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

HUMBERTO DE SOUSA SILVA

PROPOSTA DE METODOLOGIA DE PRIORIZAÇÃO DOS ATENDIMENTOS DE SERVIÇOS DE MANUTENÇAO UTILIZANDO REDE DE ANÁLISE PARACONSISTENTE

SANTOS/SP
2015

HUMBERTO DE SOUSA SILVA

PROPOSTA DE METODOLOGIA DE PRIORIZAÇÃO DOS ATENDIMENTOS DE SERVIÇOS DE MANUTENÇAO UTILIZANDO REDE DE ANÁLISE PARACONSISTENTE

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. Cláudio Rodrigo Torres.

SANTOS/SP
2015

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

Silva, Humberto de Sousa.
Proposta de metodologia de priorização dos atendimentos de serviços de manutenção utilizando rede de análise paraconsistente / Humberto de Sousa Silva.
-- 2015.
139 f.

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Rodrigo Torres.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Santa Cecília, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Santos, SP, 2015.

1. Paraconsistente. 2. Gestão. 3. Manutenção. I. Torres, Cláudio Rodrigo, orient. II. Proposta de metodologia de priorização dos atendimentos dos serviços de manutenção utilizando rede de análise paraconsistente.

Elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas - Unisanta

Dedico esse trabalho aos meus pais, que apesar de terem concluindo o ensino básico somente há pouco tempo, sempre me mostraram a importância dos estudos como ferramenta de crescimento e ampliação da consciência.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Cláudio Rodrigo Torres, pelo apoio na solução das dúvidas, nas decisões e rumos que a dissertação deveria tomar e pelas valorosas discussões que sempre permeiam esse tipo de trabalho.

Ao Prof. Dr. João Inácio da Silva Filho, pelos valiosos ensinamentos da Lógica Paraconsistente, o que me abriu possibilidade para a solução de vários problemas através da aplicação dessa ferramenta.

À minha amada esposa Nathália Megda, e nossa maravilhosa filha, Júlia Megda, por entenderem a minha ausência em muitos dos momentos.

Aos meus pais Joceli Raposo de Sousa e Moysés José da Cruz que, com sua simplicidade e humildade, sempre me incentivaram a nunca parar os estudos, além de transmitir os verdadeiros valores que uma família unida em paz deve possuir.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a idealização e desenvolvimento desse trabalho, incluindo aqueles que participaram das pesquisas essenciais para o desenvolvimento do sistema especialista paraconsistente.

E a Deus, que nos momentos de dificuldade e dúvida colocou sua mão sobre meu ombro e permitiu que minha mente fosse iluminada e os entraves desfeitos. Somente Ele sabe como foi árduo administrar tempo e forças para que esse objetivo fosse alcançado.

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo propor uma metodologia de priorização dos atendimentos de serviços de manutenção, utilizando a Rede de Análise Paraconsistente como processadora das informações contidas no *software* de gestão da equipe. Para atingir esse alvo, dez especialistas definiram onze critérios de priorização a serem extraídos do banco de dados que contém os registros de manutenção ao longo dos últimos dez anos. Através da definição das características prioritárias, uma rede de análise paraconsistente processa os resultados conforme a definição dos especialistas, informando na saída da rede um valor paraconsistente correspondente a Proposição P1: “O serviço é prioritário”. Os resultados obtidos demonstram que, ordenando os valores decrescentemente, é possível fazer uma gestão da equipe baseado nos conceitos aplicados pela mentalidade enxuta. O trabalho conclui ainda que, através do uso dessa ferramenta, é possível identificar as necessidades de mão-de-obra, criar índices de desempenho, melhorar o planejamento de compra de materiais e aumentar a confiabilidade da equipe perante os clientes. Por fim, a utilização contínua do sistema especialista paraconsistente pelos gestores está diretamente relacionada ao aumento da eficiência da equipe.

Palavras-chave: Paraconsistente. Gestão. Manutenção.

ABSTRACT

The referring paper has as objective propose a prioritizing methodology of maintenance services support, using Paraconsistent Analysis Network as processor of information held in the team management software. To reach this goal, ten specialists defined eleven prioritization criteria to be extracted from the database that contains the maintenance entries from the past ten years. By defining the prioritizing characteristics, a paraconsistent analysis network processes the results according to the criteria defined by the specialists, informing in the output of the network, a paraconsistent result corresponding to Proposition P1: “The service is priority”. The results show that putting the data in descending order, it is possible to manage the team based on concepts applied by the lean manufacturing. The paper also concludes that by using this tool, it is possible to identify the labor needs, create performance indexes, improve the planning of material purchase, and reliability increase of the team to their customers. To sum up, the continuous usage of the paraconsistent specialist system by the managers is directly associated to an increased team efficiency.

Keywords: Paraconsistent. Management. Maintenance

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Reticulado finito de Hasse 26
Figura 2 – Reticulado com anotações da LPA2v.....27
Figura 3 – Sistema típico para análise paraconsistente de duas entradas 29
Figura 4 – Transformação de G_c em μ_E.....30
Figura 5 – Representação simbólica de um nó de análise paraconsistente.....30
Figura 6 – Modelagem em que as saídas são evidências para uma proposição 31
Figura 7 – Rede de análise paraconsistente com configuração simples.....31
Figura 8 – Tela de exibição de Nota de Manutenção do software de gestão.....53
Figura 9 – Planilha de extração dos dados de manutenção.....62
Figura 10 – NAP configurada para a prioridade A.....72
Figura 11 – NAP configurada para a prioridade B.....73
Figura 12 – NAP configurada para a prioridade C.....74
Figura 13 – NAP configurada para a prioridade D.....75
Figura 14 – NAP configurada para a prioridade E.....77
Figura 15 – NAP configurada para a prioridade F.....78
Figura 16 – NAP configurada para a prioridade G 79
Figura 17 – NAP configurada para a prioridade H.....80
Figura 18 – NAP configurada para a prioridade I 81
Figura 19 – NAP configurada para a prioridade J 82
Figura 20 – NAP configurada para a prioridade K.....83
Figura 21 – Conceito da Rede de Análise Paraconsistente 84
Figura 22 – Rede de Análise Paraconsistente conforme a priorização 85
Figura 23 – Processamento do código no software de cálculo 87

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Carteira de Manutenção para o ano de 2005 40
Gráfico 2 - Carteira de Manutenção para o ano de 2006 41
Gráfico 3- Carteira de Manutenção para o ano de 2007 42
Gráfico 4 - Carteira de Manutenção para o ano de 2008 43
Gráfico 5- Carteira de Manutenção para o ano de 2009 44
Gráfico 6 - Carteira de Manutenção para o ano de 2010 45
Gráfico 7- Carteira de Manutenção para o ano de 2011 46
Gráfico 8 - Carteira de Manutenção para o ano de 2012 47
Gráfico 9- Carteira de Manutenção para o ano de 2013 48
Gráfico 10 - Carteira de Manutenção para o ano de 2014 49
Gráfico 11 - NAP "A Nota de Manutenção é prioritária" 90
Gráfico 12 - NAP "O Ordem de Manutenção é antiga" 91
Gráfico 13 - NAP "O serviço a ser realizado é complexo" 92
Gráfico 14 - NAP "O equipamento é importante para a manter o processo fabril" ...93
Gráfico 15 - NAP "O serviço constará no histórico do equipamento" 94
Gráfico 16 - NAP "O cliente está ansioso em resolver o problema" 96
Gráfico 17 - NAP "O cliente está contribuindo com os custos do reparo" 96
Gráfico 18 - NAP "A equipe de manutenção historicamente prioriza o serviço" 97
Gráfico 19 - NAP "A equipe de manutenção historicamente prioriza o cliente" 98
Gráfico 20 - NAP "Existe histórico das soluções para as falhas do equipamento" ...99
Gráfico 21 - Eficiência do LAE segundo o sistema especialista paraconsistente....103

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Processos, fases, etapas e passos do estudo de caso 35
Quadro 2 – Determinação das características prioritárias de serviços.....67
Quadro 3 – Impacto de cada metodologia na RAP 100**Erro! Indicador não definido.**
Quadro 4 – Extração de alguns registros com seus valores paraconsistentes 101

LISTA DE ABREVIATURAS

CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CFTV	Circuito Fechado de Televisão e Vídeo
CNPJ	Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica
ERP	Sistema Integrado de Gestão Empresarial
F	Falso
G_C	Grau de certeza calculado
G_{Ct}	Grau de contradição
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
ICMS	Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
ISS	Imposto Sobre Serviços
LPA	Lógica Paraconsistente Anotada
LPA2v	Lógica Paraconsistente Anotada com anotação de dois valores
NAP	Nó de Análise Paraconsistente
ONU	Organização das Nações Unidas
QUPC	Quadrado unitário no plano cartesiano
RAP	Rede de Análise Paraconsistente
RMBS	Região Metropolitana da Baixada Santista
SP	Estado de São Paulo
T	Inconsistente
V	Verdadeiro
μ	Grau de evidência favorável
λ	Grau de evidência desfavorável
$\perp$	Paracompleto ou indeterminado
μ_{ER}	Grau de evidência resultante real
Φ	Intervalo de certeza

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 14
1.1 Justificativa 14
1.2 Relevância do Tema 15
1.3 Problematização 16
1.4 Lacunas e Expectativas do Trabalho 17
1.5 Eixos teóricos 17
1.5.1 Mentalidade enxuta 18
1.5.2 Gestão da manutenção industrial 20
1.5.3 A ciência lógica 22
1.5.4 As lógicas não-clássicas 23
1.5.5 A lógica paraconsistente 24
1.5.6 A lógica paraconsistente anotada 25
1.5.7 A lógica paraconsistente anotada com anotação de dois valores 27
1.5.8 Nós e Redes de Análise Paraconsistente 30
1.5.9 Uso da lógica paraconsistente na tomada de decisões 32
1.6 Objetivos 32
1.6.1 Objetivo geral 32
1.6.2 Objetivos específicos 33
2. MATERIAIS E MÉTODOS 34
2.1 Métodos 34
2.2 Procedimentos Metodológicos 34
2.3 Lócus da Pesquisa 36
2.3.1 Aspectos históricos 36
2.3.2 Aspectos físicos 37
2.3.3 Aspectos políticos 38
2.3.4 Setor de manutenção de sistemas industriais 38
2.4 Amostras e sujeitos do estudo 39
2.4.1 Amostra do estudo 39

2.4.2 Sujeitos da pesquisa....50
3. COLETA DE DADOS....52
3.1 Extração do banco de dados da manutenção....52
3.2 Identificação das metodologias de priorização....62
3.3 Análise dos dados coletados....68
4. CONSTRUÇÃO DO SISTEMA ESPECIALISTA PARACONSISTENTE....71
4.1 Estudo das características e formato dos dados....72
4.2 Processamento da Rede de Análise Paraconsistente....83
5. IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA ESPECIALISTA PARACONSISTENTE....86
5.1 Preparação do ambiente....86
5.2 Criação da Gestão à Vista....87
6. RESULTADOS....89
6.1. Resultados obtidos pela LPA2v....89
6.1.1 Prioridade indicada pelo cliente....89
6.1.2 Tempo em carteira....90
6.1.3 Hierarquia do solicitante....91
6.1.4 Complexidade do serviço....92
6.1.5 Importância para o processo fabril....93
6.1.6 Equipamento atrelado....93
6.1.7 Atenção do cliente visando agilidade....94
6.1.8 Apresentação do Centro de Custo....95
6.1.9 Prioridade típica adotada pelo LAE....96
6.1.10 Frequência de serviços prestados....97
6.1.11 Existência do histórico....98
6.1.12 Rede de Análise Paraconsistente....99
6.2. Avaliação dos indicadores levantados....102
6.3. Padronização do processo....103
7. DISCUSSÃO....105
7.1. Pontos mais significativos dos Resultados....105
7.2. Aplicação mais abrangente....106
7.3. Melhoria contínua....106

8. CONCLUSÃO 108
8.1. Produção enxuta 109
8.2. Trabalhos futuros 109
8.3. Lateralidade 110
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 112
APÊNDICES 118
ANEXOS 136

1. INTRODUÇÃO

Segundo Brito e Pereira (2003), o aumento da competitividade de uma empresa está diretamente relacionado à globalização da economia mundial. Dentre os vários conceitos que podem ser abordados em uma organização afim de que ela se torne mais produtiva, objetivando sempre reduzir o custo sem prejudicar a qualidade do produto, destaca-se o emprego de sistemas de gestão que aumentem a eficiência do trabalho e melhoram a utilização dos recursos disponíveis para uma equipe ou setor.

Esses sistemas podem ser softwares, filosofias, organogramas corporativos ou quaisquer outras ferramentas de controle que atinjam o objetivo exposto nesse parágrafo.

Apesar de todos os setores de uma organização possuírem domínio sobre sua gestão, seja através do uso de normas internas ou especificações acertadas entre seus membros, a gestão da manutenção mostra-se um campo bastante promissor, quando seu estudo está voltado para o aumento do desempenho das indústrias, sendo fator crítico na determinação de sucesso do negócio. Para Cholasuke Bhardwa e Antony (2004), o suporte dado pela manutenção industrial resulta em um nível bastante satisfatório de trabalhos voltados para a melhoria contínua. Conforme pesquisa realizada por Jonsson (1997), um terço das empresas considera de pouca importância o setor da manutenção; ele ainda conclui que isso é impedimento para que os colaboradores passem por elementos de aprendizagem, algo que é benéfico principalmente à organização.

1.1. Justificativa

Em muitos casos, uma equipe de manutenção industrial possui uma Carteira de Serviços que pode atingir centenas de solicitações, abrangendo pedidos oriundos de toda a estrutura organizacional de uma empresa, com diferentes características de funcionamento, complexidades de normalização, prioridades, dentre outras particularidades.

Os conhecimentos necessários para se definir a prioridade dessas solicitações normalmente ultrapassam os dados contidos em registros, livros e normas técnicas, tendo que se dispor também de conhecimento tátil, adquirido com experiência e de forma individual por todos os envolvidos no processo. Para Kol (2015), somente na união desses dois tipos de conhecimentos é que existe a gestão do conhecimento necessária para essa tomada de decisão.

Segundo Abel (2002), a forma como as informações são estruturadas na manutenção normalmente não estão referenciadas e nem orientadas a representar experiências práticas de como fazer a gestão, sendo o principal desafio tornar esse patrimônio volúvel e não registrável em um sistema que possa ser alimentado com essas informações, tornando-o completamente independentes das pessoas que o retém, além de poder ser medido quanto à sua eficiência, pelo menos em algum grau.

1.2. Relevância do Tema

Uma das funções estratégicas de uma empresa e que é diretamente responsável pela disponibilidade dos seus ativos (equipamentos e processos) é a manutenção. Com uma gestão de manutenção eficiente, maior é a importância capital nos resultados da organização. Segundo a ABRAMAN (2012), 4,3% do faturamento bruto de uma linha de processo referem-se ao custo de manutenção. Mundialmente essa média é de 4,1%.

Em moeda corrente, considerando o PIB brasileiro, essa porcentagem representa pouco mais de 19 bilhões de dólares gastos somente com manutenção.

Através desses dados, fica claro que as organizações devem sempre trabalhar com foco na melhoria contínua quando se trata da gestão de manutenção, buscando de forma incessante os conhecimentos inovadores e as aplicações das práticas de manutenção implantadas em países de primeiro mundo.

Quando buscado na literatura, encontra-se um vasto material que foca na otimização dos sistemas computadorizados na gestão da manutenção. Swanson (1997) indica a relevância do uso desses sistemas, com clara vantagem fornecida pela automatização dos fluxos de informações referentes à manutenção, inclusos aí o acesso ao histórico de recursos e performances dos equipamentos instalados, bem

como na organização das ordens de manutenção e relatórios que podem ser gerados a partir desses dados.

Segundo Jorge Jr. (2003), os sistemas de gestão da manutenção devem possuir mecanismos que consigam detectar anomalias na tentativa de que essas não tenham reincidência. Quando detectadas, melhorias devem ser estudadas e implementadas nesse sistema, tal como se fosse realimentado. Porém, ao unificar as diretrizes oriundas de clientes, técnicos e cargos superiores na gestão de manutenção, é comum que ocorram contradições ou inconsistências no que tange à importância dos diversos itens que a compõem. Avanzi (2013) propõe, para esses casos, a aplicação da Lógica Paraconsistente no apoio das tomadas de decisão. Essa lógica não clássica heterodoxa derroga alguns princípios basilares da lógica clássica, como por exemplo, dentro de certas condições, aceitar como verdadeiras duas sentenças em que uma é negação da outra.

O objetivo no uso da Lógica Paraconsistente é a de aceitar afirmações que possam ser contraditórias nas questões que, em um estudo preliminar, não possam ser concluídas de imediato. Isso induz a procura de outras evidências considerando as opiniões de especialistas que convivem frequentemente com o problema, alimentando o sistema sempre que uma informação útil esteja disponível.

1.3. Problematização

O local onde ocorre o presente estudo de caso é uma empresa do setor siderúrgico líder na produção e comercialização de aços planos laminados a frio e a quente, bobinas, placas e revestidos, destinados principalmente aos setores de bens de capital e bens de consumo da linha branca, além da indústria automotiva.

O sistema integrado de gestão empresarial (ERP) utilizado por essa empresa é de origem alemã e líder global de mercado em soluções de negócio corporativas e multiempresas.

Os estudos preliminares mostraram que o refinamento na produção e as exigências de índices de qualidade do mercado trouxeram a premente necessidade de se agregar novas técnicas metodológicas no sistema de gestão empresarial. Dessa

forma esta pesquisa procura trazer melhores práticas de analises e de tratamento de informações através de um novo *Software* de gerenciamento construído com base em algoritmos estruturados em Lógica Paraconsistente.

1.4. Lacunas e Expectativas do Trabalho

A motivação para o desenvolvimento desse trabalho é a identificação pelo autor da falta de um sistema de gestão de manutenção que levasse em consideração não somente os dados imputados pelo cliente na solicitação de manutenção, e sim todo o histórico de atendimento, expertise dos técnicos envolvidos no reparo, relacionamento com clientes e definição do conceito de “emergência” pelos mesmos. O software de gestão atual que a empresa do autor utiliza, apesar de muito robusto e proveitoso, não possui uma ferramenta que trabalhe da forma aqui exposta.

A arquitetura do sistema especialista paraconsistente proposto nesse Trabalho contempla um banco de dados que atualmente conta com informações de mais de dez mil serviços executados pelos técnicos que trabalham e trabalharam na equipe desde 2005, incluindo todo o detalhamento dos serviços realizados. Por se tratar de um banco de dados alimentado por informações de seres humanos, existem inconsistências e indefinições nos dados que serão tratados pela lógica paraconsistente. O sistema que será montado terá a função de indicar ao Supervisor de Manutenção os equipamentos que prioritariamente deverão ser programados.

1.5. Eixos Teóricos

Para dar sustentação a esse estudo: “Proposta de metodologia de priorização dos atendimentos de serviços de manutenção utilizando rede de análise paraconsistente”, se fez necessário buscar fundamentos teóricos para responder a duas questões decorrentes da situação-problema:

- Qual o estado da arte quando o assunto é gestão da manutenção industrial?
- Como se dá o uso da lógica paraconsistente na tomada de decisões?

Esses questionamentos se articulam ao processo de busca pela teoria que melhor interprete e explique as situações que ocorrem na empresa e como se pode melhorá-los. Desse modo, quando se pensa na dificuldade que uma indústria tem em manter suas linhas produtivas sem interrupções indesejadas, aparece o relevante tema da manutenção industrial.

É sabido que para a realização da manutenção as indústrias precisam de pessoas com alto desempenho técnico e engajadas. Devido a importância que esse setor representa para a continuidade do processo, as tomadas de decisões sobre o assunto também possuem grande impacto, que ao final de todo o processo retornará na forma de um produto entregue em conforme com as características, qualidade e tempo solicitados pelo cliente.

Segundo Guimarães (2004), existem diversas metodologias para auxílio na tomada de decisões. Uma delas faz uso da lógica paraconsistente, uma lógica não clássica heterodoxa. Ela apresenta alternativas a proposições, cuja conclusão pode ter valores além do verdadeiro e falso, tais como indeterminado e inconsistente. Isso permite com que se consiga, dentre opções oriundas de uma grande quantidade de dados qualitativos e quantitativos, identificar a melhor decisão a ser tomada.

Uma vez formulado o problema e selecionados os objetivos, surge a necessidade de sustentar teoricamente o estudo e isso implica analisar e expor as teorias que tratam do objeto focado, compondo, assim, o marco teórico.

Neste estudo, a Pesquisa Exploratória proporcionou: focar o problema, orientar a forma de realização e construir um marco teórico visando auxiliar na busca de dados e posterior interpretação dos resultados. A partir daí, chegou-se aos seguintes tópicos:

1.5.1. Mentalidade enxuta

Apesar de ser comum nos dias de hoje, foram os japoneses que idealizaram o combate ao desperdício nas empresas, partindo do princípio de que todos os esforços nesse sentido agregam valor ao produto e criam valores para o cliente.

De forma geral, as formas de desperdício mais comuns nas empresas são:

- Movimentação de mercadorias e pessoas que não são necessárias;
- Processos de produção desnecessários;
- Colaboradores que ficam aguardando o término de alguma atividade anterior que está atrasada;
- Estocagem de produtos;
- Produção de materiais que o cliente não deseja ou que não atende às suas necessidades, e;
- Falhas que exigem retrabalhos.

Quando se adota uma postura de observação mais crítica, percebe-se que existe uma quantidade de desperdício gigantesco, estando muita das organizações aplicando a metodologia da Mentalidade Enxuta como forma de gestão para se proteger dessas perdas, responsáveis pela redução do lucro e comprometimento da competitividade. Afinal, essa é a forma mais eficaz de se fazer cada vez mais com menos esforços humanos, equipamentos, tempo, espaço e energia, elevando o produto à condição desejada pelo cliente.

Além disso, a Mentalidade Enxuta (*Lean Thinking*) torna o trabalho mais estimulante através do incentivo aos *feedbacks*, bem como promovem o comprometimento e envolvimento dos funcionários com a organização.

Ao adotar a Mentalidade Enxuta, as empresas devem gerar o máximo de valor para os clientes e o máximo de satisfação para os colaboradores. Os conceitos estão relacionados à especificação do valor, à identificação do fluxo de valor, à organização do fluxo, à implantação do sistema puxado e à busca pela perfeição.

Idealmente, os projetos do produto e do processo devem caminhar juntos. Assim, a integração entre as diversas funções necessita ser muito forte para o atendimento do *Lean Thinking*. Segundo Womack, Jone, Roos (1992) o desenvolvimento simultâneo é a técnica que distingue a produção Enxuta da produção em massa no desenvolvimento de produtos e processos.

1.5.2. Gestão da manutenção industrial

As grandes empresas, de uma forma geral, têm a prática de agrupar atividades e recursos de uma mesma natureza em Departamentos. Um Departamento também pode ser denominado Gerência-Geral, Área ou Setor, dependendo da estrutura organizacional adotada pelo Recursos Humanos.

Para Otani (2008), nas indústrias o Departamento de Manutenção é uma das áreas mais importantes para a continuidade do processo de fabricação do produto. Nas usinas siderúrgicas isso não é diferente.

A Engenharia de Manutenção é o órgão criado especificamente para criar métodos que maximizem a capacidade produtiva através de melhorias no desempenho e vida útil dos equipamentos, com atenção especial aos custos envolvidos. Para Xavier (2008), isso é conseguido em consequência da cobertura de todas as Ordens de Manutenção, a existência de um banco de dados com todo o histórico detalhado dos serviços executados e o planejamento pró-ativo integrado, ou seja, que envolve clientes, gestores e demais envolvidos no processo.

Segundo Almeida (2001), um dos pontos mais fundamentais está ligado ao histórico de ocorrências, afinal o entendimento das falhas e das variabilidades existente na produção irá com certeza facilitar a tomada de decisão do gestor e sua equipe em momentos de extrema intensidade.

Para Cavalcante (2005), um dos problemas enfrentados pela existência de um banco de dados de manutenções realizadas muito grande é a análise e o gerenciamento das informações que podem ser importadas para posterior processamento em softwares de gestão. Nesse caso, deve-se extrair dados que se traduzem em qualidade, e que ajudarão o gestor a determinar o sequenciamento dos serviços que deve programar para execução.

A partir do momento em que existe essa grande quantidade de dados, faz-se o uso da Mineração de Dados (Data Mining) para realizar a extração de informação útil que pode ser utilizada para alimentar sistemas ou banco de dados secundários. Van Der Aalst (2011) informa que essa extração se caracteriza principalmente pela identificação de padrões existentes no banco, através de análise manual ou automática,

e que tem como ponto positivo a possibilidade de ser adaptada e desenvolvida sempre que se faz necessária a obtenção de registros de eventos mais específicos ou de melhor qualidade.

Segundo Weber (2011) obtém-se com a mineração de dados uma melhor compreensão dos processos ou atividades envolvidas na geração daqueles dados. Weber (2011) observa também que esses algoritmos podem ser utilizados em uma larga variedade de sistemas de gestão que produzem registro de eventos de forma contínua, como é o caso da manutenção industrial.

As definições dos dados que serão extraídos do banco de dados que contém o histórico de manutenção devem possuir uma metodologia que alcance objetivos básicos tais como o aumento da segurança dos clientes, a redução no tempo de paralisação, o aumento da vida útil do equipamento a ser reparado, a garantia da exatidão dos diagnósticos e reparos executados, a redução de custos através da manutenção corretiva e a consequente redução no número de solicitações emergenciais oriundas de imprevistos não planejados. Para Morais (2010), os indicadores devem ser definidos por especialistas envolvidos no assunto, sempre com base nas opiniões e sugestões dos técnicos, operadores e inspetores dos equipamentos que passarão por reparo.

Horta (2013) informa, após levantamento de uma vasta literatura, que existem vários índices, sistemas e metodologias podem ser empregados na tomada de decisão que determinam a prioridade de execução de um serviço, e conclui que todos eles possuem vantagens e desvantagens intrínsecas aos processos que irão gerir. Logo, uma tomada de decisão para reparos de manutenção industrial pode ser baseada em quaisquer um desses índices, desde que sejam testados e possuam embasamento técnico que comprove sua eficiência.

Nesse trabalho, é proposto o uso da lógica paraconsistente na tomada dessa decisão, algo até então inédito, segundo conclusão do autor desse trabalho, que não consegue encontrar material relacionado ao assunto nas bases científicas.

1.5.3. A ciência lógica

Segundo Da Silva Filho (2008), a base da matemática e de toda a tecnologia tal como temos e conhecemos atualmente é a ciência lógica. Ela serve como fundamento para muitas das teorias científicas da ciência moderna, como por exemplo a que rege o funcionamento de computadores e sistemas digitais, chamada de lógica clássica. Historicamente, tudo indica que foi com os trabalhos de Aristóteles, filósofo que viveu entre os anos de 384 e 322 a.C., e sua busca por um instrumento de compreensão do mundo real e verdadeiro é que tiveram início os estudos dessa ciência. Na obra do sábio intitulada *Organom* encontra-se um capítulo que contém a parte essencial da Lógica tal como a conhecemos hoje.

Na obra de Aristóteles, estabeleceu-se também um conjunto de regras para que as conclusões pudessem ser aceitas como logicamente válidas, baseado em uma linha de raciocínio focada em premissas e conclusões composto por quatro princípios, a conhecer:

- Princípio da identidade: toda proposição ou objeto é idêntico a si mesmo.
- Princípio da identidade proposicional: toda proposição implica ela mesma.
- Princípio do terceiro excluído: de duas proposições contraditórias, uma delas é verdadeira.
- Princípio da não-contradição: entre duas proposições onde uma nega a outra, uma delas é falsa.

Dentro desse contexto, conclui-se que a lógica clássica é binária, onde uma declaração não pode contradizer a outra. Esse raciocínio é a base do pensamento lógico ocidental, sendo usado por vários séculos e por consequência fazendo parte de todos os progressos que a humanidade alcançou nesse período.

Até certo ponto, vale observar que o uso da lógica clássica é adequado para representar o conhecimento em algumas áreas como a da eletrônica, em que esse conceito se adapta bem ao funcionamento dos dispositivos que funcionam com chaves liga-desliga, inclusive transistorizadas – comuns a partir de 1950. No entanto, a

exigência de processamento e controle adequado de sistemas em condições nunca antes imaginadas, principalmente através do refinamento e maior quantidade de informações sobre o meio ambiente adquiridas, fez a lógica clássica tornar-se impossível de ser diretamente aplicada para a obtenção de informações confiáveis e que retratem o mundo real de forma mais fiel.

É nesse ponto que se deve considerar o uso de lógicas não clássicas. Ao se estudar profundamente sistemas de inteligência artificial observa-se que nem todas as situações podem ser classificadas nos extremos “verdadeiro e falso”. Nesses casos, é necessária uma lógica que possua conceitos básicos mais flexíveis, tais como as lógicas não clássicas.

1.5.4. As lógicas não-clássicas

Quando desejamos precisão para descrever uma proposição, é muito difícil estabelecer limites que nos permitam classificar a qualidade delas. Muito comumente os limites entre o falso e o verdadeiro são indefinidos, incertos, contraditórios e ambíguos. Em estudos na área da Inteligência Artificial, o objetivo é justamente incorporar nos sistemas computacionais análises das características ligadas à inteligência humana através do processamento de um algoritmo.

A partir do momento em que se possui muitas variáveis, dos mais variados tipos e com relacionamento não-lineares, e precisa-se resolver um problema de alta complexidade, verifica-se que o sistema trava ou leva um tempo demasiado para resolvê-lo, diminuindo a eficiência do conjunto. Para dar qualidade aos sistemas de análise com informações incertas ou contraditórias, várias são as pesquisas que foram e estão sendo desenvolvidas nas áreas de IA.

Para dar respostas satisfatórias a essas situações difíceis de serem tratadas, foram criadas as lógicas não clássicas, que violam as suposições binárias e permitem a coexistência da dualidade para se obter melhor precisão nas conclusões para tomadas de decisão.

São dois grandes grupos que compõem as lógicas não clássicas. O primeiro diz respeito às que complementam a lógica clássica, nos aspectos em que essa não é

capaz de expressar. Têm como base a lógica clássica e ampliam seu poder de expressão. Exemplos desse tipo de lógica são as epistêmicas, a modal tradicional, as intencionais, as de ação, as utilizadas para aplicações físicas, as combinatórias, as infinitas e as condicionais.

No segundo grupo, encontram-se as lógicas que rivalizam com a lógica clássica, restringindo ou modificando os princípios dessa. São exemplos desse tipo de lógica as intuicionistas, as não monotônicas, as lineares, as *default*, as *defesiable*, as abdutivas, as multivaloradas, as paracompletas, as paraconsistentes, as não-aléticas, as não-reflexivas, as auto-referentes, as rotuladas, as livres e as quânticas.

1.5.5. A lógica paraconsistente

Dentre as várias ideias no âmbito dessas lógicas, existe uma família que revoga o princípio de não contradição, admitindo o tratamento de sinais contraditórios na sua estrutura teórica, as chamadas Lógicas Paraconsistentes. Em outras palavras, essas lógicas não separam o conceito de inconsistência e trivialidade.

Os exploradores dessa lógica foram o filósofo russo N. A. Vasilév e o lógico polonês J. Lukasiewicz, que por volta de 1910 que sugeriram a ideia de uma lógica que restringiria, por exemplo, o princípio da contradição. Naquele momento ela foi batizada de lógica imaginária.

Somente em 1948 é que um lógico polonês chamado S. Jaskowiski, discípulo de Lukasiewicz, publicou suas ideias sobre lógica e contradição, estruturando um cálculo proposicional paraconsistente, mostrando como se poderia construí-lo tendo motivação conveniente. O sistema de Jaskowiski, por ele chamado de lógica discursiva, desenvolveu-se posteriormente a partir de 1968, em virtude das obras de autores como J. Kotas, L. Furmanowski, L. Dubikatjis, N.C.A da Costa e C. Pinter. Assim, chegou-se a edificar uma verdadeira lógica discursiva, englobando um cálculo de predicados de primeira ordem e uma lógica de ordem superior.

A partir de 1954, N.C.A. da Costa iniciou a construção dos sistemas iniciais de Lógica Paraconsistente, contendo todos os níveis lógicos envolvendo os cálculos proposicionais, de predicados e de descrições, bem como as lógicas de ordem superior.

As primeiras versões algébricas dos sistemas paraconsistentes surgiram por volta de 1965, conhecidas como Álgebras de Curry, em homenagem a um lógico americano de mesmo sobrenome. As semânticas iniciais dos sistemas paraconsistentes foram investigadas por volta de 1976 e são conhecidas como semântica de valores.

Em 1976, Francisco Miró Quesada cunha a expressão “lógica paraconsistente”, em uma conferência pronunciada durante o III Simpósio Latino-Americano de Lógica Matemática, realizado na Universidade Estadual de Campinas – SP. Vale observar que “paraconsistente” significa ao “lado da consistência”.

Esses trabalhos possibilitaram manipular informações inconsistentes sem a necessidade de eliminar as contradições e sem se cair na trivialização.

Sabe-se que os enunciados demonstrados como verdadeiros em uma teoria são chamados de teoremas, e se todas as sentenças formuladas em sua linguagem forem teoremas, diz-se que a linguagem é trivial. Sabe-se também que uma teoria é consistente se entre seus teoremas não existirem aqueles que afirmam algo que seja a negação de outros teoremas pertencentes à mesma teoria. Caso isso ocorresse, a teoria seria inconsistente.

Significativamente, outro conceito é o de lógica paracompleta. Ela possuirá esse nome se puder ser a lógica adjacente a teorias nas quais se infringe a lei do terceiro excluído na forma de, caso existam duas proposições contraditórias, uma delas é verdadeira.

Denomina-se uma lógica como não-alética se ela for paraconsistente e paracompleta.

1.5.6. A lógica paraconsistente anotada

Inicialmente, Subrahmanian emprega a LPA em programação lógica em 1987. Posteriormente, em 1988, Blair and Subrahmanian constroem a teoria geral de programação anotada, obtendo aplicações em bases de dados que contêm contradições. Em 1991, Da Costa, Subrahmanian e Vago verificaram que, em alguns casos, a LPA também continha características de lógica paracompleta e não alética. Na década de 1990 aparecem então trabalhos como o de Abe, em que foram obtidos

metateoremas de completeza forte e fraca para uma subclasse de lógica anotada de primeira ordem e fez-se um estudo sistemático de teoria anotada de modelo, generalizando-se a maioria dos resultados padrões para os sistemas anotados.

Conforme pode ser visto na Figura 1, a LPA pode ser representada de modo particular através de um reticulado de Hasse. Intuitivamente, as constantes de anotação nos vértices do reticulado vão dar conotações de estados lógicos extremos às proposições.

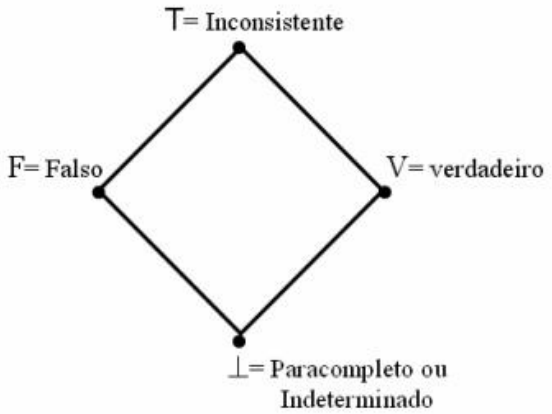


Figura 1 – Reticulado finito de Hasse.
Fonte: Da Silva Filho (2008).

Pode-se considerar que cada grau de evidência atribuído à proposição é um valor que está contido no conjunto de valores compostos pelas constantes de anotação do reticulado.

A anotação da LPA é definida através de uma análise intuitiva em que a fórmula atômica P_μ é lida como: creio na Proposição P com Grau de Evidência de no máximo μ. A sentença proposicional é acompanhada de um grau de evidência que atribui a conotação de verdade, falsidade, inconsistência ou indeterminação à proposição. Na LPA, tal reticulado denomina-se reticulado de valores-verdade. Considera-se em cada um dos seus vértices uma única anotação que representará, na análise paraconsistente, o grau de evidencia atribuído a proposição.

1.5.7. A lógica paraconsistente anotada com anotação de dois valores

Ao invés de um valor, a anotação pode ser composta por dois valores, e a Lógica Paraconsistente Anotada passa a ser chamada de Lógica Paraconsistente Anotada com anotação de dois valores – LPA2v. A representação dessa lógica pode ser estruturada conforme a Figura 2, nesse caso os estados lógicos paraconsistentes sendo expressado através de um par ordenado.

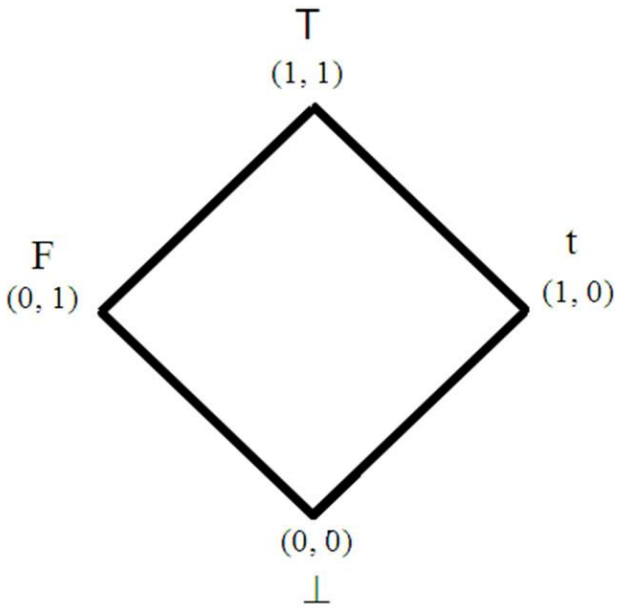


Figura 2 – Reticulado com anotações da LPA2v.
Fonte: Da Costa (2006).

O primeiro elemento do par ordenado (μ) representa o grau em que as evidencias favoráveis sustentam a proposição P, e o segundo elemento (λ) representa o grau em que as evidências desfavoráveis ou contrárias negam ou rejeitam a proposição P. Dessa forma, o objetivo na associação de uma anotação (μ, λ) a uma proposição P significa que o grau de evidência favorável em P é μ, ao passo que o grau de evidência desfavorável ou contrária é λ. Por exemplo, intuitivamente, no reticulado da Figura 1, têm-se as seguintes anotações:

- (1,0) indicando a existência de evidência favorável total e evidência desfavorável nula;
- (0,1) indicando a existência de evidência favorável nula e evidência desfavorável total;
- (1,1) indicando a existência de evidência favorável total e evidência desfavorável total, e;
- (0,0) indicando a existência de evidência favorável nula e evidência desfavorável nula;

Segundo Torres (2004), em sistemas especialistas da área de Inteligência Artificial que tomam decisões a partir de fenômenos do mundo real, informações extraídas desse ambiente vêm impregnadas de ruídos que conferem a esses dados um certo grau de incerteza. Para que a análise possa ser realizada, é considerado o grau de credibilidade que as premissas conferem à conclusão, na qual através de um algoritmo para-analisador, munido de duas entradas que são os graus de evidência favorável (μ) e desfavorável (λ), irão ter como saídas os graus de certeza e contradição da proposição colocada para análise, cujas equações são, respectivamente:

- $G_c = \mu - \lambda$, que tem seus valores representados no eixo x do Reticulado da LPA2v, e;
- $G_{ct} = \mu + \lambda - 1$, que tem seus valores representados no eixo y do Reticulado da LPA2v.

Sendo que os Graus de Evidência μ e λ são dados normalizados representativos de informações. Como são normalizados, μ e λ pertencem ao Conjunto dos Números Reais e estão contidos no intervalo fechado entre 0 e 1.

Com a análise das proposições, é possível montar um sistema especialista paraconsistente de apoio à tomada de decisões. Para isso ele deve ser capaz de gerar resultados que apresentem uma boa interpretação, tratar imprecisões, permitir o cálculo de valores incertos, apresentar consistência nos resultados e apresentar boa

computabilidade dos dados envolvidos (DA SILVA FILHO, 2008). Utilizando LPA2v, um Sistema de Análise Paraconsistente funcionaria tal como mostrado na Figura 3.

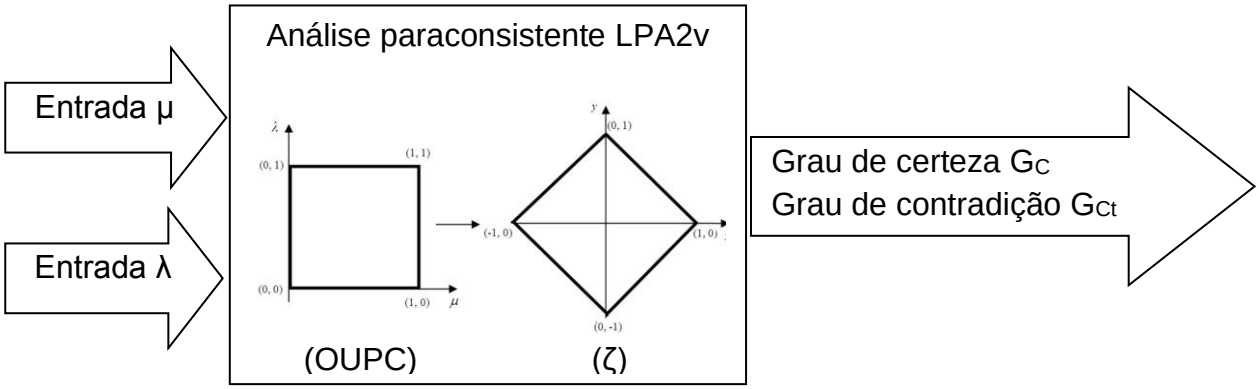


Figura 3 – Sistema típico para análise paraconsistente de duas entradas.
Fonte: Da Silva Filho (2008).

