Unisanta Science and Technology, **2016, 16, December**
Published Online 2016 Vol.5 N°3 http://periodicos.unisanta.br/index.php/sat)

UNISANTA
Science and Technology
ISSN 2317-1316

Sistema Paraconsistente Detector de Alarmes para atuar em Banco de Dados Originados de Rede de Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica

Joseffe Barroso de Oliveira, João Inácio da Silva Filho e Maurício Conceição Mario

UNISANTA - Universidade Santa Cecília
Departamento de Pós Graduação – Programa de Mestrado em Engenharia Mecânica PPGEMec
Rua Oswaldo Cruz, 266 – Santos-SP, Brasil

E-mail*:* joseffe@gmail.com

Received March, 2015

Resumo: Este artigo consiste em apresentar um modelo de normalização, processamento e análise de 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 elétricas 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 tipo de ocorrência representada pelo Estado Lógico Resultante. A partir dessa aplicação, é possível compararmos 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.

Paraconsistent System of Alarm Detector acting in Databases of Network for Transmission and Distribution of Electricity

Abstract: This article consists to present a model of normalization, processing and analysis of Electrical measurements and their Alarms aided by Paraconsistent Annotated Logic with annotation of two values Algorithms, a Non-Classical Logical able to withstand contradictory signals. Electrical measurements 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 occurrences represented by 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 computer system 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.

1. Introdução

A energia elétrica se tornou a principal fonte de luz, calor e força utilizada em todo mundo moderno. 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

Copyright © 2016 ISESC.

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 [1].

Contudo, se alguma falha acontecer durante esse processo, poderá ser gerado um problema ao consumidor. 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 [2].

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. A Lógica Paraconsistente pode ser utilizada para analisar esse tipo de informações, principalmente utilizando o Algoritmo Para-Analisador, que tem como objetivo retornar uma resposta do estado lógico resultante.

A Lógica Paraconsistente é uma Lógica não Clássica que possui como característica principal a admissão da contradição em sua estrutura [3], devido a esta propriedade mostra-se capaz de dar uma resposta mais satisfatória a problemas relacionados com situações não cobertas pela Lógica Clássica.

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, podemos obter a qualquer instante como resposta os valores dos Graus de Certeza e Graus de Contradição.

Através da amplitude desses valores tidos como saídas que saberemos detectar com um nível razoável de certeza sobre a preposição e se existe ou não contradição capaz de anular as conclusões [4].

2. Objetivos

O objetivo deste artigo 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 aplicação do algoritmo para-analisador. Dessa forma, poderemos processar essas informações utilizando esse algoritmo da LPA e posteriormente teremos o grau de certeza, o grau de contradição e principalmente o estado lógico resultante, que através dele poderemos ter tomadas de decisão importantes.

3. Materiais e Métodos

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

Podemos 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 termos um estado do tipo (V – Verdadeiro).

Para determinar um estado lógico, é fundamental a aplicação do Algoritmo Para-Analisador. Entretanto, primeiramente é necessário a normalização dos valores das medições elétricas para Graus utilizados em LPA, neste caso Grau de Evidência Favorável e Grau de Evidência Desfavorável. Após isso, será obtido os demais valores como: Grau de Certeza, Grau de Contradição, até chegarmos no Estado Lógico Resultante.

O Grau de Evidência Favorável foi obtido através da normalização de cada medição para o intervalo de [0, 1] proporcional a medição mínima e máxima do período analisado, conforme a Figura 1 e equação a seguir.

Copyright © 2016 ISESC

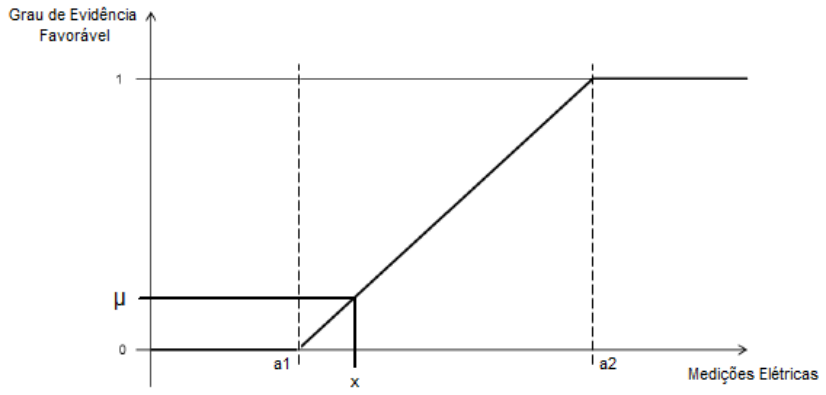

Figura 1. Gráfico que demonstra a obtenção do Grau de Evidência Favorável.

