

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM MATERIAIS**

EDNEY SOARES TRINDADE

**PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS MATERIAIS APLICADAS A UM
SOFTWARE PARA ANÁLISE DE FALHAS**

Volta Redonda

2013

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM MATERIAIS**

**PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS MATERIAIS APLICADAS A UM
SOFTWARE PARA ANÁLISE DE FALHAS**

Dissertação apresentada no Curso de Mestrado em Materiais como requisito para a obtenção de título de Mestre em Materiais.

Aluno:

Edney Soares Trindade

Orientador:

Prof. Dr. José Vitor Candido de Souza

Volta Redonda

2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Bibliotecária: Alice Tação Wagner - CRB 7/RJ 4316

T832p Trindade, Edney Soares.
Propriedades mecânicas dos materiais aplicadas a um software para análise de falhas. /Edney Soares Trindade. – Volta Redonda: UniFOA, 2013.

90 p. : II

Orientador: José Vitor Candido de Souza
Dissertação (mestrado) – UniFOA / Mestrado profissional em materiais, 2013.

1. Software - desenvolvimento - dissertação. 2. Análise de falhas. I. Souza, José Vitor Candido de. II. Centro Universitário de Volta Redonda. III. Título.

CDD – 005.1

FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluno: Edney Soares Trindade

**DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE PARA ANÁLISE DE FALHAS EM
EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS**

Orientador:

Prof. Dr. José Vitor Candido de Souza

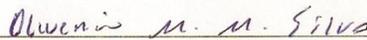
Banca Examinadora



Prof. Dr. José Vitor Candido de Souza



Prof. Dr. Carlos Eduardo Costa Vieira



Prof. Dr. Olivério Moreira de Macedo Silva

Dedico este trabalho a todos aqueles que apoiaram meus estudos ao longo dos anos, especialmente àquela mulher que, quase sem acesso a educação formal, sempre soube de seu valor e quis a todo esforço me dá-la como herança, minha mãe.

AGRADECIMENTOS

Às pessoas que contribuíram para a conclusão deste trabalho, pois ao longo do percurso, fui ausente para muitos, mas Deus me deu graças, colocando em meu caminho pessoas maravilhosas que me ajudaram muito. Dentre elas agradeço especialmente à: meu amigo Orion de Oliveira Silva, que apostou em mim, me apresentando no INPE; à minha mãe, Maria Aparecida de Carvalho, que com serenidade, simplicidade e o pouco estudo a que teve oportunidade, sempre me mostrou o valor da educação, esteve comigo nos momentos mais difíceis da vida sendo a referência na qual me apoiei; à Érica Messias Rangel, uma pessoa iluminada, me apoia bastante, com olhar crítico e grande experiência em pesquisas, despendeu esforços e o pouco tempo que tinha para contribuir muito com o trabalho, apontando falhas, fazendo elogios e me ajudando com a apresentação; a todos os professores que passaram pela minha vida, pois tenho um pouco de todos em mim, gostaria de ressaltar que o fascínio e respeito que tenho por todos eles me fizeram abraçar a mesma profissão; dentre os mestres, existe um em especial, ele se tornou meu amigo, meu irmão e desde pequeno ajudou a formar minha personalidade, me fez entender que o sofrimento passa, me mostrou, dentre todas as coisas, que o amor vindo de Deus pode nos tornar tão fortes a ponto de resistir quaisquer dificuldades, obrigado João Batista Gomes, por ter feito parte da minha infância, por ter me ensinado a base que serviu como um alicerce firme pra todo o peso e responsabilidades que tenho hoje.

Ao UniFOA - Centro Universitário de Volta Redonda, que desde minha graduação até o MEMAT (Mestrado em Materiais), tem sido muito mais que uma instituição de ensino.

RESUMO

Softwares são ferramentas imprescindíveis ao desenvolvimento industrial. Desta forma, seu uso promove melhoria no desenvolvimento científico e tecnológico, através de consideráveis reduções de custos e tempo. Para tanto, é necessário que o mesmo conjugue conhecimento humano, de modo a disponibilizá-lo a contento, possibilitando o cruzamento de informações em alta velocidade com esforços reduzidos. Neste trabalho foi desenvolvido um software que tem como objetivo a identificação das causas de falhas em equipamentos industriais, com intuito de nortear soluções, gerenciar as informações que estão ao entorno do contexto das manutenções, além de manter todo setor produtivo informado das ações que estão sendo realizadas. O desenvolvimento do software deu-se em função de literaturas específicas envolvendo a área de sistemas de informação aplicada a análise de falhas de componentes em equipamentos industriais, cujo objetivo foi identificar a causa da falha. Este trabalho resulta em um sistema digital de informações, que aponta as prováveis causas das falhas ocorridas nos equipamentos e mantém histórico de manutenções. Os resultados foram observados em campo e caracterizados em função de testes funcionais utilizando a ferramenta Selenium HQ, e a consolidação se deu na aplicação prática em uma determinada empresa (A), que mostrou uma redução de 95,833% do tempo gasto na identificação dos defeitos e sua originalidade pelo registro junto ao INPI nº 5200.012393/2013-18 de 28/02/2013.

Palavras-chave: Desenvolvimento de software; Análise de Falhas; Redução de custos.

ABSTRACT

Software are essential tools for industrial development . Thus, their use promotes improvement in scientific and technological development, through considerable reductions in costs and time. Therefore, it is necessary that it combines human knowledge, to the satisfaction it available, allowing the crossing of information at high speed with reduced efforts. We have developed a software which aims to identify the causes of failures in industrial equipment, with the aim of guiding solutions, manage the information that is around the context of maintenance, besides keeping all productive sector informed of the actions being performed. Software development has become a function of specific literature for the area of information systems applied to failure analysis of components in industrial equipment, aimed to identify the cause of failure. This work results in a digital information system, pointing the probable causes of failures in equipment and maintain historical maintenance. The results were observed in the field and characterized in terms of functional tests using Selenium HQ tool, and consolidation occurred in the practical application in a certain company (A), which showed a reduction of 95.833 % of the time spent in identifying the defects and their originality by registration with the INPI n^o 5200.012393/2013-18 of 28/02/2013.