Obtidos os valores dos Graus de Certeza (G_c) e Contradição (G_{ct}), é possível calcular uma distância (D) do ponto de encontro entre esses dois valores até o vértice que representa o valor lógico Verdadeiro (ou Falso, caso o ponto estivesse no sentido de refutar a proposição). Isso é possível através da equação:

- $D = \sqrt{(1 - |G_c|)^2 + {G_{ct}}^2}$

Pode-se então calcular o Grau de Certeza Real (G_{CR}) fazendo:

- Se $G_c > 0$: $G_{CR} = (1 – D)$;
- Se $G_c < 0$: $G_{CR} = (D – 1)$;

Conforme se pode notar, o Grau de Certeza Real (G_{CR}) irá variar no intervalo fechado de -1 a +1. Não haverá dificuldade em escaloná-lo em um grau de evidência resultante para outra proposição. A figura 5 mostra a equivalência na sua normalização.

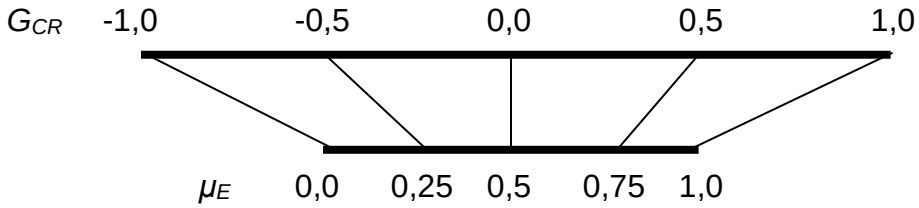


Figura 4 – Transformação do grau de certeza G_C em grau de evidência resultante μ_E.
Fonte: Da Silva Filho (2008).

A partir daí, é possível fazer o cálculo do grau de evidência real ($\mu_{ER}=(G_{CR}+1)/2$), que é aquele considerado quando o valor calculado do grau de evidência resultante torna-se livre dos efeitos devidos à existência da contradição.

1.5.8. Nós e Redes de Análise Paraconsistente

O Algoritmo denominado Nó de Análise Paraconsistente (NAP), recebe duas informações na forma de Graus de Evidência favorável (μ) e desfavorável (λ) e, após o tratamento destes sinais conforme a LPA2v, oferece como resultado o Grau de Evidência resultante μER. Na Figura 4, verifica-se um nó de análise paraconsistente, ou NAP, que representa todo o algoritmo envolvido no processo.

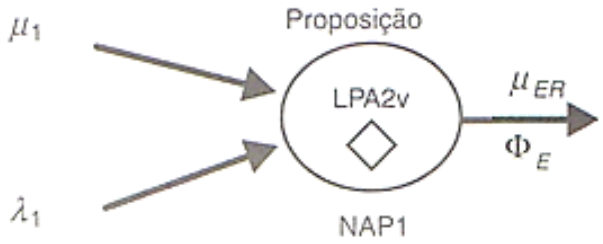


Figura 5 – Representação simbólica de um nó de análise paraconsistente.
Fonte: Da Silva Filho (2008).

Observa-se que existem algumas normas que devem ser consideradas na construção dos nós de análises paraconsistentes. NAPs não devem ser somados, substraídos ou consideradas as médias dos graus de evidências de entrada, por exemplo. Os valores de Grau de Certeza resultante só deverão ser reforçados ou enfraquecidos através da injeção de novas evidências nas entradas do sistema. Os

valores dos graus de evidências poderão ser ajustados simultaneamente, para aumento ou diminuição do grau de certeza resultante.

Calculado o μ_{ER} é possível, de acordo com a necessidade de maior ou menor precisão nas respostas, na existência de diferentes fontes de informações disponíveis, pode-se interligar os NAP de várias maneiras, formando uma Rede de Análise Paraconsistente, conforme pode ser visto nas Figuras 6 e 7.

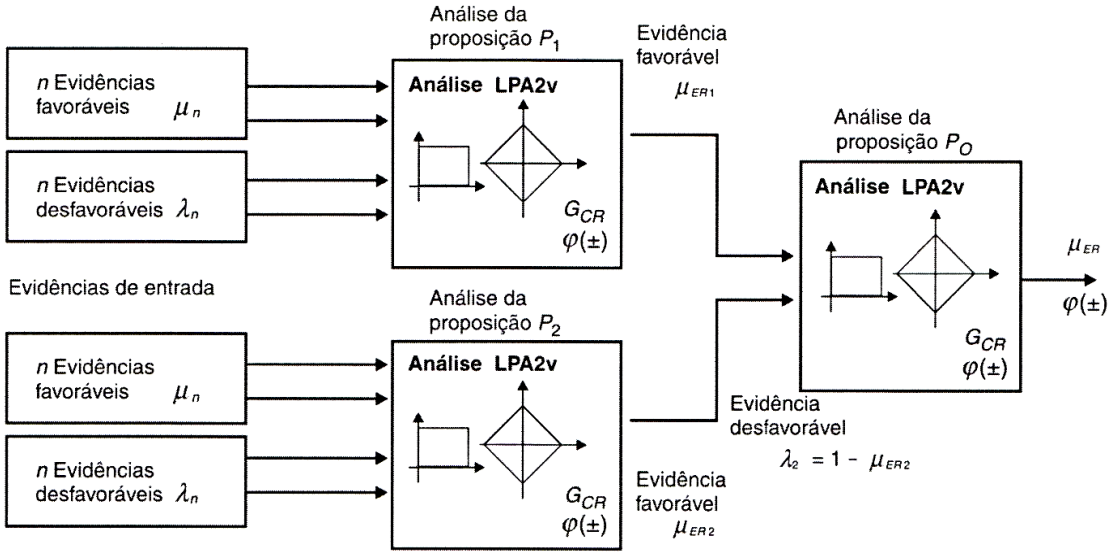


Figura 6 – Modelagem em que as saídas são evidências para uma proposição.
Fonte: Da Silva Filho (2008).

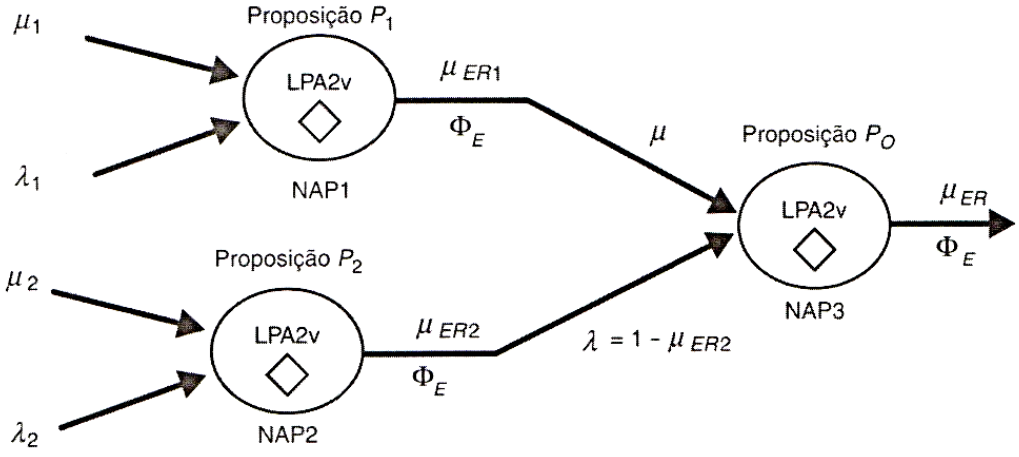


Figura 7 – Rede de análise paraconsistente com configuração simples.
Fonte: Da Silva Filho (2008).

Vale observar que mesmo uma fonte de informação geradora de Graus de Evidência seja fixado em 0,5, esta estará influindo no resultado da análise paraconsistente, aumentando ou diminuindo o grau de evidência resultante final. Quando se deseja desativar uma fonte, deve-se utilizar a indicação do Intervalo de Evidência para fazê-lo, pois através dessa informação é possível identificar se há uma alta contradição nas entradas ou que simplesmente não existem evidências.

1.5.9. Uso da lógica paraconsistente na tomada de decisões

Da Silva Filho (2008) cita várias aplicações onde a Rede de Análise Paraconsistente pode ser aplicada, como exemplos no auxílio ao diagnóstico de doenças cardiovasculares, reconhecimento de caracteres e padrões de fala, robôs autônomos, classificador de sinais, indicador de aparelhos ortodônticos, dentre inúmeras outras aplicações possíveis e imagináveis.

Nesse trabalho a Rede de Análise Paraconsistente é utilizada para auxiliar na determinação de serviços prioritários para uma equipe de reparos eletrônicos de equipamentos, baseando-se em várias características que permitem definir essa característica da manutenção.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo geral

Para refletir sobre a utilização das Redes de Análise Paraconsistente no auxílio à gestão de manutenção, é eleito como objetivo geral:

Propor uma metodologia de priorização dos atendimentos de serviços de manutenção, que utilize a rede de análise paraconsistente como processadora das informações contidas no banco de dados da equipe de reparos.

1.6.2. Objetivos específicos

Pretende-se constituir um aporte teórico que colabore na contextualização do problema proposto para essa investigação.

- Identificar as necessidades ou os excessos de mão de obra disponível, para que seja possível realizar a adequação da equipe conforme a demanda real de serviços solicitados à equipe.
- Criar índices de desempenho que sejam mais bem atrelados à realidade. Atualmente não existe um índice que meça a eficiência da equipe, não sendo possível levantar com exatidão as ações que poderiam ser tomadas para o acréscimo desse valor, bem como impossibilitando a estipulação de metas em médio prazo visando aumento da competitividade.
- Melhorar o planejamento de compra de materiais e sobressalentes utilizados pela equipe, incluindo equipamentos e instrumentos necessários à sua execução. Isso permite uma melhor gestão do custo aplicado, permitindo que a empresa consiga reduzir o preço final de produção, consequentemente aumentando a margem de lucro.
- Aumentar confiabilidade da equipe perante seus clientes, fator primordial na continuidade da existência desse quadro no organograma da empresa.
- Atuar de forma sincronizada com as necessidades da empresa. Essa é uma das principais bases do sistema especialista paraconsistente idealizado nesse trabalho, pois trata diretamente do tema “mentalidade enxuta”.
- Implantar um sistema especialista paraconsistente que recalcule a prioridade de uma Ordem de Manutenção. Atualmente a prioridade de uma Ordem de Manutenção no sistema de gestão pode ser alterada a qualquer momento pelo técnico, cliente ou gestor ligado direta ou indiretamente à solicitação de manutenção, não tendo, portanto, seu valor levado em consideração no momento em que a programação dos serviços é realizada.
- Propor o redesenho do modelo de gestão na programação de serviços, para atendimento à melhoria contínua da manutenção dos sistemas industriais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Métodos

Para atendimento dos objetivos que são propostos aqui e consequentemente responder a questão-problema, é necessário no desenvolvimento da investigação a realização de um estudo de caso com recurso à observação participante, pesquisa documental e bibliográfica.

Para Sampieri (2006, p. 276) é deveras útil o estudo de caso visando fazer a assessoria e o desenvolvimento de processos que possam intervir em populações, empresas, nações, etc., o que requer descrições detalhadas do próprio caso e o contexto que envolvem. Ainda segundo o autor, o estudo de caso é suficiente para dar fundamento a um julgamento legítimo quando se propõe alguma intervenção.

2.2 Procedimentos Metodológicos

Para que se possa atender os objetivos do trabalho, é desenvolvida uma pesquisa com enfoque qualitativo de caráter exploratório. Segundo Sampieri (2006, p. 11), a pesquisa qualitativa busca compreender o fenômeno de estudo no seu ambiente usual, por exemplo, como as pessoas trabalham, se comportam e atuam; o que pensam e quais as suas atitudes frente ao processo, etc.).

Partindo desse princípio, os estudos qualitativos podem envolver técnicas como a observação não estruturada, a avaliação de experiências pessoais e a análise de documentos. O objetivo é iniciar o conhecimento do campo com base científica.

Minayo (2000, p. 26), descreve o ciclo de realização da pesquisa como um processo de trabalho em espiral que sempre se inicia com um problema ou uma pergunta e termina em um produto provisório capaz de dar início a novos questionamentos. O autor conclui ainda que todo esse processo se inicia com a fase exploratória da pesquisa, momento dedicado a nos questionarmos de forma preliminar sobre o objeto, os pressupostos, teorias pertinentes, metodologia apropriada e as questões operacionais para se dar andamento ao trabalho de campo. Para Chizzotti

(2005, p. 11), pesquisar é transformar o mundo, criar objetos e concepções, encontrar explicações e avançar previsões, trabalhar a natureza e elaborar ações e ideias.

Quadro 1 – Processos, fases, etapas e passos do estudo de caso.

Processos		Fases		Etapas		Passos	
1º	Montagem do Sistema Especialista	1ª	Coleta de dados	1ª	Extração do banco de dados de manutenção	1º	Construção da comunicação entre o software de gestão e o de cálculo numérico
						2º	Download dos dados de manutenção para estudo de caso
				2ª	Identificação das metodologias de priorização	1º	Montagem do formulário e acesso pelos participantes
						2º	Preenchimento conforme instruções
						3º	Recebimento e compilação dos dados
				3ª	Análise dos dados (estratificação)	1º	Análise do formulário objetivando obtenção perfil de priorização dos envolvidos
						2º	Filtragem dos valores oriundos do software de gestão que estão relacionados à pesquisa
		2ª	Construção do código fonte	1ª	Estudo das características e formatos dos dados	1º	Levantamento dos modelos, inconsistências e subtipos dos dados presentes
						2º	Estudo para tratamento dos diferentes modos de informação contidos no banco
				2ª	Processamento das informações úteis	1º	Importação do banco de dados para processamento do software de cálculo numérico
						2º	Tratamento para padronização dos dados processados pelo Sistema Especialista
						3º	Identificação dos padrões propostos pelos especialistas através da mineração de dados
						4º	Armazenamento de registros paraconsistentes oriundos do processamento do software de gestão
						5º	Processamento da rede de análise paraconsistente dinâmica, conforme orientação dos especialistas
2º	Implantação do Sistema Especialista	1ª	Preparação do ambiente	1ª	Instalação de estação operacional paraconsistente	1º	Instalação de estação de trabalho em local definido pelos técnicos de reparo
						2º	Configuração da interface existente entre o software de cálculo numérico e o software de gestão
						3º	Testes paralelos e substituição do método de determinação da prioridade da Ordem de Manutenção
				2ª	Planejamento de comunicação dos envolvidos	1º	Treinamento dos especialistas da manutenção no uso e manutenção do software
						2º	Divulgação do novo sistema para os clientes via e-mail e publicação em intranet da empresa
		2ª	Gestão	1ª	Alteração do procedimento interno da empresa	1º	Alteração das normas utilizadas para solicitações de priorização de Ordens de Manutenção
						2º	Criação de um índice de eficiência da equipe baseado no atendimento
				2ª	Criação de Gestão à Vista	1º	Utilização do painel de gestão à vista para divulgação do índice de eficiência de atendimento

Portanto, o ato da pesquisa é algo que exige planejamento e que objetiva um plano teórico-metodológico que envolve a escolha do objeto de estudo, a formulação da situação-problema, a opção de metodologia, coleta, análise e interpretação dos dados.

Esses passos levam a compreensão, explicação ou narração de um fenômeno que possui o intuito de produzir conhecimento sobre o objeto em questão.

Este estudo é dividido e organizado em dois processos, quatro fases, nove etapas e vinte e dois passos, conforme pode ser visualizado no Quadro 1. Esse quadro representa todo o percurso necessário para o autor atingir os resultados objetivados no estudo.

2.3. Lócus da Pesquisa

O presente estudo de caso tem como lócus uma usina siderúrgica, que produz aço e está localizada no município de Cubatão, estado de São Paulo. A empresa em questão produz aços planos não revestidos, tais como chapas grossas, laminados e placas. Na economia mercadológica, atualmente atende as indústrias ferroviária, automotiva, naval, da construção civil, agrícola, de embalagens, mecânica, eletroeletrônica, máquinas e equipamentos.

Objetivando dar melhor caracterização ao lócus em que se desenvolve o estudo, serão apresentados a seguir os aspectos históricos, físicos e políticos da empresa e do setor onde ocorre a pesquisa.

2.3.1. Aspectos históricos

A história da usina está ligada diretamente ao desenvolvimento industrial da cidade de Cubatão, que é fruto do desenvolvimento industrial do estado de São Paulo, bem como dos investimentos federais. O polo industrial da cidade constitui-se de importantes empresas do mercado nacional, com destaque para as áreas de fertilizantes, química e de siderurgia. Atualmente é formado por vinte e quatro indústrias, das quais dezoito instalaram-se entre as décadas de 50 e 70, sendo a empresa investigada nesse estudo de caso implantada nesse período.

Ao concentrar tantas indústrias, a cidade de Cubatão passou a ter uma carga tributária municipal forte, visto que a arrecadação do ICMS passou a ser a base de sustentação do município, deixando para segundo plano outros tributos como IPTU e ISS. A geração de empregos é outro fator preponderante para a região, pois a maioria da mão de obra vem das cidades vizinhas como Santos e São Vicente.

Com a construção da Via Anchieta (SP 180), o transporte rodoviário de carga fortaleceu o desenvolvimento do Polo Industrial que escoa seus produtos para São Paulo e para o Brasil.

Cabe ressaltar que as fábricas foram se instalando no Polo Industrial sem muita orientação, sendo implantadas ao sabor das vantagens imobiliárias ou pré-requisitos necessários às suas operações (UCHÔA, 1973). Devido a isso, problemas de ordem ambiental como poluição do solo, das águas e do ar que afetaram a população como um todo foram aparecendo.

A partir de 1985, a união formada entre as indústrias, comunidade, governo e CESTEB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) iniciaram um intenso trabalho de preservação ambiental, fazendo com que a cidade conseguisse controlar 98% do nível de poluentes no ar. Com isso, a ONU (Organização das Nações Unidas) concedeu, em 1992, o título à cidade de Cubatão de “Cidade Símbolo da Recuperação Ambiental”.

2.3.2. Aspectos físicos

A indústria focada nesse estudo situa-se na RMBS (Região Metropolitana da Baixada Santista), no município de Cubatão. Sua área ocupa doze milhões de metros quadrados, incluindo um porto privativo alfandegado com capacidade para operar doze milhões de toneladas por ano, e um complexo ferroviário com capacidade para atender quatro milhões de toneladas por ano. Uma construção que se iniciou na década de 1950 e passa por ampliações até os dias de hoje.

2.3.3. Aspectos políticos

A empresa foco desse estudo passou por um marco político importante, pois é inaugurada como uma estatal em 1953 e privatizada em 1990. A privatização tem sido um fenômeno disseminado que teve sua ênfase nas décadas de 1990 e 2000.

2.3.4. Setor de manutenção de sistemas industriais

Segundo Kardec (2012), a Manutenção em uma indústria tem caráter estratégico, pois os equipamentos de produção constituem-se elemento chave tanto para a produtividade das usinas quanto para a qualidade dos produtos. Integrada à vida da empresa, a Manutenção vai além da posição hierárquica que ocupa no organograma, dada sua importância prática para a empresa.

A Supervisão do Laboratório de Eletrônica, lócus desse estudo, faz parte da Gerência de Manutenção de Sistemas Industriais, subordinada à Gerência Geral de Engenharia de Manutenção que, por sua vez, é parte da Diretoria de Manutenção que fica, hierarquicamente, ligada à Vice-presidência Industrial, conforme o organograma (Anexo 1).

Frente à representação hierárquica da estrutura da indústria focada nesse estudo, cabe destacar:

Atribuições da Gerência: inspecionar, reparar e realizar a manutenção preventiva sistemática, calibrar e implementar projetos de melhorias nos sistemas industriais. Atividades essenciais para o perfeito funcionamento das malhas de controle da instrumentação convencional, equipamentos especiais, equipamentos de laboratório, sistema de pesagem e sistemas de rádio, circuito fechado de TV (CFTV) e automação de todos os processos da usina. Garantindo a disponibilidade dos meios de produção, a rastreabilidade das medições aos padrões internacionais atendendo os requisitos de qualidade, segurança e gestão ambiental, objetivando a excelência dos recursos humanos, a otimização de materiais e os custos da manutenção.

Visão: atingir a excelência na manutenção de sistemas industriais através da inovação tecnológica.

Missão: atender as atividades relacionadas a manutenção de sistemas industriais, maximizando a disponibilidade dos equipamentos, otimizando os custos, minimizando os riscos, garantindo a qualidade das atividades, controle ambiental e segurança.

2.4. Amostras e sujeitos do estudo

Pressupõe a definição dos indivíduos, objetos, fenômenos e fatos sobre os quais serão coletados os dados. Esse conjunto de elementos é escolhido segundo algum critério de representatividade, de modo que colabore na compreensão do objeto de estudo.

2.4.1. Amostra do estudo

A amostra selecionada para esse estudo é pré-determinada e consoante ao problema proposto e os objetivos elencados. É extraído do banco de dados do software de gestão pouco mais de dez mil registros de solicitações de manutenção, contendo todo o histórico detalhado dos problemas, soluções, tempos e locais de falha. Também é realizada uma pesquisa de campo com os principais especialistas envolvidos no assunto, incluindo clientes, técnicos e gestores de uma empresa siderúrgica localizada no município de Cubatão (SP), no decorrer do mês de outubro de 2014.

Por essa razão, a unidade de análise reside na empresa já caracterizada no corpo desse trabalho e na gestão do setor de manutenção. Esse conjunto de informações em seu contexto compõe o universo a ser analisado, conforme se apresenta a seguir.

2005 – Implantação do novo software de gerenciamento de informações

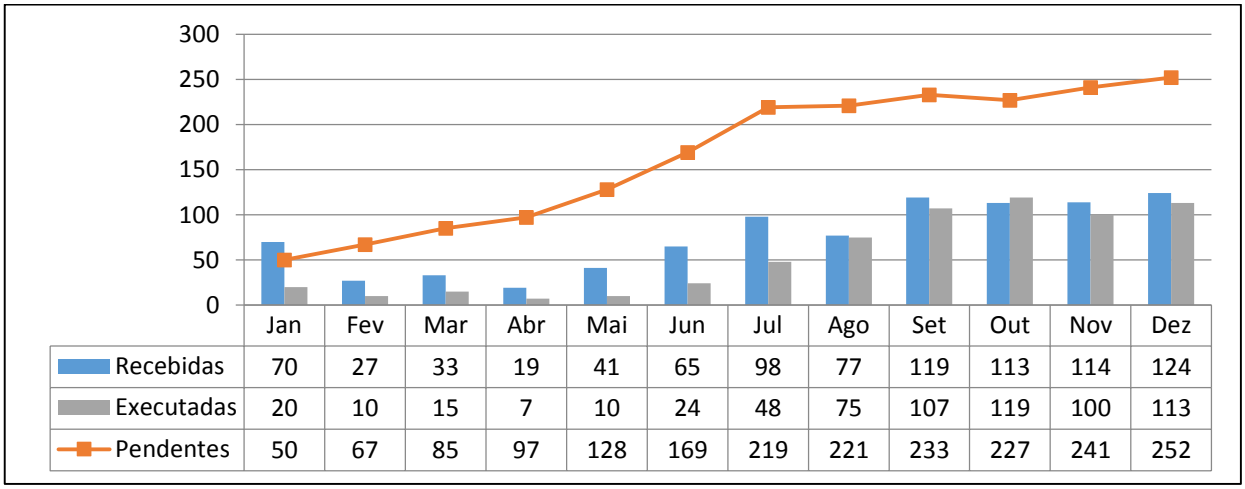
O relacionamento entre a empresa em estudo e a fabricante do software de gestão iniciou-se no ano de 2005. No primeiro mês desse ano, houve a antecipação de

algumas vendas em decorrência da paralisação de cinco dias no faturamento, para que o sistema fosse efetivamente implantado, pois até então ocorriam apenas testes internos e paralelos ao antigo sistema.

Além do Faturamento, todos os demais setores da empresa tiveram que se adaptar à nova ferramenta, inclusive a Manutenção. Especialistas de todas as áreas envolvidos na gestão e programação de serviços de reparo preventivo, preditivo e corretivo haviam passado os últimos dez meses em contato com a fabricante do software de gestão, objetivando manter as características e filosofias de trabalho até então utilizadas. Em paralelo, alguns colaboradores foram escolhidos para serem treinados pela empresa fabricante do software de gestão, visando prestar suporte avançado e alterações futuras que o sistema iria requerer.

No caso específico da equipe do Laboratório de Eletrônica, ocorreram reuniões pontuais com os clientes, técnicos, gestores e demais interessados no processo, a fim de se programar uma transição tranquila entre os dois sistemas. Ficou acertado que todas as solicitações em andamento sob responsabilidade da equipe de reparo seriam reabertas pelos clientes no novo software de gestão. Vale observar que todo o histórico anterior a 2005 foi perdido nessa mudança.

Nesse ano foram recebidas 900 solicitações, 648 foram executadas e 252 ficaram pendentes, conforme pode ser concluído através do Gráfico 1.



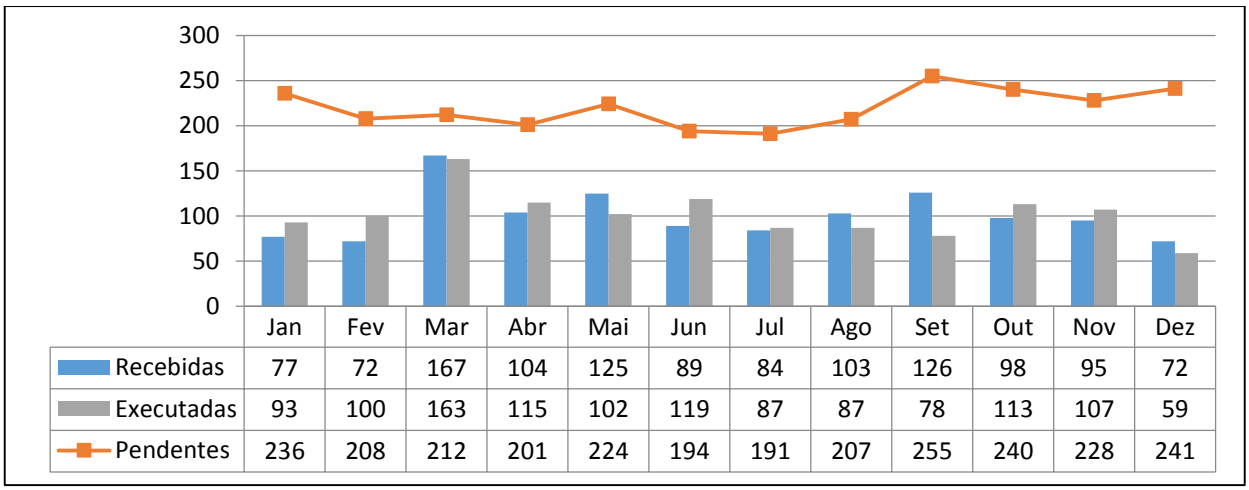
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Recebidas	70	27	33	19	41	65	98	77	119	113	114	124
Executadas	20	10	15	7	10	24	48	75	107	119	100	113
Pendentes	50	67	85	97	128	169	219	221	233	227	241	252

Gráfico 1 – Carteira de Manutenção para o ano de 2005.

2006 – Obtenções dos índices de manutenção habituais

Após a implantação do novo software e a realização do treinamento de todos os funcionários que o utilizam, além de passado todo o processo de ajustes de adequabilidade e adaptabilidade deste, é possível, pela primeira vez, chegar a um denominador comum que representa a eficiência de manutenção da equipe do Laboratório de Eletrônica, algo até então muito limitado no sistema de gestão anterior.

Com esse número em mãos, o Gerente de Manutenção iniciou estudos para se medir, controlar e obter uma maior valoração da equipe de reparo. Parte-se inicialmente para um relatório diário que constava, dentre outras informações, a evolução da Carteira de Manutenção e um resumo das tarefas executadas pelos colaboradores da equipe. A confecção desse relatório demandava um tempo correspondente a 12,5% do tempo diário do técnico responsável pela sua montagem, período esse que não era computado no sistema de gestão de manutenção. Nesse ano foram recebidas 1213 solicitações, 1224 foram executadas pelos seis técnicos e 241 ficaram pendentes, conforme pode ser concluído através do Gráfico 2.



	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Recebidas	77	72	167	104	125	89	84	103	126	98	95	72
Executadas	93	100	163	115	102	119	87	87	78	113	107	59
Pendentes	236	208	212	201	224	194	191	207	255	240	228	241

Gráfico 2 – Carteira de Manutenção para o ano de 2006.

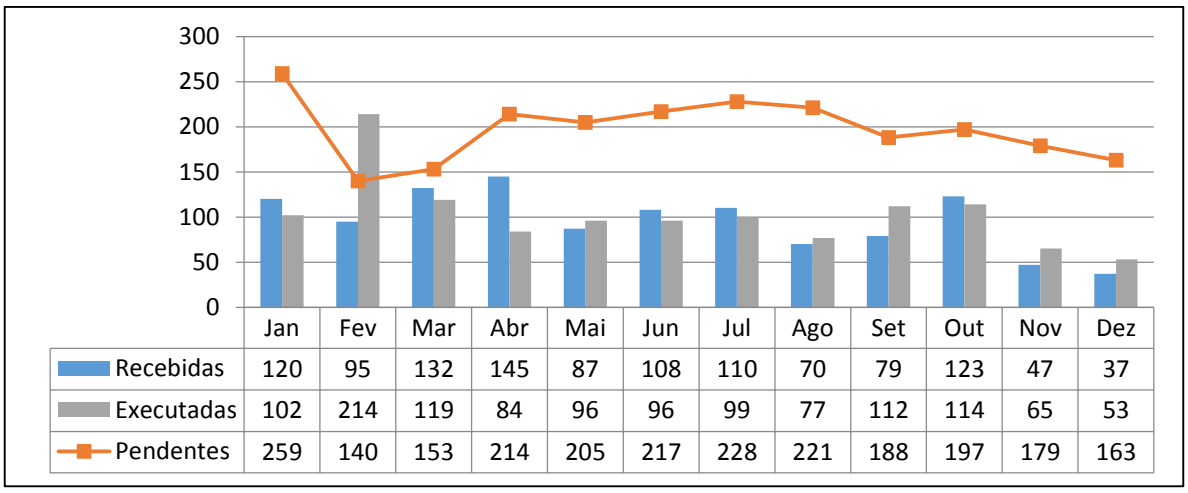
2007 – Manutenção atendendo as expectativas da produção

Esse ano é marcante para a empresa onde a pesquisa está sendo realizada. Ao atingir resultados operacionais e de vendas excepcionais, com lucro líquido 26% maior

que o ano anterior, a empresa chegou a planejar investimentos totais superiores a mais de US$ 9 bilhões de dólares, o maior já realizado por uma siderúrgica nacional.

Com a venda física praticamente inalterada em relação à 2006, a empresa consegue manter todos os seus processos operando plenamente, o que inclui os setores de apoio, como a Manutenção, dentro dos patamares próximos ao ideal, com a equipe de reparo conseguindo atender todas as expectativas oriundas das solicitações operacionais. O controle de serviços continua sendo feito da mesma forma, e até então, não existem grupos interessados em aprimorá-la.

Nesse ano foram recebidas 1153 solicitações, 1231 foram executadas pelos seis técnicos e 163 ficaram pendentes, conforme pode ser concluído através do Gráfico 3.



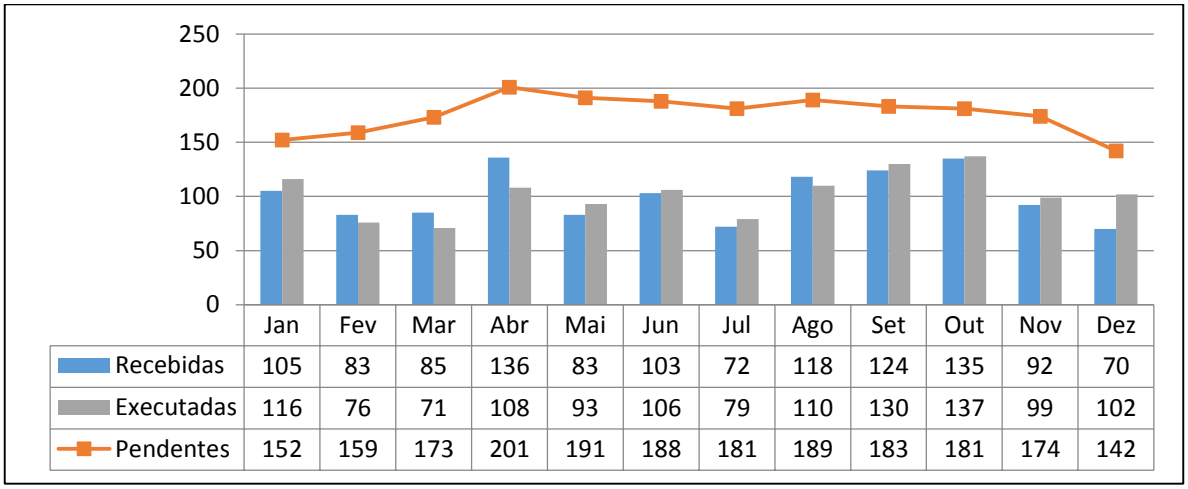
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Recebidas	120	95	132	145	87	108	110	70	79	123	47	37
Executadas	102	214	119	84	96	96	99	77	112	114	65	53
Pendentes	259	140	153	214	205	217	228	221	188	197	179	163

Gráfico 3 – Carteira de Manutenção para o ano de 2007.

2008 – Foco em investimentos

Após décadas sendo presidida pelo mesmo Conselho, a empresa passa por uma troca de gestores que atinge quase todos os níveis do organograma. Esse novo comando possui uma forma de gestão totalmente focada em investimentos, que permitiriam a empresa estar preparadas para uma possível crise que já sinalizava ser uma das piores do ramo siderúrgico. Com isso, grandes equipamentos do processo passaram por processos de modernização e recuperação de seu estado original, o que exige a atuação adicional das equipes de reparo da Manutenção, incluindo o Laboratório de Eletrônica.

Nesse ano foram recebidas 1206 solicitações, 1227 foram executadas pelos seis técnicos e 142 ficaram pendentes, conforme pode ser concluído através do Gráfico 4.



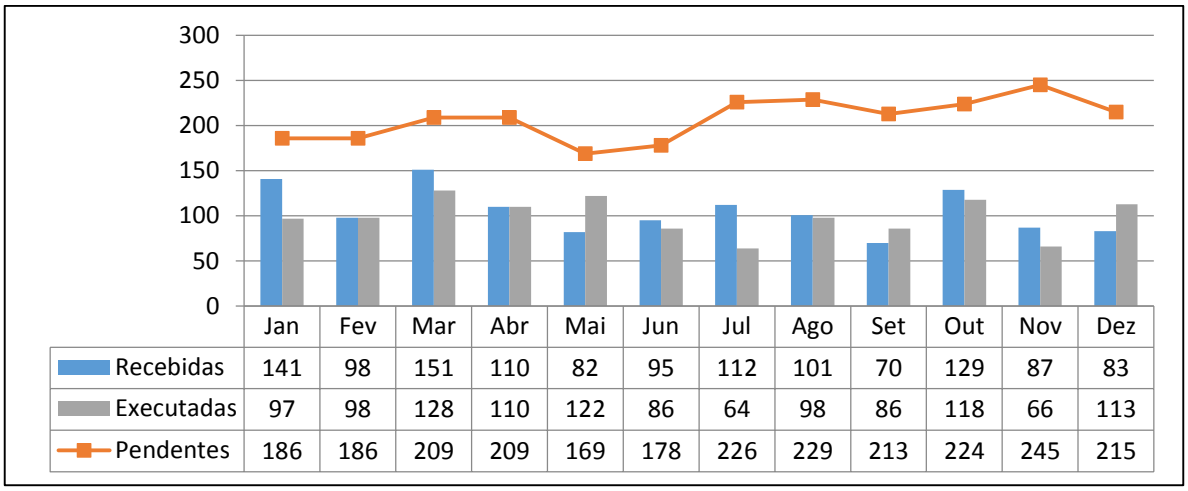
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Recebidas	105	83	85	136	83	103	72	118	124	135	92	70
Executadas	116	76	71	108	93	106	79	110	130	137	99	102
Pendentes	152	159	173	201	191	188	181	189	183	181	174	142

Gráfico 4 – Carteira de Manutenção para o ano de 2008.

2009 – Suporte avançado da Manutenção

Devido à aceleração e ampliação do plano de investimentos do ano anterior, anunciadas no quarto trimestre daquele ano, uma das medidas instauradas pelos gestores da manutenção, visando adequar-se a um novo programa de redução de custos lançados pela empresa, é o de colocar à disposição das equipes técnicas o acompanhamento e auxílio na instalação e configuração de novos equipamentos recém-adquiridos pela empresa, em uma espécie de suporte avançado. Como esses serviços exigiam no mínimo dois dias, podendo chegar até cinco, o número de Ordens de Manutenção executadas é menor que a do ano anterior.

Nesse ano foram recebidas 1259 solicitações, 1186 foram executadas pelos seis técnicos e 215 ficaram pendentes, conforme pode ser concluído através do Gráfico 5.



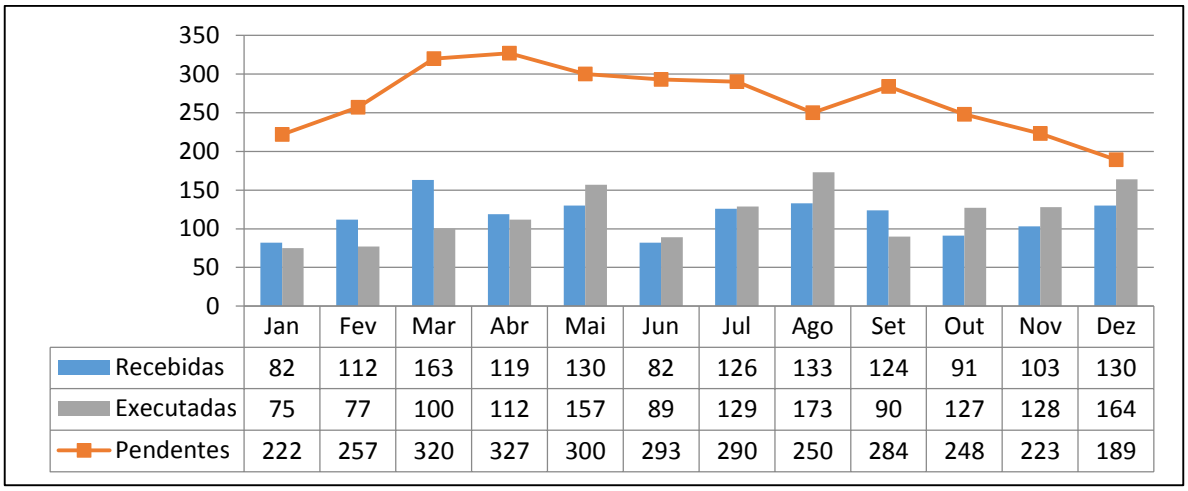
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Recebidas	141	98	151	110	82	95	112	101	70	129	87	83
Executadas	97	98	128	110	122	86	64	98	86	118	66	113
Pendentes	186	186	209	209	169	178	226	229	213	224	245	215

Gráfico 5 – Carteira de Manutenção para o ano de 2009.

2010 – Pico de atendimento da equipe do Laboratório de Eletrônica

Com uma produção 29% superior à do ano anterior, a empresa em estudo passa por uma reavaliação dos pedidos de paradas programadas para manutenções preventivas, o que ocasiona a priorização e execução dos serviços que são apenas essenciais para a operação da planta, o que, por conseguinte faz com que algumas malhas de processo deixem de ser reparadas e passem a forçosamente realizarem seu trabalho, ocasionando aí a quebra de equipamentos. A utilização de sobressalente e as solicitações de reparo emergenciais e de alta prioridade crescem, fazendo com que a equipe do Laboratório de Eletrônica tenha seu pico de atendimento desde que a média histórica passou a ser medida, em 2005.

Nesse ano foram recebidas 1395 solicitações, 1421 foram executadas pelos seis técnicos e 189 ficaram pendentes, conforme pode ser concluído através do Gráfico 6.