Equação:

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

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 do período analisado, conforme Figura 2, e equação abaixo:

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

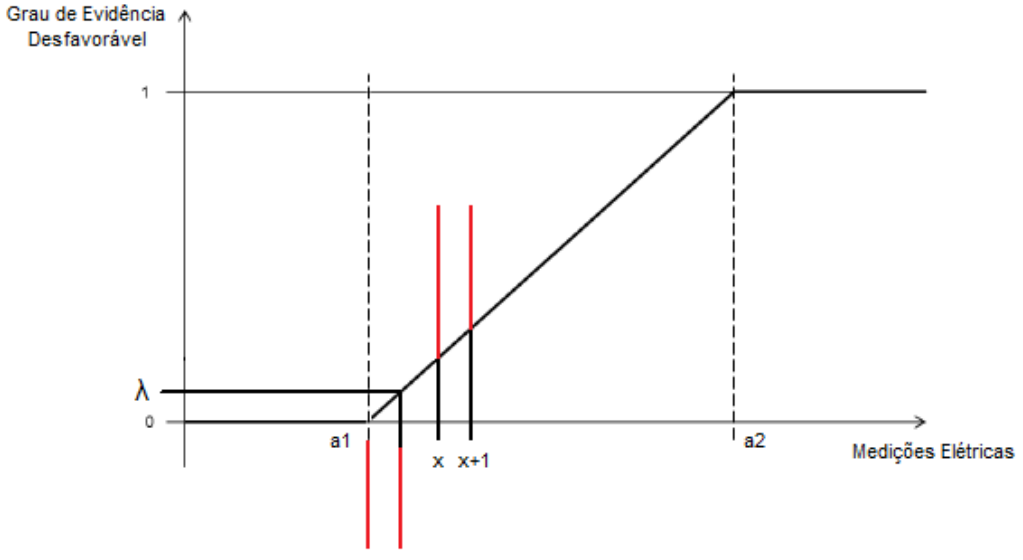

Figura 2. Gráfico que demonstra a obtenção do Grau de Evidência Desfavorável.

Copyright © 2016 ISESC

As medições elétricas e seus respectivos alarmes foram obtidos através de bases de dados simples e pouco flexíveis para manipulação dos dados, conforme Figura 3.

Todos os dados obtidos, foram migrados, armazenados e normalizados em um novo banco de dados, prontos para aplicação do algoritmo Para-Analisador, conforme Figura 4.

TB_MEDIDAS

ID_MEDIDA	ID_SUBSTN	ID_DEV	ID_DEVICE	NAME_DEVI	ID_ANALOG	DFLAGS_AN	DIS_ANALO	FLDTIME_ANALOG	Clique para Adicionar
1	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	

Registro: 1 de 1014553 Sem Filtro Pesquisar

Figura 3. Dados da tabela original de medições elétricas.

Results Messages

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

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

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

	RowGuidCol
1	No rowguidcol column defined.

	Data_located_on_filegroup
1	PRIMARY

	index_name	index_description	index_keys
1	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
1	PRIMARY KEY (clustered)	PK_TB_LPA	(n/a)	(n/a)	(n/a)	(n/a)	ID_MEDICAO

Figura 4. Estrutura da nova tabela para armazenar informações normalizadas para aplicação do Algoritmo Para-Analisador.

Copyright © 2016 ISESC

Concluída essa etapa, foi desenvolvido um sistema capaz de manipulas essas informações, além de aplicar os algoritmos e conceitos de LPA, denominado como ParaLogike Data Alarm, conforme a Figura 5.

O sistema ParaLogike Data Alarm é destinado a cruzar as informações de medições elétricas e seus respectivos alarmes juntamente com o estado lógico obtido através da aplicação do Algoritmo Para-Analisador.

Esse cruzamento se dá através de análises realizadas dentro de um determinado período e valores de controle pré-definidos (Figura 6).

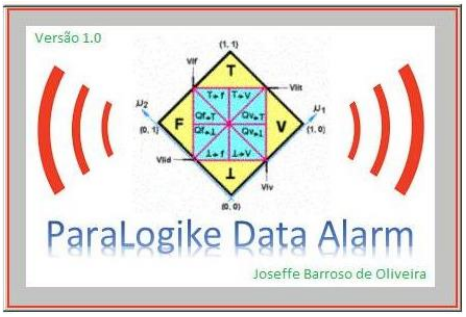

Figura 5. Tela de abertura do sistema *ParaLogike Data Alarm*.