Keywords: Software Development; Fail Analysis; Costs reduction.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. MOTIVAÇÃO.....	7
3. JUSTIFICATIVA.....	8
4. OBJETIVO	9
5. REVISÃO BIBLIOGRAFICA	10
5. 1. Importância dos materiais	10
5. 2. Seleção de materiais.....	11
5. 3. Propriedades mecânicas e físicas	12
5. 4. Especificação de materiais para o projeto.....	19
5. 5. Esforços atuantes em equipamentos	20
5. 6. Importância da utilização de softwares nas indústrias.....	22
5. 7. Processo de desenvolvimento de softwares.....	23
5. 8. Generalidades dos processos de desenvolvimento de softwares	24
5. 9. Considerações específicas de produção de um software industrial	25
5. 10. Desenvolvimento de softwares	26
5. 11. Conceitos sobre sistemas de informação	27
5. 12. Abstração de informações	27
5. 13. Sistemas de informação.....	28
5. 14. Principais tipos de usuários na indústria	29
5. 15. Estrutura do desenvolvimento do software	30
5. 16. Manutenção de máquinas e equipamentos industriais	32
5. 16.1. Manutenção preditiva	33
5. 16.2. Manutenção corretiva	34
6. METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE	35
6.1. Modelagem para o desenvolvimento do software	35
6.2. Execução do projeto do software	43
6.3. Validação do software.....	44
6.4. Testes do software	44
7. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	45
7.1. Análise do sistema de linguagem de modelagem unificada (UML)	45
7.2. Definição dos níveis de abstração de um software na linguagem (UML)	46
7.3. Resultados obtidos com uso do sistema (UML)	47

7.3. Elaboração da matriz de soluções em função das solicitações sofridas pelos componentes	47
7.4. Conceituação dos resultados exposto na matriz de soluções	64
7.5. Analisando os resultados da matriz de soluções	65
7.5.1. Modelando a análise dos resultados obtidos na matriz.....	67
7.6. Viabilidade econômica do software desenvolvido.....	68
7.7. Aplicação do software.....	69
7.7.1. Aplicação das interfaces do software (inicialização)	69
7.7.2. Abertura do software de análise de falhas.....	70
7.7.3. Análise da atividade de controle do sistema	71
7.7.4. Análise dos resultados obtidos pelo software	74
7.7.5. Recursos estatísticos inseridos no software.....	76
7.8. Funções cadastradas no software.....	77
7.9. Estudo de caso: aplicação prática do software.....	79
7.9.1. Redução no número de horas paradas das máquinas.....	79
7.10. Registro do software desenvolvido	80
8. CONSIDERAÇÕES.....	81
9. BENEFÍCIOS NÃO MENSURÁVEIS PROMOVIDOS PELO SOFTWARE	82
10. CONCLUSÕES	83
11. PROJETOS FUTUROS.....	84
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Matriz de Causas e Efeitos	51
Tabela 1 - Matriz de Causas e Efeitos (Continuação).....	54
Tabela 1 - Matriz de Causas e Efeitos (Continuação).....	57
Tabela 1 - Matriz de Causas e Efeitos (Continuação).....	60
Tabela 1 - Matriz de Causas e Efeitos (Continuação).....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esforços de Trabalho - [10]	21
Figura 2 – Camadas da engenharia de software [19].	23
Figura 3 - Diagrama de Contexto da Aplicação.....	36
Figura 4 - Diagrama de Caso de Uso - Manter Funcionário.....	37
Figura 5 - Diagrama de Caso de Uso - Manter Usuário.....	38
Figura 6 - Diagrama de Caso de Uso - Manter Equipe	39
Figura 7 - Diagrama de Caso de Uso - Manter Equipamento	40
Figura 8 - Diagrama de Caso de Uso - Manter Perfil.....	41
Figura 9 - Diagrama de Caso de Uso - Manter Manutenção	42
Figura 10 - Custo do desenvolvimento da Matriz.....	68
Figura 11 - Custos diretos de desenvolvimento do Software.....	68
Figura 12 - Custos indiretos de desenvolvimento do software	68
Figura 13 - Mostra a tela inicial para aplicação do software.....	70
Figura 14 - Mostra o sistema de controles.....	71
Figura 15 - Sub-menu controle de equipamentos	72
Figura 16 - Sub-menu controle de usuários	73
Figura 17 - Sub-menu equipe de manutenção	73
Figura 18 - Sub-menu matriz de causas e efeitos	75
Figura 19 - Redução no custo de horas de parada para manutenção das máquinas.....	79
Figura 20 - Descrição dos custos do processo atual e estratificação do tempo médio de reparo dos equipamentos nesta linha de produção.	80

LISTA DE ANEXOS

a) Comprovante de registro junto ao INPI, número 52400.012393/2013-18.89

1. INTRODUÇÃO

Os métodos de identificação dos defeitos e/ou falhas ocorridas em um equipamento no chão de fábrica ainda são considerados arcaicos e normalmente o mantenedor não possui todas as informações de que precisaria para uma rápida identificação do problema.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é atuar na diminuição e assertividade da identificação de falhas nos componentes de chão de fábrica de modo a colocar o equipamento em condições de uso, em um menor tempo possível.

Desta forma, foi desenvolvido um software de análise de falhas que possui uma base inicial de conhecimento, que cruza informações de eventos externos e internos ao equipamento.

Tais eventos influenciam e sofrem influência de outros eventos, onde foi possível identificar padrões que culminam em falhas.