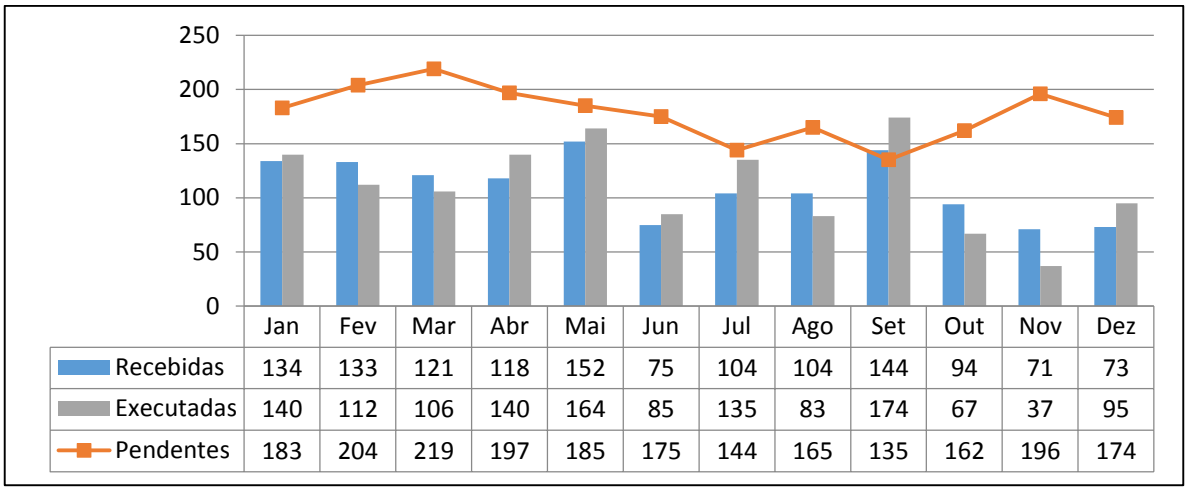
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Recebidas	82	112	163	119	130	82	126	133	124	91	103	130
Executadas	75	77	100	112	157	89	129	173	90	127	128	164
Pendentes	222	257	320	327	300	293	290	250	284	248	223	189

Gráfico 6 – Carteira de Manutenção para o ano de 2010.

2011 – Mudança de Supervisão

A gerência responsável pela equipe do Laboratório de Eletrônica passa por uma reestruturação que ocasiona a mudança de Supervisão, na qual o novo gestor não possui um método de controle de eficiência da equipe e dos reparos realizados, permitindo a execução de serviços sem o devido registro e priorização de reparos independentemente do nível hierárquico solicitante. Essa situação perdurou nos últimos seis meses do ano, porém após algumas advertências oriundas dos superiores, o método de trabalho é reorganizado e a equipe voltou a atuar conforme já vinha acontecendo. Ao final de 2011, pode-se concluir que os números não foram afetados por esse deslize, portanto não invalidando os dados para uso na pesquisa.

Nesse ano foram recebidas 1323 solicitações, 1339 foram executadas pelos seis técnicos e 174 ficaram pendentes, conforme pode ser concluído através do Gráfico 7.



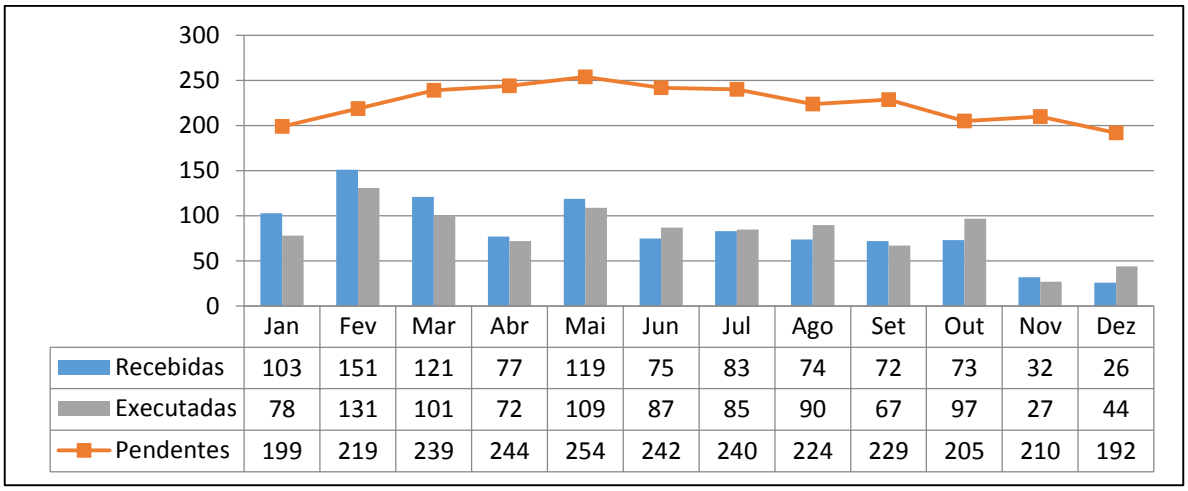
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Recebidas	134	133	121	118	152	75	104	104	144	94	71	73
Executadas	140	112	106	140	164	85	135	83	174	67	37	95
Pendentes	183	204	219	197	185	175	144	165	135	162	196	174

Gráfico 7 – Carteira de Manutenção para o ano de 2011.

2012 – Monitores de gás deixam de fazer parte das responsabilidades

A calibração de monitores portáteis de gás, até então de responsabilidade de outro setor, passa a ser realizado na mesma gerência onde está localizado a Supervisão do Laboratório de Eletrônica. Nessa mudança, é definido também que a manutenção desses monitores, antes de responsabilidade da equipe envolvida nessa pesquisa, seria realizada por essa nova equipe de calibração. Com isso, houve uma redução no número de serviços, que apesar de simples, agregavam a carteira de serviços em quantidade, além da redução de um membro da equipe de técnicos, que é transferido para realizar as manutenções de monitores de gás dessa nova equipe.

Nesse ano foram recebidas 1006 solicitações, 985 foram executadas pelos cinco técnicos e 192 ficaram pendentes, conforme pode ser concluído através do Gráfico 8.



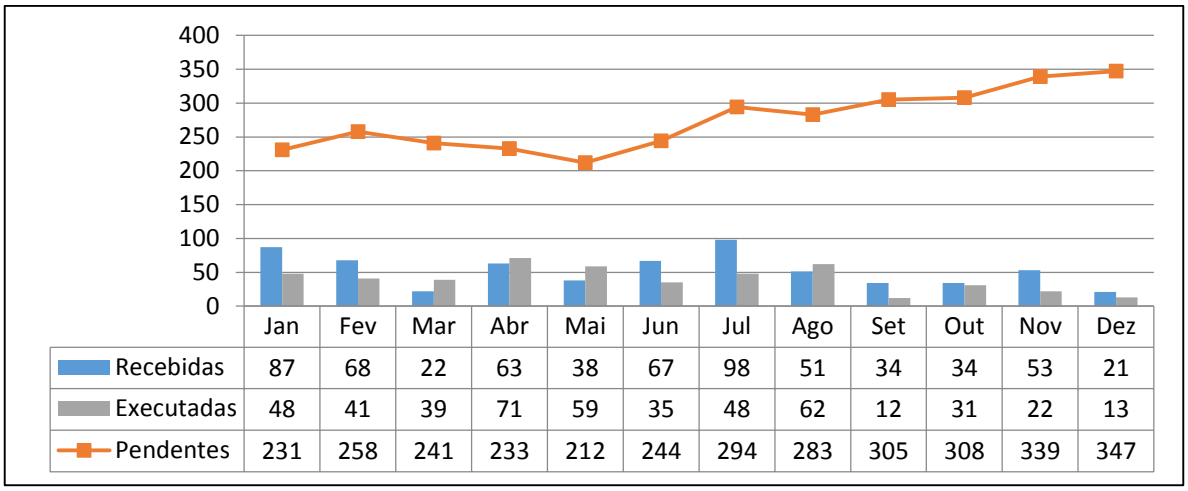
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Recebidas	103	151	121	77	119	75	83	74	72	73	32	26
Executadas	78	131	101	72	109	87	85	90	67	97	27	44
Pendentes	199	219	239	244	254	242	240	224	229	205	210	192

Gráfico 8 – Carteira de Manutenção para o ano de 2012.

2013 – Demissões em massa

A empresa onde ocorre a pesquisa passa por uma crise devido ao excesso de disponibilidade no mercado do seu produto fabricado, reduzindo o preço dele em todo mundo. Com isso, muitos inspetores e responsáveis pelos equipamentos são desligados da empresa, e seus equipamentos deixam de ser monitorados adequadamente. A Supervisão do Laboratório de Eletrônica notou uma expressiva redução no número de solicitações, já que não havia, em muitos casos, responsáveis pelos equipamentos com defeito. A equipe de reparos também é afetada pelas demissões em massa que ocorreram, e teve que realizar o desligamento de dois colaboradores de sua equipe.

Nesse ano foram recebidas 636 solicitações, 452 foram executadas pelos três técnicos e 378 ficaram pendentes, conforme pode ser concluído através do Gráfico 9.



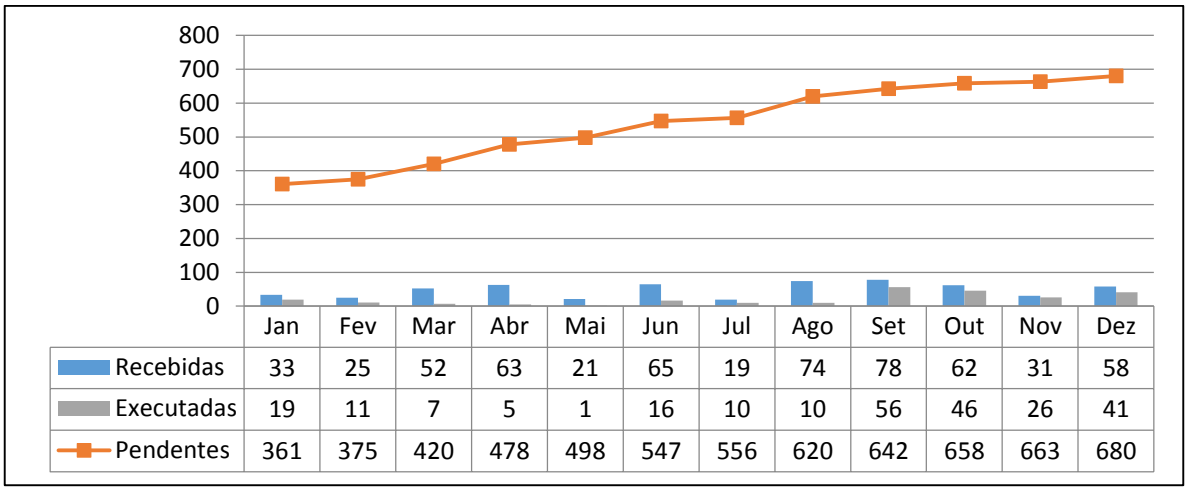
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Recebidas	87	68	22	63	38	67	98	51	34	34	53	21
Executadas	48	41	39	71	59	35	48	62	12	31	22	13
Pendentes	231	258	241	233	212	244	294	283	305	308	339	347

Gráfico 9 – Carteira de Manutenção para o ano de 2013.

2014 – Crise atinge toda a empresa

A produção da empresa é reduzida mais ainda nesse ano. É realizada a parada de dois grandes processos, a fim de adequar a quantidade de produto fabricado à demanda do mercado. Devido a uma necessidade interna de equalização das expertises na gerência, um dos técnicos mais experientes da equipe do Laboratório de Eletrônica é enviado para atuar em outra área e outro é desligado. O único membro da equipe goza férias em meados de abril e maio e a Supervisão do Laboratório de Eletrônica deixa de prestar atendimento. As solicitações emergenciais, que são poucas, são atendidas por outra equipe que realiza serviços específicos da área de Telecomunicações, porém sem registrá-las.

Nesse ano foram recebidas 581 solicitações, 248 foram executadas pelos dois técnicos e 680 ficaram pendentes, conforme pode ser concluído através do Gráfico 10.



	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Recebidas	33	25	52	63	21	65	19	74	78	62	31	58
Executadas	19	11	7	5	1	16	10	10	56	46	26	41
Pendentes	361	375	420	478	498	547	556	620	642	658	663	680

Gráfico 10 – Carteira de Manutenção para o ano de 2014.

2015 – Início de funcionamento do Sistema Especialista Paraconsistente

Em janeiro desse ano, é colocado em funcionamento o sistema especialista paraconsistente proposto nesse estudo. Os resultados obtidos podem ser visualizados no decorrer desse trabalho de pesquisa. No momento em que ele é oficializado, 712 solicitações encontravam-se em andamento para serem executadas, das quais 2 são de 2011, 101 de 2012, 244 de 2013 e 348 de 2014.

Como pode ser notado, até o final de 2014 não houve sucesso na gestão da equipe. A principal causa era a falta de um elemento que controlasse a eficiência e a qualidade de atendimentos das solicitações que chegavam à Supervisão do Laboratório de Eletrônica, inclusive a Programação de serviços que seriam executados durante a semana. A equipe passa a trabalhar sem um padrão definido e sem preocupar-se com as reais demandas dos solicitantes. Com isso, a confiança dos clientes passou a ser objeto de dúvida, fazendo com que, ao invés de angariar novas áreas de atuação, a expertise da equipe ficasse estagnada nas mesmas áreas. É diante desse cenário caótico que o autor percebeu a necessidade de realizar a otimização no sistema de gestão da manutenção para que levasse em consideração todas as adversidades aqui expostas, incluindo também uma forma de validar a expertise inserida pelos clientes e técnicos de reparo no software de gestão, laureando-o.

2.4.2. Sujeitos da pesquisa

Em dois momentos distintos da elaboração do sistema especialista paraconsistente é necessário o apoio de pessoas envolvidas no processo. Estes contribuíram positivamente com seus pontos de vista e análises afim de tornar o sistema especialista paraconsistente o mais robusto, eficaz e fidedigno possível.

Inicialmente, para o levantamento de informações que poderiam ser utilizadas para definição das prioridades, estudo detalhadamente descrito no item 3.2 desse trabalho, 72 funcionários participaram voluntariamente desse momento. Desses, 94% eram do sexo masculino, 45% tinham mais de 35 anos, todos possuem o ensino médico completo (com 24% formados em ensino superior) e 43% possuíam mais de dez anos de empresa.

Em uma etapa posterior, detalhada no item 3.3. desse trabalho, é necessário o envolvimento de dez especialistas-chave na definição das prioridades que seriam levados em conta nesse estudo de caso. Os especialistas selecionados para participar desse estudo, sob argumento de estarem intrinsicamente ligados aos serviços prestados pela Supervisão do Laboratório de Eletrônica, são:

- Gestor da Gerência de Manutenção de Sistemas Industriais.
- Coordenador da área de Suporte, onde está incluso a Supervisão do Laboratório de Eletrônica.
- Supervisor do Laboratório de Eletrônica.
- Líder de Manutenção do Laboratório de Eletrônica.
- Técnico Eletrônico Instrumentista do Laboratório de Eletrônica.
- Profissional Eletrônico Instrumentista do Laboratório de Eletrônica.
- Gestor da Gerência que historicamente possui a maior quantidade de solicitações feitas à Supervisão do Laboratório de Eletrônica.
- Coordenador do Setor que historicamente possui a maior quantidade de solicitações feitas à Supervisão do Laboratório de Eletrônica.
- Supervisor do Setor que historicamente possui a maior quantidade de solicitações feitas à Supervisão do Laboratório de Eletrônica.

- Responsável técnico de equipamento (inspetor) que historicamente possui a maior quantidade de solicitações feitas à Supervisão do Laboratório de Eletrônica.

3. COLETA DE DADOS

O processo de coleta de dados ocorre tanto para o software de gestão quando para o levantamento de pontos de vista dos especialistas envolvidos no processo. Em ambos os casos os dados são formatados em planilhas, de forma que posteriormente consigam se comunicar com o software de cálculo numérico utilizado para o processamento das informações, nesse caso o MathLab versão R2010a, da empresa The MathWorks™.

3.1. Extração do banco de dados de manutenção

Conforme o procedimento interno da Supervisão do Laboratório de Eletrônica (Anexo 2), todos os serviços realizados pela equipe são registrados manualmente e de forma detalhada em um software de gestão mundialmente conhecido, fabricado por uma empresa de origem alemã. Os registros compõem todo o processo desde o momento em que o cliente indica à equipe a existência de uma manutenção, até o momento em que a solicitação é finalizada.

O software de gestão possui mais de uma centena de campos que podem ser utilizados para registrar as informações referentes à um serviço, projeto ou plano de manutenção. Como cada equipe de trabalho têm suas atribuições e responsabilidades impostas pela empresa, cada equipe utiliza uma parcela dos itens disponíveis. A Figura 8 mostra uma tela habitual de exibição de Nota de Manutenção, onde pode-se observar a riqueza de detalhes que, se utilizados pelo cliente, podem tornar a solicitação melhor identificada.

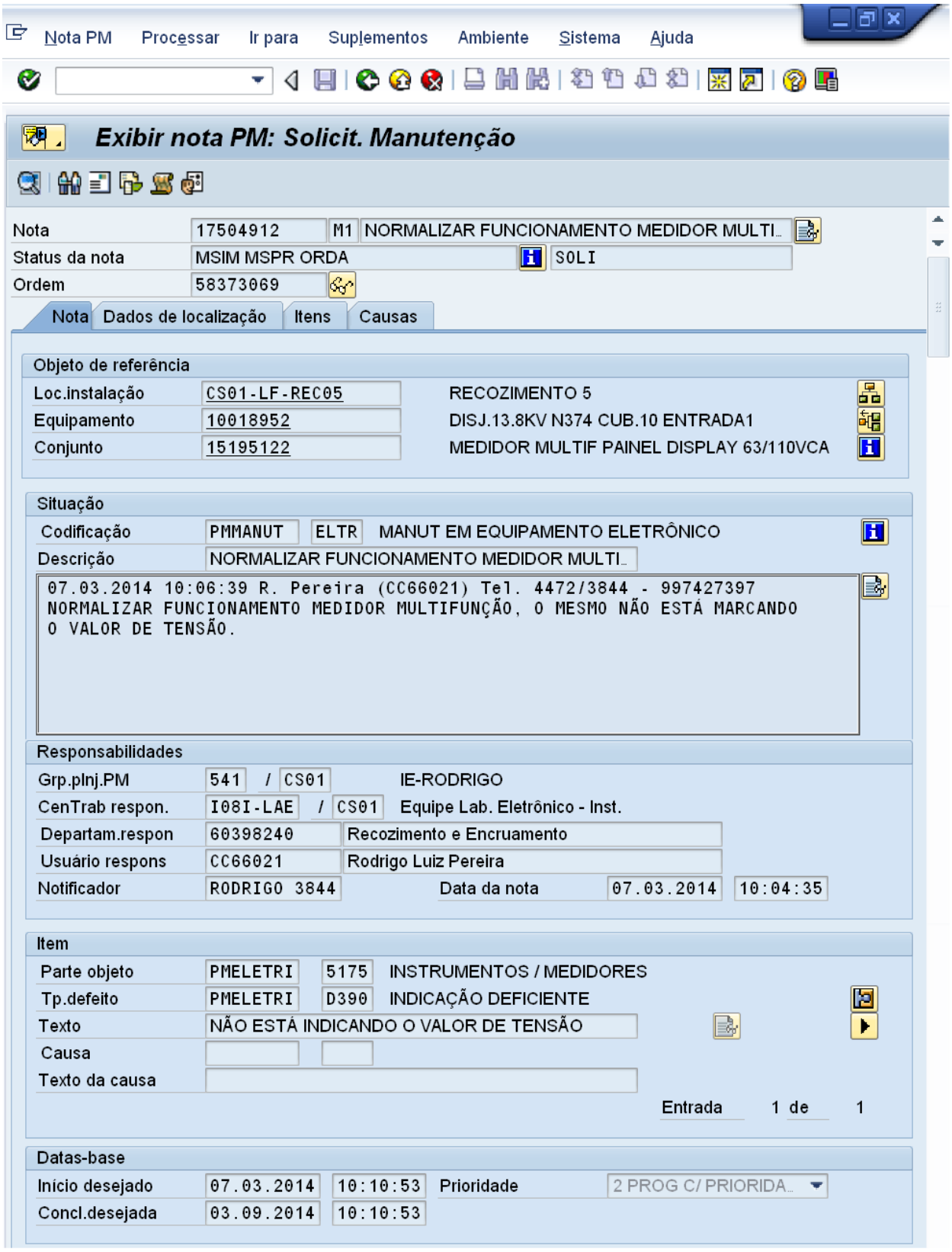


Figura 8 – Tela de exibição de Nota de Manutenção do software de gestão.

No específico caso da Supervisão do Laboratório de Eletrônica, os seguintes itens são preenchidos, estando à disposição para utilização do sistema especialista paraconsistente:

- **Centro de Custo:** é uma unidade organizacional onde são incorridas as despesas, nesse caso, de um serviço realizado pelo Departamento de Manutenção. Estão inclusos nesse cálculo o custo com mão-de-obra, materiais, insumos e local de trabalho. Sua definição pode ser baseada em requisitos funcionais, critérios de alocação, localização física ou por responsabilidade. Na Nota de Manutenção, o solicitante a preenche com o Centro de Custo da área onde o equipamento está instalado. Esse número é atrelado à Ordem de Manutenção quando ela é criada. Vale observar que é de preenchimento opcional, sendo que os custos gerados por manutenções oriundas de Ordens de Manutenção sem essa indicação são rateados entre as demais áreas que solicitam serviços à Supervisão do Laboratório de Eletrônica.
- **Centro de Trabalho Responsável:** geralmente representa uma pessoa ou departamento, responsável por garantir que o trabalho de manutenção especificado em uma Ordem de Manutenção seja executado em todas as suas operações. No caso do setor de manutenção tratado nesse estudo, esse campo é sempre preenchido com o código que representa a Supervisão do Laboratório de Eletrônica. Logo, todas as Ordens de Manutenção de responsabilidade da equipe estão atreladas a esse código.
- **Campo de Ordenação:** campo existente no software de gestão passível de ser preenchido com informações que caracterizam, agrupam e permitem sequenciar uma gama de equipamentos instalados em uma mesma área, setor ou departamento. Fica a cargo de cada unidade operacional definir a melhor maneira de gerir o *tag*, por esse motivo, esse campo não traz utilidade prática para o sistema especialista paraconsistente, já que ele não é padronizado para toda a empresa.
- **Código ABC:** trata-se de uma análise que objetiva classificar valores de característica em ordem de importância para índices especificados pelos

colaboradores envolvidos no processo. Esse campo, existente na Nota de Manutenção, tem como base um homônimo existente para o Equipamento, preenchido pelos responsáveis do processo siderúrgico no qual está instalado, e que dita o impacto da falha daquele equipamento para o processo como um todo. O nome origina-se do fato de existirem três categorias: “A” para importante, “B” para menos importante e “C” para relativamente sem importância. Vale observar que nenhum equipamento da empresa pode ser considerado totalmente sem importância, afinal até os que não são mais utilizados ganham o status de desativados e nesse momento seu código ABC deixa de constar no software de gestão.

- **Datas-bases de início e fim:** o software de gestão executa de forma automática um planejamento que utiliza a data da necessidade do cliente, informada através do indicador Prioridade na Nota de Manutenção, para determinar as datas-bases da Ordem de Manutenção. Elas são calculadas para o dia exato em que ocorrem, independente da forma que o cálculo tenha sido formulado. Esse cálculo por sua vez pode ser sumariamente ignorado pelo colaborador do Departamento de Manutenção, com outras datas podendo ser imputadas sem a necessidade de desbloqueio anterior. Na prática, essas datas são referências que indicam o dia em que o equipamento é entregue aos cuidados da Supervisão do Laboratório de Eletrônica e o dia em que ele recebeu a etiqueta de liberação da equipe de reparos, independente da condição em que são devolvidos (por exemplo, irrecuperável).
- **Data de Entrada:** para Notas de Manutenção, corresponde ao dia em que o objeto é criado no software de gestão pelo responsável do equipamento. Para Ordens de Manutenção, corresponde ao dia em que a Supervisão do Laboratório de Eletrônica recebeu o equipamento do cliente, efetivando a confirmação de recebimento. Essas datas não podem ser alteradas manualmente.
- **Data de Modificação:** como sugere o próprio nome, informa a data em que a solicitação é modificada pela última vez. Essa data não pode ser alterada manualmente.

- **Data e Hora da Nota de Manutenção:** indica o momento em que a Nota de Manutenção é criada pelo software de gestão, estando diretamente relacionado à ocasião em que o responsável pelo equipamento notou uma falha no Equipamento sob sua responsabilidade. O tempo entre o início da falha e a abertura da Nota não pode ser computada automaticamente pelo software de gestão, e mesmo que fossem calculadas manualmente e imputadas no sistema, não são todos os equipamentos que contariam com esse índice, afinal nem todos são dotados de um circuito eletrônico que registra a falha no momento em que ela ocorre.
- **Data e Hora de Disponibilidade:** durante a execução da Ordem de Manutenção pela Supervisão do Laboratório de Eletrônica, o cliente pode ser informado da possibilidade de seu Equipamento ter a manutenção concluída no tempo previsto (sem atrasos). Na prática, não é comumente verificada pelos clientes, que costumam consultar os prazos diretamente com a gestão da equipe via contato telefônico ou presencialmente.
- **Data e Hora de Programação:** é aquela em que o técnico do Laboratório de Eletrônica está programado para iniciar o serviço solicitado pela Ordem de Manutenção – atrelada a uma Nota de Manutenção contendo os detalhes. Conforme utilização das boas práticas da manutenção, esse serviço deve ser programado com antecedência tal que permita ao técnico ter à sua disposição todos os elementos para realizar o trabalho, evitando inclusive reprogramações. Por ser uma data liberada para modificação sem a necessidade de argumentação, não é uma data mais confiável que a exibida no campo Data-base início para identificar o momento real em que um serviço é executado.
- **Data e Hora de Referência:** indicam o momento em que o objeto – Nota de Manutenção, Ordem de Manutenção, etc. – é listada no histórico (ou seja, é encerrada), com os dados válidos que foram inseridos pelo usuário do software de gestão. A partir do momento em que o objeto entra no histórico ele é bloqueado para modificações.
- **Data Real de Liberação:** campo existente na Ordem de Manutenção que corresponde a Data-base de início, já explicitada anteriormente. As datas de

liberações são mais bem referenciadas para utilização quando se tratam de materiais e insumos de produção do que para solicitações para o Departamento de Manutenção.

- **Data e Hora Reais de Finalização:** correspondem ao momento em que o usuário registrado no software de gestão realiza o encerramento do objeto, no caso da Nota de Manutenção ou da Ordem de Manutenção. Quando relacionado com a data e hora de programação, permite calcular o tempo compreendido entre o término do serviço solicitado e a baixa no sistema.
- **Denominação de Conjunto:** para o software de gestão, conjunto é um grupo de objetos que são reunidos para formar um produto final ou componente deste. No caso dos Equipamentos, esses sempre fazem parte de um componente maior, por exemplo, uma câmera de vídeo faz parte de um Sistema de CFTV. “Denominação de Conjunto” é o nome que se dá ao grupo onde o Equipamento está inserido, no caso Sistema de CFTV.
- **Duração da Parada:** caso haja uma parada funcional devido a um problema ou execução da atividade oriunda da troca do equipamento com defeito, essa parada pode ser observada na Nota, desde que o responsável pela criação da nota insira essa informação no software de gestão. Na prática, porém, esse campo raramente é preenchido (somente duas Notas de Manutenção tiveram essa informação declarada), tornando-o inutilizável para o sistema especialista paraconsistente.
- **Existência de texto descritivo:** toda Nota de Manutenção possui um campo onde deve ser descrito resumidamente o serviço que é solicitado ao Departamento de Manutenção. Esse campo-título, porém, tem um limite de 32 caracteres, nem sempre suficientes para detalhar todo o problema. Por esse motivo, existe internamente no software de gestão um editor de texto que disponibiliza um espaço maior para que o solicitante possa detalhar a sua solicitação. A utilização ou não desse espaço pelo cliente é sinalizado pelo caractere “P”, que está à disposição para ser utilizado como filtro.
- **Grupo de Planejamento:** denominação aplicada pelo software de gestão à base de dados que contém os principais índices que permitem avaliar a eficiência de

uma equipe de trabalho. Esse conceito é aplicado tanto aos responsáveis pelos equipamentos quanto às equipes que executam o reparo (conhecidas como Grupos de Planejamento da Manutenção – GPM). Exemplificando o nível de detalhe que essa gestão permite, cita-se aqui alguns índices incluso nessa base de dados: notas e ordens concluídas, custos dos serviços, planejamentos de tempo, estudo dos danos, dentre outros.

- **Local de Instalação:** esse é um conceito utilizado pelo software de gestão que identifica uma unidade organizacional dentro de uma logística que estrutura os itens de manutenção de acordo com critérios de funcionamento, relacionados diretamente aos seus processos de produção. Esse campo representa o lugar em que um equipamento que passará por manutenção está instalado. Ele existe nas Notas de Manutenção e Ordens de Manutenção, porém normalmente essa informação é transcrita do Equipamento, que têm essa informação declarada quando é registrado no sistema.
- **Modificador da Nota de Manutenção:** por vezes, após a abertura da Nota no software de gestão é necessária a inclusão de mais detalhes sobre a solicitação. Toda vez que o usuário adiciona essas informações, seu registro é salvo nesse campo, pois subtende-se que, caso esse registro seja diferente do indicado no campo Responsável pela Criação, existe nesse caso mais um colaborador a ser consultado pela equipe do Laboratório de Eletrônica quando esse necessitar de maiores informações julgadas necessárias. Os dados de contato referente a todos os usuários com cadastro no sistema estão disponíveis no próprio software de gestão.
- **Nota de Manutenção:** é um componente do software de gestão usado para registro de ocorrências de produção envolvendo falhas ou avarias, das quais, dentre outros objetivos, informa ao Departamento de Manutenção que existe uma solicitação de execução de tarefa. As Notas de Manutenção também são utilizadas para documentar o planejamento preliminar e a execução das tarefas no caso de manutenções preventivas e preditivas.
- **Número do equipamento:** é um número único que identifica um objeto físico cuja manutenção deve ser feita independentemente. É possível administrar um

equipamento como um aparelho (por exemplo, os utilitários e equipamentos de controle da produção e seus meios auxiliares). Por ser administrado individualmente, existe um histórico de manutenção para cada equipamento, notando-se grande utilidade a utilização dessa facilidade.

- **Número do Objeto:** dependendo da forma como são definidos os centros de execução e planejamento (ou programação) da manutenção, sistemas técnicos podem ser estruturados com base em objetos técnicos, dos quais os números desses preenchem esse campo. Existem algumas vantagens em se trabalhar com sistemas técnicos, porém as características de trabalho da Supervisão do Laboratório de Eletrônica não permitem que esse tipo de estrutura seja aplicado.
- **Ordem de Manutenção:** é definida como o elemento responsável por prestar assistência ao planejamento das medidas de manutenção que serão executadas. Ela indica ao setor que, a partir daquele momento, existe a ciência de um serviço a ser executado pela equipe. A Ordem de Manutenção pode ou não estar atrelada à uma Nota de Manutenção, sendo o último caso mais comum de ocorrer. Além do planejamento, uma Ordem supervisiona a literal execução das tarefas, define através de configuração anterior todas as regras para classificação contábil, liquidação e orçamentos e entra, atribui ou apropria os custos decorrentes dos serviços executados. Pode-se notar que é um componente de grande importância para o software de gestão.
- **Prioridade da Nota de Manutenção:** ao criar uma Nota, o Grupo de Planejamento de Manutenção pode especificar a importância e a urgência do serviço que ele está solicitando ao Departamento de Manutenção. Para cada prioridade, é definido um intervalo em que se espera executar o referido serviço. No caso aplicado a esse estudo, as prioridades são: zero (deve ser atendida em até um dia), um (deve ser atendida em até três meses), dois (deve ser atendida em até seis meses) e três (deve ser atendida em até um ano). Com base na definição da prioridade, o software de gestão calcula automaticamente as datas de início e final daquela Nota, entrando com esses dados nos campos relevantes. Apesar do software de gestão possuir internamente o calendário da fábrica, aqui os dias de descanso remunerado, folga e férias não são levados em

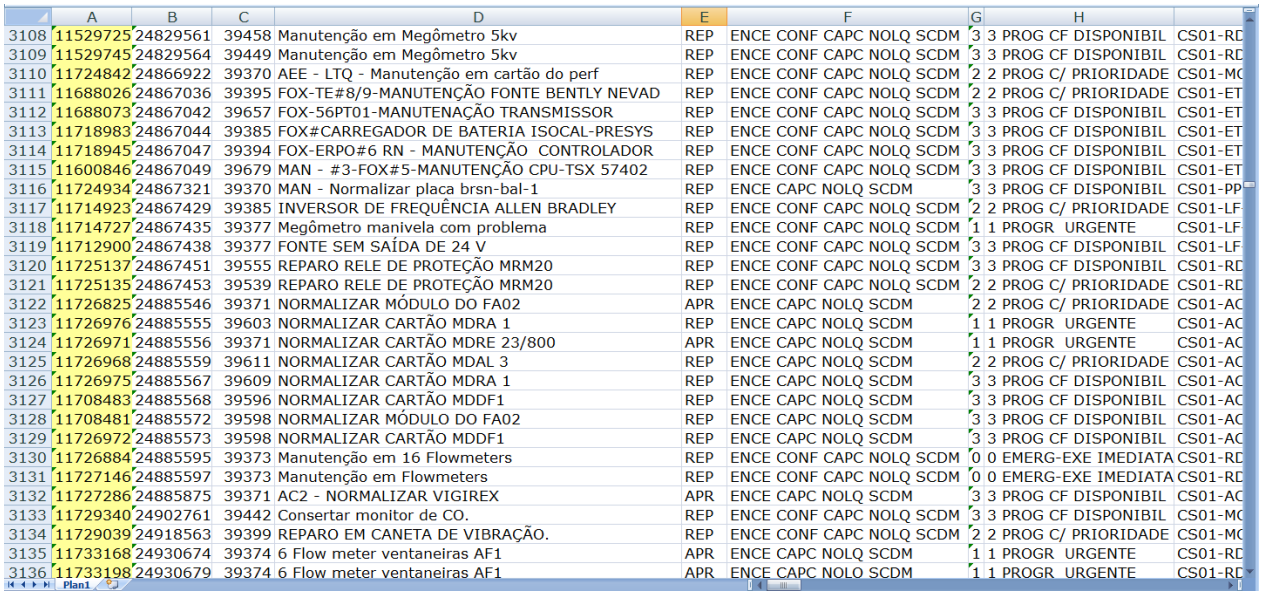
consideração. Esse indicador, apesar de importante, não dita o ritmo de trabalho da equipe de reparos eletrônicos, pois essa prioridade é a visão apenas sob a ótica do cliente referente à prioridade daquele serviço.

- **Prioridade da Ordem de Manutenção:** a sistemática utilizada por esse campo parte do princípio de informar, quem quer que tenha acesso a esse dado, sobre a prioridade que a Supervisão do Laboratório de Eletrônica inicialmente define para aquele serviço. Como as Ordens de Manutenção são em sua maioria geradas a partir de Notas de Manutenção, a Prioridade indicada é a do cliente, afinal a equipe de reparos entende ser umas das pessoas mais preparadas para definir o real impacto daquele dispositivo, equipamento ou instrumento no processo como um todo. É um campo obrigatório, que tem sido constantemente impresso em relatórios de gestão e operacionais por alguns gestores nos diversos setores da empresa. Utiliza a mesma contagem de tempo do campo “Prioridade da Nota da Manutenção”, porém nesse caso o técnico reparador de equipamentos tem acesso à sua modificação sem autorização prévia.
- **Responsável pela Criação:** correspondem ao perfil ativo no software de gestão no momento de criação dos objetos de manutenção, sejam eles Notas ou Ordens. Torna-se especialmente importante em duas situações: ao buscar o colaborador responsável pela abertura da solicitação, geralmente para se informar de maiores detalhes sobre o defeito explicitado na Nota, e na necessidade de identificar qual colaborador recebeu o equipamento do cliente no balcão de atendimento.
- **Status do sistema:** é definido pelo software de gestão e sempre indica a situação da Nota ou Ordem de Manutenção. Também pode indicar que determinada função é executada. Um exemplo de como esse indicador funciona é o de status “liberado”, que só ocorre quando o técnico reparador de equipamentos autoriza que uma Ordem de Manutenção seja passível de ser programada. A única forma do usuário interferir nesse status é realizando transações comerciais a fim de provocar a sua mudança. Os status já estão pré-definidos pelo sistema.

- **Status do usuário:** ao contrário do elemento “Status do sistema”, esse sempre é ativado pelo usuário do software de gestão e existe como complemento ao status do sistema ativo.
- **Texto breve:** trata-se de um campo puramente textual que recebe informações do Grupo de Planejamento de Manutenção indicando o problema ou a avaria que ocorreu, a atividade que pode ser executada para solucionar o problema e detalhes da solicitação enviada para o Departamento de Manutenção. Esse campo não pode ser modificado pelo GPM após ser criado, porém novas entradas de informação podem ser feitas. Todas as modificações realizadas são precedidas pelo nome do usuário e data de modificação.
- **Tipo de Nota:** define, através de um código padrão, o tipo de solicitação que está sendo documentada no caso de uma avaria ou situação excepcional. Para a manutenção, pode identificar se a Nota relata uma atividade já executada, e que é proveniente de um Plano de Manutenção visando atualizar a condição ideal de um equipamento (por exemplo, “trocar o óleo”), sendo nesse caso uma Nota de Ação. Para a Supervisão do Laboratório de Eletrônica, as notas são de Solicitação de Manutenção. Existem pelo menos uma dezena de “tipos de nota” cadastrados no software de gestão.

Alguns dos dados extraídos do banco de dados são calculados de forma automática pelo software de gestão, porém todos eles têm como base referencial dados que são imputados pelos envolvidos no processo de manutenção do referido equipamento.

A Figura 9 mostra uma reprodução da planilha de extração dos dados de manutenção.



	A	B	C	D	E	F	G	H	
3108	11529725	24829561	39458	Manutenção em Megômetro 5kv	REP	ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM	3	3 PROG CF DISPONIBIL	CS01-RD
3109	11529745	24829564	39449	Manutenção em Megômetro 5kv	REP	ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM	3	3 PROG CF DISPONIBIL	CS01-RD
3110	11724842	24866922	39370	AEE - LTQ - Manutenção em cartão do perf	REP	ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM	2	2 PROG C/ PRIORIDADE	CS01-MC
3111	11688026	24867036	39395	FOX-TE#8/9-MANUTENÇÃO FONTE BENTLY NEVAD	REP	ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM	2	2 PROG C/ PRIORIDADE	CS01-ET
3112	11688073	24867042	39657	FOX-56PT01-MANUTENAÇÃO TRANSMISSOR	REP	ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM	3	3 PROG CF DISPONIBIL	CS01-ET
3113	11718983	24867044	39385	FOX#CARREGADOR DE BATERIA ISOCAL-PRESYS	REP	ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM	3	3 PROG CF DISPONIBIL	CS01-ET
3114	11718945	24867047	39394	FOX-ERPO#6 RN - MANUTENÇÃO CONTROLADOR	REP	ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM	3	3 PROG CF DISPONIBIL	CS01-ET
3115	11600846	24867049	39679	MAN - #3-FOX#5-MANUTENÇÃO CPU-TSX 57402	REP	ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM	3	3 PROG CF DISPONIBIL	CS01-ET
3116	11724934	24867321	39370	MAN - Normalizar placa brsn-bal-1	REP	ENCE CAPC NOLQ SCDM	3	3 PROG CF DISPONIBIL	CS01-PP
3117	11714923	24867429	39385	INVERSOR DE FREQUÊNCIA ALLEN BRADLEY	REP	ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM	2	2 PROG C/ PRIORIDADE	CS01-LF
3118	11714727	24867435	39377	Megômetro manivela com problema	REP	ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM	1	1 PROGR URGENTE	CS01-LF
3119	11712900	24867438	39377	FONTE SEM SAÍDA DE 24 V	REP	ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM	3	3 PROG CF DISPONIBIL	CS01-LF
3120	11725137	24867451	39555	REPARO RELE DE PROTEÇÃO MRM20	REP	ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM	3	3 PROG CF DISPONIBIL	CS01-RD
3121	11725135	24867453	39539	REPARO RELE DE PROTEÇÃO MRM20	REP	ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM	2	2 PROG C/ PRIORIDADE	CS01-RD
3122	11726825	24885546	39371	NORMALIZAR MÓDULO DO FA02	APR	ENCE CAPC NOLQ SCDM	2	2 PROG C/ PRIORIDADE	CS01-AC
3123	11726976	24885555	39603	NORMALIZAR CARTÃO MDRA 1	REP	ENCE CAPC NOLQ SCDM	1	1 PROGR URGENTE	CS01-AC
3124	11726971	24885556	39371	NORMALIZAR CARTÃO MDRE 23/800	APR	ENCE CAPC NOLQ SCDM	1	1 PROGR URGENTE	CS01-AC
3125	11726968	24885559	39611	NORMALIZAR CARTÃO MDAL 3	REP	ENCE CAPC NOLQ SCDM	2	2 PROG C/ PRIORIDADE	CS01-AC
3126	11726975	24885567	39609	NORMALIZAR CARTÃO MDRA 1	REP	ENCE CAPC NOLQ SCDM	3	3 PROG CF DISPONIBIL	CS01-AC
3127	11708483	24885568	39596	NORMALIZAR CARTÃO MDDF1	REP	ENCE CAPC NOLQ SCDM	3	3 PROG CF DISPONIBIL	CS01-AC
3128	11708481	24885572	39598	NORMALIZAR MÓDULO DO FA02	REP	ENCE CAPC NOLQ SCDM	3	3 PROG CF DISPONIBIL	CS01-AC
3129	11726972	24885573	39598	NORMALIZAR CARTÃO MDDF1	REP	ENCE CAPC NOLQ SCDM	3	3 PROG CF DISPONIBIL	CS01-AC
3130	11726884	24885595	39373	Manutenção em 16 Flowmeters	REP	ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM	0	0 EMERG-EXE IMEDIATA	CS01-RD
3131	11727146	24885597	39373	Manutenção em Flowmeters	REP	ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM	0	0 EMERG-EXE IMEDIATA	CS01-RD
3132	11727286	24885875	39371	AC2 - NORMALIZAR VIGIREX	APR	ENCE CAPC NOLQ SCDM	3	3 PROG CF DISPONIBIL	CS01-AC
3133	11729340	24902761	39442	Consertar monitor de CO.	REP	ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM	3	3 PROG CF DISPONIBIL	CS01-MC
3134	11729039	24918563	39399	REPARO EM CANETA DE VIBRAÇÃO.	REP	ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM	2	2 PROG C/ PRIORIDADE	CS01-MC
3135	11733168	24930674	39374	6 Flow meter ventaneiras AF1	APR	ENCE CAPC NOLQ SCDM	1	1 PROGR URGENTE	CS01-RD
3136	11733198	24930679	39374	6 Flow meter ventaneiras AF1	APR	ENCE CAPC NOLQ SCDM	1	1 PROGR URGENTE	CS01-RD

Plan1

Figura 9 – Planilha de extração dos dados de manutenção.

