessa análise um acerto de 100% foi obtido utilizando os valores de controle padrão (Figura 36). Diante dessa situação, não houve necessidade de realizar uma segunda análise.

O quarto dia analisado foi 26/09/2007. Na primeira análise, utilizando os valores de controle padrão, um acerto de 75% foi obtido de acordo com os 4 alarmes encontrados, conforme pode-se observar nas Figuras 37 e 38. Já na segunda análise, realizada no mesmo período, porém com valores de controle parametrizados na aplicação, um acerto de 100% foi obtido (Figuras 39 e 40).

Uma última análise unitária foi realizada e o dia 27/09/2016 foi escolhido. Nesse dia, conforme as Figuras 41 e 42, um acerto de 100% foi obtido, mesmo utilizando os valores de controle padrão. Sendo assim, não houve necessidade de realizar uma nova análise.

Foram realizadas mais algumas análises com períodos ao invés de dias exclusivos. Essas novas análises foram interessantes justamente para comprovar a eficiência do sistema em volumes maiores de informações.

No período de 01/09/2007 à 15/09/2007, foram realizadas duas análises. A primeira, conforme as Figuras 43 e 44, utilizou-se dos valores de controle padrão, obtendo 96,87% de acerto contra 100% de acerto obtido na segunda análise, que teve os valores de controle parametrizados, conforme observado nas Figuras 45 e 46.

Uma nova análise foi realizada na segunda quinzena do mês de setembro de 2007, entre os dias 16/09/2007 à 30/09/2007, conforme apresentam as Figuras 47 e 48. Na primeira análise, utilizando os valores de controle padrão, foram encontrados 45 alarmes e um acerto de 6,65% apenas foi obtido. Esse número baixo se refere a baixas medições que houveram durante esse período e seus respectivos alarmes que foram disparados. Entretanto, ao calibrar o sistema para tratar esse tipo de situação, em uma segunda análise, um acerto de 73,33% foi obtido (Figuras 49 e 50).

Uma última análise foi realizada contemplando todo o mês de setembro de 2007, ou seja, o período de 01/09/2007 à 30/09/2007. Conforme pode-se observar nas Figuras 51 e 52, utilizando os valores de controle padrão, um acerto de 18,18% foi obtido, devido principalmente as baixas medições já mencionadas na segunda quinzena do mês. Contudo, para obter-se uma resposta mais próxima da realidade, os valores de controle foram parametrizados e uma nova análise foi realizada no mesmo período. Nessa segunda análise, um acerto de 84,41% foi obtido, resultado esse que prova a eficiência da aplicação (Figuras 53 e 54).

4. CONCLUSÃO

Analisar dados é uma tarefa difícil, principalmente quando se trata de uma grande quantidade de informações, pois nesse processo são envolvidas várias etapas, que em alguns casos, são dependentes entre si. Portanto, é de grande valia ter o apoio de ferramentas computacionais inteligentes e apropriadas, tornando a interpretação e tratamentos mais visíveis e simplificados.

Neste trabalho foi visto que através da interpretação e tratamento adequado das informações com a utilização do algoritmo Para-Analisador da Lógica Paraconsistente Anotada com dois Valores – LPA2v, pode-se detectar informações úteis no meio de um grande volume de dados, mesmo tendo alguns fatores como informações inconsistentes ou incompletas.

O tratamento e o desenvolvimento de uma nova base de dados, normalizada e preparada para esse tipo de trabalho, permitiu a criação de uma rica ferramenta que possa utilizar os conceitos da Lógica Paraconsistente Anotada com dois Valores na área de transmissão e distribuição de energia elétrica. Essa técnica vem sendo um eficiente e promissor método de trabalho, pois possibilita serem identificados elementos relevantes nessa área de operação.

É possível, a partir dessas informações, serem desenvolvidos outros sistemas computacionais, que possam utilizar outras técnicas de Inteligência Artificial, como Redes de Análises Paraconsistentes, Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes, entre outras, podendo alcançar resultados significativos na mesma área de operação ou até mesmo contribuir com outras áreas relacionadas.

É importante destacar que, segundo pesquisas de Coletto (2015), a aplicação dos algoritmos de células neurais artificiais em banco de dados de medições elétricas, podem nos trazer resultados para identificação de demandas atípicas em determinados dias. Além disso, segundo pesquisas de Mathias (2015), utilizando as mesmas bases de dados, é possível a aplicação do algoritmo extrator de efeitos de contradição juntamente com técnicas de mineração de dados, para identificação de padrões e correlações entre os dados.

Sendo assim, o resultado da pesquisa na forma de um Sistema Paraconsistente Detector de Alarmes, constitui uma importante ferramenta de apoio a equipe de Operação de rede de transmissão e distribuição de energia elétrica. A principal ação

desse sistema computacional é a apresentação do estado lógico resultante contribuindo para a identificação de possíveis problemas com a utilização da Lógica Paraconsistente. Os gráficos, os valores de graus de certeza e contradição, e principalmente, o estado lógico resultante, proporcionam o conhecimento e comportamento das medições em um sistema de distribuição e transmissão, além de oferecer informações necessárias para possíveis tomadas de decisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABE, J. M., “**Fundamentos da Lógica Anotada**”. 1992. 135p. – Tese (Doutorado) Universidade de São Paulo – FFLCH, São Paulo/SP.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, “**Atlas de Energia Elétrica do Brasil**” – 3ª. Edição – 2008. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas3ed.pdf>> Acesso em 20 Set 2016 19h53.