Como o cruzamento de informações é um processo oneroso em termos de tempo para o ser humano, a melhor forma de agilizá-lo é através de um sistema de informação que pudesse utilizar o poder de processamento de um computador para a obtenção dos resultados em curto intervalo.

Para atender as necessidades industriais foi desenvolvido um sistema denominado Sistema Industrial de Manutenção (SIM), para uso em plataforma web, utilizando-se de linguagem orientada a objetos. Como principal objetivo de atuar nas informações que estão no contexto da manutenção, cruzando informações e provendo o histórico de manutenção dos equipamentos para a tomada de decisão.

O sistema foi desenvolvido para atuar no tempo médio de manutenção dos equipamentos de uma linha de produção de uma empresa. Para determinação dos resultados o sistema foi particionado em Tempo Médio de Análise (TMA), intervalo de tempo até que a causa da falha de determinado equipamento é descoberta, e Tempo Médio de Reparo (TMR), tempo médio de reparo até a solução do problema.

2. MOTIVAÇÃO

Apesar dos benefícios e da adoção na indústria, pouca pesquisa tem sido feita a respeito de desenvolvimento de software de análise e identificação das causas de falhas em equipamentos industriais, talvez por representar uma prática de alta maturidade e que pode significar alto custo.

Desta forma, muitas dúvidas permanecem sobre como desenvolver um software que conjugue a identificação das causas de falhas em equipamentos, nortear soluções, gerenciar as informações que estão ao entorno do contexto das soluções de defeitos nos equipamentos industriais.

Agrega-se a esses requisitos a preocupação em manter todo setor produtivo informado das ações que estão sendo realizadas em manutenções.

Assim, é instigante o projeto de implementar um sistema de análise de falhas de forma sistemática e eficiente, organizar todas as informações a fim de produzir uma maior disponibilidade dos equipamentos, diminuindo seus custos de manutenção, aumentando a competitividade e lucratividade.

Desta maneira, as informações foram organizadas de modo a sanar questões sobre: a maturidade quanto ao processo de análise de falhas; padronização da metodologia de abordagem quanto ao processo de investigação de falhas; quais informações devem ser coletadas; integração da análise de falhas ao controle estatístico dos equipamentos; categorização de causas / defeitos e resultados esperados.

Sendo assim, uma revisão sistemática foi conduzida, permitindo a compilação de diretrizes para apoiar o desenvolvimento do software. Em uma breve abordagem realizada durante a revisão sistemática não foram encontradas evidências e / ou mensuração sobre desenvolvimento de software para análise de falhas que permita uma identificação da causa do defeito.

3. JUSTIFICATIVA

As indústrias consomem grande parte de seus lucros e tempo em reparos dos equipamentos devido às falhas indesejadas. É constante a busca por soluções que minimizem os custos com manutenção dos equipamentos [1].

Porém, no mercado existem várias alternativas que visam atender essas expectativas, tendo em vista uma grande variedade de softwares e técnicas como: MASP (Método de Análise e Solução de Problemas), SIGMA (Sistema Gerencial de Manutenção), SAP (*Systems Application Products*), ManWinWin, FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*), entre tantos.

Os softwares e técnicas citados têm como função a análise de falhas somente pelo seu histórico, logística de trabalho, inspeção manual e outros, não sendo encontrado no mercado de software nenhum produto que contemple a possibilidade de identificar as causas das falhas, indicar correções, acompanhar as manutenções, manter a equipe informada etc., o qual é objetivo deste trabalho.

A utilização desta aplicação mostra que é possível desenvolver uma metodologia que possibilite um menor tempo de parada dos equipamentos para reparos, através de respostas que levam a possíveis soluções.

4. OBJETIVO

A seleção manual de variáveis em um processo de fabricação vem se tornando onerosa, à medida que se aumenta o número de informações a analisar provocando perda de confiabilidade no processo.

Paralelamente, os avanços na área de sistemas de informação são perceptíveis, as técnicas de desenvolvimentos de software vêm sendo aprimoradas tornando-os cada vez mais confiáveis e seu desenvolvimento cada vez mais rápido, o que desperta especial interesse industrial.

A modernização tornou-se um dos assuntos mais importantes dentro do contexto do desenvolvimento para as indústrias que, motivadas pela pressão do aumento de produção sem perda da qualidade em tempos cada vez menores, demandam inovações tecnológicas visando aumento de qualidade e produtividade.

Tais fatores funcionam como motivadores para as indústrias, centros de pesquisas e universidades a pesquisarem os processos de produção alternativos, o que culmina na criação de novas tecnologias que minimizam os danos causados por interrupções na produção.

Desta forma, esse trabalho fez uso do conhecimento da tecnologia da informação para desenvolver uma ferramenta que utiliza o cruzamento de eventos internos e externos aos componentes de equipamentos industriais para correlacionar seus efeitos e, por este processo, identificar suas falhas de maneira rápida e assertiva.

5. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

5. 1. Importância dos materiais

A correlação entre os tipos de materiais e suas propriedades são fatores decisivos em sua aplicação, estando suas microestruturas diretamente relacionadas ao desempenho.

Os materiais se classificam em três grandes grupos: metais, cerâmicos e polímeros. Cada um deles se destina a uma determinada aplicação, de acordo com as propriedades que apresentam.

As propriedades, se adequadamente combinadas, podem suprir carência de determinados materiais para fins específicos, produzindo assim um composto cujas funcionalidades atendam com perfeição a determinada solicitação.

A ciência dos materiais é a área do conhecimento que estuda as composições, estruturas internas e propriedades dos materiais, bem como suas alterações sob influência térmica, química ou mecânica.

Essa ciência não só revela a estrutura interna e as propriedades dos materiais, como também estabelece a dependência entre elas, determinando, ao mesmo tempo, a composição ideal e o processo de fabricação do material para obter as propriedades físicas e mecânicas desejadas.