3.2. Identificação das metodologias de priorização

A partir dos itens extraídos do banco de dados da manutenção, é realizado um trabalho minucioso de entrevista com clientes, técnicos, gestores e demais envolvidos nos trabalhos realizados pela equipe, objetivando levantar quais os critérios que poderiam ser levados em consideração para definir a prioridade de um serviço executado pela Supervisão do Laboratório de Eletrônica.

Esse *brainstorm* chegou a uma definição de doze itens quantitativos e qualitativos, os quais o Supervisor de Manutenção deve seguir para montar a programação de serviços que serão realizados pelos técnicos. Vale observar aqui que nenhum dos itens traz ineditismo ou é de total desconhecimento do responsável pela programação dos serviços. São eles:

- **Prioridade indicada pelo cliente na Nota de Manutenção:** item opcional a ser preenchido que indica, desde o momento de criação da Nota, a prioridade do serviço solicitado na opinião do Grupo Planejamento de Manutenção.

- **Tempo em carteira:** compreende o tempo em que o equipamento permanece sob responsabilidade da Supervisão do Laboratório de Eletrônica, ou seja, desde que é entregue pelo cliente até o instante em que é devolvido (final do processo).
- **Hierarquia do solicitante:** é levantada a necessidade de um indicador de priorização adicional ao existente, objetivando contemplar solicitações oriundas de outras instâncias. É percebido entre os colaboradores do Departamento de Manutenção que, dependendo do nível hierárquico do solicitante, alguns serviços são priorizados em detrimento a outros. Atualmente essa priorização não é registrada nem tão pouco estudada antes de se alterar as programações, o que pode impactar negativamente na eficiência dos reparos, denegrindo a imagem da equipe. Os clientes entrevistados também concordam com a existência desse indicador.
- **Complexidade do serviço:** um serviço que demanda muito tempo de atuação dos técnicos, seja pela dificuldade de desmontá-lo, recuperá-lo ou testá-lo – inclusive com graus diferentes para cada uma dessas etapas – é considerado um serviço de alta complexidade. Serviços de alta complexidade são bem-vindos pela equipe do Laboratório de Eletrônica, pois angariam novos conhecimentos para os técnicos e demonstram a importância da existência dessa equipe para o cliente.
- **Área produtiva:** como a equipe atende todos os departamentos da empresa, são executadas Ordens de Manutenção para equipamentos relacionados à atividades-fim e atividades-meio, sendo esses primeiros de maior importância. Por exemplo: a manutenção de um codificador que garante a qualidade superficial da chapa de aço fabricado é mais importante que a manutenção de um *display* utilizado para exibição de notícias na sala de espera da empresa, admitindo ainda sim que ambos os serviços devam ser executados.
- **Histórico do equipamento:** uma das etapas realizadas pelos técnicos que atuam na equipe é a inclusão de informações referentes ao serviço executado na Nota da Manutenção. Ao longo dos anos é criado um histórico que contém os sintomas de falha e as soluções aplicadas para a maior parte dos defeitos apresentados pelo equipamento. A existência dessas informações facilita

bastante o trabalho do técnico, que pode executar a Ordem de Manutenção mais rapidamente, sendo por isso motivo de ter um indicador no sistema especialista paraconsistente. Para que esse campo esteja ativo, o Cliente precisa especificar na Nota de Manutenção qual o Número de Equipamento está atrelado.

- **Atenção dispensada pelo cliente visando agilidade no reparo dos equipamentos:** sempre que um equipamento apresenta falhas na área, existem algumas medidas que podem ser tomadas para normalização do funcionamento deste. Uma das soluções apresentadas pelo responsável do equipamento é o envio para reparo na Supervisão do Laboratório de Eletrônica. Aberta a Nota de Manutenção no software de gestão, o técnico tem a opção de enviar imediatamente o equipamento para reparo, o que normalmente não ocorre, salvo na realização serviços emergenciais, que demandam a paralisação de outras tarefas afim de se diagnosticar e reparar o referido equipamento. Nos demais casos, porém, o responsável pode levar dias, semanas ou até meses para enviar o equipamento à Supervisão do Laboratório de Eletrônica. Conforme pode-se observar, essa é uma clara indicação de que o reparo a ser realizado não é de alta prioridade. Como os responsáveis por equipamentos instalados em um mesmo Local de Instalação possuem diferentes atribuições de cargo e rotinas de trabalho, esse item leva em consideração, em uma de suas análises, o histórico para todos os equipamentos instalados no mesmo setor, e não somente àquele serviço, sendo esse formato mais atrelado à real prioridade que deve ser dado ao Local de Instalação.
- **Apresentação de Centro de Custo viável:** todos os serviços executados possuem uma base de cálculo para controle contábil que envolve muitas variáveis, como o tempo gasto na manutenção, o horário em que o trabalho é realizado, os materiais, ferramentas e instrumentos utilizados, dentre outros apontadores. O custo total é debitado diretamente no Centro de Custo da área solicitante do serviço que é realizado pela Supervisão do Laboratório de Eletrônica. De forma padronizada, a empresa no qual o estudo acontece disponibiliza uma verba para cada gerência, na qual uma parcela é destinada à manutenção dos dispositivos que compõem o seu processo de funcionamento.

Esse Centro de Custo deve ser informado na Nota de Manutenção, para que exista o correto débito e controle fiscal dos serviços prestados pela Supervisão do Laboratório de Eletrônica e para a área em questão. Por ser um item opcional, em alguns casos é deixado em branco pelo criador da Nota de Manutenção.

- **Prioridade típica do equipamento e seu Local de Instalação:** um equipamento que possui muitas Ordens de Manutenção executadas pela Supervisão do Laboratório de Eletrônica torna-se, a longo prazo, um serviço de média ou baixa complexidade, devido a repetitividade dos defeitos encontrados aliado ao detalhamento do histórico armazenado no software de gestão. Também pode-se considerar que, uma vez em que tipicamente determinado Local de Instalação recebe atenção prioritária da Supervisão do Laboratório de Eletrônica, essa área possui forte indicativo de ser classificada como de alta importância para o processo de fabricação do aço. Ao unir esses dois conceitos, obtêm-se um índice que indiretamente informa qual a prioridade que deve ser atribuída aos futuros serviços que forem incluídos na Carteira de Manutenção.
- **Frequência de serviços prestados ao cliente:** é possível demonstrar a importância da existência de um setor responsável pela manutenção eletroeletrônica de equipamentos e instrumentos industriais de várias formas. Uma delas é através da demanda de serviços que recebe de seus clientes. No software de gestão todo equipamento possui um responsável técnico, aqui denominado Grupo de Planejamento de Manutenção (GPM). Um GPM não necessariamente é formado por uma única pessoa, sendo às vezes composto por uma equipe de vários membros. A funcionalidade do GPM visa permitir a rápida identificação do responsável pelo equipamento que se encontra instalado, independente das condições em que ele se encontra. Dessa forma, fica claro perceber que um aumento na frequência de determinado Grupo Planejamento de Manutenção, independente do motivo que o leve a tal, torna aquele GPM específico um cliente prioritário, o qual deve possuir seu índice de importância automaticamente maior.
- **Importância para o processo:** atualmente os colaboradores do Laboratório de Eletrônica possuem a atribuição de indicar as Ordens de Manutenção prioritárias

dentre todo o universo de serviços a serem executados. Além de levarem em consideração o setor no qual ele está instalado, objetivando que serviços de maior importância sejam mais rapidamente executados, eles podem contar com um indicador incluso no cadastro do equipamento que é preenchido pelo Grupo de Planejamento de Manutenção no momento em que este é cadastrado no software de gestão, denominado Código ABC. Essa análise informa, de forma clara e sucinta, qual o impacto que uma falha naquele dispositivo poderá ter na atividade-fim daquele processo fabril.

A partir desse ponto, dez especialistas envolvidos diretamente com os trabalhos realizados pela equipe (*stakeholders*) classificaram, segundo sua expertise, a importância de cada item no processo de Gestão da Carteira de Serviços. Esse processo é padronizado em um questionário enviado para os envolvidos, que responderam e assinaram suas conclusões. O referido documento encontra-se no Apêndice A, onde também está detalhada a pontuação de 1 a 5.

Após o retorno dos especialistas, chegou-se ao Quadro 2.

Quadro 2 – Determinação das características prioritárias de serviços.

	Prioridade indicada pelo cliente	Tempo em carteira	Hierarquia do solicitante	Complexidade do serviço	Importância para o processo fabril	Equipamento atrelado	Atenção do cliente visando agilidade	Apresentação de Centro de Custo	Prioridade típica adotada pelo LAE	Frequência de serviços prestados	Existência do Histórico
E_1	3	2	4	2	4	4	1	2	2	2	4
E_2	3	4	5	3	4	3	3	3	3	4	4
E_3	3	3	5	1	3	1	1	3	1	3	3
E_4	2	3	4	2	5	4	5	2	2	3	2
E_5	3	3	5	2	5	3	1	2	3	4	4
E_6	4	5	3	4	5	4	0	4	3	4	5
E_7	1	2	4	0	5	0	3	3	3	2	5
E_8	5	4	4	3	4	1	2	1	2	2	3
E_9	3	3	4	2	5	3	1	3	3	2	3
E_{10}	3	3	4	5	4	3	1	1	2	2	3
$\sum$	30	32	42	24	44	26	18	24	24	28	36

Legenda para os especialistas:

- E_1 – Gestor da Gerência de Manutenção de Sistemas Industriais.
- E_2 – Coordenador da área de Suporte, onde está incluso a Supervisão do Laboratório de Eletrônica.
- E_3 – Supervisor do Laboratório de Eletrônica.
- E_4 – Líder de Manutenção do Laboratório de Eletrônica.
- E_5 – Técnico Eletrônico Instrumentista do Laboratório de Eletrônica.
- E_6 – Profissional Eletrônico Instrumentista do Laboratório de Eletrônica.
- E_7 – Gestor da Gerência que historicamente tem a maior quantidade de solicitações feitas à Supervisão do Laboratório de Eletrônica.
- E_8 – Coordenador do Setor que historicamente tem a maior quantidade de solicitações feitas à Supervisão do Laboratório de Eletrônica.
- E_9 – Supervisor do Setor que historicamente tem a maior quantidade de solicitações feitas à Supervisão do Laboratório de Eletrônica.
- E_{10} – Responsável técnico de equipamento (inspetor) que historicamente tem a maior quantidade de solicitações feitas à Supervisão do Laboratório de Eletrônica.

3.3. Análise dos dados coletados

Após a extração dos dados do banco de dados, consegue-se em um primeiro momento ter acesso às seguintes informações:

- 4,2% das Notas de Manutenção criadas no software de gestão foram abertas solicitando serviços emergenciais, 8,7% solicitando serviços de alta prioridade, 17,4% de média prioridade e 69,7% de baixa prioridade. Desse último grupo, 20,7% não especificam a prioridade, sendo classificadas automaticamente na categoria mais baixa.
- 6,1% dos serviços solicitados são para equipamentos instalados na área de Utilidades (que provê insumos naturais para as plantas, como energia elétrica e

gases diversos), 6,5% dos serviços para equipamentos da Laminação a Frio (transformadora de chapas de aço em bobinas de aço), 7,6% dos equipamentos provém da Laminação a Quente (transforma o lingote de aço em chapa de aço), 10,4% dos serviços da Aciaria (transformadora do ferro-gusa em lingote de aço), 15,3% da Redução (transformadora de minério de ferro em ferro-gusa) e expressivos 54,3% dos serviços são oriundos de outras áreas não relacionadas diretamente ao processo produtivo da empresa, tais como os setores de Recursos Humanos, Informática, Segurança no Trabalho e Qualidade.

- 36,1% das Notas de Manutenção abertas não possuíam informações referentes ao Código ABC, que determina a importância do equipamento para o processo no qual está instalado. Para os que possuem essa indicação, 18,7% caracterizam-se de baixa importância, 8,7% de média importância, 35,8% de alta importância e 0,7% entram em uma categoria especial denominada “Dez Mais”, o qual indica que o equipamento em falha irá interromper o processo produtivo.
- 5,7% das Notas de Manutenção não indicam o Centro de Custo onde o serviço de reparo é executado, prejudicando a boa gestão financeira por parte do Setor de Manutenção.
- 33,5% das Notas de Manutenção não indicam o Número do Equipamento, fundamental para existência do histórico de reparos executados.
- 13,3% das Notas de Manutenção não possuem atrelados os Grupos de Planejamento de Manutenção (GPM), o que impede buscar de forma mais fácil os responsáveis dos equipamentos.

Referente ao Quadro 2, que mostra a determinação das características prioritárias dos serviços segundo os envolvidos no processo, a análise é feita em duas vertentes: sob a ótica do prestador de serviços e do cliente.

O gestor, coordenador, supervisor, líder, técnico e profissional da Supervisão do Laboratório de Eletrônica são os especialistas envolvidos na prestação de serviços de reparos eletrônicos.

Quatro dos seis especialistas concordam em grau máximo que se deve priorizar os reparos de equipamentos oriundos especificamente das áreas produtivas, em

detrimento aos demais setores da empresa. A hierarquia do solicitante é ponto de atenção de dois deles, o que vai de contraponto à primeira informação, já que a depender do solicitante, é priorizado setores menos expressivos da empresa. O tratamento dessas inconsistências é uma das principais vantagens no uso da lógica paraconsistente.

Já as opiniões do gestor, coordenador e supervisor dos clientes, bem como do responsável técnico dos equipamentos apontam para maior prioridade em serviços oriundos da área produtiva, o que já era esperado. Para o responsável técnico, uma singularidade ocorre quando ele pontua em nível máximo a priorização de serviços mais complexos, opinião que impactará de forma pouco significativa no funcionamento do sistema especialista paraconsistente, já que é caso único.

Ao analisar os dados então, percebe-se que os principais colaboradores envolvidos no projeto já vêm atuando de forma a aplicar os conceitos da produção enxuta, onde o cliente determina que tipo de produto ou serviço ela quer. Devido a isso, uma das funções do sistema especialista paraconsistente proposto nesse estudo é a de estruturar a cadeia de valor e fluxo no formato de produção puxada, tal como sugerido por Jones e Womack (2004). Segundo os autores, seguir esse conceito leva à redução de desperdício e disponibilização do melhor serviço ao cliente, objetivos que estão em consonância com os da Supervisão do Laboratório de Eletrônica.

4. CONSTRUÇÃO DO SISTEMA ESPECIALISTA PARACONSISTENTE

Obtidos os dados que serão utilizados no processamento do sistema especialista paraconsistente, parte-se então para a análise dos formatos em que são disponibilizados pelo banco de dados (textual, numérico, caractere, etc.). Isso permite tratá-lo através de instruções em linguagem C objetivando sua normalização em valores paraconsistentes, ou seja, que variam de zero a um.

Primordialmente, é criado o código-fonte necessário para a realização do cadastro, alteração e exclusão dos especialistas envolvidos no estudo de caso. Apesar do banco de dados e o código-fonte possibilitar a inclusão de um sem-número especialistas inserindo as prioridades sob sua ótica, aqui foram cadastrados apenas os dez já citados.

Cada um dos doze critérios de priorização levantados pelos especialistas envolvidos no estudo é configurado dentro de nós de análise paraconsistente. Após passarem por esse processo, os dados podem então ser inseridos na Rede de Análise Paraconsistente.

Segundo Abe (2000), na LPA um grau de descrença pode ser considerado como um complemento à unidade de um grau de descrença. Portanto, a célula de decisão com entrada do grau de descrença complementada possibilita que toda a análise paraconsistente seja feita apenas com valores de graus de crença. Nesse estudo, todas as variáveis paraconsistentes serão configuradas para utilizar NAPs complementadas, padronizando e dinamizando o processo que ocorrerá na Rede de Análise Paraconsistente.

Para facilitar o entendimento, serão explicadas as entradas de cada NAP e como elas receberão os valores paraconsistentes. Poderá existir ainda um breve relato das nuances contidas no desenvolvimento do código-fonte para tratar falhas e erros contidos no banco de dados, etapa comum no desenvolvimento dessa categoria de software. O código-fonte está todo relacionado no Apêndice B.

4.1. Estudos das características e formatos dos dados

Proposição: A nota de Manutenção é prioritária.

A prioridade de uma nota de Manutenção pode, caso tenha sido sinalizada pelo cliente, estar preenchida com valores inteiros que variam de zero a três, sendo mais emergencial quanto menor for o número atribuído. Uma das entradas da NAP complementada corresponderá a essa indicação. A outra entrada levará em consideração todo o histórico em potencial que o equipamento possui no banco de dados, valor esse obtido através do cálculo das médias das prioridades em todas as vezes que o equipamento é submetido à manutenção da Supervisão do Laboratório de Eletrônica.

É atribuído zero às entradas dessa proposição caso a prioridade não seja indicada ou caso o Equipamento não esteja indicado na Nota de Manutenção.

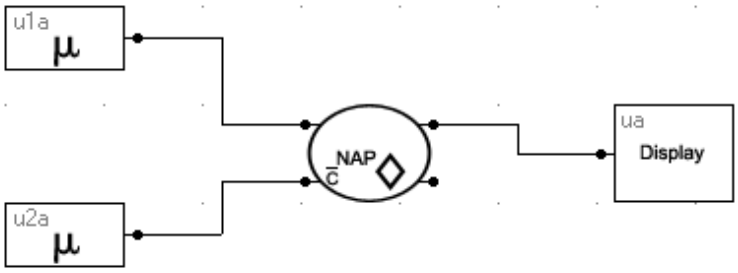


Figura 10 – NAP configurada para a prioridade A.
Fonte: Software SimPARAnet (Holms, 2013).

- Entradas:
  - u1a – Prioridade da Nota de Manutenção
  - u2a – Histórico da Prioridade nas Notas de Manutenção do Equipamento
- Valores paraconsistentes:
  - Prioridade 0: 1
  - Prioridade 1: 0,6...
  - Prioridade 2: 0,3...
  - Prioridade 3: 0

- A média de prioridades para um determinado equipamento, que varia de zero a três, é normalizada para valores entre zero e um.

Proposição: A Ordem de Manutenção é antiga.

Todas as informações temporais do software de gestão são armazenadas no formato *Date and Time*, o qual pode ser tratado com poucas implicações. Nesse trecho do código, é realizado o cálculo da quantidade de dias que o referido Equipamento permaneceu aguardando manutenção na Carteira de Manutenção. Caso a Ordem de Manutenção esteja em execução, a quantidade de dias é calculada com base na data atual ("*today*"). O código leva em consideração casos onde o Equipamento não possui histórico no banco de dados, tratando esses casos específicos de forma adequada.

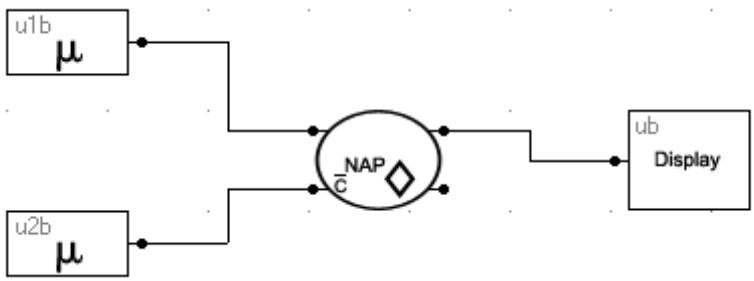


Figura 11 – NAP configurada para a prioridade B.
Fonte: Software SimPARAnet (Holms, 2013).

- Entradas:
  - u1b – Número de dias que a Ordem de Manutenção está na Carteira de Manutenção
  - u2b – Número de dias que as Ordens de Manutenção do referido equipamento permaneceram, quando considerado o histórico.
- Valores paraconsistentes:
  - Maior número de dias do referido Equipamento na Carteira de Manutenção: 0
  - Menor número de dias do referido Equipamento na Carteira de Manutenção: 1
  - Após a determinação dos dois valores anteriores, são eles comparados com o número de dias que o referido equipamento está na Carteira de

Manutenção, definindo assim o valor entre zero e um que as entradas possuirão.

Proposição: O serviço é priorizado por alguém importante.

Única informação que não é obtida do banco de dados do software de gestão, a solicitação humana de priorização de um serviço da Carteira de Manutenção da Supervisão do Laboratório de Eletrônica é prosaica. As conclusões que serão obtidas com esse estudo de caso estariam comprometidas caso o processamento da Rede de Análise Paraconsistente não considerasse a entrada desses valores, que conseguem mudar através de um simples contato telefônico ou ordem escrita toda a programação de serviços atribuída a um determinado técnico. Como o software de gestão da empresa não contempla essas mudanças repentinas, é então alocado um NAP para tratar dessa inconsistência. Vale observar aqui que esse critério de priorização é criado e eleito pelos especialistas como um dos mais importantes.

Nesse critério, que pode variar de zero a dez (números reais), os especialistas reuniram-se e em comum acordo definiram que o valor estaria em anuência com o cargo do solicitante na empresa onde ocorre o estudo. Exemplificando, esse critério pode valer: zero para operadores, um para eletricistas, dois para técnicos, três para supervisores, quatro para analistas e assistentes, cinco para engenheiros, seis para coordenadores, sete para gerentes, oito para gerentes-gerais, nove para diretores e dez para presidentes.

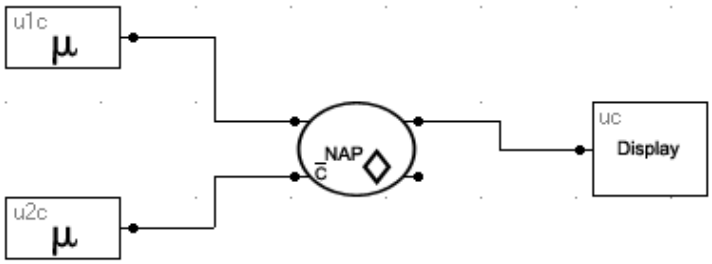


Figura 12 – NAP configurada para a prioridade C.
Fonte: Software SimPARAnet (Holms, 2013).

- Entradas:
    - u1c e u2c - Solicitação de Priorização da Ordem de Manutenção
- Valores paraconsistentes:
    - A prioridade inserida de zero a dez é normalizada nos valores paraconsistentes.

Proposição: O serviço a ser realizado é complexo.

Todas as manutenções realizadas pela Supervisão do Laboratório de Eletrônica, programadas ou não, tem o campo de horário de início e término preenchidos pelo técnico de reparo. Essa informação é uma das mais fidedignas no momento em que se quer determinar a complexidade de um serviço realizado. Serviços que exigem um maior tempo de raciocínio na identificação das falhas, na troca de componentes eletrônico defeituosos ou na montagem e execução dos testes de funcionamento, tendem a ser mais difíceis para os colaboradores da manutenção.

Como em 20% dos casos as manutenções são concluídas em menos de oito horas de serviço, ou seja, no mesmo dia útil de trabalho, objetivando tornar o valor paraconsistente mais atrelado à realidade optou-se por calcular o tempo para conclusão da manutenção em minutos, e não em dias. Para evitar que o tempo de descanso dos trabalhadores entre os dias fosse erroneamente inserido no cálculo, é utilizada a referência de horário de trabalho cadastrada no software de gestão, que atualmente é de 8h30 às 17h, com 30min de descanso para o almoço.

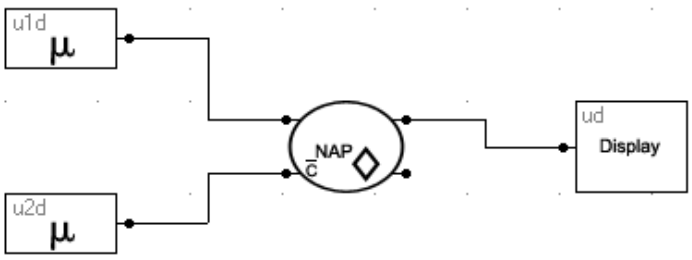


Figura 13 – NAP configurada para a prioridade D.
Fonte: Software SimPARAnet (Holms, 2013).

- Entradas:
    - u1d – Tempo de Manutenção histórico do equipamento. O valor é histórico, pois a expertise adquirida pela equipe do Laboratório de Eletrônica tende a aumentar quanto maior for a quantidade de manutenções realizadas no referido equipamento.
    - u2d – Tempo de Manutenção histórico da área onde o equipamento está instalado. A existência dessa entrada paraconsistente é justificada a partir do momento em que o auxílio dado pelo cliente na manutenção do equipamento, através do fornecimento de manuais, *datasheets*, catálogos e / ou esquemas de funcionamento, influencia diretamente no tempo de manutenção, tendendo a reduzi-lo.
- Valores paraconsistentes:
    - É calculada a média de horas de cada uma das entradas.
    - Valor máximo (um): quando a média calculada atinge o valor máximo existente no histórico. Esse valor máximo pode ser retirado de qualquer um dos históricos levados em consideração nessa proposição.
    - Valor mínimo (zero): quando a média calculada atinge o valor mínimo existente no histórico. Esse valor mínimo pode ser retirado de qualquer um dos históricos levados em consideração nessa proposição.
    - Como pode se verificar, é impossível atingir os valores 0,000 ou 1,000, pois as duas entradas trabalham com médias ponderadas. Porém valores próximos desses foram obtidos no estudo de caso.

Proposição: O equipamento é importante para manter o processo fabril.

O software de gestão da empresa possui um campo denominado ABC, responsável por informar a importância do equipamento para a fabricação do produto fornecido pela empresa. Apesar de não ser de preenchimento obrigatório no momento da criação de um equipamento no sistema, ele é um indicador fiel do valor representativo do equipamento para a planta industrial. É eleito pelos especialistas como o mais importante no momento de se definir a prioridade de execução de um serviço.

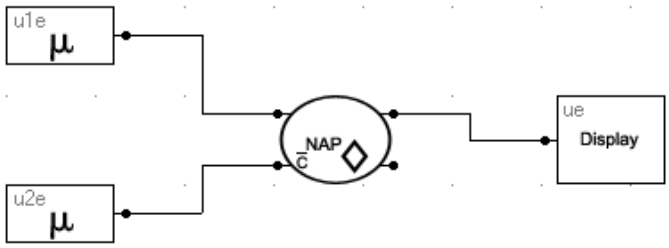


Figura 14 – NAP configurada para a prioridade E.
Fonte: Software SimPARAnet (Holms, 2013).

- Entradas:
  - u1e – Código ABC sinalizado na Ordem de Manutenção
  - u2e – Representatividade do código ABC informado na referida Ordem de Manutenção, em relação à Carteira de Manutenção
- Valores paraconsistentes:
  - Código ABC 3 (baixa importância): 0
  - Código ABC 2 (média importância): 0,3...
  - Código ABC 1 (grande importância): 0,6...
  - Código ABC D (“Dez Mais”): 1
  - A representatividade é normalizada dividindo-se a quantidade de Ordens de Manutenção com o referido código ABC pela quantidade de Ordens de Manutenção na Carteira de Manutenção.

Proposição: O serviço constará no histórico do equipamento.

É de grande utilidade para a equipe de reparos do Laboratório de Eletrônica que seja possível buscar, no histórico do software de gestão, soluções para problemas similares aos encontrados na referida solicitação. Para que isso aconteça, o cliente precisa informar no ato da criação da Nota de Manutenção o Número do Equipamento, tornando futuramente a manutenção menos complexa.

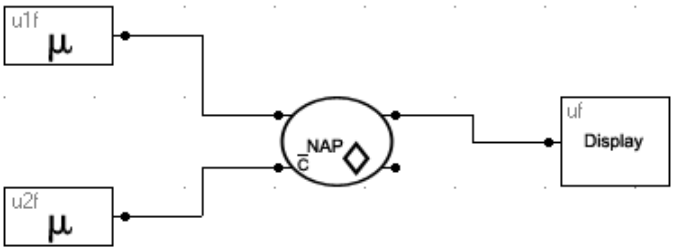


Figura 15 – NAP configurada para a prioridade F.
Fonte: Software SimPARAnet (Holms, 2013).

- Entradas:
  - u1f – Número do Equipamento atrelado à referida Nota de Manutenção
  - u2f – Quantidade histórica de Notas de Manutenção com o Número do Equipamento atrelado
- Valores paraconsistentes:
  - Existe (valor um) ou não existe (valor zero) Número do Equipamento atrelado à Nota de Manutenção
  - Atribuição de valor “um” em um cenário onde todas as Notas de Manutenção possuiriam Números de Equipamento atrelados, e “zero” em um cenário onde nenhuma Nota de Manutenção do sistema possuiria Número de Equipamento atrelado.

Proposição: O cliente está ansioso em resolver o problema.

Em 73% dos casos, o GPM inicia uma Nota de Manutenção no software de gestão, porém não leva o equipamento até a Supervisão do Laboratório de Eletrônica no mesmo dia. Esse fato pode ser entendido como um indicador de que a solicitação de fato não é emergencial.

Como em um mesmo setor pode existir mais de um GPM, aliado ao fato que podem estar instalados equipamentos com graus de criticidade diferentes, uma das entradas paraconsistentes leva em consideração o histórico para o Local de Instalação.

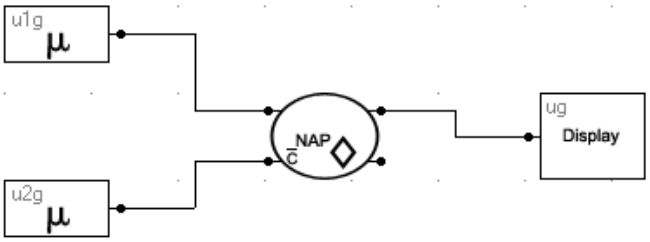


Figura 16 – NAP configurada para a prioridade G.
Fonte: Software SimPARAnet (Holms, 2013).

- Entradas:
  - u1g – Número de dias corridos entre a Data da Criação da Nota de Manutenção e a Data de Entrada da Ordem de Manutenção da referida Nota de Manutenção
  - u2g – Média histórica de dias corridos entre a Data da Criação da Nota de Manutenção e a Data de Entrada da Ordem de Manutenção da referida Nota de Manutenção, para todas as solicitações do mesmo Local de Instalação.
- Valores paraconsistentes:
  - A Nota de Manutenção com histórico de maior número de dias corridos entre a Data de Criação e a Data de Entrada da Ordem de Manutenção têm atribuído o valor zero. A mesma referência é utilizada para atribuição do valor um.
  - O Local de Instalação com média histórica de maior número de dias corridos entre a Data de Criação e a Data de Entrada da Ordem de Manutenção têm atribuído o valor zero. A mesma referência é utilizada para atribuição do valor um.

Proposição: O cliente está contribuindo com os custos do reparo.

Não é viável para os técnicos de reparo anotar todos os componentes unitários utilizados na execução de seus serviços. Da mesma forma, não é viável cobrar de cada cliente individualmente os componentes e mão-de-obra utilizada. A empresa na qual o estudo de caso acontece têm por norma ratear o custo entre todos os Centros informados nas Notas de Manutenção executadas pelas suas equipes. Dessa forma,

um Centro de Custo que deixa de ser informado na abertura de uma solicitação faz com que a despesa daquele serviço seja dividida entre todas os setores que o fazem apropriadamente.

Como o número que identifica cada Centro de Custo já foi alterado em pelo menos duas vezes ao longo da história (nos momentos de atualização contábil e unificação do CNPJ das diversas empresas do Grupo), não há atualmente uma forma de se calcular historicamente os Centros de Custo mais e menos ativos.

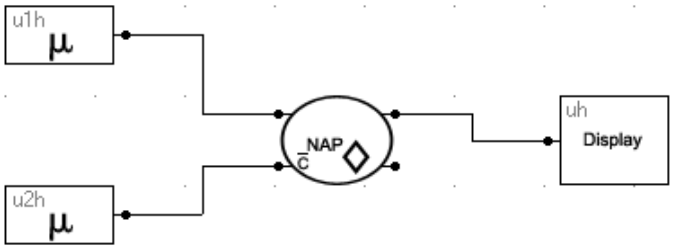


Figura 17 – NAP configurada para a prioridade H.
Fonte: Software SimPARAnet (Holms, 2013).

- Entradas:
  - u1h – Existência do Centro de Custo atrelado à Nota de Manutenção.
  - u2h – Quantidade histórica de Notas de Manutenção com Centro de Custo sinalizada.
- Valores paraconsistentes:
  - Existe (valor um) ou não existe (valor zero) Centro de Custo atrelado à Nota de Manutenção.
  - Atribuição de valor “um” em um cenário onde todas as Notas de Manutenção possuiriam Centros de Custo atrelados, e “zero” em um cenário onde nenhuma Nota de Manutenção do sistema possuiria Centro de Custo atrelado.

Proposição: A equipe de manutenção historicamente prioriza o serviço.

Utilizando cálculo temporal, é possível saber a real prioridade aplicada equipe de reparos do Laboratório de Eletrônica aos serviços que já foram executados para o

mesmo equipamento e setor. Nesse indicador estão indiretamente inclusos todos os outros critérios de priorização, pois ele é o resultado final da gestão de serviços feita sobre a equipe.

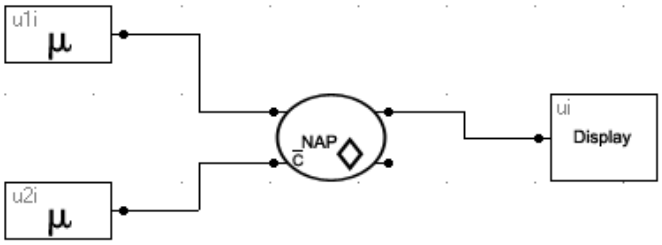


Figura 18 – NAP configurada para a prioridade I.
Fonte: Software SimPARAnet (Holms, 2013).

- Entradas:
  - u1i – Diferença entre a Data de Criação e a Data-base Fim da Ordem de Manutenção para o Equipamento sinalizado na Nota de Manutenção.
  - u2i – Diferença entre a Data de Criação e a Data-base Fim da Ordem de Manutenção para o Local de Instalação sinalizado na Nota de Manutenção.
- Valores paraconsistentes:
  - O maior número de dias entre a Data de Criação e a Data-base Fim terá a atribuição do valor zero, e o menor um. Essa normalização é aplicada para ambas as entradas.

Proposição: A equipe de manutenção historicamente prioriza o cliente.

Um inspetor técnico responsável pelo equipamento ou instrumento a passar por manutenção, denominado GPM no software de gestão, possui fidelidade com a equipe do Laboratório de Eletrônica quando possui todas as boas características de um profissional que auxilia o setor de manutenção de forma geral. É possível saber se um determinado GPM tem afinidade com a equipe de reparos quando historicamente ela atribui uma maior prioridade à execução dos seus serviços, independentemente da área ou quantidade de solicitações.

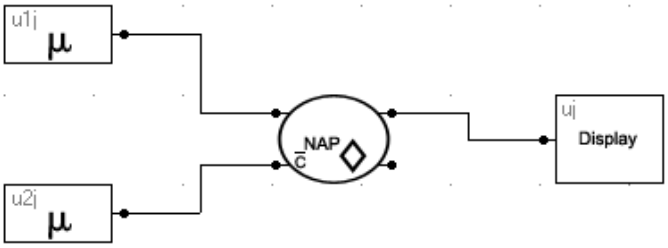


Figura 19 – NAP configurada para a prioridade J.
Fonte: Software SimPARAnet (Holms, 2013).

- Entradas:
  - u1j – Existência do Grupo de Planejamento de Manutenção atrelado à Nota de Manutenção.
  - u2j – Número histórico de atendimentos realizados para o Grupo de Planejamento de Manutenção informado na Nota de Manutenção.
- Valores paraconsistentes:
  - Existe (valor um) ou não existe (valor zero) Grupo de Planejamento de Manutenção atrelado à Nota de Manutenção.
  - O Grupo de Planejamento de Manutenção com uma maior quantidade de Ordens de Manutenção executadas recebe um valor paraconsistente proporcionalmente maior que o GPM com uma menor quantidade de Ordens de Manutenção executadas.

Proposição: Existe histórico das soluções para as falhas do equipamento.

Existem vinte e um status do usuário que são utilizados pela Supervisão do Laboratório de Eletrônica durante o processo de recebimento, execução e entrega de serviços. Desses, oito indicam que uma Ordem de Manutenção está confirmada tecnicamente, ou seja, que o técnico de reparos descreveu detalhadamente o serviço que foi executado para atender à solicitação de manutenção. Visivelmente é importante para o histórico que se atenda esse quesito na maior quantidade de Ordens de Manutenção possível. Aqui, os índices são medidos para o equipamento e setor indicados na referida solicitação.

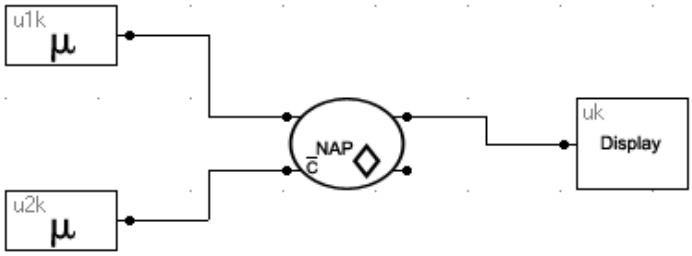


Figura 20 – NAP configurada para a prioridade K.
Fonte: Software SimPARAnet (Holms, 2013).

- Entradas:
  - u1k – Quantidade de Ordens de Manutenção confirmadas tecnicamente com o mesmo Número do Equipamento da referida Nota de Manutenção.
  - u2k – Quantidade de Ordens de Manutenção confirmadas tecnicamente com o mesmo Local de Instalação da referida Nota de Manutenção.
- Valores paraconsistentes:
  - Atribuição de valor um ao Local de Instalação ou Equipamento com a maior quantidade de Ordens de Manutenção confirmadas. A mesma referência é tomada para atribuir o valor zero.

4.2. Processamento da Rede de Análise Paraconsistente

Realizada a importação do banco de dados e a filtragem dos dados de interesse – aqueles que segundo os especialistas são metodologias de definição de prioridade – é executada a normalização em valores paraconsistentes, partindo-se então para a criação do código-fonte que simula o funcionamento da rede paraconsistente, tal como idealizado na introdução do presente trabalho.

Conforme acordado entre os especialistas e o autor, a rede de análise paraconsistente desenvolvida deve se comportar de forma dinâmica, ou seja, com seus nós de análises paraconsistentes sendo tratados como blocos que são inseridos conforme a definição dos especialistas, mais ao início da rede (baixa prioridade) ou ao fim (alta prioridade), conforme ilustrado na Figura 21.

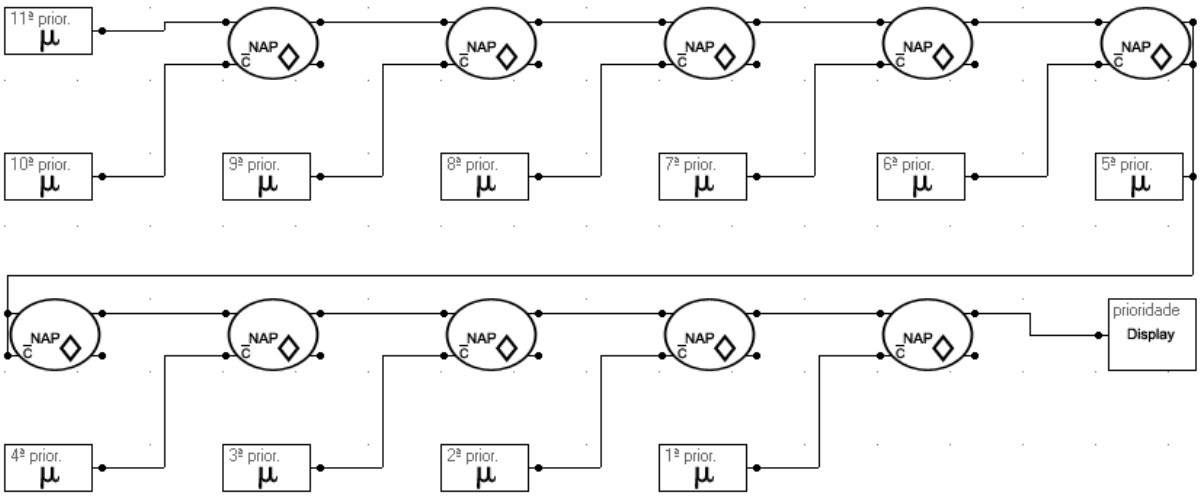


Figura 21 – Conceito da Rede de Análise Paraconsistente.
Fonte: Software SimPARAnet (Holms, 2013).