BISPO, C. A. F.; CAZARINI, E. W. **Avaliação qualitativa paraconsistente do processo de implantação de um sistema de gestão ambiental. Gestão e Produção**. v. 13, n. 1, p. 117-127, 2006.

COLETTI, C.J. “**Classificador paraconsistente de demandas atípicas através de investigação em banco de dados de sistema elétrico de potência**”. 2015. 45p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Santa Cecília. PPGMEC – Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica. Disponível em: <http://sites.unisanta.br/ppgmec/dissertacoes/dissertacao_coletto.pdf>. Acesso em 24 set. 2016. 14h15.

DA COSTA, N. **Lógica Paraconsistente Aplicada**. São Paulo: Atlas, 1999.

DA COSTA, N. C.; ABE, J. M.; SUBRAHMANIAN, V. S. **Remarks on annotated logic. Zeitschrift für Mathematische Logik und Grundlagen der Mathematik**, vol. 37, pp. 561-570; 1991.

DA COSTA, N. C.; SUBRAHMANIAN, V. S.; VAGO, C. **The Paraconsistent Logic. Zeitschrift für Mathematische Logik und Grundlagen der Mathematik**, vol. 37. Pp. 139-148; 1991.

DA SILVA FILHO, J. I. da S.; ABE J. M.; TORRES, G. L. **Inteligência Artificial com as Redes de Análises Paraconsistentes: Teoria e Aplicações**. 1ª. Edição. Editora LTC. Rio de Janeiro. 2008.

DA SILVA FILHO, J. I. da S.; ABE J. M. **Fundamentos das Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes**. 1ª. Edição. Editora Arte & Ciência - Willipress. São Paulo. p. 27-63. 2001.

DA SILVA FILHO, J., I., OLIVEIRA, D. B., DE AGUIAR, A.L.L., FERRARA, L.F., GARCIA, D.V., MÁRIO, M.C. **“Algoritmos Fundamentados em Lógica Paraconsistente Anotada aplicadas em Análise de Variáveis Físicas de um Processo Industrial”**., Artigo Técnico, Revista Seleção Documental, N.27 Ano 7 ISSN 1809-0648 - Ed. Paralogike - Santos – SP-Brasil, 2012 pp 18-23.

DA SILVA FILHO, J. I., **“Implementação De Circuitos Lógicos Fundamentados Em Uma Classe De Lógicas Paraconsistentes Anotadas”**. 1997. 131p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Eletrônica. Disponível em:
<<http://www.paralogike.com.br/Dissertacao%20de%20Mestrado%20LPA.pdf>>.
Acesso em 17 set. 2016. 18h25.

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”**. 1999. 226p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais.
Disponível em:
<<http://www.paralogike.com.br/Tese.pdf>>. Acesso em 18 set 2016. 15h45.

DA SILVA FILHO, J.I., **“Métodos Algorítmicos de Monitoramento e Análise de Sistemas Ecológicos”**, Apostila do Curso de Mestrado em Ecologia, Universidade Santa Cecília - Santos/SP – 2013.

DA SILVA FILHO, J.I.; ABE, J.M.; Torres, C. R., “**Robô Móvel Autônomo Emmy: Uma Aplicação eficiente da Lógica Paraconsistente Anotada.** ”, Artigo Técnico, Revista Seleção Documental, n. 3 – Ano 1 ISSN 1809-0648 – Ed. Paralogike – Santos – SP – Brasil, 2006 pp 19-26.

DA SILVA FILHO, J. I.; ABE, J. M., “**Introdução à lógica paraconsistente anotada com ilustrações**” Editora Emmy, 1ª. Ed., Santos, 2000, pp. 25,54,147-150.

DA SILVA FILHO, J. I., “**Métodos de Aplicações da Lógica Paraconsistente Anotada de anotação com dois valores-LPA2v**”, Artigo técnico, Revista Seleção Documental, ISSN 1809-0648 Ed. Paralogike – Santos - SP, 2009, pp. 18-25.

MÁRIO, M. C. **Modelo de análise de variáveis craniométricas através de Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes.** 2006. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina de São Paulo, São Paulo.

MARTINS. H. G. **A Lógica Paraconsistente Anotada de Quatro Valores – LPA4v aplicada em Sistema de Raciocínio Baseado em Casos para o Restabelecimento de Subestações Elétricas.** 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Itajubá, Minas Gerais.

MARTINS, G. B. **Aplicação da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial em Mercados Financeiros.** 2012. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

MATHIAS, L.A.F. “**Mineração de dados em sistemas de energia elétrica utilizando algoritmos fundamentados em lógica paraconsistente anotada - lpa**”. 2015. 47p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Santa Cecília. PPGMEC – Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica. Disponível em:
<http://sites.unisanta.br/ppgmec/dissertacoes/Dissertacao_Luis_Mathias.pdf>.
Acesso em 24 set. 2016. 14h20.

MATHIAS, L.A.F., CAMARGO, J.M., ROCCO A., DA SILVA FILHO, J.I., ONUKI, A.S., SANTOS, M.R., LAMBERT-TORRES, G., “**Para-Previsor LPA2v: Um Sistema**

Computacional Previsor de Perfil de Cargas em Sistemas Elétricos de Potência construído com os fundamentos da Lógica Paraconsistente Anotada", Artigo Técnico, Revista Seleção Documental, n. 21 – Ano 6 ISSN 1809-0648 – Ed. Paralogike – Santos – SP – Brasil, 2011 pp 11-17.

SUBRAHMANIAN, V.S., "**On the semantics of quantitative Logic Programs**", Proc. 4th. IEEE Symposium on Logic Programming, Computer Society, press, Washington D.C., 1987.