Tal conhecimento possibilita a correta seleção de materiais para os diversos usos e a determinação das suas propriedades e qualidades tecnológicas.

As propriedades dos materiais resultam de sua estrutura atômica, e através dela é possível prever seu comportamento, selecionar o material de melhor desempenho para determinada aplicação.

Contudo, para se fazer a seleção de determinado material é preciso seguir uma metodologia que considere a interação entre suas propriedades e microestrutura para um uso específico.

5. 2. Seleção de materiais

Existem diversas formas de estabelecer critérios de seleção de materiais, mas não há ainda um consenso entre os profissionais que atuam na área.

A seleção de materiais está posicionada na interface entre as áreas de materiais e de design do produto [2, 3].

A seleção ou substituição de materiais pode ser compreendida como uma atividade voltada para a determinação da estética, da qualidade, do custo e da integridade química, física, funcional, de forma e de dimensões dos produtos, durante a realização das tarefas para as quais foram projetados.

A crescente busca das indústrias por confiabilidade torna maior a importância da seleção de materiais, uma vez que a sua boa realização pode refletir em menores custos, maior durabilidade e melhor desempenho do produto, dentre outros ganhos.

Apesar dessa importância, que vem crescendo com o aumento do número e especificidade dos materiais disponíveis, os atuais procedimentos de realização da seleção de materiais ainda não atendem satisfatoriamente às novas necessidades da indústria [2 - 4].

Normalmente, a seleção de materiais segue algumas considerações: dimensionais; de forma; de peso; de resistência mecânica; resistência ao desgaste; conhecimento de variáveis de operação; facilidade de fabricação; requisitos de durabilidade; número de unidades; disponibilidade do material; custo; existência de especificações; viabilidade de reciclagem; valor da sucata; grau de normalização; tipo de carregamento [5].

Em um universo rico em possíveis informações a serem controladas, a seguir serão discutidos três itens desta lista: as considerações sobre resistência mecânica, facilidade de fabricação e existência de normalização técnica.

5. 3. Propriedades mecânicas e físicas

As propriedades mecânicas dos materiais são as principais propriedades no estado sólido [4], destacando-se a tendência à deformação, com possível ruptura, ao serem submetidos à solicitação mecânica.

A resistência dos materiais está atrelada ao comportamento dos diversos elementos estruturais sujeitos a esforços, possibilitando seu correto dimensionamento de modo a resistir adequadamente a tais situações de trabalho.

Os elementos estruturais utilizados na construção mecânica, não só através do dimensionamento de suas medidas como também pela seleção dos materiais utilizados em sua composição, deverão estar habilitados a suportar os esforços oriundos de sua utilização.

Para a determinação dos esforços e as deformações da estrutura do material, usa-se fazer ensaios, onde obtêm-se as informações sobre as propriedades do material, além de verificar possíveis defeitos de fabricação em peças estruturais e mecânicas.

As propriedades mecânicas dos materiais são consideradas como uma das questões básicas apresentadas na seleção e especificação dos materiais. Entretanto, os critérios de seleção não se apoiam somente nas propriedades mecânicas, mas também em considerações referentes às propriedades de resistência à corrosão, as propriedades físicas em geral, as propriedades de fabricação e aos fatores condicionantes de natureza econômica.

Porém, quando aplicados como componentes estruturais de equipamentos industriais, os tipos de solicitações são parte predominante do projeto, e estão associados diretamente às propriedades físicas e mecânicas dos materiais.

Todas as propriedades dos materiais podem ser definidas em função dos ensaios, condições primordiais para suas aplicações e essas são classificadas basicamente em duas categorias: a) propriedades mecânicas estáticas; b) propriedades mecânicas dinâmicas [4, 5].

As propriedades mecânicas estáticas são obtidas comumente do ensaio de tração, entretanto outros ensaios estáticos são aplicados para condições

particulares, como o ensaio de compressão e deflexão. O ensaio de dureza também é de uso comum em face da facilidade de sua execução [4, 6].

As propriedades dinâmicas são determinadas a partir de ensaios de fadiga, impacto e fluência; contudo, os valores obtidos para as propriedades são muito dependentes das condições de realização nos ensaios, o que conduz a um determinado grau de incerteza quanto ao comportamento em serviço do material ensaiado [4-7].

Para seleção de um material a ser aplicado em equipamentos, devem ser considerados os resultados das propriedades dos materiais, tais como:

a) Limite de resistência à tração:

É um parâmetro determinado no ensaio estático de tração e corresponde a relação entre a carga máxima, suportada pelo corpo de prova constituído do material a ser ensaiado e a seção transversal do corpo de prova.

Essa propriedade é comumente utilizada como índice de resistência mecânica do material, pois reflete a sua capacidade de suportar cargas, contudo a sua utilização sofre limitações de três ordens:

Primeira, ela se refere a um valor limite acima do qual já se iniciou a instabilidade plástica que conduz à fratura;

Segunda, que decorre da primeira, é necessário para determinar a tensão de projeto utilizar um fator de segurança cujo valor é uma questão discutível em face da confiabilidade desejada;

Terceira, nem sempre é possível estabelecer uma correlação entre esse parâmetro e outras propriedades mecânicas exigidas para um determinado projeto.

b) Limite de escoamento:

É um parâmetro obtido no ensaio de tração e se constitui em uma propriedade fundamental tanto para o projeto do produto como do processo.

Para o projeto indica explicitamente qual é a tensão máxima acima do qual se inicia a deformação plástica numa solicitação do estado simples de tração e, no caso de estados complexos de tensão, constitui a constante dos critérios de resistência.

Para o processo, semelhantemente ao produto, fornece o valor limite inferior para se iniciar um processo de conformação plástica, quer como valor diretamente correspondente à tensão limite na solicitação de tração quer como constante constituinte dos critérios de escoamento necessários aos estados complexos de tensão existentes nos processos usuais de laminação, trefilação, forjamento etc.

c) Ductilidade:

Essa propriedade, no ensaio de tração é medida através da deformação plástica ocorrida no corpo de prova tanto no que se refere a seu comprimento (alongamento) como a sua seção transversal (estricção).