Para tal, inicialmente é realizada a somatória dos valores individuais dos especialistas para cada elemento de priorização, chegando-se aos mesmos resultados exibidos na última linha do Quadro 2. A partir desse momento, utilizando-se de uma matriz, o código fonte ordena de forma crescente os elementos de priorização, afim de classificá-los pelo seu nível de importância, um dos fundamentos da Rede de Análise Paraconsistente conceituados nesse trabalho.

Após a realização das tratativas e identificação dos valores paraconsistentes que serão utilizados pela rede de análise paraconsistente, o software de cálculo então é programado para, através de um laço de repetição, calcular o grau de evidência resultante real para cada Ordem de Manutenção do banco de dados paraconsistente. Esse cálculo é feito de forma sequencial, iniciando o cálculo do μ_{ER} a partir dos dois nós de análise paraconsistentes menos importantes segundo os especialistas. Com esse resultado e a saída do terceiro NAP menos importante, é calculado um segundo μ_{ER}. Esse processo ocorre até que todos os nós de análise paraconsistentes sejam processados pela rede de análise paraconsistente, obtendo um μ_{ER} final que responderá a proposição “Essa Ordem de Manutenção é prioritária”.

A Rede de Análise Paraconsistente utilizada para o desenvolvimento desse trabalho, com valores determinados pelos *stakeholders* da Supervisão do Laboratório de Eletrônica, é mostrado na Figura 22.

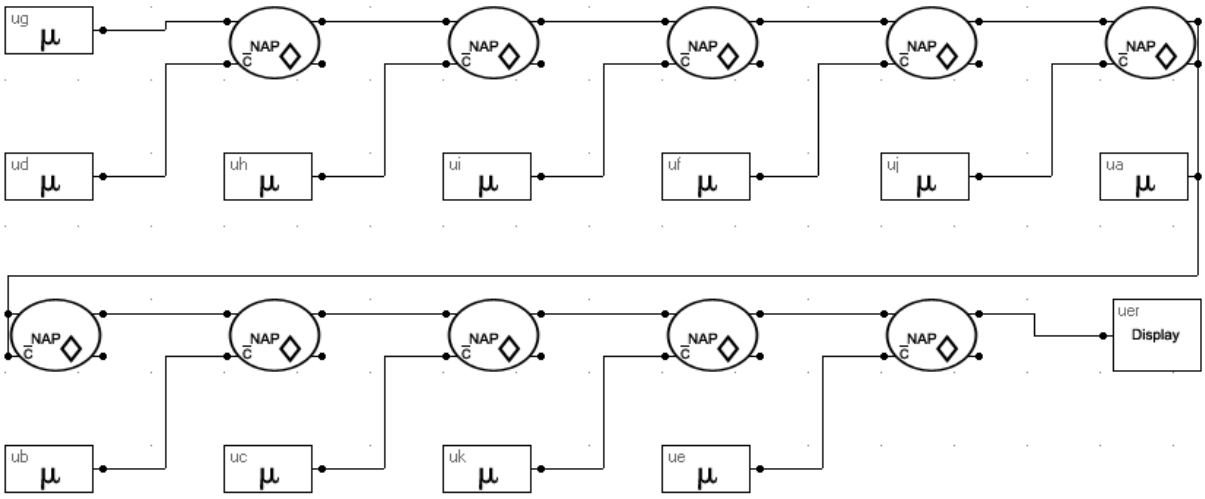


Figura 22 – Rede de Análise Paraconsistente conforme a priorização.
Fonte: Software SimPARAnet (Holms, 2013).

O código-fonte está programado para recalcular os Nós de Análise Paraconsistente e a Rede de Análise Paraconsistente a cada inclusão, alteração ou exclusão de dados no histórico de manutenções, na determinação dos especialistas e na definição das metodologias, atualizando os valores paraconsistentes a cada vez que um desses processos ocorrer. Com isso, o resultado entregue pelo sistema é sempre o mais possivelmente fidedigno à opinião dos especialistas. Isso ocorre com o auxílio da LPA nas contradições e inconsistências existente nesse tipo de registro. A cada execução, a prioridade é recalculada e esse valor recebe as devidas tratativas indicadas no Capítulo 5 desse trabalho.

5. IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA ESPECIALISTA PARACONSISTENTE

Após um breve período de testes, o sistema especialista paraconsistente desenvolvido nesse trabalho é posto em funcionamento na Supervisão do Laboratório de Eletrônica, para que pudesse ser utilizado pelos colaboradores e gestores da equipe. Os itens 2.7.1 e 2.7.2 detalham como ocorreu esse processo.

5.1. Preparação do ambiente

Desde o primeiro momento em que a Supervisão do Laboratório de Eletrônica é definido como a equipe de manutenção da empresa escolhida para ter um sistema especialista paraconsistente projetado especificamente para atender sua demanda, todo o público envolvido no assunto é orientado através de um encontro inicial sobre os passos em que esse processo ocorreria, e quais os objetivos esperados. Com o consenso de todos, é iniciado o desenvolvimento do software.

Antes de colocá-lo no ar, a rede de análise paraconsistente é exaustivamente testada afim de se garantir operacionalmente os valores entregues por ela. Como cada nó de análise paraconsistente possui uma determinada importância no sistema, é necessária a utilização de exemplos reais do banco de dados para que os *stakeholders* ficassem convencidos dos resultados exibidos pelo sistema.

Concluído essa etapa do projeto, é disponibilizada uma estação de trabalho onde o sistema especialista paraconsistente pode ser executado. Essa estação serve para realizar consultas e inserir priorizações solicitadas pela hierarquia, bem como servir de base para o autor do trabalho acompanhar o andamento do estudo de caso. Todos os colaboradores passaram por treinamento de aptidão para uso do sistema, e a partir do dia 5 de janeiro de 2015, primeira semana do ano no calendário da empresa, o sistema especialista paraconsistente entrou oficialmente no ar, conforme tela do software de cálculo numérico exibida na Figura 23. Vale destacar a quantidade de variáveis utilizadas, a qual parte delas é mostrada nessa Figura.

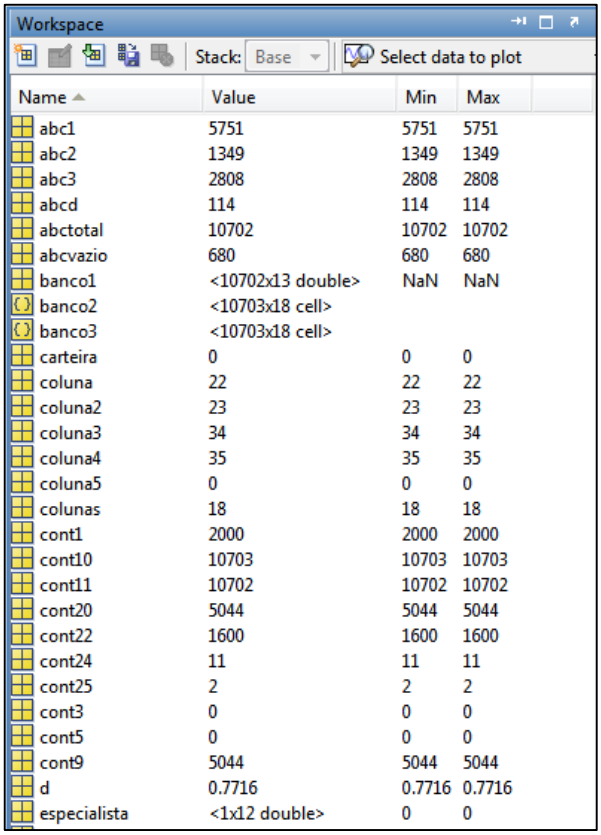


Figura 23 – Processamento do código no software de cálculo.

5.2. Criação da Gestão à Vista

Mello (1998) define Gestão à Vista como sendo uma forma de comunicação que pode ser notada por qualquer pessoa que trabalha em uma determinada área, qualquer um que esteja de passagem por esta área e para qualquer colaborador que possa visualizá-la. Resumindo, é aquela comunicação que está disponível em uma linguagem acessível para todos que possam vê-la, trazendo uma nova luz e uma nova vida à cultura no local de trabalho, através do compartilhamento das informações.

Logo após o início do funcionamento do sistema especialista paraconsistente, os gestores do Laboratório de Eletrônica definiram alguns indicadores extraídos do banco de dados para serem exibidos em um painel digital na sala de atendimento dos clientes, como forma de se aplicar os conceitos da Gestão à Vista. Dentre esses indicadores, é ciado um denominado “Eficiência da equipe”, representado por um percentual que está

diretamente relacionado ao atendimento conforme os critérios estabelecidos pelo sistema especialista paraconsistente.

Define-se também que a eficiência da equipe é uma das metas a serem atingidas anualmente para se avaliar o desempenho da manutenção na empresa. A meta inicial (2015) é a média da eficiência nos últimos cinco anos. O questionário será preenchido anualmente pelos especialistas, para que as respostas se adequem ao cenário atual da empresa e para que seja possível atribuir o conceito de melhoria contínua também ao sistema especialista paraconsistente. Sempre que houver a inclusão ou alteração de algum especialista, esse dado deve ser atualizado o mais breve possível no banco de dados paraconsistente.

Para adequar ao software de gestão atual ao sistema especialista paraconsistente, é necessária a conexão dos bancos de dados desses dois sistemas, fazendo com que as entradas sejam padronizadas para ambos. Para a saída entregue pelo sistema especialista paraconsistente, a saída alterada no software de gestão para representar o valor paraconsistente é a “Prioridade da Ordem de Manutenção”. Como esse campo só aceita números inteiros entre zero e três, é realizada a seguinte normalização para a proposição da do último NAP da rede: “A Ordem de Manutenção é prioritária”:

- Entre 0,000 e 0,249: Prioridade 3
- Entre 0,250 e 0,499…: Prioridade 2
- Entre 0,500 e 0,749…: Prioridade 1
- Entre 0,750 e 1,000: Prioridade 0

A partir do momento em que o sistema especialista paraconsistente e a gestão à vista estão operando funcionalmente, pode-se obter os resultados e discussões acerca desse trabalho.

6. RESULTADOS

O principal resultado esperado para esse trabalho é a criação de um sistema especialista paraconsistente, que baseado nas metodologias de priorização de serviços apontados por um grupo de especialistas, entregue um valor que represente a importância da execução de cada solicitação, obtendo-se assim uma programação de reparos alinhada às expectativas da empresa.

Desse modo, segue a descrição dos resultados obtidos com o processamento dos nós de análises paraconsistentes para cada metodologia de priorização e da rede de análise paraconsistente, bem como a avaliação dos indicadores levantados e a forma como o processo foi padronizado pela equipe do Laboratório de Eletrônica, onde o estudo ocorre.

6.1. Resultados obtidos pela LPA2v

Parte central e proveniente da inteligência artificial existente no sistema especialista paraconsistente desenvolvido nesse estudo de caso, a Lógica Paraconsistente Anotada com dois valores é responsável pelo processamento da RAP composta de 21 nós de análise paraconsistente. Nesse Capítulo, são analisados os resultados obtidos por cada um dos onze nós primários, que são responsáveis pela definição da importância de execução do serviço para cada metodologia de priorização, bem como o impacto de cada um deles na RAP.

Nos gráficos inclusos nesse Capítulo, os pontos azuis correspondem a região com valores paraconsistentes oriundo das Ordens de Manutenção, e a linha laranja corresponde à média dos valores paraconsistentes extraídos da tabela paraconsistente.

6.1.1. Prioridade indicada pelo cliente

A NAP que responde a proposição “A Nota de Manutenção é prioritária” é composta dos valores indicados no campo Prioridade em conjunto com a análise do

histórico de prioridades indicadas pelo cliente para o Equipamento analisado. O Gráfico 11 exibe os resultados do processamento dessa NAP.

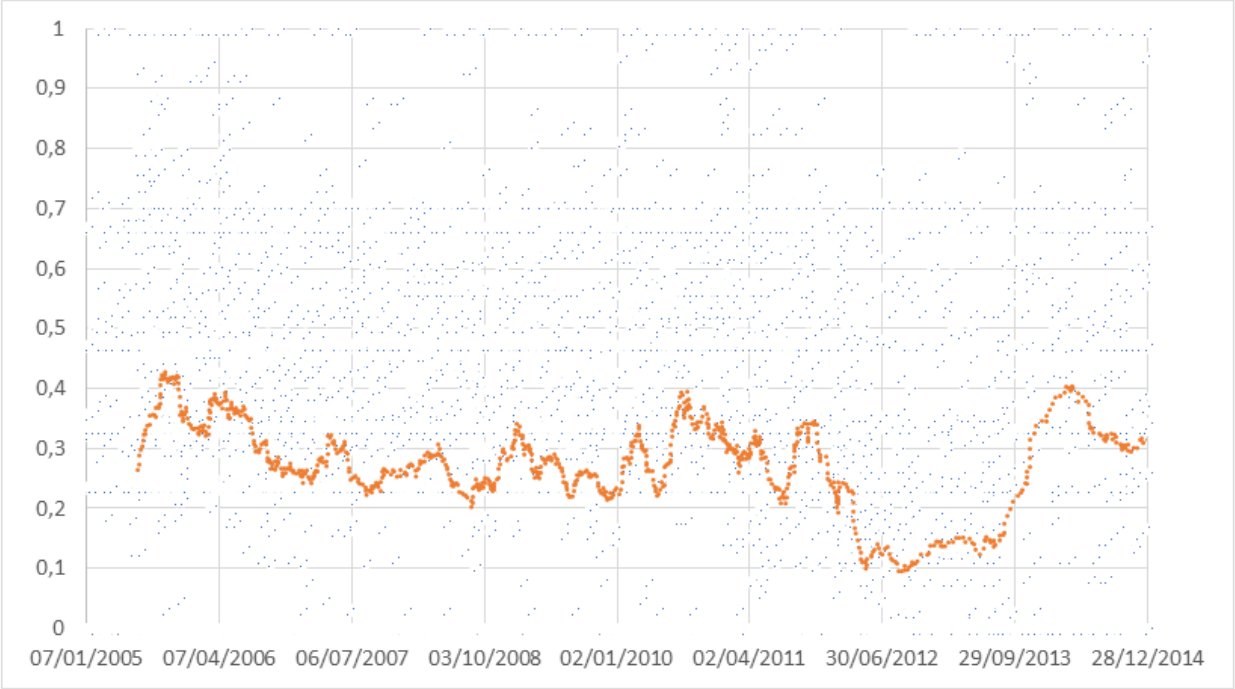


Gráfico 11 – NAP "A Nota de Manutenção é prioritária".

Observa-se que os valores paraconsistentes situam-se em média, na faixa entre 0,1 e 0,4, o que significa que as solicitações de reparo da Supervisão do Laboratório de Eletrônica são sinalizadas pelos clientes, de forma geral, como de média e baixa prioridade. Essa informação é utilizada pelos gestores para determinar a importância dos serviços prestados pela equipe para a empresa.

6.1.2. Tempo em carteira

A NAP que responde a proposição "A Ordem de Manutenção é antiga" é composta do número de dias que o serviço está na Carteira e a média histórica para o equipamento. O Gráfico 12 exibe os resultados do processamento dessa NAP.

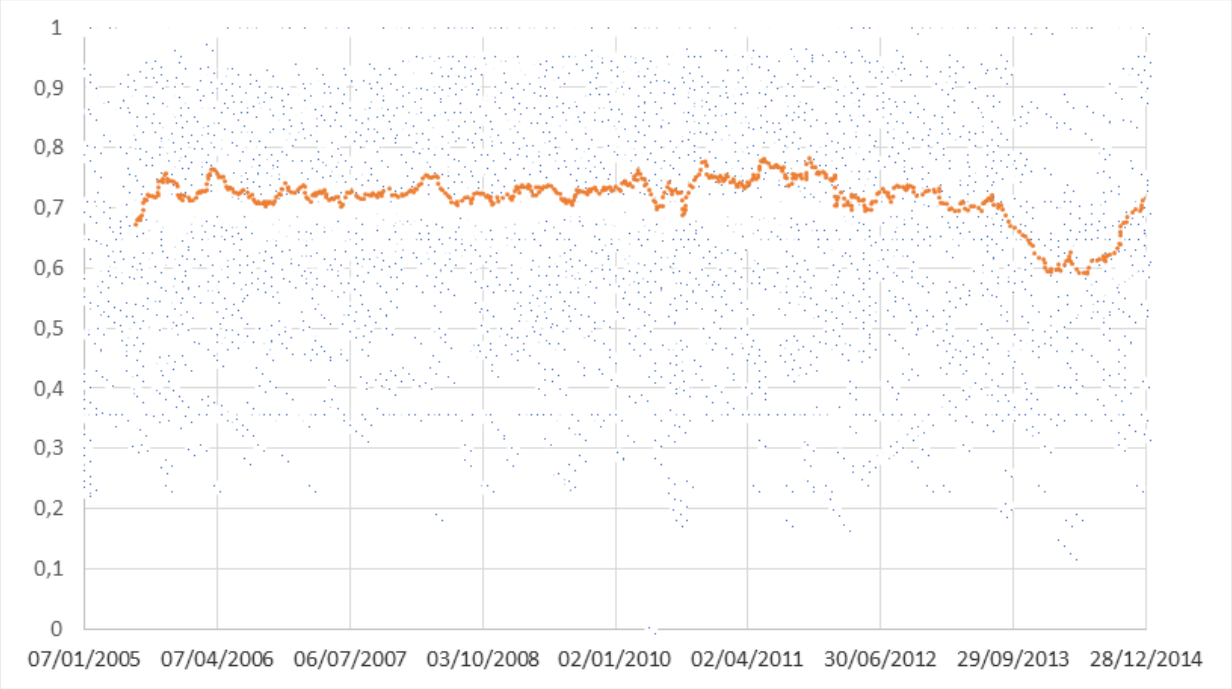


Gráfico 12 – NAP "A Ordem de Manutenção é antiga".

Observa-se que os valores paraconsistentes situam-se em média, na faixa entre 0,6 e 0,8, o que indica um tempo acima do ideal para a execução dos serviços solicitados ao LAE. Essa informação é utilizada pelos gestores para iniciar um estudo visando identificar a causa do problema. Uma possível solução encontrada seria a necessidade de contratação de mão-de-obra adicional.

6.1.3. Hierarquia do solicitante

A NAP que responde a proposição "O serviço é priorizado por alguém importante" é composta de dois valores que indicam a hierarquia do colaborador que solicita a priorização de um serviço existente na Carteira.

Como o software de gestão usado pela empresa não possuía um campo específico para indicar Ordens de Manutenções priorizadas, nem tampouco que informasse a hierarquia, não existem dados que permitam obter um gráfico histórico. Futuramente, essa informação poderá dar início a uma série de questionamentos

acerca da aceitação desse tipo de solicitação ou até mesmo da prioridade que será dada a cada uma delas.

6.1.4. Complexidade do serviço

A NAP que responde a proposição “O serviço a ser realizado é complexo” é composto do tempo de manutenção histórico para o equipamento e para a área onde o equipamento está instalado. O Gráfico 13 exibe os resultados do processamento dessa NAP.

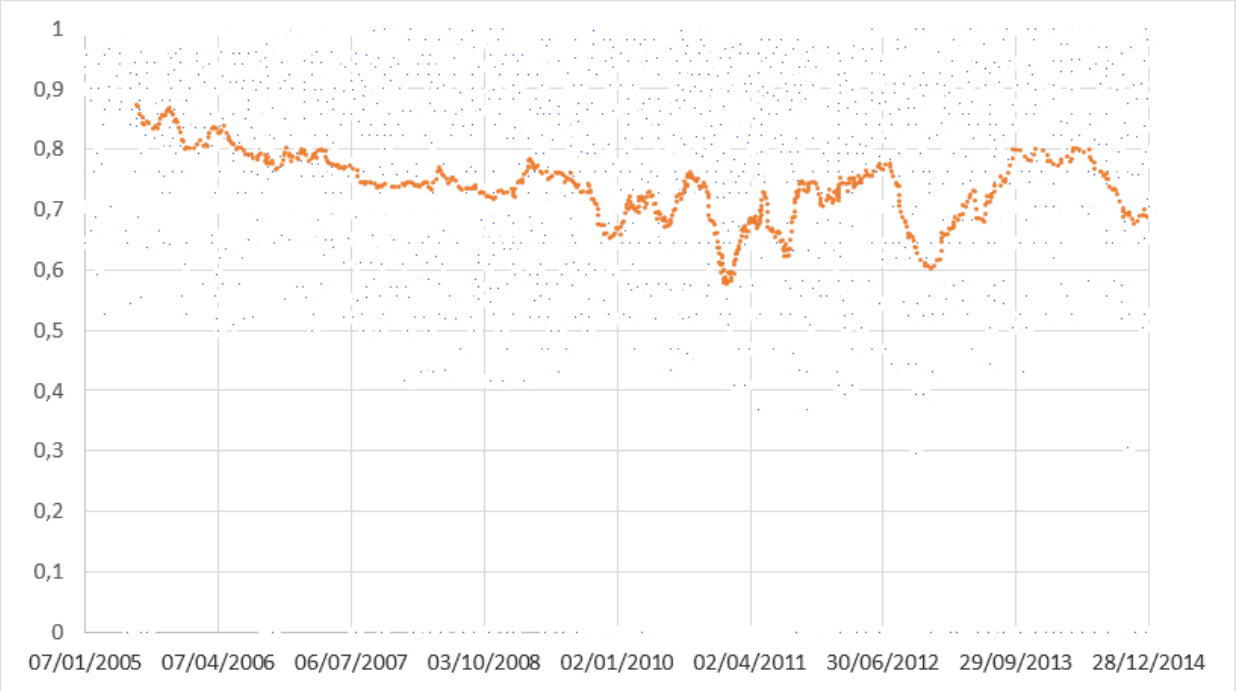


Gráfico 13 – NAP “O serviço a ser realizado é complexo”.

Observa-se que os valores paraconsistentes situam-se em média, na faixa entre 0,6 e 0,8, o que indica a atuação da equipe de reparos costumeiramente em equipamentos de alta complexidade. Essa é uma realidade vivida pela equipe, que pode ser melhorada pelos gestores através da programação de treinamentos técnicos voltados inicialmente para os equipamentos mais complexos.

6.1.5. Importância para o processo fabril

A NAP que responde a proposição “O equipamento é importante para manter o processo fabril” é composto basicamente do código ABC informado na Nota de Manutenção, sendo ele o principal referencial em se determinar o impacto da falha do equipamento no processo. O Gráfico 14 exibe os resultados do processamento dessa NAP.

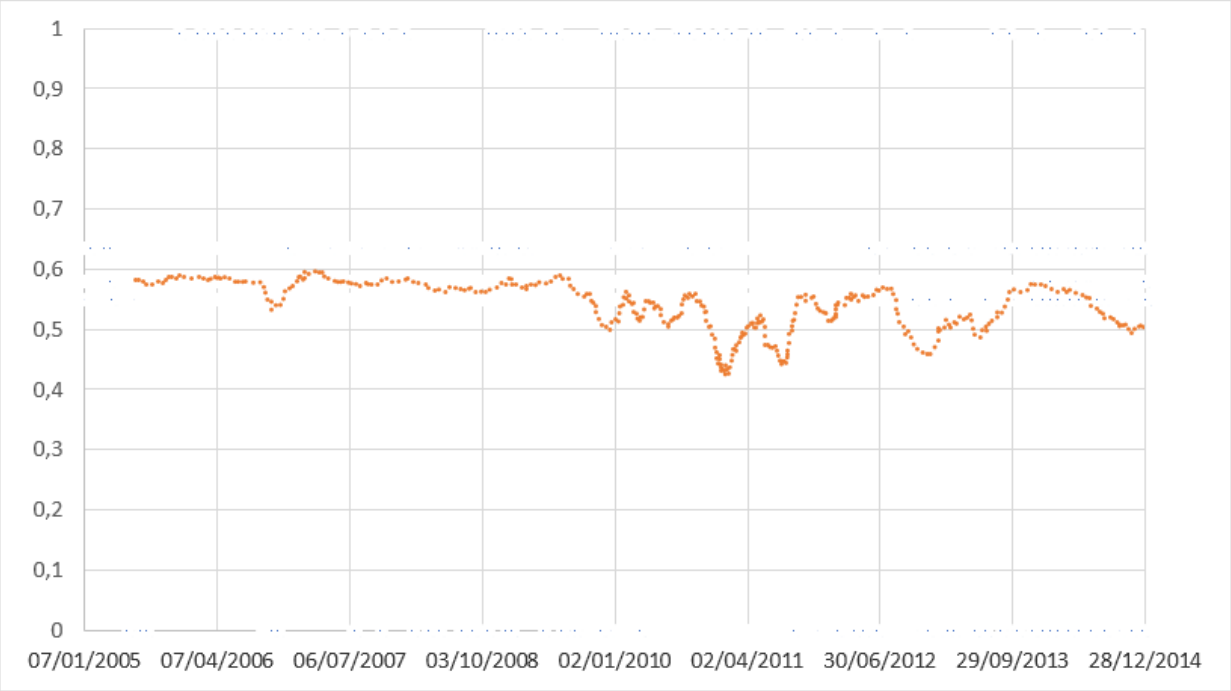


Gráfico 14 – NAP “O equipamento é importante para manter o processo fabril”.

Observa-se que os valores paraconsistentes situam-se em média, na faixa entre 0,4 e 0,6, indicando a atuação em equipamentos de criticidade média para o processo da usina siderúrgica inclusa nesse estudo de caso. Esse índice ajuda o gestor a determinar a verba destinada para a compra de equipamentos e insumos das diferentes equipes de manutenção da empresa.

6.1.6. Equipamento atrelado

A NAP que responde a proposição “O serviço constará no histórico do equipamento” terá uma maior valoração caso o Número do Equipamento seja indicado na Nota de Manutenção, para que os detalhes do reparo sejam atrelados a esse equipamento. O Gráfico 15 exibe os resultados do processamento dessa NAP.

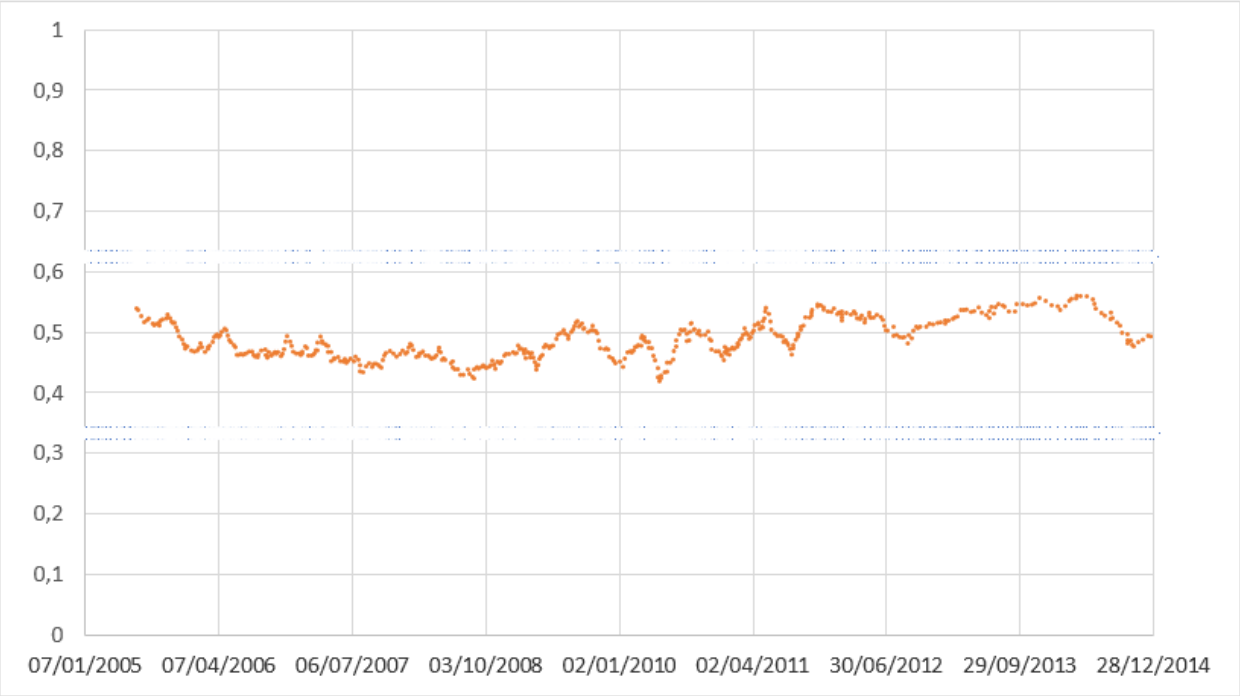


Gráfico 15 – NAP “O serviço constará no histórico do equipamento”.

Observa-se que os valores paraconsistentes situam-se em média, na faixa entre 0,4 e 0,6, indicando a necessidade de promulgação por parte da empresa das melhores práticas no uso do software de gestão, utilizando-o de forma eficiente e buscando alto grau de aproveitamento da plataforma, que é onerosa.

6.1.7. Atenção do cliente visando agilidade

A NAP que responde a proposição “O cliente está ansioso em resolver o problema” terá uma maior valoração conforme mais rapidamente o equipamento for

entregue aos cuidados da Supervisão do Laboratório de Eletrônica após a abertura da Nota de Manutenção. O Gráfico 16 exibe os resultados do processamento dessa NAP.

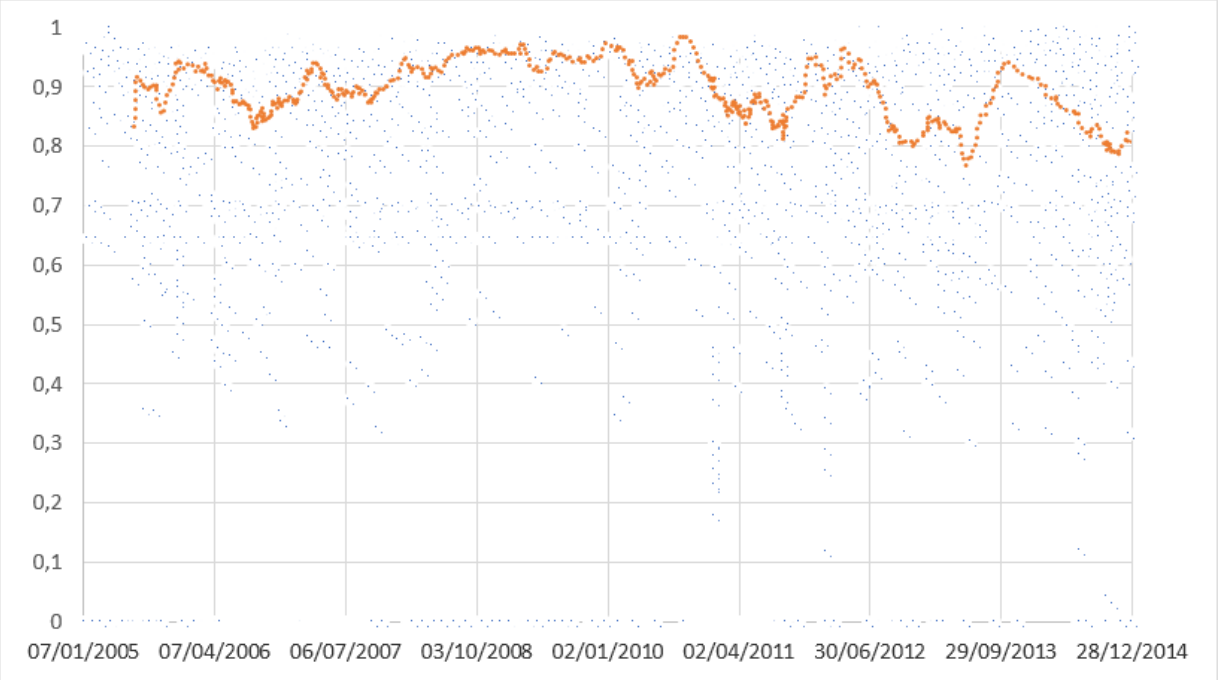


Gráfico 16 – NAP "O cliente está ansioso em resolver o problema".

Observa-se que os valores paraconsistentes situam-se em média, na faixa entre 0,8 e 1,0, o que indicaria alta taxa de interesse do cliente em ter os serviços solicitados brevemente executados. O que se nota, porém, é a deficiência na gestão dos clientes em notificar o software de gestão dos problemas assim que são identificados. Normalmente, uma Nota de Manutenção para a Supervisão do Laboratório de Eletrônica só é iniciada no software de gestão momentos antes do envio do equipamento para a equipe de reparo. Esse fato justifica inclusive a baixa pontuação atribuída pelos especialistas nessa metodologia de priorização.

6.1.8. Apresentação de Centro de Custo

A NAP que responde a proposição "O cliente está contribuindo com os custos de reparo" é composto da sinalização do Centro de Custo na Nota de Manutenção e do

cenário atual relacionado ao preenchimento dessa informação pelo cliente. O Gráfico 17 exibe os resultados do processamento dessa NAP.

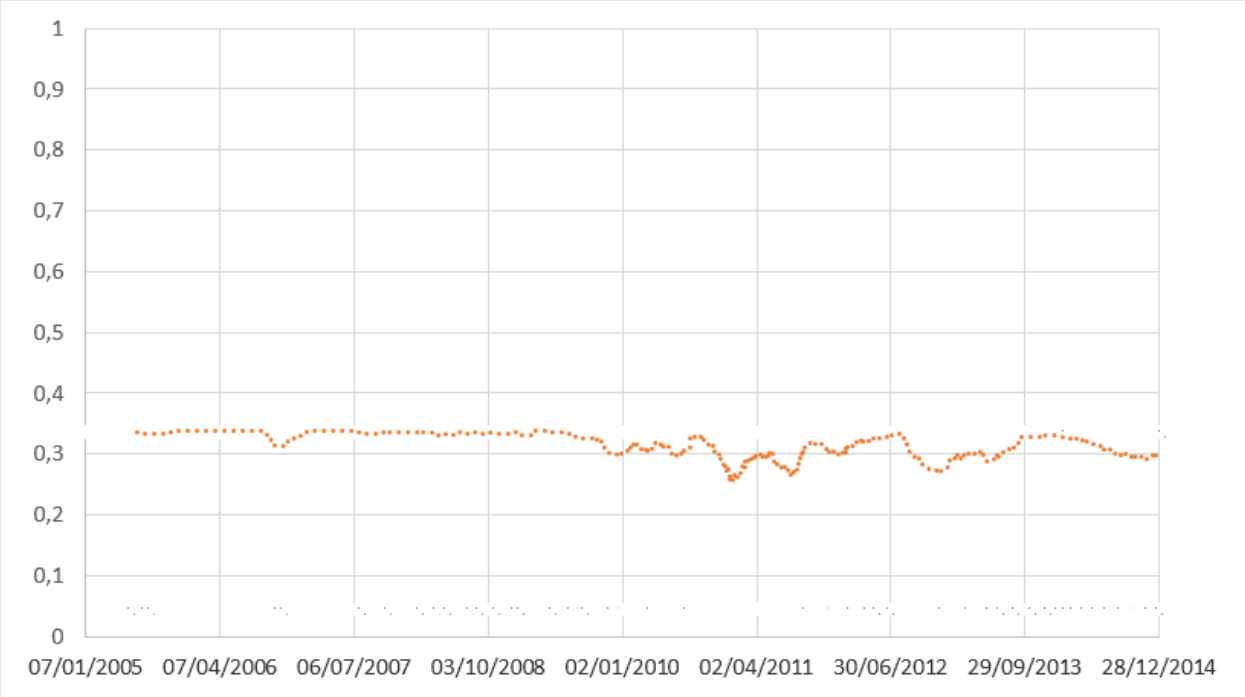


Gráfico 17 – NAP "O cliente está contribuindo com os custos de reparo".

Observa-se que os valores paraconsistentes situam-se em média, na faixa entre 0,2 e 0,4. Vale observar aqui que esse valor só seria "1" paraconsistente se todas as Notas de Manutenção possuíssem o Centro de Custo atrelado. Já que pouco mais 7% não têm esse campo preenchido, e como resultado dos conceitos da lógica paraconsistente, esse valor permanece nos valores observados no Gráfico 17. A título de informação, Notas de Manutenção sem Centro de Custo atrelado recebem o valor paraconsistente 0,044, bem abaixo dos 0,337 para os objetos com essa definição.

6.1.9. Prioridade típica adotada pelo LAE

A NAP que responde a proposição "A equipe de manutenção historicamente prioriza o serviço" é resultado de uma análise que verifica as prioridades atribuídas para os equipamentos e para os locais onde estão instalados. Através disso obtém-se uma

métrica que determinará se a atuação do LAE tem seguido os conceitos da produção enxuta, em que áreas ligadas ao processo fabril têm prioridade na execução de seus serviços. O Gráfico 18 exibe os resultados do processamento dessa NAP.

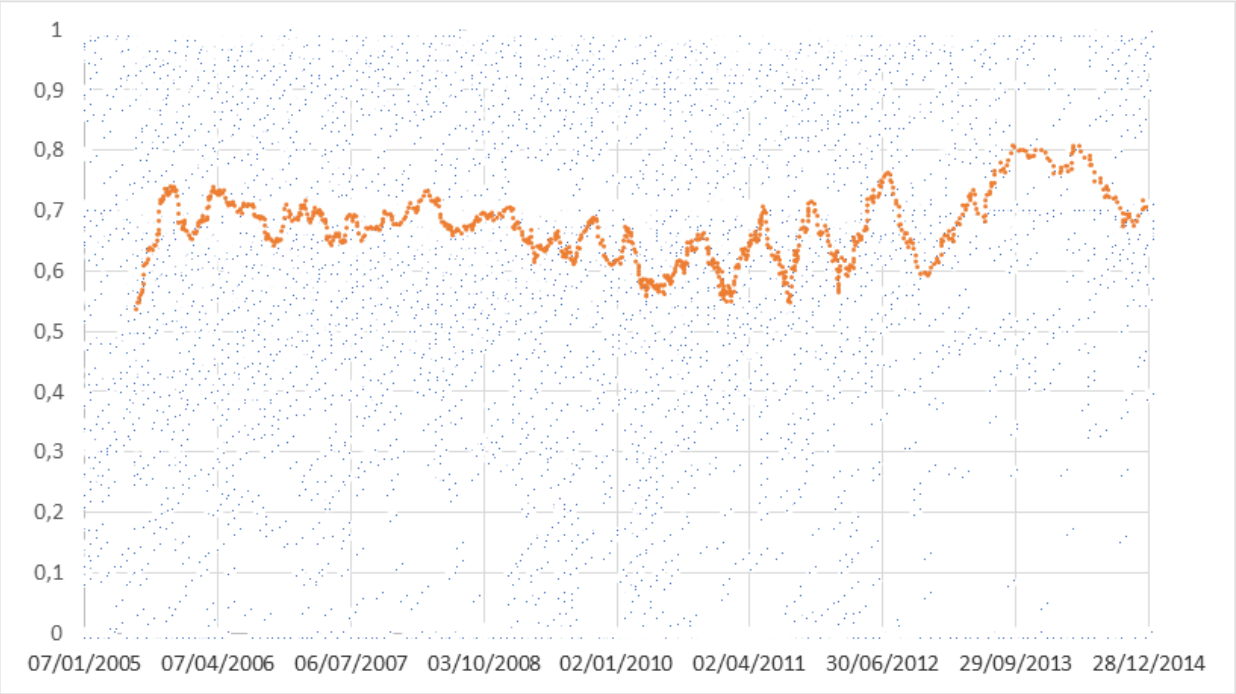


Gráfico 18 – NAP "A equipe de manutenção historicamente prioriza o serviço".

Observa-se que os valores paraconsistentes situam-se em média, na faixa entre 0,6 e 0,8. Esses números indicam que a Supervisão do Laboratório de Eletrônica têm priorizado um número de serviços acima da média, o que para os gestores significa ter uma equipe que se destaca entre os clientes, resultado de uma mão-de-obra necessária a continuidade da produção.

6.1.10. Frequência de serviços prestados

A NAP que responde a proposição "A equipe de manutenção historicamente prioriza o cliente" é um indicador que mostra a frequência de atendimento no LAE para os diferentes Grupos de Planejamento de Manutenção. O Gráfico 19 exibe os resultados do processamento dessa NAP.