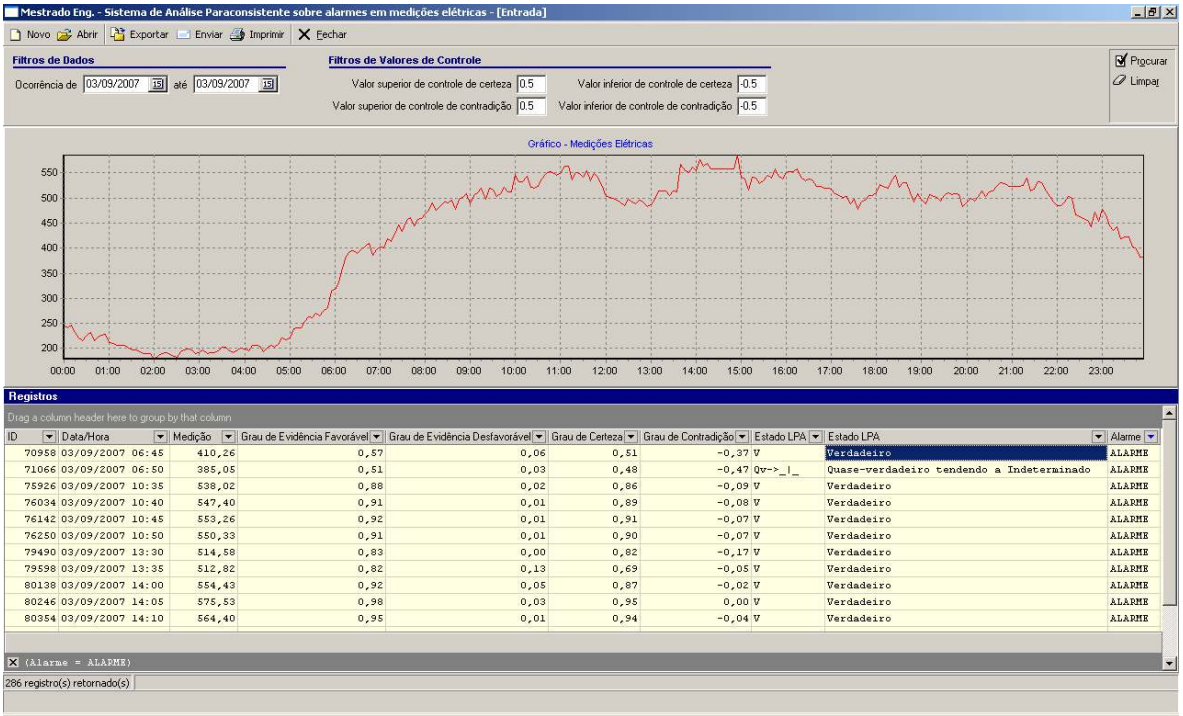

Figura 6. Funcionamento do sistema *ParaLogike Data Alarm*.

Copyright © 2016 ISESC

Para um melhor entendimento, a Figura 7 apresenta todas as etapas realizadas no desenvolvimento deste trabalho de pesquisa.

4. Resultados e Discussão

A partir das análises realizadas no processamento dos dados utilizando o Algoritmo Para-Analisador, foi possível a obtenção de vários resultados satisfatórios. Durante os resultados apresentados foi possível identificar que para cada dia ou período analisado, eram gerados dois resultados. 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.

O dia 03/09/2007, foi o primeiro dia analisado. Na primeira análise, utilizando os valores de controle padrão, foi obtido um acerto de 92,85%, conforme as Figuras (28 e 29), contra 100% de acerto na segunda análise utilizando valores de controle parametrizados no sistema.

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. Foi obtido um acerto de 75% 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. Nessa análise foi obtido um acerto de 100% utilizando os valores de controle padrão. 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, foi obtido um acerto de 75% de acordo com os 4 alarmes encontrados. Já na segunda análise, realizada no mesmo período, porém com valores de controle parametrizados na aplicação, foi obtido um acerto de 100%.

Uma última análise unitária foi realizada e o dia 27/09/2016 foi escolhido. Nesse dia, foi obtido um acerto de 100%, 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, 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.