O alongamento é a variação de comprimento em relação ao comprimento inicial e a estricção é a variação de área em relação a área inicial.

Devido à facilidade de determinação, o alongamento é frequentemente tomado como parâmetro de medida da ductilidade.

Essa propriedade é importante, pois dá uma indicação do comportamento do material quanto ao tipo de fratura que pode estar sujeito: fratura dúctil ou fratura frágil: a primeira ocorre com notável deformação plástica do corpo e a segunda, com pequena ou nenhuma deformação plástica.

Entretanto, a análise de comportamento do metal na fratura é complexa e não pode se basear unicamente em um parâmetro, mesmo considerando apenas a solicitação existente no ensaio de tração.

Além dessa indicação quanto à resistência, o alongamento permite também estimar aproximadamente o comportamento do material em processos de conformação.

d) Dureza:

A propriedade de dureza expressa apenas uma propriedade superficial do corpo de prova devido à natureza de sua concepção.

Ela é, na realidade, uma medida de resistência a penetração de uma ponta (esférica, cônica ou piramidal constituída de material duro) oferecida pelo material do corpo de prova.

Essa propriedade é de particular interesse para se avaliar a resistência ao desgaste do material (que é uma propriedade dependente da superfície do corpo), para se medir o grau de endurecimento superficial por tratamento térmico e para se estimar aproximadamente a resistência mecânica, em geral do material do corpo de prova, na medida em que as características mecânicas de sua superfície são representativas, também das características de todo o material do corpo.

e) Módulo de elasticidade:

Ainda no ensaio de tração, determina-se o módulo de elasticidade que corresponde a relação entre tensão e deformação no regime elástico.

É uma medida da rigidez, pois quanto maior for, menor será a deformação elástica para uma dada tensão aplicada, e assim se constitui num importante parâmetro para o projeto do produto.

f) Resiliência e tenacidade:

Ambas são medidas de energia de deformação.

A resiliência é particularmente importante para o projeto de elementos elásticos, pois corresponde a energia máxima de deformação elástica (isto é, até uma carga correspondente ao limite de escoamento).

A tenacidade é a energia total necessária para provocar a fratura – em condições de solitação estática – do corpo de prova; a ela se associa a resistência ao choque, contudo, de forma aproximada.

g) Resistência à fadiga:

As falhas de componentes metálicos em serviço na maioria das vezes decorrem devido à fadiga provocada pelas solicitações cíclicas.

A fratura por fadiga apresenta características frágeis e é influenciada por diversos fatores como pontos de concentração de tensões, temperatura, presença de meios corrosivos, tensões residuais e outros que dependem das condições de projeto e de fabricação da peça e do meio ambiente.

Desta forma os resultados dos ensaios de fadiga realizados em corpo de prova constituem apenas uma indicação do comportamento em serviço do material

desse corpo, que depende também de muitos outros fatores não representados nos ensaios de flexão rotativa, flexão alternada e tração – compressão.

O ensaio realizado na peça fabricada se aproxima muito mais das condições reais de trabalho, contudo é necessário um tratamento estatístico dos valores de resistência à fadiga (ou do limite de fadiga) devido a dispersão desses resultados [6].

h) Resistência ao choque:

A solicitação dinâmica das peças metálicas por impacto é um dos fatores que conduz a.

A resistência ao choque, que corresponde a energia de choque mecânico absorvido pelo corpo para fraturar, é altamente influenciada pelas condições de temperatura e de estado triplo de tensão.

Esse último fator negativo pode ser criado pela presença de entalhes ou mudanças bruscas de seção no corpo de prova.

Os ensaios de choque são padronizados nos ensaios *Charpy* e *Izod*, comumente, e os resultados dependem das condições dessa padronização, em particular, da forma e dimensão dos corpos de prova.

Sendo assim, os resultados de ensaio representam indicações para efeito comparativo entre materiais, não podendo ser utilizados diretamente como índices de resistência para projeto ou para a representação real do comportamento em serviço.

i) Resistência à fluência:

As solicitações mecânicas podem provocar, a partir de uma determinada temperatura, a deformação plástica em função do tempo à tensão ou carga constante.

Essa propriedade é fundamental para o projeto de componentes de máquinas e estruturas que devem operar em temperaturas elevadas.

O tempo necessário (normalmente da ordem de centenas de milhares de horas) para que ocorra uma determinada (porém pequena) deformação plástica do componente em serviço sob tensão constante é um índice importante para o projeto.

O ensaio de fluência realizado em corpos de prova devem ser de menor duração do que o previsto para o funcionamento do sistema mecânico onde atua o componente metálico, caso contrário o ensaio seria muito demorado e custoso.

Por este motivo, existe a incerteza, que deve ser considerada no projeto, decorrente da extrapolação de comportamento em serviço para tempos longos com base em ensaios de curta duração [8].

Os ensaios mecânicos convencionais não representam as condições usuais das peças em serviço devido a complexidade das solicitações reais no que se refere às tensões mecânicas, a corrosão, ao desgaste e a influência da temperatura.

Os ensaios especiais simulados permitem obter resultados mais próximos do comportamento real. Contudo, nem sempre é possível prever as condições reais para simulação e nem sempre é viável técnica e economicamente realizar os ensaios em tais condições.

Os melhores resultados são obtidos através da observação direta do comportamento em serviço, quando possível, por meio da instrumentação das peças e estruturas para a medição dos parâmetros das solicitações presentes.

Neste caso, as peças são examinadas nas condições reais e o comportamento do material pode ser avaliado com maior confiabilidade.