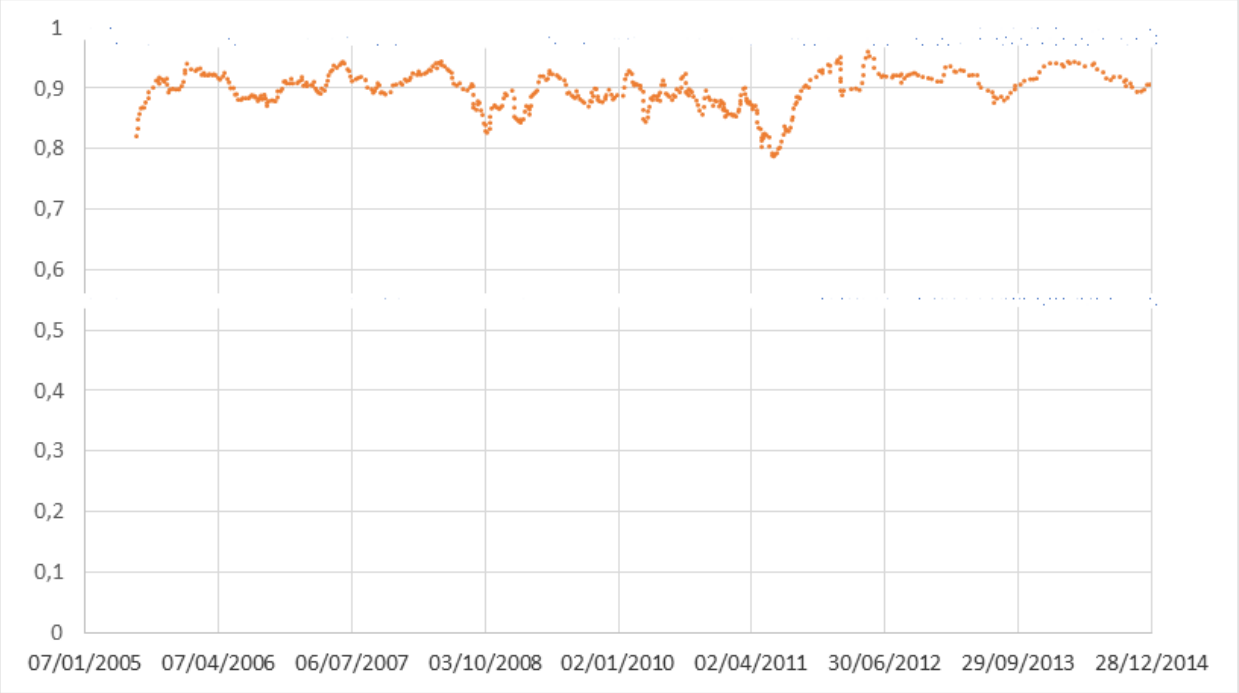


Gráfico 19 – NAP "A equipe de manutenção historicamente prioriza o cliente".

Observa-se que os valores paraconsistentes situam-se em média, na faixa entre 0,8 e 1,0. Essa característica mostra que serviços de clientes frequentes possuem alta taxa de priorização quando comparados com os demais, havendo a fidelização de clientes antigos e comuns. Cabe aos gestores definirem e validarem essa prática como modo de operação da equipe de reparos.

6.1.11. Existência do histórico

A NAP que responde a proposição "Existe histórico das soluções para as falhas do equipamento" relaciona a frequência com que os técnicos de reparo detalham os problemas e soluções encontrados na manutenção do equipamento e no local de instalação onde ele se encontra. A análise por local de instalação é importante devido algumas áreas possuírem características intrínsecas que aumentam o número de falhas, como por exemplo, o excesso de pó ou vibrações. O Gráfico 20 exibe os resultados do processamento dessa NAP.

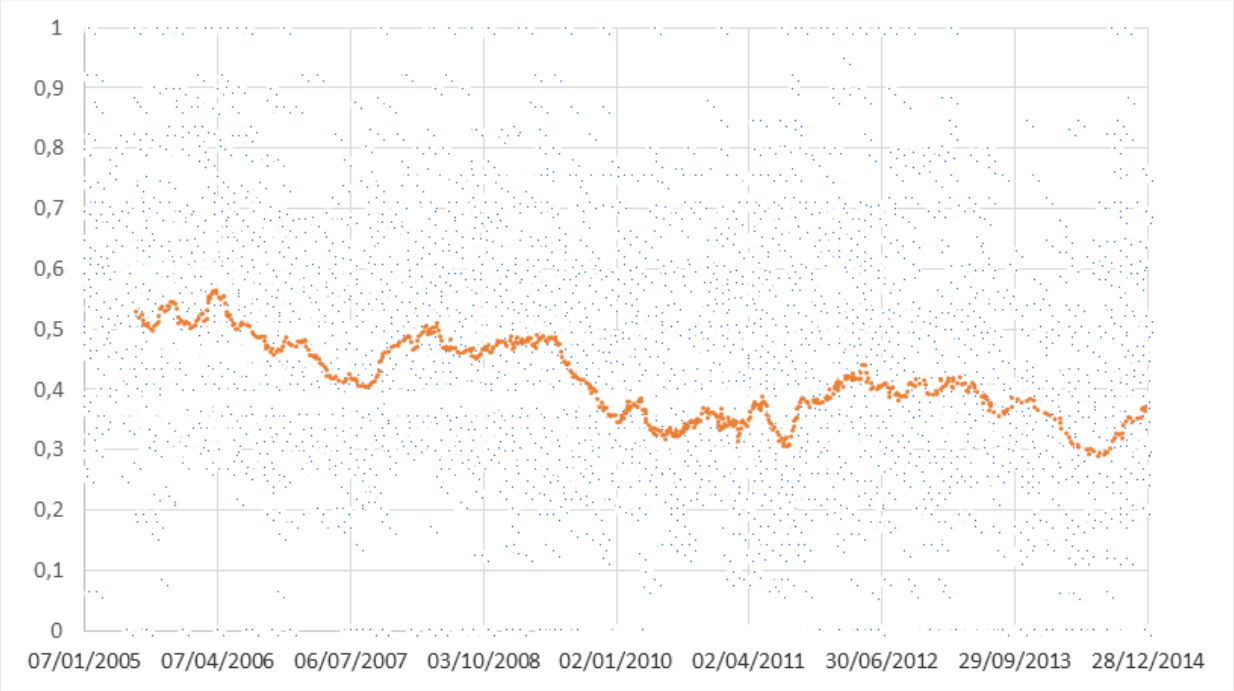


Gráfico 20 – NAP "Existe histórico das soluções para as falhas do equipamento".

Uma análise na tendência do Gráfico 20 resulta na percepção de uma redução ao longo do tempo de até 0,3 pontos paraconsistentes na frequência de registro das falhas no software de gestão desde que ele foi implantado na empresa. Devido à grande importância dessa tarefa ser executada pelos técnicos de reparo – enumerado pelos especialistas como a segunda metodologia mais impactante para a determinação da prioridade de um serviço – é necessária uma atuação mais intensa por parte dos gestores na total execução das atribuições dos colaboradores do Laboratório de Eletrônica.

6.1.12. Rede de Análise Paraconsistente

Para obter resultados concretos da Rede de Análise Paraconsistente adotada para esse trabalho (Figura 21), é importante a realização de testes com exemplos existentes no banco de dados do software de gestão, relacionando-os com as

metodologias de priorização determinada pelos especialistas envolvidos no trabalho da Supervisão do Laboratório de Eletrônica.

O Quadro 3 mostra o impacto de cada metodologia de priorização quando consideradas individualmente dentro da rede, ou seja, sem a influência dos demais nós de análise paraconsistente. Nessa análise, os demais nós estão com valores iguais a zero.

Quadro 3 – Impacto de cada metodologia na RAP.

Importância	Identificador	Metodologia	Impacto
1º	E	Importância para o processo fabril	50%
2º	K	Existência do Histórico	35%
3º	C	Hierarquia do solicitante	25%
4º	B	Tempo em carteira	18%
5º	A	Prioridade indicada pelo cliente	13%
6º	J	Frequência de serviços prestados	9%
7º	F	Equipamento atrelado	6%
8º	I	Prioridade típica adotada pelo LAE	4%
9º	H	Apresentação de Centro de Custo	3%
10º	D	Complexidade do serviço	2%
11º	G	Atenção do cliente visando agilidade	2%

Para validar o funcionamento da RAP conforme consenso dos especialistas, o Quadro 4 é composto de registros de manutenção extraídos do software de gestão com diferentes níveis de priorização, e o valor paraconsistente obtidos pela RAP após o processamento dessas informações.

Quadro 4 – Extração de alguns registros com seus valores paraconsistentes.

Serviço	Nível de importância											Valor paraconsistente Final
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	
	Importância para o processo fabril	Existência do Histórico	Hierarquia do solicitante	Tempo em carteira	Prioridade indicada pelo cliente	Frequência de serviços prestados	Equipamento atrelado	Prioridade típica adotada pelo LAE	Apresentação de Centro de Custo	Complexidade do serviço	Atenção do cliente visando agilidade	
Conversor de Sinal	**1,000**	0,670	0,000	0,777	0,667	0,991	0,626	0,988	0,337	0,434	0,968	**0,626**
Amperímetro de Processo	0,992	**1,000**	0,000	0,354	0,333	0,999	0,626	0,000	0,337	0,646	0,646	**0,577**
Controlador Digital	0,551	0,386	**1,000**	0,687	0,236	0,996	0,333	0,642	0,337	0,707	0,998	**0,532**
Cabo de comunicação	0,635	0,646	0,000	**1,000**	0,333	0,997	0,626	0,951	0,337	1,000	0,882	**0,531**
Medidor de Particulado	0,581	0,628	0,000	0,735	**1,000**	0,997	0,626	0,995	0,337	0,646	0,998	**0,522**
Inversor de Frequência	0,635	0,314	0,000	0,838	0,362	**1,000**	0,626	0,943	0,337	0,878	0,983	**0,509**
Fonte de Alimentação	0,635	0,324	0,000	1,000	0,000	0,997	**0,626**	0,707	0,337	0,999	0,891	**0,505**
Detector de gás CO	0,992	0,236	0,000	0,680	0,283	1,000	0,626	**1,000**	0,337	0,750	0,450	**0,499**
Carregador elétrico	0,581	0,511	0,000	0,684	0,236	0,550	0,333	0,624	**0,337**	0,707	0,969	**0,487**
Indicador analógico	0,581	0,615	0,000	0,389	0,333	0,550	0,626	0,238	0,337	**1,000**	0,902	**0,478**
Fotocélula	0,581	0,500	0,000	0,354	0,667	0,998	0,626	0,062	0,337	0,646	**1,000**	**0,477**

Sobre o Quadro 3, é importante observar que sobre o nível de importância “Hierarquia do solicitante” encontra-se com todos os valores em zero paraconsistente devido a inexistência dessa função no software de gestão da empresa. A exceção se dá na linha onde ele é testado com máxima prioridade (1,000), referente ao serviço

realizado em um controlador digital. Observa-se também que os níveis de importância “Equipamento atrelado” e “Apresentação de Centro de Custo” não são possíveis de serem testados com o valor “um” paraconsistente pois esse valor não é atingido em momento algum do processamento, já que a filosofia de operação do sistema especialista paraconsistente impede isso.

Quanto aos especialistas envolvidos, todos aprovaram os resultados processados pela Rede de Análise Paraconsistente. Clientes, gestores e técnicos de reparo também visualizam na ferramenta uma ótima oportunidade de justificar a mão-de-obra, necessidades de materiais sobressalentes e programações da equipe.

6.2. Avaliação dos indicadores levantados

Conforme observado no item 3.3 desse trabalho, ao analisar os dados percebe-se que os especialistas envolvidos na definição das metodologias de priorização dos serviços seguem os conceitos da produção enxuta. Partindo desse princípio, e a fim de se medir a produtividade da ferramenta que foi criada e a eficiência dos resultados processados pelo sistema especialista paraconsistente, é mostrado no Gráfico 21 o resultado comparativo entre o esperado pela ferramenta e o realmente executado pela Supervisão do Laboratório de Eletrônica. Através dessa análise, que retorna valores percentuais, é possível objetivar o ponto ótimo de trabalho da equipe de reparo, que está diretamente atrelado à saída indicada pelo sistema especialista paraconsistente. Ou seja, a equipe do Laboratório de Eletrônica objetivará total eficiência quando todos os envolvidos trabalharem de acordo com o que foi determinado pela ferramenta.

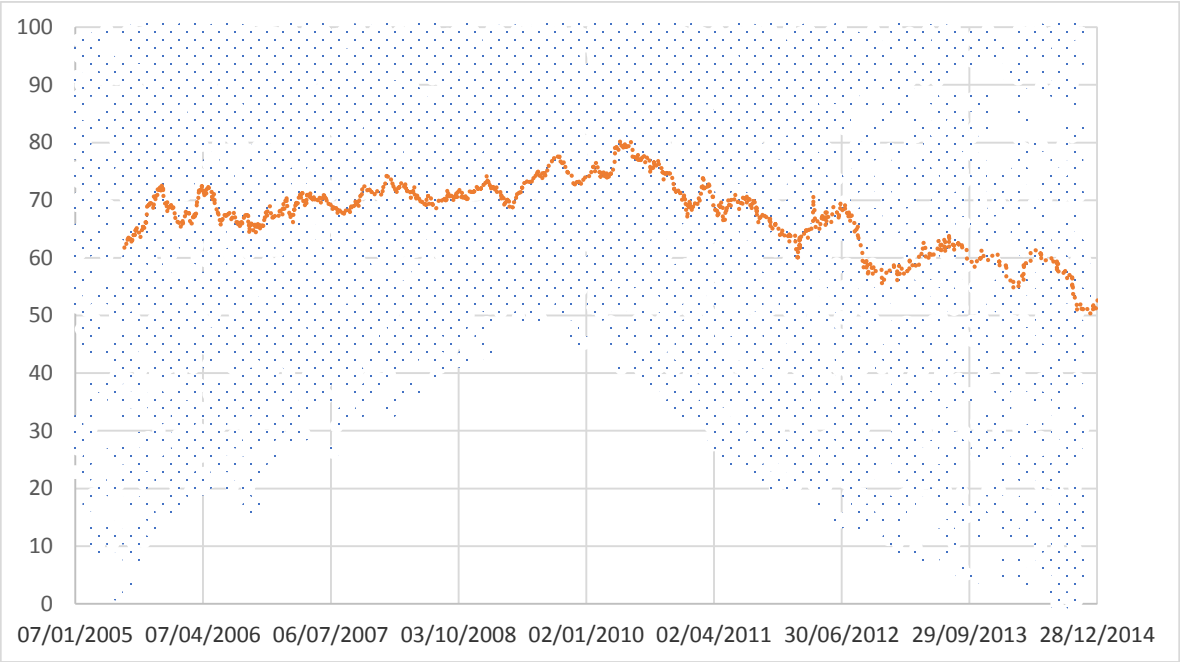


Gráfico 21 – Eficiência do LAE segundo o sistema especialista paraconsistente.

Ao analisar o Gráfico 21, nota-se que a eficiência da Supervisão do Laboratório de Eletrônica variou entre 50% e 80%, sendo o ano de 2009 o melhor desde que a série histórica passou a ser gerada no software de gestão. Isso se dá devido ao suporte avançado que os técnicos de reparo forneceram às áreas de produção naquele ano, conforme descrito no item 1.2 desse trabalho. Como naquele momento a empresa possuía contrato com várias consultorias, justificado pelo momento de expansão econômica, uma dessas consultorias foi responsável por aumentar a eficiência das equipes de suporte à produção, estando a Supervisão do Laboratório de Eletrônica incluso nesse processo. Observa-se aqui que os conceitos adquiridos da consultoria foram aos poucos deixando de ser utilizados pelos gestores do Laboratório de Eletrônica.

Vale observar que esse o Gráfico 21 leva em consideração, além das Ordens de Manutenção executadas com atraso em relação às necessidades da empresa, as Ordens de Manutenção executadas muito antes da real prioridade atribuída ao serviço. Quando uma mão-de-obra é deslocada para efetuar um serviço de baixa prioridade em detrimento a um serviço de alta prioridade, a eficiência da equipe como um todo é prejudicado.

6.3. Padronização do processo

Devido à grande aceitação do sistema especialista paraconsistente pelos gestores envolvidos na determinação das metodologias de priorização de serviços, houve um consenso de padronizar o uso da saída paraconsistente emitidas pela rede de análise paraconsistente na determinação da programação dos técnicos de reparo para a semana corrente, sendo esse o único fator determinante para os serviços planejados.

Essa padronização fixou-se a partir da publicação da atualização do procedimento interno da Supervisão do Laboratório de Eletrônica. Tão logo ele foi autorizado pela empresa, todos os clientes foram orientados e esclarecidos sobre o formato de atendimento das pendências existentes, bem como as tratativas para serviços em emergência e a existência a partir de então do novo sistema especialista paraconsistente de gestão de manutenção.

Os técnicos de reparo e gestores foram treinados sobre o uso do sistema especialista paraconsistente em todas as suas facilidades, inclusive no embasamento técnico para justificativas de atrasos na programação e falta de mão-de-obra.

Além disso, criou-se nos relatórios gerenciais um índice de eficiência da Supervisão do Laboratório de Eletrônica, utilizando o mesmo cálculo existente na planilha de dados que foram extraídos para a geração do Gráfico 21. Esse índice é uma meta que visa fomentar o aumento da eficiência da equipe ao longo dos próximos anos, e que após ter concluído o ano de 2014 com 50%, foi fixada em 55% para o ano de 2015, sendo gradativamente aumentada em 5% sempre que for superada, e mantida caso não seja. Em todos os casos, planos de ação deverão ser planejados e executados para que o processo seja de melhoria contínua.

7. DISCUSSÃO

A partir dos Resultados obtidos, pode-se notar um aumento na motivação da equipe de reparos técnicos e seus gestores, que agora conseguem visualizar de forma clara os índices de produtividade, qualidade e eficiência da equipe. Como alguns dos Gráficos levantados no Capítulo 6 desse trabalho referem-se à atuação direta dos clientes para que possam ser melhorados, esses também se sentem agora mais responsáveis pelo sucesso da empresa, sendo esse um dos quesitos intrinsicamente relacionados aos conceitos de produção enxuta. De forma geral, todos os envolvidos na idealização, montagem e uso do sistema especialista paraconsistente enxergam esse projeto como uma melhoria aplicada ao seu setor de trabalho.

7.1. Pontos mais significativos dos Resultados

A partir do momento que o sistema especialista paraconsistente começa a trabalhar em conjunto com o software de gestão da empresa, é possível ter acesso a uma série de indicadores de gestão que anteriormente não eram factíveis, afinal demandavam uma alta carga de trabalho por parte gestor que desejasse conhecê-las. Como o código fonte desenvolvido para esse trabalho trabalha em um software de cálculo capaz de gerar gráficos relacionando todos os dados processados, é possível através de poucos cliques ter acesso a informações que ajudam a determinar, por exemplo:

- O grau de importância da equipe de manutenção para a empresa;
- A contratação ou redução da mão-de-obra disponível;
- A conscientização na determinação de serviços emergenciais;
- A necessidade de realização de treinamentos específicos;
- A verba que será destinada para a compra de equipamentos e insumos;
- O atendimento das responsabilidades por parte dos clientes;
- A qualidade do atendimento prestado pela equipe de reparos técnicos;
- O cuidado com os registros de manutenção oriundos dos serviços executados;

Esses itens demonstram um avanço significativo na gestão da equipe do Laboratório de Eletrônica, algo até então não era tratado com a devida importância.

7.2. Aplicação mais abrangente

Para que o sistema especialista paraconsistente proposto nesse trabalho tenha uma aplicação mais abrangente, inclusive com a adição de novos nós de análise paraconsistente ao código-fonte, é necessária uma mudança de cultura por parte dos clientes e dos técnicos de reparo no preenchimento dos campos existentes no software de gestão – alguns deles explicados no item 3.1 desse trabalho. Através dessa mudança de comportamento, e aguardando o crescimento desse novo histórico, novas metodologias de priorização podem ser pensadas e inclusas na rede de análise paraconsistente para posterior definição de importância por parte dos especialistas e processamento do software de cálculo.

Alterar alguns campos, hoje opcionais, para de preenchimento obrigatório também aumentaria a qualidade da manutenção fornecida pela equipe. Por exemplo, caso o preenchimento do Equipamento na Nota de Manutenção fosse um item obrigatório, impedindo a criação da Nota, o registro de manutenção teria uma elevada qualidade de informações em relação ao existente hoje.

Por fim, é fundamental observar que o código fonte desenvolvido nesse trabalho pode ser alterado a qualquer momento visando aumento da qualidade das saídas oferecidas pela RAP.

7.3. Melhoria contínua

Visando dar continuidade ao processo de melhoria contínua, a equipe de gestores buscou aplicar os conceitos do sistema especialista paraconsistente nas demais equipes de manutenção da empresa. Foi montado um grupo de estudo que faz uma série de estudos, entrevistas e pesquisas com cada equipe afim de adaptar as metodologias na Rede de Análise Paraconsistente proposta nesse trabalho. Vale

observar aqui que esse grupo de estudo já entrou consensou a equipe de manutenção preditiva como a próxima a possuir um sistema especialista paraconsistente funcionando em conjunto com o software de gestão da empresa.

8. CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou um ensaio demonstrando a capacidade de técnicas de aplicação de Redes de Análises Paraconsistentes para auxílio à gestão da manutenção em uma indústria. O objetivo principal dessa pesquisa foi plenamente alcançado, pois os resultados obtidos em uma aplicação real trouxeram importantes subsídios para a montagem de um sistema especialista paraconsistente responsável por processar e gerir um banco de dados contendo informações de reparos realizados por uma equipe de manutenção eletrônica. Com a atuação de especialistas definindo as metodologias de priorização, o referido sistema auxilia na identificação dos serviços mais prioritários de uma carteira de manutenção de Notas de Manutenção pendentes, apresentando vantagens quando comparado a técnicas convencionais utilizadas pelo Software de Gestão utilizado anteriormente.

No que tange os objetivos específicos, conclui-se que o sistema especialista paraconsistente atingiu todos os itens propostos, a saber:

- Identificar necessidades ou excesso de mão-de-obra disponível.
- Criar índices de desempenho que sejam melhor atrelados à realidade.
- Melhorar o planejamento de compra de materiais e sobressalentes utilizados pela equipe, incluindo equipamentos e instrumentos necessários à sua execução.
- Aumentar confiabilidade da equipe perante seus clientes.
- Atuar de forma sincronizada com as necessidades da empresa.
- Implantar um sistema especialista paraconsistente que recalcule a prioridade de uma Ordem de Manutenção.
- Propor o redesenho do modelo de gestão na programação de serviços, para atingimento da melhoria contínua da manutenção dos sistemas industriais.

Vale observar aqui não somente o atendimento às expectativas do trabalho, e sim também a importância da existência de um produto desse tipo para a continuidade de operação da equipe. Antes de o sistema especialista paraconsistente entrar em

funcionamento, não raramente ocorriam casos de clientes que desistiam da manutenção devido à falta de gestão. Os atendimentos emergenciais levavam tanto tempo para serem executados que os clientes passaram a enviar os equipamentos diretamente para reparo externo, sem passar pelo crivo técnico da Supervisão do Laboratório de Eletrônica, o que acarretava comportamento altamente oneroso para a empresa. Concluiu-se no decorrer do trabalho que esse fato ocorria devido o software de gestão ser sumariamente ignorado, em prol das decisões da hierarquia sobre os serviços que deveriam ser realizados.

8.1. Produção enxuta

A conclusão da pesquisa desenvolvida neste trabalho se estende também ao conceito de produção enxuta, visto que quando o sistema especialista paraconsistente – trabalhando em conjunto com o software de gestão da empresa – passou a processar todas as variáveis propostas nesse trabalho, notou-se que as pessoas envolvidas na sua concepção introduziram na Rede de Análise Paraconsistente uma filosofia de pensamento lógico até então teórica, focada no mínimo estoque, menor custo e voltada para o cliente, sem deixar de objetivar também o zero desperdício. Esses conceitos estão intrinsicamente ligados à mentalidade enxuta, que traz como benefícios para a empresa a entrega de um serviço ou produto de forma personalizada com rapidez e qualidade. Outro fator conclusivo ligado à produção enxuta é que através dessa nova metodologia introduzida através das Redes de Análises Paraconsistentes a entrega do poder de decisão para todos os envolvidos (clientes, gestores, técnicos, etc...), contribui para a parte final do produto e moldando uma estrutura que permite a criação de um fluxo cuidadosamente planejado pela cadeia de valores.

8.2. Trabalhos futuros

O presente trabalho não se propõe apenas a uma proposta de metodologia que termina com a criação de um sistema especialista paraconsistente. Apesar de essa ser a premissa inicial do projeto, ao longo do seu desenvolvimento o autor encontrou

possíveis melhorias que, apesar de não terem sido identificadas pelos especialistas envolvidos no projeto, contribuem de forma positiva para a melhoria contínua do funcionamento do sistema. Essa ideia liga-se ao fato de que, atualmente, o software de gestão da empresa utiliza outro banco de dados para calcular o custo de um reparo externo na moeda corrente. A informação de custo real, que costuma ser atualizada periodicamente quando comparado com o preço do equipamento novo, tende a ser um novo NAP a ser inserido na Rede de Análise Paraconsistente.

É idealizado também o cálculo da demanda de mão-de-obra futura para a equipe onde o sistema especialista paraconsistente atua. Através de uma curva de aprendizagem, e utilizando os conceitos mais avançados da inteligência artificial, aliado aos dados de mercado de vendas, produção e ritmo de quebra dos equipamentos, será possível o sistema calcular com antecedência de algumas semanas ou meses, a redução ou o aumento da equipe. É arquitetado também pelo autor um momento onde os diversos sistemas especialistas da empresa troquem informações entre si, facilitando o remanejamento de mão-de-obra de acordo com cada expertise, economizando moeda corrente com processos de seleção, recrutamento e possíveis demissões.

É possível também, a partir do desenvolvimento desse trabalho, a comparação direta do desenvolvimento da carteira de manutenção ao longo do período existente nesse estudo de caso, com um cenário onde o sistema especialista paraconsistente fosse aplicado desde o primeiro momento. O objetivo da comparação é levantar numericamente o aumento da eficiência da equipe ao longo dos anos, com relatórios elaborados baseando-se em itens diretamente relacionados ao conceito de manutenção enxuta. Vale observar que, para que o levantamento do comparativo aqui proposto ocorra, deve-se considerar que em nenhum momento houve mudança nas filosofias de priorização dos atendimentos, ou seja, os especialistas não mudaram de opinião ao longo do tempo.

Além disso, foi notado que a classificação de importância do equipamento para o processo merece ser melhor categorizado, já que foi uma metodologia de priorização definida como primordial pelos especialistas envolvidos nesse estudo de caso. Para se chegar a um resultado ótimo nessa categorização, podem ser utilizadas as próprias

saídas da RAP para realimentação desse valor, referindo-se aqui as que estão diretamente relacionadas aos conceitos do Código ABC.

Por fim, no que diz respeito à NAP, é sugerido também a inclusão de um algoritmo paraconsistente extrator de efeitos da contradição, que será capaz de extrair gradativamente os efeitos da contradição nos sinais de informação originados do banco de dados de conhecimento incerto, no caso o de Ordens de Manutenção.

8.3. Lateralidade

Com respeito a lateralidade conclui-se que, no decorrer da leitura desse trabalho, fica claro que o sistema especialista paraconsistente em utilização pela equipe de reparos técnicos pode ser aplicada a qualquer setor, empresa ou ramo em que exista gestão de pendências. Os princípios que regem o sistema especialista paraconsistente, quando comparados ao software de gestão da empresa, ou a qualquer outra metodologia de priorização, não estão baseados na capacidade de análise do histórico ou na qualidade do banco de dados existente, e sim na utilização dos conceitos da lógica paraconsistente para a tomada de decisões. Essa lógica demonstrou-se altamente moldável às características específicas do projeto que é proposto, ficando claro que ela é o núcleo de todo o sistema especialista paraconsistente montado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABE, J.M. **Fundamentos da Lógica Anotada**. 1992. Tese de Doutorado. FFLCH/USP, São Paulo.

ABE, J. M. **Some Aspects of Paraconsistent Systems and Applications, Logique et Analyse**, 157 (1997), 83-96.

ABE, J.M.; AKAMA, S.; NAKAMATSU, K. **Introduction to Annoted Logics. Foundations for Paracomplete and Paraconsistent Reasoning**. Springer International Publishing, 2015.

ABE, J.M.; DA SILVA FILHO, J. I. **Manipulating Conflicts and Uncertainties in Robotics**. Multiple-Valued Logic and Soft Computing, 2003. v.9, 147-169, ISSN 1542-3980.

ABE, J.M.; DA SILVA FILHO, J. I. **Simulating Inconsistencies in a Paraconsistent Logic Controller.** International Journal of Computing Anticipatory Systems, 2002. vol. 12, 315-323, 2002 ISSN 13735411, ISBN 2-9600262-1-7.

ABE, J.M.; DA SILVA FILHO, J. I.; CARVALHO, F.R. **Para-Analyzer and Its Applications.** Advances in Logic Based Intelligent Systems, 2005 Select Papers of LAPTEC. – Frontiers in Artificial Intelligence and Its Applications, 2005. p. 153-160. IOS Press, Amsterdan, Berlim, Oxford, Tóquio, Washington, DC. ISSN 0922-6389.

ABE, J.M.; DA SILVA FILHO, J. I. NAKAMATSU, K.A. **A Logic System for Reasoning with Inconsistent Deontic Modalites**. International Journal of Computing Anticipatory Systems, 2002. vol. 12, 25-34, ISSN 1373-5411, ISBN 2-9600262-1-7.

ABE, J.M.; DA SILVA FILHO, J. I. NAKAMATSU, K.A. **Paraconsistent multimodal systems Fn**. Proceedings, The 6th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics, SCI'2002, vol. XVII, Computer Science III. N. Callaos; T. Ebisuzaki; B. Starr; J.M. Abe; D. Lichtblau, (eds.), organizado por IIIS – International Institute of Informatics and Systemics, Florida, 2002. 197-201, ISBN: 980-07-8150-1.

ABE, J.M.; SCALZITTI, A.; NAKAMATSU, K; DA SILVA FILHO, J. I. **Incorporating Time in Paraconsistent Reasoning.** Proceedings, The 6th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics, SCI'2002, vol. XVII, Computer Science III. N. Callaos; T. Ebisuzaki; B. Starr; J.M. Abe; D. Lichtblau, (eds.), organizado por IIIS – International Institute of Informatics and Systemics, Florida, 2002. 216-220, ISBN: 980-07-8150-1.

ABEL, M. **Sistemas de Conhecimento**. [on line]. Disponível < http://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/85335/194153.pdf >. Acesso em: 17/08/2015.

ABRAMAN. **A situação da manutenção no Brasil: Abraman – Associação Brasileira de Manutenção**, Congresso Brasileiro de Manutenção, 27º, 2012, Rio de Janeiro.2012.

ALMEIDA, C. DE S. VIDAL, M. C. R. "**Gestão da manutenção predial**." Rio de Janeiro. GESTALENT (2001).

ALMEIDA, J. A. R. DE. **Elaboração de um método para melhoria dos fluxos de informação usando princípios da mentalidade enxuta e reengenharia de processos.** 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

AVANZI, R., et al. "**Sistema especialista paraconsistente baseado em conhecimento para apoiar as decisões de engenharia de tráfego utilizando as melhores práticas da engenharia de software**." *Proceedings of International Conference on Engineering and Computer Education*. Vol. 7. 2013.

BLAIR, H.A. AND SUBRAHMANIAN, V.S. **Paraconsistent Foundations for Logic Programming**, Journal of Non-Classical Logic, 5,2, 45-43, 1988.

BRITTO, R. de; PEREIRA, M. A. (2003) - **Manutenção autônoma: estudo de caso em empresa de porte médio do setor de bebidas**. In: VII SEMEAD, Seminário de Estudos de Administração da USP - Universidade de São Paulo.

CAVALCANTE, C. A. V. ALMEIDA, A. T. DE A. "**Modelo multicritério de apoio a decisão para o planejamento de manutenção preventiva utilizando PROMETHEE II em situações de incerteza**." Pesquisa Operacional 25.2 (2005): 279-296.

CHIZZOTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 7. ed. São Paulo. Cortez Editora, 2005.

CHOLASUKE, C.; BHARDWA, R.; ANTONY, J. **The status of maintenance management in UK manufacturing organizations: results from a pilot survey**. Journal of Quality in Maintenance Engineering, v. 10, n. 1, p. 5-15, 2004.

DA COSTA, N.C.A. **On Theory of Inconsistent Formal Systems**, Notre Dame J. of Formal Logic, 15, 1974. 497-510.

DA COSTA, N.C.A.; ABE, J.M.; SUBRAHMANIAN, V.S. **Remarks on Annotated Logic, Zeitschrift f. math. Logik und Grundlagen d. Math.** 37, 1991, p. 561-570.

DA COSTA, N.C.A, D. KRAUSE, and O. BUENO, "**Paraconsistent Logics and Paraconsistency**," 2006.

DA COSTA, N.C.A.; SUBRAHMANIAN, V.S., and VAGO, C. **"The Paraconsistent Logic PT"**. Zeitschrift fur mathematische Logik und Grundlagen der Mathematik, Vol. 37, pp. 139-148, 1991.

DA SILVA FILHO, J. I. **"Algoritmo Paraconsistente Extrator de efeitos da Contradição - ParaExtr$_{ctr}$"** Revista Seleção Documental 15 (2009): 21-25.

DA SILVA FILHO, J. I. "**Lógica Paraconsistente e Probabilidade Pragmática no Tratamento de Incertezas**." Revista Seleção Documental 9 (2008): 16-27.

DA SILVA FILHO, J. I., **Inteligência artificial com as redes de análises paraconsistentes: teoria e aplicações** / João Inácio da Silva Filho, Jair Minoro Abe, Germano Lambert Torres. – Rio de Janeiro: LTC, 2008

DA SILVA FILHO, J.I.; **Métodos de interpretação da Lógica Paraconsistente Anotada com anotação de dois valores (LPA2v) com construção de algoritmo e implementação de circuitos eletrônicos**. 1999. Tese de Doutorado. EPUSP, São Paulo.

DA SILVA FILHO, J.I.; ABE, J. M. **Emmy: a paraconsistente autonomous mobile robot, in Logic, Artificial Intelligence, and Robotics**. Proc. 2nd Congress of Logic Applied to Technology. LAPTEC'2001. J. M.Abe; J.I. Da Silva Filho (eds.), Frontiers in Artificial Intelligence and Its Applications, IOS Press, Amsterdan, Ohmsha, Tóquio, 2001. vol. 71, 287p., ISBN 1586032062 (IOS Press), 4 274 90476 8 C300 (Ohmsha), ISSN 0922-6389, 53-61.

DA SILVA FILHO, J. I.; ABE, J. M. **Fundamentos Das Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes**. Editora Arte & Ciência, 2000.

DA SILVA FILHO, J. I.; ABE, J. M. **Para-Analyser and Inconsistencies in Control Systems.** Proceedings of the IASTED International Conference on Artificial Intelligence and Soft Computing (ASC'99), August 9-12, Havaí, 1999. 78-85.

DA SILVA FILHO, J. I.; ABE, J. M. **Paraconsistent analyses module**. International Journal of Computing Anticipatory Systems, 2001. vol. 9, 346-352. ISSN 1373-5411, ISBN 2-9600262-1-7. 2001.

DA SILVA FILHO, J. I.; ABE, J. M. **Paraconsistent electronic circuits**. International Journal of Computing Anticipatory Systems, 2001. vol. 9, 337-345. ISSN 1373-5411, ISBN 2-9600262-1-7.

DA SILVA FILHO, J. I.; ABE, J. M. **Para-Control: An Analyser Circuit Based on Algorithm For Treatment of Inconsistencies**. Proc. of the World Multiconferece on Systemics, Cybernetics and Informatics, ISAS, SCI 2001, Vol. XVI, Cybernetics and Informatics: Concepts and Applications (Part I), Florida, USA, 2001. 199-203, ISBN 9800775560.

DA SILVA FILHO, J. I.; ABE, J. M. **Para-Fuzzy Logic Controller – Part I: A New Method of Hybrid Control Indicated for Treatment of Inconsistencies Designed with the Junction of the Paraconsistent Logic and Fuzzy Logic.** Proceedings of the International ICSC Congress on Computacional Intelligence Methods and Applications

CIMA'99. Rochester Institute of Technology, RIT, Rochester, New York, ISBN 3-906454-18-5, H. Bothe, E. Oja, E. Massad; C. Haefke (eds.). ICSC Academic Press, International Computer Science Conventions, Canada / Switzerland, 1999. 113-120.

DA SILVA FILHO, J. I.; ABE, J. M. **Para-Fuzzy Logic Controller – Part II: A Hybrid Controller. Indicated for Treatment of Fuzziness and Inconsistencies.** Proceedings of the International ICSC Congress on Computacional Intelligence Methods and Applications CIMA'99. Rochester Institute of Technology, RIT, Rochester, New York, ISBN 3-906454-18-5, H. Bothe, E. Oja, E. Massad; C. Haefke (eds.). ICSC Academic Press, International Computer Science Conventions, Canada / Switzerland, 1999. 106-112.

DA SILVA FILHO, J.I.; ROCCO, A.; MARIO, M.C.; FERRARA, L.F.P. **Annotated Paraconsistent Logic Applied to an Expert System Dedicated for Supporting in a Electric Power Transmission System Re-Establisment.** IEEE Power Engineering Society – PSC 2006 Power System Conference and Exposition, EUA, 2006. pp. 2212-2220. ISBN-1-4244-0178-X-Atlanta.

GUIMARÃES, E. M. P. ÉVORA, Y. D. M. "**Sistema de informação: instrumento para tomada de decisão no exercício da gerência**." *Ciência da Informação, Brasília* 33.1 (2004): 72-80.

HOLMS, G. A. T. A. ; HURTADO, G. V. ; GARCIA, D. V. ; DA SILVA FILHO, J. I. . **Projetos de Redes de Análises Paraconsistentes com a ferramenta de apoio SimPARAnet**. Seleção Documental, v. 8, p. 23-32, 2013.

HORTA, C. S., et al. "**O Sistema de Gestão de Conservação de Pavimentos da Estradas de Portugal**, SA–Balanço de uma Implementação Consolidada." (2013).

JORGE JR, R. **Análise da aplicação do Sistema Andon em Diferentes Ambientes de Montagem**. 2003. 100f. . Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica . Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2003.

JOMES, D. T. WOMACK, J. P. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. Gulf Professional Publishing, 2004.

JONSSON, P. **The status of maintenance management in Swedish manufacturing firms**. Journal of Quality in Maintenance Engineering, v. 3, n. 4, p. 233-58, 1997.

KARDEC, A. et. al. **Gestão estratégica e avaliação do desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark: ABRAMAN, 2012.

KOL – KNOWLEDGE ON LINE. **Nosso Negócio**. [on line]. Disponível na internet: < http://www.kolnet.com.br >. Acesso em: 17/08/2015.

LAKATOS, E. M. e MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MELLO, C. H. P. **Auditoria Contínua: Estudo de Implementação de uma Ferramenta de Monitoramento para Sistema de Garantia da Qualidade com Base nas Normas NBR ISO9000.** Tese de Mestrado, Itajubá: EFEI, 1998.

MINAYO, M. C. S. (Orgs). **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2000.

MORAIS, V. C. MÜHLEN, S. S. "**Proposta de Indicadores para Priorização de Equipamentos Médico-Hospitalares em Programas de Manutenção Preventiva**.", 2010.

OTANI, M. MACHADO, W. V. "**A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial**." Revista Gestão Industrial 4.02 (2008): 01-16.

SAMPIERI, R. H. et all. **Metodologia da pesquisa**. São Paulo: McGraw-Hill, 3. ed., 2006.

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

SWANSON, L., **An empicial study of the relationship between production technology and maintenance management. International Journal Of Production Economics**, v. 53, p. 191 – 207, 1997.

TORRES, C. R. **Sistema inteligente paraconsistente para controle de robôs móveis autônomos.** Diss. Universidade Federal de Itajubá, 2004.

UCHÔA, M. P. **A história da Cosipa**, 1973. Disponível em: http://www.novomilenio.inf.br/cubatao/ch027.htm

VAN DER AALST, W. M. P, SCHONENBERG M. H, Song M. 2011a. **Time Prediction Based On Process Mining. Information Systems**. Vol. 47. Nº. 2. pp. 237 – 267.

WEBER, P. BORDBAR, B. TINO, P. MAJEED, B. 2011. **A framework for comparing process mining algorithms**. GCC Conference and Exhibition (GCC), 2011 IEEE}. pp. 625 – 628.

WOMACK, J. P., JONES, D. T. e ROOS, D. **A Máquina que mudou o Mundo**. 4ª reedição Rio de Janeiro: Editora Campus, 1992

WOMACK, J. P., JONES, D. T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas**, Rio de Janeiro: Editora Campus, 2004

XAVIER, J. N. "**Manutenção classe mundial**." Congresso Brasileiro de Manutenção, Salvador. Vol. 9. No. 08. 1998.

APÊNDICE A – Questionário montado para auxílio na classificação da importância de cada item

MANUTENÇÃO DE SISTEMAS INDUSTRIAIS DE CUBATÃO
GESTÃO À VISTA DO LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA
ESTUDO PARA DEFINIÇÃO DAS PRIORIDADES DE MANUTENÇÃO

NOME: _____ CONTATO: _____

Uma equipe de manutenção de equipamentos e instrumentos eletro-eletrônicos possui uma Carteira de Serviços que pode atingir centenas de Ordens de Manutenção, abrangendo todos os processos industriais da empresa, com diferentes características de funcionamento, complexidades de normalização, prioridades, dentre outras particularidades. Apesar de existir no software de gestão uma base de dados que atualmente conta com mais de 12000 OMs executadas pelos técnicos que trabalham e trabalharam nessa equipe desde 2005, contendo todo o histórico detalhado dos serviços realizados, a maior dificuldade na gestão e controle de serviços é na definição dos equipamentos que **prioritariamente serão programados**.
Para auxiliar na solução desse problema, o Laboratório de Eletrônica está criando sua Gestão à Vista, que objetiva à equipe um melhor atendimento para a sua base de clientes. Para definir o que devemos levar em consideração nas solicitações que recebemos diariamente, convidamos você a participar.
A Gestão à Vista é um relatório com todos os principais indicadores da equipe, que permite identificar rapidamente as necessidades internas da equipe e responder aos questionamentos dos clientes quanto à situação dos serviços solicitados. Ademais, somente com uma gestão sólida é que se obtém uma equipe de manutenção eficiente em todos os aspectos que se propõe.
Antes de iniciarmos o questionário, gostaríamos de agradecer por estar participando desse estudo. Foram escolhidas pessoas-chave para preencher essa tabela. Um público que lida diretamente com o serviço prestados pelos nossos técnicos e que irá contribuir, positivamente, para a melhora do nosso atendimento. Seja bem-vindo!