Uma nova análise foi realizada na segunda quinzena do mês de setembro de 2007, entre os dias 16/09/2007 à 30/09/2007. Na primeira análise, utilizando os valores de controle padrão, foram encontrados 45 alarmes e obteve-se um acerto de 6,65% apenas. Esse número baixo se

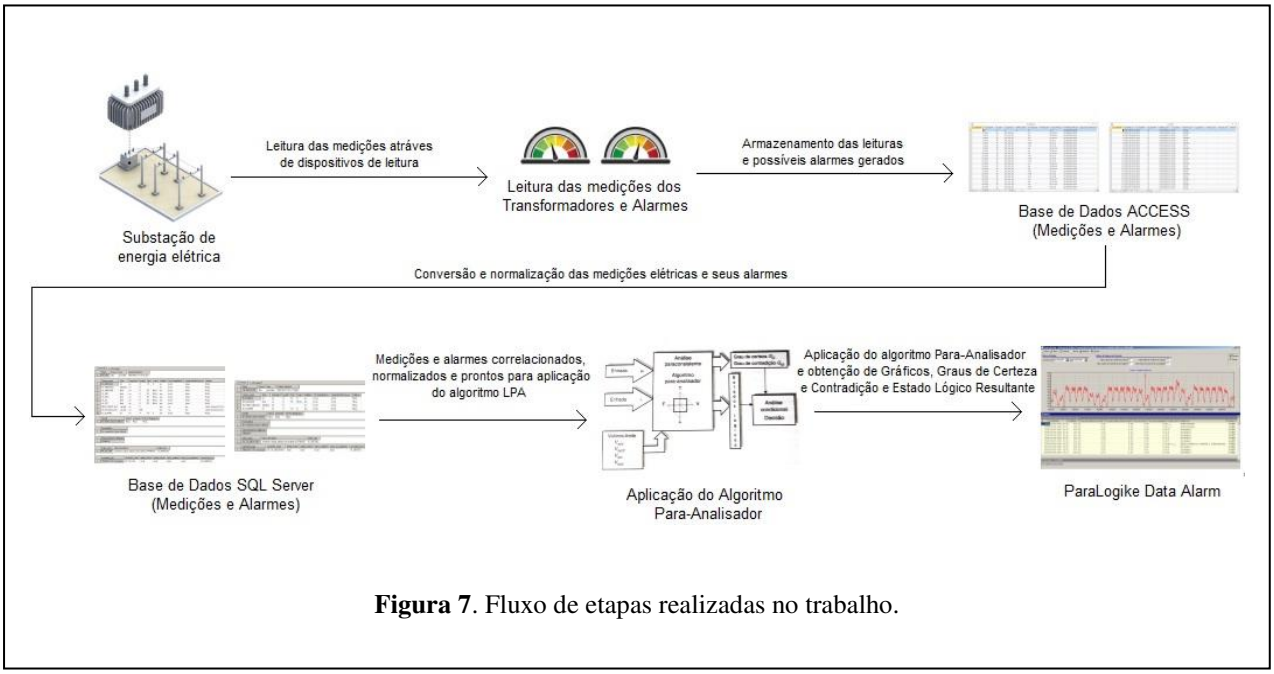

Figura 7. Fluxo de etapas realizadas no trabalho.

Copyright © 2016 ISESC

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, tivemos um acerto de 73,33%.

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. Utilizando os valores de controle padrão, foi obtido um acerto de 18,18%, devido principalmente as baixas medições já mencionadas na segunda quinzena do mês. Contudo, para obter uma resposta mais próxima da realidade, os valores de controle foram parametrizados e uma nova análise foi realizada no mesmo período. Nessa segunda análise, obteve-se um acerto de 84,41%, resultado esse que prova a eficiência do sistema.

5. Conclusões

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 artigo 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.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

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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.

5. DA SILVA FILHO, J. I. , **Métodos de Aplicações da Lógica Paraconsistente Anotada com anotação de dois valores LPA2v** - Revista Seleção Documental do GLPA n.1 Ano 1 Jan/Fev/Março ISSN 1809-0648 pp(18-25) Ed. Paralogike - Santos-SP Brasil, 2006.

6. MARIO, M.C.-" Sistema Classificador de Sinais Projetado com Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes"- Revista Seleção Documental do GLPA N.7 Ano 2 julho/ago/setembro, ISSN 1809-0648 pp(19-24) ed. paralogike - santos-sp brasil, 2007

Copyright © 2016 ISESC