O efeito da temperatura é muito importante, em geral as informações disponíveis sobre as propriedades mecânicas dos materiais referem-se à temperatura ambiente. Contudo, a maioria dos materiais metálicos sofre sensíveis modificações de propriedades mecânicas com a elevação ou redução da temperatura.

As temperaturas baixas podem conduzir a fragilização do material, reduzindo a sua resistência ao choque, enquanto que as temperaturas elevadas diminuem a resistência mecânica, provocam o fenômeno da fluência e criam condições para ação corrosiva do meio ambiente através de mecanismos de oxidação.

O meio ambiente, na forma de gases, líquidos e sólidos pode atuar eletroquimicamente no material provocando sua corrosão. Esse efeito é acentuado quando associado às tensões mecânicas e pode conduzir à falha prematura da peça.

A ação de desgaste, que pode ser erosiva, abrasiva ou metálica, está presente em muitos tipos de peças que apresentam movimentos relativos ou entram em contato com meios abrasivos, também pode estar associada à ação corrosiva do meio ambiente.

As propriedades físicas, em geral dos materiais metálicos, são especificadas de forma a atender requisitos adicionais aos de resistência mecânica.

Tais propriedades podem ser mais importantes em algumas situações, como nos casos de alta densidade para componentes pesados de pequeno volume, alta relação resistência / peso para estruturas móveis, alta condutibilidade elétrica para condutores elétricos, alta condutibilidade térmica para componentes de trocadores de calor, aparência brilhante para peças decorativas e assim por diante.

A presença de descontinuidades internas ou superficiais que decorrem da obtenção do metal ou dos processos de fabricação metálica precisa ser detalhada quando afetam as propriedades dos materiais, particularmente, as propriedades mecânicas dinâmicas.

Quando isso ocorre, essas descontinuidades são caracterizadas como defeitos e são detectados por métodos de ensaios físicos não destrutivos (por radiação penetrante, ultrassom, líquidos penetrantes, partículas magnéticas e ensaios eletromagnéticos entre outros).

A análise de microestrutura, que precisa ser associada ao comportamento mecânico, e que decorre dos tratamentos mecânicos e térmicos inerentes aos processos de fabricação, associa-se ao conjunto de ensaios de verificação das propriedades dos materiais.

Análise de composição química, ensaios mecânicos e físicos, ensaios não destrutivos e exames metalográficos são feitos para a verificação microestrutural.

Para completar o conjunto de ensaios, que são normalizados em muitos casos para permitir o estabelecimento de critérios de aceitação / rejeição pelos produtores - consumidores de matérias-primas e produtos acabados, deve-se incluir ainda ensaios de verificação de *propriedades de fabricação* (fundibilidade, usinabilidade etc.) [5-9].

5. 4. Especificação de materiais para o projeto

A seleção do material deve ser efetuada para atender os requisitos de projeto de um produto nos aspectos de resistência, durabilidade e segurança de desempenho, associados ao baixo custo de aquisição.

A matéria-prima adquirida para a fabricação dos componentes deve apresentar características compatíveis com as exigências de projeto do produto e do processo. Essas características são especificadas nos seguintes itens fundamentais [8, 10]:

- *Composição química* – indica os elementos químicos constituintes do material em faixas de composição e os elementos considerados impurezas em teores máximos;

- *Condição* – indica processo de semi-fabricação aplicado ao material como laminação a frio ou a quente, extrusão, trefilação, fundição, forjamento e, ainda, os tratamentos térmicos e mecânicos, que condicionam o tipo de microestrutura do metal ou liga metálica;

- *Forma* – os materiais semi-fabricados se apresentam comumente na forma de produtos planos (placas, chapas grossas, chapas finas, tiras e folhas), de produtos não planos (perfis, barras, arames e tubos), também na forma de corpos de geometrias diversas como as peças pré-fabricadas forjadas, fundidas ou produzidas por metalurgia do pó;

- *Tamanho* – os semi-fabricados e os pré-fabricados apresentam-se em tamanhos (comprimento, largura e espessura) diversos e compatíveis com os seus processos de fabricação.

Um aspecto importante a ser considerado é quanto a tolerância das dimensões desses produtos semi-elaborados: em geral, procura-se adotar e selecionar tamanhos e tolerâncias padronizadas para reduzir o número de itens de matérias-primas a serem adquiridas e controladas e assim aumentar as possibilidades de maior disponibilidade no mercado e de menor custo de aquisição e controle;

- *Acabamento superficial* – a indicação do acabamento superficial, em termos de rugosidade, aparência e tipo de proteção superficial aplicada (na forma de óleos

protetores contra a corrosão, de pinturas, de revestimentos metálicos etc.) é importante para muitas aplicações, sendo que o custo do acabamento superficial pode superar, em muitos casos, o custo do material de base [9, 10].

Além desses itens, muitas vezes são especificadas *características de qualidade* particulares indispensáveis para determinadas aplicações como, por exemplo, ocorre para as chapas de aço destinadas a conformação plástica que são classificadas como "chapas comerciais", "chapas para estampagem", "chapas para estampagem profunda" e outras qualidades associadas aos requisitos de conformabilidade plástica (estampabilidade) [11].

5. 5. Esforços atuantes em equipamentos

(Os itens a) a f) especificam as condições dos materiais que são utilizados na fabricação de equipamentos em função dos tipos de esforços os quais são submetidos.

Entretanto, os esforços mais comumente atuantes são os de tração, compressão, flexão, torção, flambagem e cisalhamento, os quais são os mais atuantes nas falhas dos componentes de um determinado equipamento, podendo agir em conjunto e/ou separadamente.

A Figura 1, mostra de forma aproximada os tipos de esforços mais comuns a que são submetidos os elementos construtivos. De acordo com a literatura, esses esforços são especificados abaixo em sínteses.