Por favor, classifique a importância que o Laboratório de Eletrônica deve dar a cada um dos seguintes itens na hora de realizar a sua programação diária de serviços, onde:

0 - Sem importância	2 - Pouco importante	4 - Muito importante
1 - Descartável	3 - Importante	5 - Fundamental

	Deve ser levada em consideração a Prioridade sinalizada pelo cliente na Nota de Manutenção
	Devem ser priorizadas as Ordens de Manutenção mais antigas da Carteira de Serviços
	A solicitação de priorização realizada por um Coordenador deve ter maior peso que a mesma solicitação realizada por um Técnico
	Os serviços que levam menos tempo para serem executados devem ter maior prioridade em relação aos serviços mais demorados
	Equipamentos instalados nas áreas produtivas devem ter maior prioridade no atendimento em relação aos equipamentos instalados nas áreas administrativas
	Um equipamento no qual o Inspetor se preocupa em registrar o histórico de manutenções realizadas deve ser recompensado com uma maior Prioridade
	Um Inspetor que abre muitas Notas para o Laboratório, porém não costuma trazer os equipamentos para conserto, deve ter menor Prioridade na manutenção
	Um Inspetor que leva muitos meses para trazer os equipamentos ao Laboratório de Eletrônica após sua quebra na área deve ter menor Prioridade na manutenção
	Áreas que fornecem Centros de Custo viáveis (sem problemas em todo o processo) para a compra de materiais devem ser priorizadas na manutenção
	Para definir a prioridade de um cliente (GPM) e suas respectivas Ordens, deve-se levar em consideração a quantidade de atendimentos realizados no histórico
	O Histórico deve ter peso na determinação da prioridade de execução de um serviço, pois é um indicador que mostra a real atenção que foi dada àqueles serviços
	O código ABC define a importância do equipamento para o processo. Esse indicador deve ser levado em consideração na determinação da Prioridade

Sugira outros indicadores que o Laboratório de Eletrônica deve levar em consideração no momento de definir a sua programação diária de serviços:

_____
_____
_____

APÊNDICE B – Código-fonte desenvolvido no *MathLab*

```
[banco1,banco2,banco3] = xlsread('importar.xls'); %importar banco
[~,~,processamento] = xlsread('processamento.xls'); %importar processamento
[linhas,colunas]=size(banco2) %determina o número de linhas e colunas do banco
for cont1=2:linhas %cont1 é a linha que está sendo analisada

%PRIORIDADE INDICADA PELO CLIENTE NA NOTA DE MANUTENÇÃO
	u2a=0
	cont3=0
	for cont2=2:linhas
		validar1=strcmp(banco2{cont1,14},banco2{cont2,14}) %compara os dois equipamentos
		validar2=str2double(banco2{cont2,14}) %converte o equipamento
		validar3=validar2<99999999 %verifica se equipamento está preenchido
		validar4=str2double(banco2{cont2,15}) %converte prioridade
		validar5=validar4<4 %verifica se prioridade está preenchida
		validar6=validar3+validar5+validar1 %verifica se está tudo válido pra entrar na conta
		if (validar6==3)
			u2a=u2a+str2double(banco2{cont2,15})
			cont3=cont3+1
		end
	end
	u2a=u2a/cont3 %calcula a media
	u2a=1-(u2a/3) %normalizando
	if (cont3==0) %caso não tenha equipamento
		u2a=0
	end
	if banco2{cont1,15}=='0'
		u1a=1
	elseif banco2{cont1,15}=='1'
		u1a=2/3
	elseif banco2{cont1,15}=='2'
		u1a=1/3
	elseif banco2{cont1,15}=='3'
		u1a=0
	else
		u1a=u2a
	end

%TEMPO EM CARTEIRA
	u1b=0
	u2b=0
	maisdias=0
	menosdias=100000
	cont5=0
	for cont4=2:linhas
		validar7=strcmp(banco2{cont1,14},banco2{cont4,14}) %compara os dois equipamentos
		validar8=str2double(banco2{cont4,14}) %converte o equipamento
		validar9=validar8<99999999 %verifica se equipamento está preenchido
		validar10=0 %valida se esta encerrada
		validar10=validar10+strcmp(banco2{cont4,3},'ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM')
		validar10=validar10+strcmp(banco2{cont4,3},'ENCE CAPC NOLQ SCDM')
		validar10=validar10+strcmp(banco2{cont4,3},'ENCE CNPA CAPC NOLQ SCDM')
		validar10=validar10+strcmp(banco2{cont4,3},'ENCE CONF CAPC DNAT NOLQ SCDM')
		validar10=validar10+strcmp(banco2{cont4,3},'ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM')
		validar10=validar10+strcmp(banco2{cont4,3},'ENCE CONF IMPR CAPC NOLQ SCDM')
		validar10=validar10+strcmp(banco2{cont4,3},'ENTE CAPC DNAT NOLQ SCDM')
		validar10=validar10+strcmp(banco2{cont4,3},'ENTE CAPC ERRD NOLQ SCDM')
		validar10=validar10+strcmp(banco2{cont4,3},'ENTE CAPC IMPA NOLQ SCDM')
		validar10=validar10+strcmp(banco2{cont4,3},'ENTE CAPC NOLQ SCDM')
		validar10=validar10+strcmp(banco2{cont4,3},'ENTE CNPA CAPC NOLQ SCDM')
		validar10=validar10+strcmp(banco2{cont4,3},'ENTE CONF CAPC DNAT NOLQ SCDM')
		validar10=validar10+strcmp(banco2{cont4,3},'ENTE CONF CAPC ERRD NOLQ SCDM')
		validar10=validar10+strcmp(banco2{cont4,3},'ENTE CONF CAPC NOLQ SCDM')
		validar10=validar10+strcmp(banco2{cont4,3},'ENTE CONF IMPR CAPC NOLQ SCDM')
		validar10=validar10+strcmp(banco2{cont4,3},'ENTE IMPR CAPC NOLQ SCDM')
		validar11=validar7+validar9 %verifica se está tudo válido para entrar na conta
		if (validar11==2)
			if (validar10>0)
```

```
                        carteira=x2mdate(banco3{cont4,7})-x2mdate(banco3{cont4,6})
                else
                        carteira=today-x2mdate(banco3{cont4,6})
                end
                u2b=u2b+carteira
                cont5=cont5+1
                if (carteira>maisdias)
                        maisdias=carteira
                end
                if (carteira<menosdias)
                        menosdias=carteira
                end
        end
end
u2b=u2b/cont5 %calcula a media
if maisdias==0
        u2b=1
else
        u2b=1-((u2b-menosdias)/(maisdias-menosdias)) %normalizando
end
if maisdias==menosdias
        u2b=1
end
validar12=0 %verifica se esta encerrada
validar12=validar12+strcmp(banco2{cont1,3},'ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM')
validar12=validar12+strcmp(banco2{cont1,3},'ENCE CAPC NOLQ SCDM')
validar12=validar12+strcmp(banco2{cont1,3},'ENCE CNPA CAPC NOLQ SCDM')
validar12=validar12+strcmp(banco2{cont1,3},'ENCE CONF CAPC DNAT NOLQ SCDM')
validar12=validar12+strcmp(banco2{cont1,3},'ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM')
validar12=validar12+strcmp(banco2{cont1,3},'ENCE CONF IMPR CAPC NOLQ SCDM')
validar12=validar12+strcmp(banco2{cont1,3},'ENTE CAPC DNAT NOLQ SCDM')
validar12=validar12+strcmp(banco2{cont1,3},'ENTE CAPC ERRD NOLQ SCDM')
validar12=validar12+strcmp(banco2{cont1,3},'ENTE CAPC IMPA NOLQ SCDM')
validar12=validar12+strcmp(banco2{cont1,3},'ENTE CAPC NOLQ SCDM')
validar12=validar12+strcmp(banco2{cont1,3},'ENTE CNPA CAPC NOLQ SCDM')
validar12=validar12+strcmp(banco2{cont1,3},'ENTE CONF CAPC DNAT NOLQ SCDM')
validar12=validar12+strcmp(banco2{cont1,3},'ENTE CONF CAPC ERRD NOLQ SCDM')
validar12=validar12+strcmp(banco2{cont1,3},'ENTE CONF CAPC NOLQ SCDM')
validar12=validar12+strcmp(banco2{cont1,3},'ENTE CONF IMPR CAPC NOLQ SCDM')
validar12=validar12+strcmp(banco2{cont1,3},'ENTE IMPR CAPC NOLQ SCDM')
if (validar12>0)
        u1b=x2mdate(banco3{cont1,7})-x2mdate(banco3{cont1,6})
else
        u1b=today-x2mdate(banco3{cont1,6})
end
if maisdias==0
        u1b=1
else
        u1b=1-((u1b-menosdias)/(maisdias-menosdias)) %normalizando
end
if maisdias==menosdias
        u1b=1
end
if (cont5==0) %caso não tenha histórico de equipamento
        maisdias=0
        menosdias=100000
        u2b=0
        for cont6=2:linhas
                validar13=0 %verifica se esta encerrada
                validar13=validar13+strcmp(banco2{cont6,3},'ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM')
                validar13=validar13+strcmp(banco2{cont6,3},'ENCE CAPC NOLQ SCDM')
                validar13=validar13+strcmp(banco2{cont6,3},'ENCE CNPA CAPC NOLQ SCDM')
                validar13=validar13+strcmp(banco2{cont6,3},'ENCE CONF CAPC DNAT NOLQ SCDM')
                validar13=validar13+strcmp(banco2{cont6,3},'ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM')
                validar13=validar13+strcmp(banco2{cont6,3},'ENCE CONF IMPR CAPC NOLQ SCDM')
                validar13=validar13+strcmp(banco2{cont6,3},'ENTE CAPC DNAT NOLQ SCDM')
                validar13=validar13+strcmp(banco2{cont6,3},'ENTE CAPC ERRD NOLQ SCDM')
                validar13=validar13+strcmp(banco2{cont6,3},'ENTE CAPC IMPA NOLQ SCDM')
                validar13=validar13+strcmp(banco2{cont6,3},'ENTE CAPC NOLQ SCDM')
                validar13=validar13+strcmp(banco2{cont6,3},'ENTE CNPA CAPC NOLQ SCDM')
```

```
                validar13=validar13+strcmp(banco2{cont6,3},'ENTE CONF CAPC DNAT NOLQ SCDM')
                validar13=validar13+strcmp(banco2{cont6,3},'ENTE CONF CAPC ERRD NOLQ SCDM')
                validar13=validar13+strcmp(banco2{cont6,3},'ENTE CONF CAPC NOLQ SCDM')
                validar13=validar13+strcmp(banco2{cont6,3},'ENTE CONF IMPR CAPC NOLQ SCDM')
                validar13=validar13+strcmp(banco2{cont6,3},'ENTE IMPR CAPC NOLQ SCDM')
                if (validar13>0)
                        carteira=x2mdate(banco3{cont6,7})-x2mdate(banco3{cont6,6})
                else
                        carteira=today-x2mdate(banco3{cont6,6})
                end
                if (carteira>maisdias)
                        maisdias=carteira
                end
                if (carteira<menosdias)
                        menosdias=carteira
                end
        end
        validar14=0 %verifica se esta encerrada
        validar14=validar14+strcmp(banco2{cont1,3},'ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM')
        validar14=validar14+strcmp(banco2{cont1,3},'ENCE CAPC NOLQ SCDM')
        validar14=validar14+strcmp(banco2{cont1,3},'ENCE CNPA CAPC NOLQ SCDM')
        validar14=validar14+strcmp(banco2{cont1,3},'ENCE CONF CAPC DNAT NOLQ SCDM')
        validar14=validar14+strcmp(banco2{cont1,3},'ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM')
        validar14=validar14+strcmp(banco2{cont1,3},'ENCE CONF IMPR CAPC NOLQ SCDM')
        validar14=validar14+strcmp(banco2{cont1,3},'ENTE CAPC DNAT NOLQ SCDM')
        validar14=validar14+strcmp(banco2{cont1,3},'ENTE CAPC ERRD NOLQ SCDM')
        validar14=validar14+strcmp(banco2{cont1,3},'ENTE CAPC IMPA NOLQ SCDM')
        validar14=validar14+strcmp(banco2{cont1,3},'ENTE CAPC NOLQ SCDM')
        validar14=validar14+strcmp(banco2{cont1,3},'ENTE CNPA CAPC NOLQ SCDM')
        validar14=validar14+strcmp(banco2{cont1,3},'ENTE CONF CAPC DNAT NOLQ SCDM')
        validar14=validar14+strcmp(banco2{cont1,3},'ENTE CONF CAPC ERRD NOLQ SCDM')
        validar14=validar14+strcmp(banco2{cont1,3},'ENTE CONF CAPC NOLQ SCDM')
        validar14=validar14+strcmp(banco2{cont1,3},'ENTE CONF IMPR CAPC NOLQ SCDM')
        validar14=validar14+strcmp(banco2{cont1,3},'ENTE IMPR CAPC NOLQ SCDM')
        if (validar14>0)
                u1b=x2mdate(banco3{cont1,7})-x2mdate(banco3{cont1,6})
        else
                u1b=today-x2mdate(banco3{cont1,6})
        end
        u1b=1-((u1b-menosdias)/(maisdias-menosdias)) %normalizando
end

%HIERARQUIA DO SOLICITANTE
        %para priorizar uma ordem, a sintaxe é priorizar=[ordem,prioridade0a10]
        priorizar=[0,0] %criando a matriz
        if priorizar(1,2)>10 %caso coloque uma prioridade maior que o permitido
                priorizar(1,1)=0
        end
        if priorizar(1,2)<0 %caso coloque uma prioridade menor que o permitido
                priorizar(1,1)=0
        end
        if priorizar(1,1)~=0
                for cont7=2:linhas
                        if priorizar(1,1)==str2double(banco2{cont7,2})
                                priorizar=priorizar(1,2)/10
                                processamento{cont7,1}=priorizar
                        end
                end

        end
        priorizar=[0,0]
        u1c=processamento{cont1,1}
        u2c=processamento{cont1,1}

%COMPLEXIDADE DO SERVIÇO
        validar15=0
        u1d=0
        cont9=0
        maissegundos=0
        menossegundos=100000
```

```
for cont8=2:linhas
	validar15=strcmp(banco2{cont1,14}, banco2{cont8,14}) %compara os dois equipamentos
	if validar15==1
		if banco3{cont8,8}==banco3{cont8,10} %se foi concluido no mesmo dia

segundos=etime(datevec(banco2{cont8,9},'HH:MM:SS'),datevec(banco2{cont8,11},'HH:MM:SS'))
				u1d=u1d+segundos
		else
				if isequal(banco3{cont8,9},banco3{cont8,11}) %caso o tempo de conclusão seja imediato
					segundos=0
				else
				tempoinicial=0
				tempofinal=0
				numdias=0
tempoinicial=etime(datevec('17:00:00','HH:MM:SS'),datevec(banco2{cont8,11},'HH:MM:SS'))
	tempofinal=etime(datevec(banco2{cont8,9},'HH:MM:SS'),datevec('08:30:00','HH:MM:SS'))
				numdias=x2mdate(banco3{cont8,8})-x2mdate(banco3{cont8,10})
				segundos=(numdias*86400)+tempoinicial+tempofinal
				u1d=u1d+segundos
				end
		end
		cont9=cont9+1
		if (segundos>maissegundos)
				maissegundos=segundos
		end
		if (segundos<menossegundos)
				menossegundos=segundos
		end
	end
end
u1d=u1d/cont9 %calcula a media
if maissegundos==menossegundos
	u1d=1
else
	u1d=1-((u1d-menossegundos)/(maissegundos-menossegundos)) %normalizando
end
validar16=str2double(banco2{cont1,14}) %converte o equipamento
validar17=validar16<99999999 %verifica se equipamento está preenchido
if validar17==0
	u1d=0
end
validar18=0
u2d=0
cont11=0
maissegundos2=0
menossegundos2=100000
segundos2=0
for cont10=2:linhas
	validar18=strcmp(banco2{cont1,5}, banco2{cont10,5}) %compara as duas áreas
	if validar18==1
		if banco3{cont10,8}==banco3{cont10,10} %se foi concluido no mesmo dia

segundos2=etime(datevec(banco2{cont10,9},'HH:MM:SS'),datevec(banco2{cont10,11},'HH:MM:SS'))
				u2d=u2d+segundos2
		else
				if isequal(banco3{cont10,9},banco3{cont10,11}) %caso o tempo de conclusão seja imediato
					segundos2=0
				else
				tempoinicial2=0
				tempofinal2=0
				numdias2=0

tempoinicial2=etime(datevec('17:00:00','HH:MM:SS'),datevec(banco2{cont10,11},'HH:MM:SS'))

tempofinal2=etime(datevec(banco2{cont10,9},'HH:MM:SS'),datevec('08:30:00','HH:MM:SS'))
				numdias2=x2mdate(banco3{cont10,8})-x2mdate(banco3{cont10,10})
				segundos2=(numdias2*86400)+tempoinicial2+tempofinal2
				u2d=u2d+segundos2
				end
		end
```

```
                end
                        cont11=cont11+1
                        if (segundos2>maissegundos2)
                                maissegundos2=segundos2
                        end
                        if (segundos2<menossegundos2)
                                menossegundos2=segundos2
                        end
        end
        u2d=u2d/cont11 %calcula a media
        if maissegundos2==menossegundos2
                u2d=1
        else
                u2d=1-((u2d-menossegundos2)/(maissegundos2-menossegundos2)) %normalizando
        end
        validar19=strcmp(banco3{cont1,5}, '')
        if validar19==1
                u2d=0
        end

%ÁREA PRODUTIVA
        abc1=0
        abc2=0
        abc3=0
        abcd=0
        abcvazio=0
        for cont12=2:linhas
                if banco2{cont12,12}=='1'
                        abc1=abc1+1
                elseif banco2{cont12,12}=='2'
                        abc2=abc2+1
                elseif banco2{cont12,12}=='3'
                        abc3=abc3+1
                elseif banco2{cont12,12}=='D'
                        abcd=abcd+1
                else
                        abcvazio=abcvazio+1
                end
        end
        abctotal=abc1+abc2+abc3+abcd+abcvazio
        if banco2{cont1,12}=='D'
                u1e=1
                u2e=1-(abcd/abctotal)
        elseif banco2{cont1,12}=='3'
                u1e=0.25
                u2e=1-(abc3/abctotal)
        elseif banco2{cont1,12}=='2'
                u1e=0.5
                u2e=1-(abc2/abctotal)
        elseif banco2{cont1,12}=='1'
                u1e=0.75
                u2e=1-(abc1/abctotal)
        else
                u1e=0
                u2e=0
        end

%HISTÓRICO DO EQUIPAMENTO
        validar20=strcmp(banco3{cont1,14}, '') %verifica se está vazio
        if validar20==1
                u1f=0
        else
                u1f=1
        end
        u2f=0
        for cont13=2:linhas
                validar21=strcmp(banco3{cont13,14}, '')
                if validar21~=1
                        u2f=u2f+1
                end
```

```
		end
		u2f=1-(u2f/linhas)

%NOTA DE MANUTENÇÃO SEM ORDEM DE MANUTENÇÃO ATRELADA
		maistempo=0
		menostempo=10000
		for cont14=2:linhas
			tempo=x2mdate(banco3{cont14,6})-x2mdate(banco3{cont14,18})
			if (tempo>maistempo)
				maistempo=tempo
			end
			if (tempo<menostempo)
				menostempo=tempo
			end
		end
		u1g=x2mdate(banco3{cont1,6})-x2mdate(banco3{cont1,18})
		if banco3{cont1,18}<100000 %verifica se está preenchido
			u1g=1-((u1g-menostempo)/(maistempo-menostempo)) %normalizando
		else
			u1g=0
		end
		if maistempo==menostempo
			u1g=0.5
		end
		maistempo2=0
		menostempo2=10000
		for cont15=2:linhas
			tempo2=x2mdate(banco3{cont15,6})-x2mdate(banco3{cont15,18})
			validar23=strcmp(banco2{cont1,5}, banco2{cont15,5}) %compara as duas áreas
			if validar23==1
				if (tempo2>maistempo2)
					maistempo2=tempo2
				end
				if (tempo2<menostempo2)
					menostempo2=tempo2
				end
			end
		end
		u2g=x2mdate(banco3{cont1,6})-x2mdate(banco3{cont1,18})
		if banco3{cont1,18}<100000 %verifica se está preenchido
			u2g=1-((u2g-menostempo2)/(maistempo2-menostempo2)) %normalizando
		else
			u2g=0
		end
		if maistempo2==menostempo2
			u2g=0.5
		end

%ATENÇÃO DISPENSADA PELO CLIENTE VISANDO AGILIDADE NO REPARO DOS EQUIPAMENTOS
		validar24=strcmp(banco3{cont1,13}, '') %verifica se está vazio
		if validar24==1
			u1h=0
		else
			u1h=1
		end
		u2h=0
		for cont16=2:linhas
			validar25=strcmp(banco3{cont16,13}, '')
			if validar25~=1
				u2h=u2h+1
			end
		end
		u2h=1-(u2h/linhas)

%APRESENTAÇÃO DE CENTRO DE CUSTO VIÁVEL
		maiorespera=0
		menorespera=100000
		for cont17=2:linhas
			validar25=strcmp(banco2{cont1,14}, banco2{cont17,14}) %compara os dois equipamentos
			if validar25==1
```

```
                        espera=x2mdate(banco3{cont17,7})-x2mdate(banco3{cont17,6})
                        if espera>maiorespera
                                maiorespera=espera
                        end
                        if espera<menorespera
                                menorespera=espera
                        end
                end
        end
        u1i=x2mdate(banco3{cont1,7})-x2mdate(banco3{cont1,6})
        u1i=1-((u1i-menorespera)/(maiorespera-menorespera)) %normalizando
        validar26=strcmp(banco3{cont1,14}, '') %verifica se está vazio
        if validar26==1
                u1i=0
        end
        if maiorespera==menorespera
                u1i=1
        end
        maiorespera2=0
        menorespera2=100000
        for cont18=2:linhas
                validar27=strcmp(banco2{cont1,5}, banco2{cont18,5}) %compara as duas áreas
                if validar27==1
                        espera2=x2mdate(banco3{cont18,7})-x2mdate(banco3{cont18,6})
                        if espera2>maiorespera2
                                maiorespera2=espera2
                        end
                        if espera2<menorespera2
                                menorespera2=espera2
                        end
                end
        end
        u2i=x2mdate(banco3{cont1,7})-x2mdate(banco3{cont1,6})
        u2i=1-((u2i-menorespera2)/(maiorespera2-menorespera2)) %normalizando
        validar28=strcmp(banco3{cont1,5}, '') %verifica se está vazio
        if validar28==1
                u2i=0
        end
        if maiorespera2==menorespera2
                u2i=1
        end

%PRIORIDADE TÍPICA DO EQUIPAMENTO E SEU LOCAL DE INSTALAÇÃO
        validar29=strcmp(banco2{cont1,17}, '') %verifica se está vazio
        if validar29==1
                u1j=0
        else
                u1j=1
        end
        u2j=0
        for cont19=2:linhas
                validar29=strcmp(banco2{cont19,17}, banco2{cont1,17})
                if validar29==1
                        u2j=u2j+1
                end
        end
        u2j=1-(u2j/linhas)

%FREQUËNCIA DOS SERVIÇOS PRESTADOS AO CLIENTE
        cont20=0
        u1k=0
        for cont21=2:linhas
                validar30=strcmp(banco2{cont1,14}, banco2{cont21,14})
                if validar30==1
                        cont20=cont20+1
                        validar31=0 %verifica se está confirmada
                        validar31=validar31+strcmp(banco2{cont21,3},'ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM')
                        validar31=validar31+strcmp(banco2{cont21,3},'ENCE CONF CAPC DNAT NOLQ SCDM')
                        validar31=validar31+strcmp(banco2{cont21,3},'ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM')
                        validar31=validar31+strcmp(banco2{cont21,3},'ENCE CONF IMPR CAPC NOLQ SCDM')
```

```
                validar31=validar31+strcmp(banco2{cont21,3},'ENTE CONF CAPC DNAT NOLQ SCDM')
                validar31=validar31+strcmp(banco2{cont21,3},'ENTE CONF CAPC ERRD NOLQ SCDM')
                validar31=validar31+strcmp(banco2{cont21,3},'ENTE CONF CAPC NOLQ SCDM')
                validar31=validar31+strcmp(banco2{cont21,3},'ENTE CONF IMPR CAPC NOLQ SCDM')
                if (validar31>0)
                        u1k=u1k+1
                end
        end
    end
    validar32=strcmp(banco3{cont1,14}, '') %verifica se está vazio
    if validar32==1
        u1k=0
    end
    u1k=u1k/cont20 %normalizando
    cont22=0
    u2k=0
    for cont23=2:linhas
        validar33=strcmp(banco2{cont1,5}, banco2{cont23,5})
        if validar33==1
            cont22=cont22+1
            validar34=0 %verifica se está confirmada
            validar34=validar34+strcmp(banco2{cont23,3},'ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM')
            validar34=validar34+strcmp(banco2{cont23,3},'ENCE CONF CAPC DNAT NOLQ SCDM')
            validar34=validar34+strcmp(banco2{cont23,3},'ENCE CONF CAPC NOLQ SCDM')
            validar34=validar34+strcmp(banco2{cont23,3},'ENCE CONF IMPR CAPC NOLQ SCDM')
            validar34=validar34+strcmp(banco2{cont23,3},'ENTE CONF CAPC DNAT NOLQ SCDM')
            validar34=validar34+strcmp(banco2{cont23,3},'ENTE CONF CAPC ERRD NOLQ SCDM')
            validar34=validar34+strcmp(banco2{cont23,3},'ENTE CONF CAPC NOLQ SCDM')
            validar34=validar34+strcmp(banco2{cont23,3},'ENTE CONF IMPR CAPC NOLQ SCDM')
            if (validar34>0)
                u2k=u2k+1
            end
        end
    end
    validar35=strcmp(banco3{cont1,5}, '') %verifica se está vazio
    if validar35==1
        u2k=0
    end
    u2k=u2k/cont22 %normalizando

%INCLUSÃO DE CÁLCULOS NA TABELA PARACONSISTENTE
    processamento{cont1, 2}=u1a
    processamento{cont1, 3}=u2a
    processamento{cont1, 4}=u1b
    processamento{cont1, 5}=u2b
    processamento{cont1, 6}=u1c
    processamento{cont1, 7}=u2c
    processamento{cont1, 8}=u1d
    processamento{cont1, 9}=u2d
    processamento{cont1, 10}=u1e
    processamento{cont1, 11}=u2e
    processamento{cont1, 12}=u1f
    processamento{cont1, 13}=u2f
    processamento{cont1, 14}=u1g
    processamento{cont1, 15}=u2g
    processamento{cont1, 16}=u1h
    processamento{cont1, 17}=u2h
    processamento{cont1, 18}=u1i
    processamento{cont1, 19}=u2i
    processamento{cont1, 20}=u1j
    processamento{cont1, 21}=u2j
    processamento{cont1, 22}=u1k
    processamento{cont1, 23}=u2k

    for cont24=1:11
        coluna=cont24*2
        coluna2=coluna+1
        u1=processamento{cont1, coluna}
        u2=processamento{cont1, coluna2}
        gc=u1-(1-u2) %grau de certeza
```

```
                    gct=(u1+(1-u2))-1 %grau de contradicao
                    d=sqrt((1-abs(gc))^2+gct^2) %distancia d
                    if gc>0
                            gcr=(1-d) %grau de certeza real
                    else
                            gcr=(d-1) % grau de certeza real
                    end
                    uer=(gcr+1)/2 %grau de evidência resultante real
                    coluna3=cont24+23
                    processamento{cont1, coluna3}=uer
            end
end
xlswrite('processamento.xls',processamento)

%MANUTENÇÃO DOS ESPECIALISTAS CADASTRADOS NO BANCO PARACONSISTENTE
% para cadastrar, alterar ou excluir um especialista, a sintaxe é
% especialista=[codigo, pa, pb, pc, pd, pe, pf, pg, ph, pi, pj, pk]
% para excluir, colocar vazio
especialista=[0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0] %criando a matriz
for cont25=2:12
            if especialista(1,cont25)>5 %caso coloque uma prioridade maior que o permitido
                    especialista(1,cont25)=0
                    coluna4=cont25+33
                    coluna5=especialista(1,1)
                    processamento{coluna5, coluna4}=especialista(1,cont25)
            end
            if especialista(1,cont25)<1 %caso coloque uma prioridade menor que o permitido
                    priorizar(1,cont25)=0
                    coluna4=cont25+33
                    coluna5=especialista(1,1)
                    processamento{coluna5, coluna4}=especialista(1,cont25)
            end
            if especialista(1,cont25)~=0
                    coluna4=cont25+33
                    coluna5=especialista(1,1)
                    processamento{coluna5, coluna4}=especialista(1,cont25)
            end
end
especialista=[0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0]

%ORDENAÇÃO DA REDE DE ANÁLISE PARACONSISTENTE
somatoria=[0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0]
for cont26=2:linhas
            somatoria(1,1)=somatoria(1,1)+processamento{cont26, 35}
            somatoria(1,2)=somatoria(1,2)+processamento{cont26, 36}
            somatoria(1,3)=somatoria(1,3)+processamento{cont26, 37}
            somatoria(1,4)=somatoria(1,4)+processamento{cont26, 38}
            somatoria(1,5)=somatoria(1,5)+processamento{cont26, 39}
            somatoria(1,6)=somatoria(1,6)+processamento{cont26, 40}
            somatoria(1,7)=somatoria(1,7)+processamento{cont26, 41}
            somatoria(1,8)=somatoria(1,8)+processamento{cont26, 42}
            somatoria(1,9)=somatoria(1,9)+processamento{cont26, 43}
            somatoria(1,10)=somatoria(1,10)+processamento{cont26, 44}
            somatoria(1,11)=somatoria(1,11)+processamento{cont26, 45}
end
ordenada=sort(somatoria)
if ordenada(1,1)==somatoria(1,1)
            u11=35
            somatoria(1,1)=0
elseif ordenada(1,1)==somatoria(1,2)
            u11=36
            somatoria(1,2)=0
elseif ordenada(1,1)==somatoria(1,3)
            u11=37
            somatoria(1,3)=0
elseif ordenada(1,1)==somatoria(1,4)
            u11=38
            somatoria(1,4)=0
elseif ordenada(1,1)==somatoria(1,5)
            u11=39
```

```
            somatoria(1,5)=0
elseif ordenada(1,1)==somatoria(1,6)
            u11=40
            somatoria(1,6)=0
elseif ordenada(1,1)==somatoria(1,7)
            u11=41
            somatoria(1,7)=0
elseif ordenada(1,1)==somatoria(1,8)
            u11=42
            somatoria(1,8)=0
elseif ordenada(1,1)==somatoria(1,9)
            u11=43
            somatoria(1,9)=0
elseif ordenada(1,1)==somatoria(1,10)
            u11=44
            somatoria(1,10)=0
elseif ordenada(1,1)==somatoria(1,11)
            u11=45
            somatoria(1,11)=0
end
if ordenada(1,2)==somatoria(1,1)
            u10=35
            somatoria(1,1)=0
elseif ordenada(1,2)==somatoria(1,2)
            u10=36
            somatoria(1,2)=0
elseif ordenada(1,2)==somatoria(1,3)
            u10=37
            somatoria(1,3)=0
elseif ordenada(1,2)==somatoria(1,4)
            u10=38
            somatoria(1,4)=0
elseif ordenada(1,2)==somatoria(1,5)
            u10=39
            somatoria(1,5)=0
elseif ordenada(1,2)==somatoria(1,6)
            u10=40
            somatoria(1,6)=0
elseif ordenada(1,2)==somatoria(1,7)
            u10=41
            somatoria(1,7)=0
elseif ordenada(1,2)==somatoria(1,8)
            u10=42
            somatoria(1,8)=0
elseif ordenada(1,2)==somatoria(1,9)
            u10=43
            somatoria(1,9)=0
elseif ordenada(1,2)==somatoria(1,10)
            u10=44
            somatoria(1,10)=0
elseif ordenada(1,2)==somatoria(1,11)
            u10=45
            somatoria(1,11)=0
end
if ordenada(1,3)==somatoria(1,1)
            u9=35
            somatoria(1,1)=0
elseif ordenada(1,3)==somatoria(1,2)
            u9=36
            somatoria(1,2)=0
elseif ordenada(1,3)==somatoria(1,3)
            u9=37
            somatoria(1,3)=0
elseif ordenada(1,3)==somatoria(1,4)
            u9=38
            somatoria(1,4)=0
elseif ordenada(1,3)==somatoria(1,5)
            u9=39
            somatoria(1,5)=0
elseif ordenada(1,3)==somatoria(1,6)
```

```
            u9=40
            somatoria(1,6)=0
elseif ordenada(1,3)==somatoria(1,7)
            u9=41
            somatoria(1,7)=0
elseif ordenada(1,3)==somatoria(1,8)
            u9=42
            somatoria(1,8)=0
elseif ordenada(1,3)==somatoria(1,9)
            u9=43
            somatoria(1,9)=0
elseif ordenada(1,3)==somatoria(1,10)
            u9=44
            somatoria(1,10)=0
elseif ordenada(1,3)==somatoria(1,11)
            u9=45
            somatoria(1,11)=0
end
if ordenada(1,4)==somatoria(1,1)
            u8=35
            somatoria(1,1)=0
elseif ordenada(1,4)==somatoria(1,2)
            u8=36
            somatoria(1,2)=0
elseif ordenada(1,4)==somatoria(1,3)
            u8=37
            somatoria(1,3)=0
elseif ordenada(1,4)==somatoria(1,4)
            u8=38
            somatoria(1,4)=0
elseif ordenada(1,4)==somatoria(1,5)
            u8=39
            somatoria(1,5)=0
elseif ordenada(1,4)==somatoria(1,6)
            u8=40
            somatoria(1,6)=0
elseif ordenada(1,4)==somatoria(1,7)
            u8=41
            somatoria(1,7)=0
elseif ordenada(1,4)==somatoria(1,8)
            u8=42
            somatoria(1,8)=0
elseif ordenada(1,4)==somatoria(1,9)
            u8=43
            somatoria(1,9)=0
elseif ordenada(1,4)==somatoria(1,10)
            u8=44
            somatoria(1,10)=0
elseif ordenada(1,4)==somatoria(1,11)
            u8=45
            somatoria(1,11)=0
end
if ordenada(1,5)==somatoria(1,1)
            u7=35
            somatoria(1,1)=0
elseif ordenada(1,5)==somatoria(1,2)
            u7=36
            somatoria(1,2)=0
elseif ordenada(1,5)==somatoria(1,3)
            u7=37
            somatoria(1,3)=0
elseif ordenada(1,5)==somatoria(1,4)
            u7=38
            somatoria(1,4)=0
elseif ordenada(1,5)==somatoria(1,5)
            u7=39
            somatoria(1,5)=0
elseif ordenada(1,5)==somatoria(1,6)
            u7=40
            somatoria(1,6)=0
```

```
elseif ordenada(1,5)==somatoria(1,7)
        u7=41
        somatoria(1,7)=0
elseif ordenada(1,5)==somatoria(1,8)
        u7=42
        somatoria(1,8)=0
elseif ordenada(1,5)==somatoria(1,9)
        u7=43
        somatoria(1,9)=0
elseif ordenada(1,5)==somatoria(1,10)
        u7=44
        somatoria(1,10)=0
elseif ordenada(1,5)==somatoria(1,11)
        u7=45
        somatoria(1,11)=0
end
if ordenada(1,6)==somatoria(1,1)
        u6=35
        somatoria(1,1)=0
elseif ordenada(1,6)==somatoria(1,2)
        u6=36
        somatoria(1,2)=0
elseif ordenada(1,6)==somatoria(1,3)
        u6=37
        somatoria(1,3)=0
elseif ordenada(1,6)==somatoria(1,4)
        u6=38
        somatoria(1,4)=0
elseif ordenada(1,6)==somatoria(1,5)
        u6=39
        somatoria(1,5)=0
elseif ordenada(1,6)==somatoria(1,6)
        u6=40
        somatoria(1,6)=0
elseif ordenada(1,6)==somatoria(1,7)
        u6=41
        somatoria(1,7)=0
elseif ordenada(1,6)==somatoria(1,8)
        u6=42
        somatoria(1,8)=0
elseif ordenada(1,6)==somatoria(1,9)
        u6=43
        somatoria(1,9)=0
elseif ordenada(1,6)==somatoria(1,10)
        u6=44
        somatoria(1,10)=0
elseif ordenada(1,6)==somatoria(1,11)
        u6=45
        somatoria(1,11)=0
end
if ordenada(1,7)==somatoria(1,1)
        u5=35
        somatoria(1,1)=0
elseif ordenada(1,7)==somatoria(1,2)
        u5=36
        somatoria(1,2)=0
elseif ordenada(1,7)==somatoria(1,3)
        u5=37
        somatoria(1,3)=0
elseif ordenada(1,7)==somatoria(1,4)
        u5=38
        somatoria(1,4)=0
elseif ordenada(1,7)==somatoria(1,5)
        u5=39
        somatoria(1,5)=0
elseif ordenada(1,7)==somatoria(1,6)
        u5=40
        somatoria(1,6)=0
elseif ordenada(1,7)==somatoria(1,7)
        u5=41
```

```
            somatoria(1,7)=0
elseif ordenada(1,7)==somatoria(1,8)
            u5=42
            somatoria(1,8)=0
elseif ordenada(1,7)==somatoria(1,9)
            u5=43
            somatoria(1,9)=0
elseif ordenada(1,7)==somatoria(1,10)
            u5=44
            somatoria(1,10)=0
elseif ordenada(1,7)==somatoria(1,11)
            u5=45
            somatoria(1,11)=0
end
if ordenada(1,8)==somatoria(1,1)
            u4=35
            somatoria(1,1)=0
elseif ordenada(1,8)==somatoria(1,2)
            u4=36
            somatoria(1,2)=0
elseif ordenada(1,8)==somatoria(1,3)
            u4=37
            somatoria(1,3)=0
elseif ordenada(1,8)==somatoria(1,4)
            u4=38
            somatoria(1,4)=0
elseif ordenada(1,8)==somatoria(1,5)
            u4=39
            somatoria(1,5)=0
elseif ordenada(1,8)==somatoria(1,6)
            u4=40
            somatoria(1,6)=0
elseif ordenada(1,8)==somatoria(1,7)
            u4=41
            somatoria(1,7)=0
elseif ordenada(1,8)==somatoria(1,8)
            u4=42
            somatoria(1,8)=0
elseif ordenada(1,8)==somatoria(1,9)
            u4=43
            somatoria(1,9)=0
elseif ordenada(1,8)==somatoria(1,10)
            u4=44
            somatoria(1,10)=0
elseif ordenada(1,8)==somatoria(1,11)
            u4=45
            somatoria(1,11)=0
end
if ordenada(1,9)==somatoria(1,1)
            u3=35
            somatoria(1,1)=0
elseif ordenada(1,9)==somatoria(1,2)
            u3=36
            somatoria(1,2)=0
elseif ordenada(1,9)==somatoria(1,3)
            u3=37
            somatoria(1,3)=0
elseif ordenada(1,9)==somatoria(1,4)
            u3=38
            somatoria(1,4)=0
elseif ordenada(1,9)==somatoria(1,5)
            u3=39
            somatoria(1,5)=0
elseif ordenada(1,9)==somatoria(1,6)
            u3=40
            somatoria(1,6)=0
elseif ordenada(1,9)==somatoria(1,7)
            u3=41
            somatoria(1,7)=0
elseif ordenada(1,9)==somatoria(1,8)
```