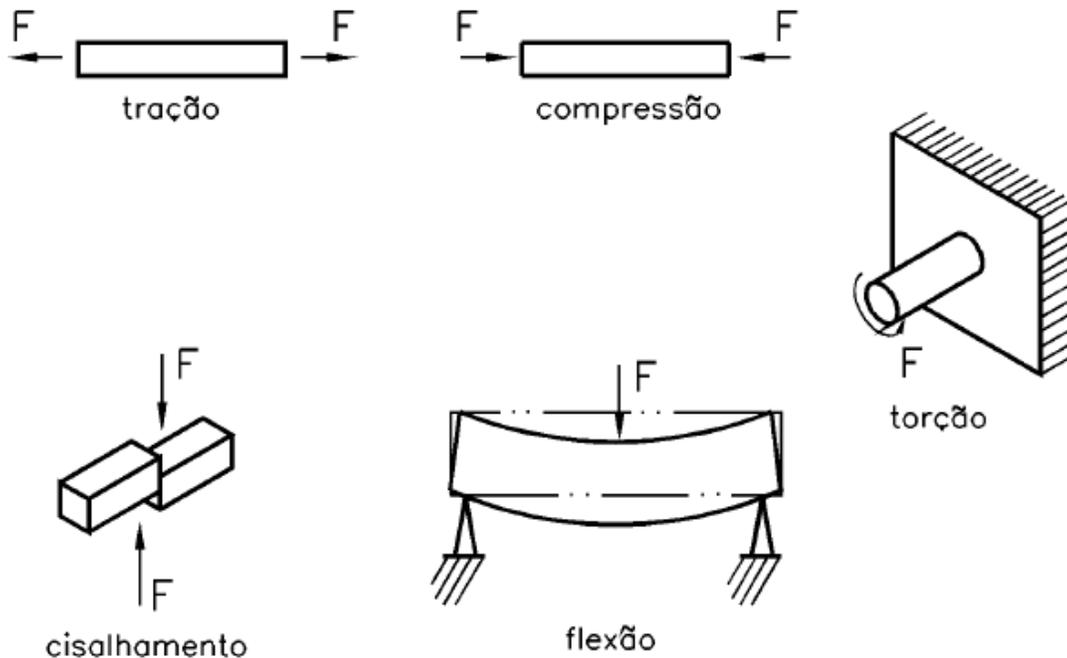


Figura 1: Esforços de Trabalho - [10]

(a) **Tração:** caracteriza-se pela tendência de alongamento do elemento na direção da força atuante.

(b) **Compressão:** a tendência é uma redução do elemento na direção da força de compressão.

(c) **Flexão:** ocorre uma deformação na direção perpendicular à da força atuante.

(d) **Torção:** forças atuam em um plano perpendicular ao eixo e cada seção transversal tende a girar em relação às demais.

(e) **Flambagem:** é um esforço de compressão em uma barra de seção transversal pequena em relação ao comprimento, que tende a produzir uma curvatura na barra.

(f) **Cisalhamento:** forças atuantes tendem a produzir um efeito de corte, isto é, um deslocamento linear entre seções transversais [4, 5,12].

Em muitas situações práticas ocorre uma combinação de dois ou mais tipos de esforços. Em alguns casos há um tipo predominante e os demais podem ser desprezados, mas há outros casos em que eles precisam ser considerados conjuntamente [7].

Devido aos esforços ativos e reativos a estrutura está em equilíbrio, ou seja, não se movimenta [6]. Apesar, da estrutura estar em equilíbrio, ela poderá até se romper se os efeitos dos esforços ativos e reativos levarem à sua desintegração material”.

A desintegração da estrutura ocorrerá se algumas partes constituintes da estrutura sofrerem valores extremos em face de tensão de compressão, tensão de tração, tensão de cisalhamento ou torção.

Entretanto as estruturas que sofrem desintegração podem estar sobre ações de tensões intermediárias que são causadas pelos esforços ativos e reativos.

Os esforços ativos e reativos agem internamente às tensões de tração, compressão e cisalhamento, denominados como esforços de fadiga. Quando conhecidas as tensões internas e externas podem-se usar os critérios de resistência em função de como a estrutura se comportará [5, 6, 13].

5. 6. Importância da utilização de softwares nas indústrias

O gerenciamento de dados e informações nos dias atuais faz-se imprescindível para o avanço em pesquisas em todas as áreas, porém o problema está no volume de dados a ser armazenado e processado cada vez maior, principalmente nas indústrias de produção em série, [14].

As indústrias reconhecem que a questão hora/máquina atinge toda cadeia produtiva, sendo responsável por variações no custo dos processos e produtos por elas produzidos.

Assim sendo, as informações dos processos de fabricação das linhas de produção devem ser monitoradas e controladas para que seus custos sejam diminuídos e/ou mantidos. Porém, este controle não é uma tarefa simples, pois o consenso até se chegar a uma definição do que está afetando sua capacidade de produção é de difícil determinação.

Ampliados os conceitos, pode-se afirmar que a existência de um equipamento depende das propriedades de seus materiais constituintes e de seus processos de fabricação, para dar-lhe forma e funcionalidade.

A concepção de um software de identificação, gerenciamento de falhas e soluções, ainda que nos primeiros rascunhos, carrega consigo tais propriedades e meios de aplicação [15, 16].

5. 7. Processo de desenvolvimento de softwares

O desenvolvimento de software passou por diversas formas de execução: desorganizada, desestruturada e sem planejamento, gerando um produto de má qualidade [17]. Após essas dificuldades, criaram-se os processos estruturados, planejados e padronizados.

Um processo é um conjunto de passos parcialmente ordenados, constituídos por atividades, métodos, práticas e transformações, usadas para atingir uma meta, que formam a base para o controle gerencial de projetos e estabelece o contexto no qual os métodos técnicos são aplicados.

Os artefatos de software (modelos, documentos, dados, relatórios, formulários) são produzidos, os marcos são estabelecidos, a qualidade é assegurada e modificações são adequadamente geridas [18].