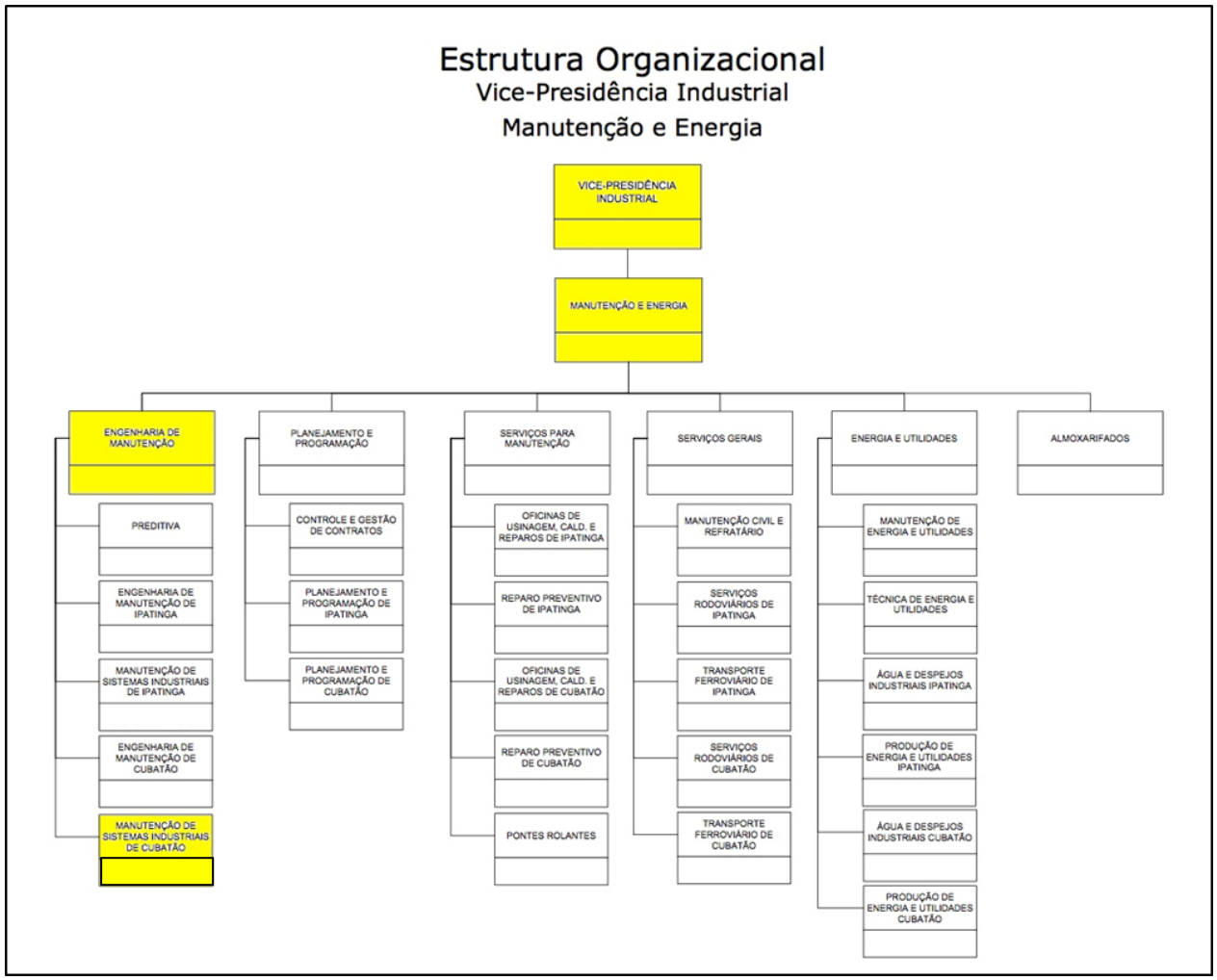
```
            u3=42
            somatoria(1,8)=0
elseif ordenada(1,9)==somatoria(1,9)
            u3=43
            somatoria(1,9)=0
elseif ordenada(1,9)==somatoria(1,10)
            u3=44
            somatoria(1,10)=0
elseif ordenada(1,9)==somatoria(1,11)
            u3=45
            somatoria(1,11)=0
end
if ordenada(1,10)==somatoria(1,1)
            u2=35
            somatoria(1,1)=0
elseif ordenada(1,10)==somatoria(1,2)
            u2=36
            somatoria(1,2)=0
elseif ordenada(1,10)==somatoria(1,3)
            u2=37
            somatoria(1,3)=0
elseif ordenada(1,10)==somatoria(1,4)
            u2=38
            somatoria(1,4)=0
elseif ordenada(1,10)==somatoria(1,5)
            u2=39
            somatoria(1,5)=0
elseif ordenada(1,10)==somatoria(1,6)
            u2=40
            somatoria(1,6)=0
elseif ordenada(1,10)==somatoria(1,7)
            u2=41
            somatoria(1,7)=0
elseif ordenada(1,10)==somatoria(1,8)
            u2=42
            somatoria(1,8)=0
elseif ordenada(1,10)==somatoria(1,9)
            u2=43
            somatoria(1,9)=0
elseif ordenada(1,10)==somatoria(1,10)
            u2=44
            somatoria(1,10)=0
elseif ordenada(1,10)==somatoria(1,11)
            u2=45
            somatoria(1,11)=0
end
if ordenada(1,11)==somatoria(1,1)
            u1=35
            somatoria(1,1)=0
elseif ordenada(1,11)==somatoria(1,2)
            u1=36
            somatoria(1,2)=0
elseif ordenada(1,11)==somatoria(1,3)
            u1=37
            somatoria(1,3)=0
elseif ordenada(1,11)==somatoria(1,4)
            u1=38
            somatoria(1,4)=0
elseif ordenada(1,11)==somatoria(1,5)
            u1=39
            somatoria(1,5)=0
elseif ordenada(1,11)==somatoria(1,6)
            u1=40
            somatoria(1,6)=0
elseif ordenada(1,11)==somatoria(1,7)
            u1=41
            somatoria(1,7)=0
elseif ordenada(1,11)==somatoria(1,8)
            u1=42
            somatoria(1,8)=0
```

```
elseif ordenada(1,11)==somatoria(1,9)
	u1=43
	somatoria(1,9)=0
elseif ordenada(1,11)==somatoria(1,10)
	u1=44
	somatoria(1,10)=0
elseif ordenada(1,11)==somatoria(1,11)
	u1=45
	somatoria(1,11)=0
end

%PROCESSAMENTO DA REDE DE ANÁLISE PARACONSISTENTE
%%esse trecho de código também usa o cont1
%ajuste da coluna que está sendo utilizada
u11=u11-11
u10=u10-11
u9=u9-11
u8=u8-11
u7=u7-11
u6=u6-11
u5=u5-11
u4=u4-11
u3=u3-11
u2=u2-11
u1=u1-11
for cont1=2:linhas %cont1 é a linha que está sendo analisada
	gc=processamento{cont1,u11}-(1-processamento{cont1,u10}) %grau de certeza
	gct=(processamento{cont1,u11}+(1-processamento{cont1,u10}))-1 %grau de contradicao
	d=sqrt((1-abs(gc))^2+gct^2) %distancia d
	if gc>0
		gcr=(1-d) %grau de certeza real
	else
		gcr=(d-1) % grau de certeza real
	end
	uer=(gcr+1)/2 %grau de evidência resultante real
	gc=uer-(1-processamento{cont1,u9}) %grau de certeza
	gct=(uer+(1-processamento{cont1,u9}))-1 %grau de contradicao
	d=sqrt((1-abs(gc))^2+gct^2) %distancia d
	if gc>0
		gcr=(1-d) %grau de certeza real
	else
		gcr=(d-1) % grau de certeza real
	end
	uer=(gcr+1)/2 %grau de evidência resultante real
	gc=uer-(1-processamento{cont1,u8}) %grau de certeza
	gct=(uer+(1-processamento{cont1,u8}))-1 %grau de contradicao
	d=sqrt((1-abs(gc))^2+gct^2) %distancia d
	if gc>0
		gcr=(1-d) %grau de certeza real
	else
		gcr=(d-1) % grau de certeza real
	end
	uer=(gcr+1)/2 %grau de evidência resultante real
	gc=uer-(1-processamento{cont1,u7}) %grau de certeza
	gct=(uer+(1-processamento{cont1,u7}))-1 %grau de contradicao
	d=sqrt((1-abs(gc))^2+gct^2) %distancia d
	if gc>0
		gcr=(1-d) %grau de certeza real
	else
		gcr=(d-1) % grau de certeza real
	end
	uer=(gcr+1)/2 %grau de evidência resultante real
	gc=uer-(1-processamento{cont1,u6}) %grau de certeza
	gct=(uer+(1-processamento{cont1,u6}))-1 %grau de contradicao
	d=sqrt((1-abs(gc))^2+gct^2) %distancia d
	if gc>0
		gcr=(1-d) %grau de certeza real
	else
		gcr=(d-1) % grau de certeza real
	end
```

```
		uer=(gcr+1)/2 %grau de evidência resultante real
		gc=uer-(1-processamento{cont1,u5}) %grau de certeza
		gct=(uer+(1-processamento{cont1,u5}))-1 %grau de contradicao
		d=sqrt((1-abs(gc))^2+gct^2) %distancia d
		if gc>0
			gcr=(1-d) %grau de certeza real
		else
			gcr=(d-1) % grau de certeza real
		end
		uer=(gcr+1)/2 %grau de evidência resultante real
		gc=uer-(1-processamento{cont1,u4}) %grau de certeza
		gct=(uer+(1-processamento{cont1,u4}))-1 %grau de contradicao
		d=sqrt((1-abs(gc))^2+gct^2) %distancia d
		if gc>0
			gcr=(1-d) %grau de certeza real
		else
			gcr=(d-1) % grau de certeza real
		end
		uer=(gcr+1)/2 %grau de evidência resultante real
		gc=uer-(1-processamento{cont1,u3}) %grau de certeza
		gct=(uer+(1-processamento{cont1,u3}))-1 %grau de contradicao
		d=sqrt((1-abs(gc))^2+gct^2) %distancia d
		if gc>0
			gcr=(1-d) %grau de certeza real
		else
			gcr=(d-1) % grau de certeza real
		end
		uer=(gcr+1)/2 %grau de evidência resultante real
		gc=uer-(1-processamento{cont1,u2}) %grau de certeza
		gct=(uer+(1-processamento{cont1,u2}))-1 %grau de contradicao
		d=sqrt((1-abs(gc))^2+gct^2) %distancia d
		if gc>0
			gcr=(1-d) %grau de certeza real
		else
			gcr=(d-1) % grau de certeza real
		end
		uer=(gcr+1)/2 %grau de evidência resultante real
		gc=uer-(1-processamento{cont1,u1}) %grau de certeza
		gct=(uer+(1-processamento{cont1,u1}))-1 %grau de contradicao
		d=sqrt((1-abs(gc))^2+gct^2) %distancia d
		if gc>0
			gcr=(1-d) %grau de certeza real
		else
			gcr=(d-1) % grau de certeza real
		end
		processamento{cont1, 46}=(gcr+1)/2 %grau de evidência resultante real
end
```

ANEXO 1 – Organograma da estrutura organizacional da Vice-Presidência Industrial



ANEXO 2 – Procedimento Interno do Laboratório de Eletrônica

Sumário

1. **Objetivo** 1
2. **Definições e Abreviaturas** 2
3. **Organograma do Laboratório de Eletrônica** 2
4. **Entrada de novos equipamentos para manutenção** 3
5. **Entrada de novos instrumentos para manutenção** 5
6. **Entradas em emergência** 5
7. **Programação da Manutenção** 5
8. **Cuidados de segurança adotados** 6
9. **Relação de materiais utilizados** 9
10. **Execução da manutenção** 10
11. **Emissão de Relatório Técnico de Manutenção** 11
12. **Equipamentos Irrecuperáveis** 12
13. **Equipamentos aguardando compra de peças** 12
14. **Histórico de Manutenções** 12
15. **Retirada de equipamentos** 13
16. **Serviços de retrabalho** 13

1. Objetivo

Este manual de procedimento estabelece os princípios básicos para o funcionamento do Laboratório de Eletrônica, que tem por objetivo:

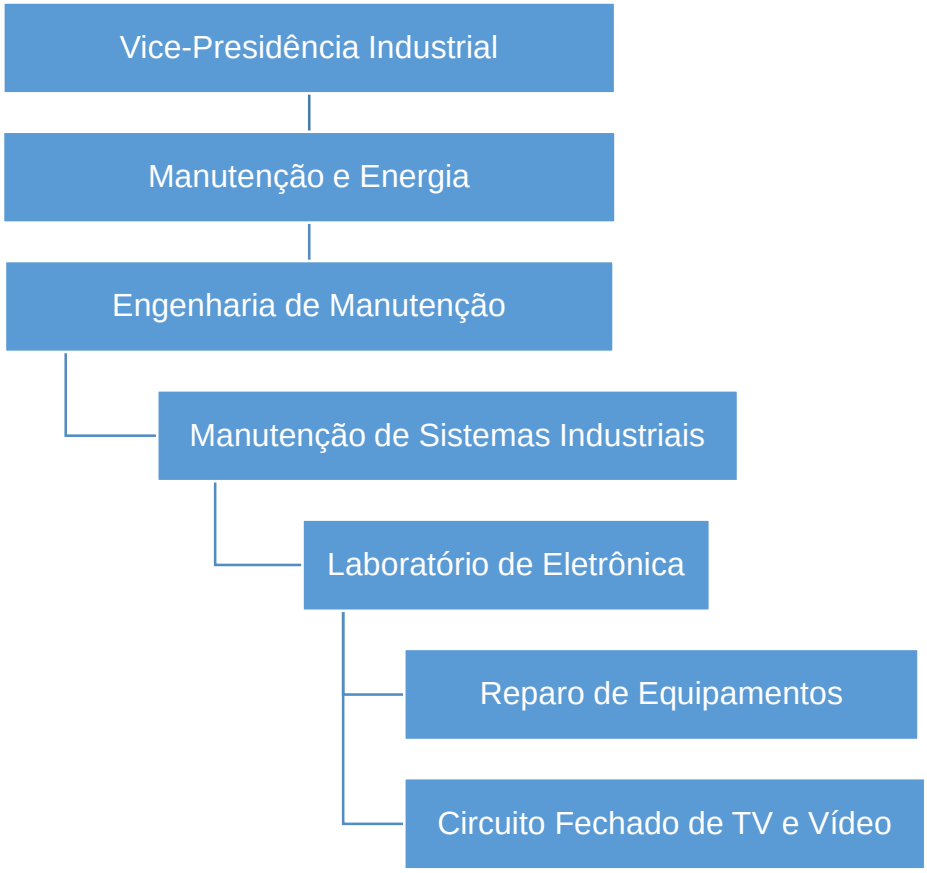
- Efetuar as manutenções corretivas necessárias em equipamentos eletrônicos, elétricos, de instrumentação, automação e informática.
- Trabalhar junto aos processos siderúrgicos e de apoio à produção para manter a confiabilidade dos serviços executados.
- Manter um sistema completo e organizado para o controle das manutenções realizadas.
- Buscar a excelência e a confiança junto à aprovação dos clientes.
- Desenvolver novos projetos visando a otimização da manutenção.
- Atualizar tecnologicamente os conceitos técnicos de manutenção.
- Aprimorar o nível técnico dos funcionários.

2. Definições e Abreviaturas

A única sigla utilizada no decorrer dessa Norma é SG (software de gestão, que é a solução software de negócios utilizado por todo a empresa para gerenciamento global dos valores do grupo siderúrgico. Pode significar também “Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamentos de Dados”.

Em todo o momento que a Norma adota os nomes “Técnico” ou “Técnicos”, esse refere-se ao funcionário do Laboratório de Eletrônica, independente do seu cargo.

3. Organograma do Laboratório de Eletrônica



4. Entrada de novos equipamentos para manutenção

O método de envio de equipamentos para execução de manutenção pelo Laboratório de Eletrônica é realizado através de solicitação da área cliente, utilizando-se o sistema SG após abertura de Nota de Manutenção do tipo M1.
O cliente solicitante deve preencher todos os campos principais no momento da criação da Nota de Manutenção, são eles:

- Título: descrever sucintamente o nome do equipamento e o defeito apresentado;
- Local de instalação, Equipamento ou Grupo de Planejamento PM: um ou mais desses três campos devem obrigatoriamente preenchidos, a partir do momento em que o centro de custo da manutenção a ser realizada constará nesses campos.
- Descrição: deve ser descrito detalhadamente pelo cliente todo o serviço ou problema que o equipamento apresenta, incluindo aí o máximo de informações possíveis a facilitar a manutenção pelo técnico, como esquemas de ligação e funcionamento da área onde o equipamento atua. Dados para contato como nome, ramal e celular e área de atuação também devem ser colocados nesse campo.

Observação: o campo prioridade não irá determinar a emergência de execução de serviço. Emergências deverão ser tratadas de forma diferenciadas, conforme descrito mais adiante.

Após o preenchimento da Nota de Manutenção, o solicitante deve levar consigo o número gerado pelo SG ou a Nota de Manutenção impressa, além do equipamento com defeito, até o balcão de atendimento do Laboratório de Eletrônica ou Informática. O cliente sempre é o responsável pelo envio e retorno do equipamento da área. Não é necessário avisar com antecedência à equipe do Laboratório do envio do equipamento, com exceção de emergências.

Ao ser atendido no Laboratório de Eletrônica ou Informática, o técnico irá verificar junto ao cliente se todas as informações estão corretamente preenchidas na Nota de Manutenção. Dados faltantes deverão ser informados pelo cliente nesse momento. O cliente deve ser informado que o acompanhamento do serviço no Laboratório de Eletrônica ou Informática deverá ser feito através do número da Nota de Manutenção, sendo essencial que o cliente informe este número quando necessitar de informações sobre o andamento.

Decorrido o atendimento, o técnico irá criar uma Ordem de Manutenção atrelada à Nota de Manutenção informada pelo cliente. Esse número de Ordem gerada deverá constar na “Planilha de Entrada e Saída de Equipamentos”, disponibilizada restritamente aos funcionários da supervisão na pasta do Laboratório de Eletrônica no servidor da empresa.

No momento em que o dado é inserido na planilha, esse recebe também um novo número de quatro dígitos, denominado “Número do Livro”. Esse número é apenas um índice da planilha e servirá apenas em dois casos previstos mais adiante.

Inserido o equipamento na planilha, é iniciado então o preenchimento da “Etiqueta de Equipamento”, conforme figura a seguir:

	ETIQUETA DE EQUIPAMENTO
NOTA	ORDEM
ÁREA	
NOME DO EQUIPAMENTO	
RESPONSÁVEL	RAMAL
DEFEITO APRESENTADO	
NÚMERO DO LIVRO	DATA DE ENTRADA

PARECER TÉCNICO DO LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA	
☐ REPARADO	☐ IRRECUPERÁVEL
☐ AGUARDA PEÇA	☐ REPARO EXTERNO
☐ NORMAL	☐ _____
TESTADO EM	
OBSERVAÇÕES	
TÉCNICOS	

Esse é um documento padronizado na empresa através do código G-0846 Rev. 3, sendo impresso frente e verso, e contém as principais informações relacionadas à manutenção do respectivo equipamento, visando facilitar a busca e localização do mesmo nos armários do Laboratório de Eletrônica e Informática.
Seu preenchimento é feito a caneta e consta dos seguintes campos:

- Nota: número da Nota de Manutenção no SG;
- Ordem: número da Ordem de Manutenção no SG;
- Área: área onde o equipamento está instalado ou de atuação do cliente;
- Nome do Equipamento: descrição sucinta que informa o tipo de equipamento em que se realizará a manutenção;
- Responsável: nome do principal contato para obtenção de informações e retorno do Laboratório de Eletrônica ou Informática;
- Ramal: telefone de contato do Responsável;
- Defeito apresentado: informações obtidas do cliente que auxiliarão o técnico na manutenção do equipamento;
- Número do Livro: código de 4 números obtidos no “Livro de Entrada e Saída de Equipamentos”;
- Data de Entrada: data de quando o equipamento foi recebido pelos técnicos do Laboratório de Eletrônica ou Informática.

Os dados impressos no verso da etiqueta serão preenchidos somente quando da conclusão do serviço da manutenção, visto mais adiante na Norma.

A seguir, o técnico prende esta etiqueta junto ao equipamento e o guarda no respectivo Armário de Entrada de Equipamentos, em sala apropriada para acondicionamento dos equipamentos e dividido nas principais áreas do processo siderúrgico.

5. Entrada de novos instrumentos para manutenção

No caso de equipamentos portáteis ou de tamanho menor que a Etiqueta de Equipamento, estes levarão consigo até o Armário de Entrada de Instrumentos somente uma etiqueta auto-colante contendo o Número do Livro obtido na Planilha de Entrada e Saída de Equipamentos. Isso facilita a busca e a organização do Armário.

6. Entrada em emergência

Em casos excepcionais, os solicitantes das áreas que necessitarem de manutenção técnica do Laboratório de Eletrônica ou Informática para manutenção emergencial em equipamentos sob sua responsabilidade, devem adotar os seguintes procedimentos:

- Abertura da Nota de Manutenção no SG;
- Contato com a Supervisão para possibilidade de atendimento emergencial e horário de entrega no Laboratório de Eletrônica ou Informática. Nesse instante, o solicitante também é informado caso sua emergência não necessitar ser atendida.
- Prontificação do Supervisor junto à equipe para planejamento de técnicos envolvidos e sistemática de manutenção adotada.
- Após recebimento do equipamento no balcão, procede-se com a entrada do equipamento normalmente, porém, após o preenchimento da Etiqueta de Equipamento, o técnico inicia prontamente a manutenção.

7. Programação da Manutenção

A programação de manutenção do Laboratório de Eletrônica ou Informática é realizada semanalmente pela equipe do Laboratório de Eletrônica ou Informática no sistema SG. A data de entrega do documento contendo todas as Ordens de Manutenção programadas são definidas pelo Gerente da Manutenção de Sistemas Industriais, e a prioridade das Ordens de Manutenção que serão programadas são definidas junto ao Supervisor. As Ordens podem ser programadas seguindo várias sistemáticas: áreas mais impactantes, equipamentos há mais tempo no Laboratório de Eletrônica, etc.
Cada técnico deverá programar sua carga horária condizente com o horário aproximado que irá levar para fazer a manutenção. Não existe número máximo ou mínimo de equipamentos a serem programados semanalmente, pois cada qual leva sua

particularidade na hora de realizar a manutenção, porém, todas as horas em que o funcionário estiver prestando serviços à Usiminas devem ser justificadas na programação.

[redacted] PROGRAMA SEMANAL DE MANUTENÇÃO
LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA

Semana 08/11
21/02/11 | 25/02/11

ORDEM	TEXTO BREVE	INÍCIO	TÉRMINO	HORAS	RESPONSÁVEL
40245224	LF - CARTÃO CC	21.02.2011	21.02.2011	8	LIDIANE
41263129	P - ECLIPSORES BOIAS	21.02.2011	21.02.2011	4	HUMBERTO
41263461	U - REPARO FLUKE TURNO	21.02.2011	21.02.2011	4	HUMBERTO
41512767	R - ISOLDAOR DE SINAL.	21.02.2011	21.02.2011	6	JONAS
41512827	LQ - Revisar RELÉ VR	21.02.2011	21.02.2011	4	GLEYDSON
41512846	LQ - Cartão PLACA DE PULSOS	21.02.2011	21.02.2011	4	GLEYDSON
41592432	Manutenção Multimetro Fluke	21.02.2011	21.02.2011	8	GIRLAINE
41305167	R - ALICATE AMPERIM. FLUKE 337 10790281	22.02.2011	22.02.2011	4	GLEYDSON
41480820	TIE-B REPARO FLUKE TURNO	22.02.2011	22.02.2011	8	HUMBERTO
41512857	LQ - Revisar cartão G.P.A.	22.02.2011	22.02.2011	4	GLEYDSON
41592299	MANUT CORRET TELEVISOR RESTAURANTE	22.02.2011	22.02.2011	8	JONAS
41592433	EFETUAR REPARO NO CARTAO VC	22.02.2011	22.02.2011	8	LIDIANE
41592453	NORMALIZAR FLUKE 787	22.02.2011	22.02.2011	8	GIRLAINE
40195428	NORMALIZAR CARTAO DE CAMPO	23.02.2011	23.02.2011	8	HUMBERTO
41305174	R - ALICATE AMPERIM. FLUKE 337 87208347	23.02.2011	23.02.2011	4	GLEYDSON
41305185	R - ALICATE AMPERIM. MINIPA ET 3910	23.02.2011	23.02.2011	4	GLEYDSON
41592356	MANUTENÇAO FONTE DE ALIMENTAÇAO 24 VCC	23.02.2011	23.02.2011	8	JONAS
41592443	EFETUAR REPARO NO CARTAO SF/MOR	23.02.2011	23.02.2011	8	LIDIANE
41592468	U - MAQUINA FOTOGRAFICA	23.02.2011	23.02.2011	8	GIRLAINE
40043798	A - CARTAO MDRA1	24.02.2011	24.02.2011	6	JONAS
40970353	LF - Indicador Presys DMY-2030 light	24.02.2011	24.02.2011	6	JONAS
41065145	Manut em Display de posicionador ICOT	24.02.2011	24.02.2011	4	GLEYDSON
41065157	Manut em display de posicionador icot	24.02.2011	24.02.2011	4	GLEYDSON
41199810	A - MANUT CARTAO MDJPG1	24.02.2011	24.02.2011	8	HUMBERTO
41592448	EFETUAR REPARO NO CARTAO GPG	24.02.2011	24.02.2011	8	LIDIANE
41592475	U - PRESYS 2030 LIGHT	24.02.2011	24.02.2011	8	GIRLAINE
40043864	A - CARTAO MDRA1	25.02.2011	25.02.2011	6	JONAS
41100000	LF - MANUTENÇAO SENSOR DE % RH	25.02.2011	25.02.2011	4	LIDIANE
41592396	OLA ARMARIO REDUÇAO	25.02.2011	25.02.2011	8	GLEYDSON
41592484	EFETUAR O REPARO NO CABO DO MEGA	25.02.2011	25.02.2011	8	GIRLAINE
41592499	REPARO NO CABO DO TOSHIBA AF-2	25.02.2011	25.02.2011	4	LIDIANE
41592610	SERVIÇOS ADMINISTRATIVOS	25.02.2011	25.02.2011	8	HUMBERTO
			TOTAL	200	

Reuniões e treinamentos que possam impactar no andamento das execuções de serviços devem ser devidamente programados no SG, através da criação de uma Ordem de Manutenção.

Para a criação de Ordens de Manutenção de serviços extras e programação das Ordens de Manutenção, devem-se preencher somente campos obrigatórios:

- Título: descrição sucinta do serviço extra a ser executado;
- Grupo de Planejamento: preencher com o código I20/CS01 (Equipamentos Especiais);
- Centro de Trabalho Responsável: I08I-LAE/CS01;
- Início-base: data de início da execução do serviço que se pretender realizar;
- Fim-base: data de término da execução do serviço que se pretende realizar;
- Duração da operação: números de homens-hora gastos na execução do serviço que se pretende realizar.

8. Cuidados de segurança adotados

Manutenções corretivas são rotineiras no Laboratório de Eletrônica ou Informática. Por tal motivo, não é necessária a elaboração da Análise de Risco da Tarefa ao início de cada serviço a ser executado. Porém, toda execução deve ser realizada por técnicos especializados na área de atuação, e este deve conhecer todas as Normas que regem o funcionamento do Laboratório de Eletrônica ou Informática.
Mesmo com a existência da Norma, todo e qualquer serviço a ser executado nas dependências do Laboratório de Eletrônica ou Informática devem seguir todos os procedimentos de segurança relatados nesta Norma. Ao mesmo tempo, o técnico deverá atentar sobre novos riscos, atualizando a Norma sempre que necessário.
Observando que, para serviços executados fora da rotina da equipe, a Análise de Risco da Tarefa deve ser obrigatoriamente preenchida e assinada pelos responsáveis, conforme norma vigente para este documento.
O ambiente do Laboratório de Eletrônica ou Informática apresentam riscos próprios do ambiente, e a seguir não apresentados estes e as ações tomadas para evitar, ao máximo, expor o funcionário à condição de risco:

- Riscos ergonômicos: a postura incorreta durante a execução de serviços em bancada pode gerar várias lesões na coluna, acarretando em problemas de saúde futuros. Ao trabalhar sentado na cadeira das bancadas, sentar de forma que a coluna fique em paralelo ao suporte a altura seja regulada de acordo com o tamanho do técnico. O funcionário também deve fazer uma pausa de 10 minutos por hora e realizar alguma tarefa que exercite os músculos das pernas e relaxe os demais músculos do corpo. Observando que as cadeiras das bancadas devem ser apropriadas para o serviço: assento firme, controle de altura e suporte lombar.
- Contato com eletricidade: a maioria dos equipamentos que passam por manutenção no Laboratório de Eletrônico deve estar ligados durante a execução da Ordem de Manutenção. Por esse motivo, o técnico tem contato direto com tensões que podem chegar à $1000V_{DC}$, no caso de fontes chaveadas e $440V_{AC}$, para inversores de frequência. No caso de testes e medições realizadas em tais circunstâncias, o técnico deve utilizar vestimentas de acordo com a NR10.
- Esforço físico: quando se tratar de equipamentos de porte grande, o técnico não deve carregá-lo. Existe uma mesa com rodas para o transporte de equipamentos no Laboratório de Eletrônica ou Informática e, no momento da retirada e colocação desse equipamento na bancada ou armário, o técnico não deve realizar o serviço sozinho.
- Esforço repetitivo: utilização de teclado e mouse do computador e serviços de sucção de solda pode causar lesões por esforços repetitivos. Por esse motivo, os técnicos devem estar habituados a cada 60 minutos, realizar exercícios nas mãos que exercitem os músculos parados, bem como participar de projetos que a empresa promove, como por exemplo, a Ginástica Laboral.

- Iluminação: mesmo com a iluminação corretamente dimensionada para o ambiente do Laboratório de Eletrônica, alguns equipamentos contêm frestas ou locais de difícil acesso de iluminação, bem como componentes que, por desgaste do tempo, precisam de luz extra para serem corretamente identificados. Nesses casos, a bancada é adaptada com lâmpada circular fluorescente, que deve ser utilizada sempre que necessário.
- Gases: a formação de fumaça proveniente da soldagem e dessoldagem de componentes eletrônicas podem ocasionar problemas de saúde futuros, devido à composição da solda utilizada (estanho, chumbo, etc.). Por esse motivo, todas as bancadas são adaptadas com um exaustor de fumaça portátil, incluso de um filtro de carvão, para eliminação de substâncias tóxicas do ambiente.
- Incêndio: devido à utilização de tensões elevadas e presença de curtos-circuitos, a possibilidade de um início de incêndio é real no Laboratório de Eletrônica ou Informática. Todos os funcionários da equipe são treinados quanto à utilização dos extintores apropriados para extinção da chama e um dos funcionários da Supervisão deve ser brigadista. Observando que todos também devem conhecer de antemão a posição dos extintores e estes devem estar localizados em locais devidamente especificados pela equipe do Corpo de Bombeiros.
- Poeiras: o acúmulo de pó é comum nos equipamentos que provem do cliente e são instalados nas áreas do processo siderúrgico. Após o equipamento ser cadastrado no sistema de entrada do Laboratório de Eletrônica ou Informática, este deve passar por uma limpeza superficial antes de ser armazenado no Armário de Entrada. Caso o pó grude nas placas de circuito impresso, devem passar por limpeza com álcool isopropílico e detergente líquido, antes de executada a manutenção.
- Produtos químicos em geral: os Laboratórios de Eletrônica e Informática utilizam uma gama de produtos químicos que auxiliam na soldagem, dessoldagem e limpeza das placas eletrônicas. Todos estes produtos químicos devem ser armazenados em local apropriado e estar acompanhados da FISPQ (Ficha de Segurança de Produtos Químicos).
- Grupo Especial de Segurança: as equipes do Laboratório de Eletrônica, Laboratório de Informática, Sistema da Qualidade e Laboratório de Calibração de Gases possuem um grupo de voluntários de segurança chamado GES (Grupo Especial de Segurança), que se reúnem periodicamente para discutir os principais aspectos de Meio Ambiente, Segurança e Qualidade que impactam na Usiminas.
- Queda de mesmo nível: todos os funcionários do Laboratório de Eletrônica e Informática devem usar sapatos adequados ao uso industrial e com sola antiderrapante.
- Queda de nível diferente: devido a altura dos armários do Laboratório de Eletrônica e Informática, existe uma plataforma móvel na sala dos armários para serem utilizados quando for realizado o acesso a prateleiras mais altas.
- Ruído: quando for feita a utilização do ar comprimido para a limpeza das placas, o funcionário deve utilizar protetor auricular e óculos de segurança. Também deve tomar os cuidados necessários à utilização do ar comprimido, tal como não voltar o ar em direção ao próprio corpo e controlar corretamente a pressão utilizada. Ao testar equipamentos que emitem muito ruído, como motores em alta velocidade, todos os funcionários do ambiente devem utilizar protetor auricular.

- Manter a integridade das instalações do Laboratório de Eletrônica e Informática, tais como lâmpadas fluorescentes em perfeito estado de funcionamento, paredes e piso em boas condições, equipamentos industriais (torno, esmerilhadeira, cortador) seguros e em condições de uso.
- Ser atingido por: para toda e qualquer solda a ser realizada, o funcionário deve obrigatoriamente utilizar óculos de segurança, pois soldas velhas podem respingar estanho em direção ao globo ocular, ocasionando sérias lesões.
- Plaquetas de segurança: existem diversos avisos nas instalações do Laboratório de Eletrônica para lembrar ao funcionário da segurança que este deve adotar. Para todos os equipamentos em testes, sem a presença de um técnico, este deve possuir uma placa de segurança avisando do risco de choque. Equipamentos que exigem o uso de equipamentos de proteção individual para utilização também são identificados com essa relação. O ponto de urgência da área onde os Laboratórios de Eletrônica e Informática estão instalados, K-60, também é informado em local visível.
- Identificação de tomadas e disjuntores: todas são identificadas com etiquetas padronizadas pelo Sistema Usiminas.
- Lâmpada-série: toda vez que um técnico, no âmbito de seu conhecimento, determinar que a alimentação de um equipamento poderá acarretar uma sobrecarga na rede que abastece a alimentação das tomadas das bancadas, este deve se utilizar da lâmpada série, instalada em série com o circuito de entrada do equipamento, e que acende quando existe um curto-circuito no circuito de entrada do equipamento a ser testado. A lâmpada deve ser corretamente dimensionada para eficácia do funcionamento desse sistema de proteção.
- Organização, Limpeza e Arrumação: todas as bancadas, armários e ambientes onde as equipes dos Laboratórios de Eletrônica e Informática atuam passam por serviços periódicos onde se eliminam possíveis pontos de desorganização ou acúmulo de materiais sem identificação.

9. Relação de materiais utilizados

As ferramentas, instrumentos e equipamentos utilizados pelos funcionários dos Laboratórios de Eletrônica e Informática são de uso individual. Cada técnico possui a relação a seguir, e deve utilizá-las de forma apropriada, zelando pelo patrimônio da empresa:

- Rolo de solda;
- Escova anti estática;
- Pincel;
- Canivete com proteção;
- Pinça bico reto;
- Pinça bico chanfrado;
- Sugador de solda com camisa de proteção;
- Ponta de prova para multímetro;
- Estação de solda;

- Multímetro digital;
- Ponta de prova categoria III;
- Fonte de alimentação regulada;
- Fonte de geração de sinal;
- Alicate de corte pequeno;
- Alicate de corte médio;
- Alicate de bico pequeno;
- Alicate de bico médio;
- Alicate universal pequeno;
- Alicate universal médio;
- Chave de fenda pequena;
- Chave de fenda média;
- Chave de fenda grande;
- Chave Philips pequena;
- Chave Philips média;
- Chave Philips grande, e;
- Estação de computador com perfil pessoal.

Os seguintes materiais são de uso coletivo da equipe, porém devem ser igualmente zelados, pois também são bens patrimoniais da Usiminas.

- Osciloscópio digital;
- Ponte RLC;
- Capacímetro digital;
- Fonte de tensão alternada regulada;
- Frequencímetro digital, e;
- Gerador de frequência.

10. Execução da manutenção

As manutenções ocorridas nos Laboratórios de Eletrônica e Informática devem, sempre que possível, seguir a programação pautada na semana, evitando divergências. Porém, devido a própria característica do serviço, o técnico deve se utilizar de sua expertise para programar o mais próximo possível do real o número de horas que serão gastas na programação do equipamento.
Sempre ao final da manutenção, o técnico irá lançar no sistema, através de Confirmação, o serviço que foi executado e, em caso de divergência, o número de horas gastas na manutenção.
No caso de equipamentos programados, mas não executados no decorrer da semana, estes não sofrem nenhuma modificação no SG, devendo suas Ordens de Manutenção serem mantidas abertas, para posterior programação em outra oportunidade. Isso também ocorre para serviços que não puderam ser executados devido à presença de emergências.

Ainda em relação às emergências, deve-se observar que o procedimento de encerramento da Ordem de Manutenção ocorre tal como as demais, com a diferença de ser alterada, antes do seu fechamento, a prioridade para Emergencial (0). Dessa forma, o sistema ficará ciente de que aquele serviço foi executado sob emergência.

11. Emissão de Relatório Técnico de Manutenção

Existem determinados casos de manutenção nos Laboratórios de Eletrônica e Informática em que será necessária a emissão de Laudo Técnico, documento cujo modelo apresentado é apresentado a seguir e deve ser corretamente preenchido pelo técnico que efetuou a manutenção, sendo posteriormente assinado pelos responsáveis que devem ficar cientes do documento.

	RELATÓRIO TÉCNICO DE MANUTENÇÃO	NÚMERO 3765
ORDEM	35808027	GERÊNCIA UC INTRUMEN DATA 07/04/11
SCRIÇÃO DO EQUIPAMEN	Multimetro Fluke 79 III	
LOCAL ou INSTRUMENTO	Equipe de Manutenção de Medidores	
NOME DO CLIENTE	Thiago Ribeiro	RAMAL 3312
DESCRIÇÃO DO PROBLEMA:	Equipamento não liga.	
DESCRIÇÃO DO SERVIÇO:	Após realização de testes eletrônicos, detectou-se o circuito integrado Fluke Classic 00517A com curto-circuito entre os terminais de alimentação. Por se tratar de um CI proprietário de venda vetada pela empresa, o equipamento recebeu o status de irrecuperável.	
FOTO DO EQUIPAMENTO		
Providências:	Compra de um novo equipamento de modelo igual ou similar.	
NOME DA EMPRES		
NOME DE CONTATO		
N.º DO TELEFONE		
CUSTO ESTIMADO	PRAZO DE RETORNO	

TÉCNICO RESPONSÁVEL	CLIENTE
Assinatura	Assinatura
SUPERVISOR	GERENTE
Assinatura	Assinatura

Esse documento deve ser preenchido nos casos em que a área responsável pelo equipamento solicitar, seja por justificativa de irrecuperabilidade, Análise de Falha ou qualquer outro motivo que justifique o preenchimento do mesmo.

Completados os campos necessários, o documento deve primeiramente ser assinado pelo técnico executante da tarefa e, na sequência, pelo Supervisor do Laboratório de Eletrônica, o Gerente da Manutenção de Sistemas Industriais e pelo Cliente.
Terminado o processo em duas cópias desse processo, um é entregue ao Cliente e o outro é armazenado no Laboratório de Eletrônica ou Informática para futuras referências.

12. Equipamentos Irrecuperáveis

Após a utilização de todas as sistemáticas de manutenção, o técnico pode se deparar com um equipamento em que não seja possível o reparo, por diversos motivos: placa muito danificada, componente defeituoso sem possibilidade de reconhecimento, utilização de circuitos integrados proprietários, tecnologia multi-layer que impede a medição de trilhas internas na placa de circuito impresso, etc.
Em tais casos, o equipamento recebe o status de irrecuperável e, em caso necessário, o técnico deve elaborar um Relatório Técnico de Manutenção. A confirmação da Ordem da Manutenção é realizada normalmente. Se o Laboratório de Eletrônica acreditar ser interessante, e após a aprovação do cliente, o equipamento pode tornar-se uma sucata para retirada de peças, sendo armazenado em armário apropriado para esse fim.

13. Equipamentos aguardando compra de peças

Para manutenção paralisada por motivos de falta de componente eletrônico ou compra de qualquer material, esse deve ser informado no SG e na Etiqueta do Laboratório, no verso desta última.
No SG, no campo Título, deve-se escrever o nome do técnico, o componente faltante e alguma outra informação relevante ao processo de compra, além da data em que a informação foi inserida. Também deve-se alterar o status da Ordem de Manutenção para DESP MATE (desprogramada por falta de material), para que o controle seja eficiente no sistema.
Quando o material estiver disponível, a Ordem de Manutenção referente aquele equipamento deve ser programada e encerrada normalmente.

14. Histórico de Manutenções

A partir do momento em que o cliente solicitou através do sistema SG a manutenção do equipamento sob sua responsabilidade, este pode atrelar à Nota de Manutenção o número do Equipamento que passará por ajustes. Fazendo isso, ele terá sempre a disposição todo o histórico de manutenção daquele determinado equipamento. Os Laboratórios de Eletrônica e Informática, no uso de suas atribuições, contribui para a memória desse histórico, confirmando todas as Ordens de Manutenção realizadas

através de transação específica no SG. O formato da confirmação é dada utilizando-se um determinado padrão a seguir:

- Nome do funcionário – Nome do Equipamento;
- Problema: descrição do defeito obtido do cliente;
- Causa: o motivo pelo qual o defeito se apresentou;
- Solução: medidas técnicas para realizar a normalização do funcionamento e ações tomadas para evitar sua repetição.

15. Retirada de equipamentos

Quando o serviço é executado em um equipamento, o cliente é informado do parecer técnico da manutenção e dos horários disponíveis para retirada do seu equipamento. Ao ser atendido no balcão, ele assina, utilizando-se de uma caneta ótica, sua rubrica, Número do Livro, data de saída e registro na Planilha de Entrada e Saída de Equipamentos.

16. Serviços de retrabalho

Para equipamentos que receberam o status de recuperado pelos Laboratórios de Eletrônica e Informática, mas que ao serem testados em suas respectivas áreas não funcionaram corretamente ou o cliente não ficou satisfeito, estes devem ser retrabalhados em bancada. Para esse procedimento, o cliente não precisará abrir uma nova Ordem de Manutenção, e o técnico deverá justificar as horas de trabalho adicionais junto ao Supervisor.

Observa-se que não é considerado retrabalho o equipamento que não foi testado pelo cliente após uma semana de entrega pelos Laboratórios de Eletrônica e Informática ou quando for detectado mal-uso pelo cliente ou este último não tiver certeza da origem do defeito em sua área. Nesses casos, novas Ordens de Manutenção deverão ser abertas pelo cliente.