O processo é o elo que mantém unidas as camadas da tecnologia e permite o desenvolvimento racional e oportuno de software de computador [19].

Na Figura 2, podem ser observadas as camadas que levam ao desenvolvimento de um software, cujo desenvolvimento e aperfeiçoamento do produto se dá de maneira incremental e iterativa.



Figura 2 – Camadas da engenharia de software [19].

Para auxiliar nessa tarefa os métodos fornecem as técnicas de construção, que abrangem um amplo conjunto de operações que incluem análise de requisitos, projeto, construção de programas, teste e manutenção.

É possível que o desenvolvimento de um software não siga o modelo acima apresentado em alguns aspectos, mas algumas atividades fundamentais são comuns a todos, como:

- Especificação: busca o entendimento das funcionalidades do software e as restrições sobre sua operação devem ser definidas;
- Projeto e implementação: é a fase em que se dá o desenvolvimento da codificação que atenda às especificações produzidas;
- Validação: é a fase em que dadas as entradas de dados verificam-se se o software apresenta as saídas ou resultados esperados.
- Evolução: O software deve evoluir para atender às necessidades mutáveis do cliente.

Desta forma, os processos que levam a construção de softwares são importantes pois oferecem estabilidade, controle e organização para este fim. Sem eles seu desenvolvimento tornar-se impraticável [20, 21].

5. 8. Generalidades dos processos de desenvolvimento de softwares

A escolha do processo no desenvolvimento de um software é o ponto de partida para a sua arquitetura, porém modelos diferentes podem ser utilizados. Independente do processo ou conjunto de processos selecionados, os engenheiros de software têm, tradicionalmente, escolhido um arcabouço genérico que inclui as seguintes atividades [22]:

- Comunicação: envolve alta comunicação e colaboração com o cliente e outros interessados e abrange o levantamento de requisitos e outras atividades relacionadas.
- Planejamento: estabelece um plano para o trabalho de desenvolvimento do software, ou seja, descrevem, as tarefas técnicas a serem conduzidas, os riscos do projeto, os recursos necessários, os artefatos a serem produzidos e um cronograma de trabalho;

- Modelagem: cria os modelos que permitem entender melhor os requisitos do software e o projeto que vai satisfazer tais requisitos;
- Construção: combina a geração do código fonte, que deve implementar as funcionalidades especificadas e os testes necessários para descobrir os erros e falhas em seu comportamento ou o não atendimento de requisitos, como o desempenho;
- Implantação: entrega do software ao cliente, que usa o produto e fornece *feedback* com base em sua avaliação[23].

5. 9. Considerações específicas de produção de um software industrial

Para uma indústria a produção específica de um software deve manter a produtividade subordinada a objetivos claramente definidos e coerentes com os objetivos globais da empresa.

A ação dos resultados obtidos com o uso do software deve dissolver as linhas de força divergentes, para as quais é essencial determinar a resultante que melhor sirva aos interesses da administração:

- Segurança: a segurança (das pessoas, dos equipamentos, da comunidade etc.) deve ser uma referência onipresente e inegociável;
- Qualidade: um dos objetivos do uso do software é conseguir os melhores rendimentos das máquinas, o mínimo de defeitos de funcionamentos, melhores condições de higiene, menor fadiga dos funcionários;
- Custo: a produção procura as soluções que minimizem os custos globais dos produtos considerando, portanto, a par dos custos próprios de produção, os custos provocados pela manutenção ou pela não manutenção;
- Disponibilidade: pretende-se disponibilizar os equipamentos para operação ao máximo de tempo possível, reduzindo ao mínimo possível, tanto as paradas programadas quanto as paradas por avaria, contribuindo, assim, para assegurar a regularidade da produção e o cumprimento dos prazos planejados [24].

5. 10. Desenvolvimento de softwares

Algumas características diferem o processo de desenvolvimento de software de qualquer outro produto manufaturado.

Essas diferenças, dadas pela própria essência do software, que é uma entidade abstrata, provocam muitos problemas durante o processo de entendimento de uma ideia até que esta se transforme em um produto.

Duas classes de problemas são enfrentadas durante o desenvolvimento: as essenciais e as acidentais [25]. Questões essenciais são aquelas que são inerentes ao processo de software e sempre estarão presentes durante o desenvolvimento. Já os problemas acidentais são aqueles não intrínsecos ao software e que surgem em determinados pontos do projeto.

Desta forma, alguns problemas essenciais devem receber atenção especial:

- Complexidade: Manejar uma entidade abstrata é uma tarefa por si só bastante árdua. A dificuldade de compreender um todo composto por pequenas partes interdependentes contribui para falhas de entendimento e comunicação. Muitas vezes membros de uma equipe têm visões diferentes sobre partes do software, o que gera atrasos e retrabalhos.

- Conformidade: O software não depende apenas do desejo de um desenvolvedor. O projeto deve contemplar as expectativas de clientes exigentes e se este ponto for mal observado, pode levar o projeto ao fracasso.

- Mutabilidade: O software está em constante evolução. Interesses mudam, objetivos são trocados e, por isso, o projeto deve estar pronto para evoluir com o menor impacto possível.

- Invisibilidade: O fato de o software ser uma entidade abstrata responde por boa parte dos problemas durante o desenvolvimento. A necessidade de modelos que representem de forma simples e eficiente o mundo real é imprescindível em seu processo de construção. [25, 26].

5. 11. Conceitos sobre sistemas de informação

O computador tem sido nos últimos anos a principal ferramenta da revolução industrial e administrativa no mundo moderno.

A evolução histórica de seu uso pode ser dividida em três fases: aplicações isoladas, sistemas integrados e sistemas de informação.

Na primeira fase colocou-se o computador e conseqüentemente o próprio Centro de Processamento de Dados (CPD) como um elemento capaz de desenvolver cálculos, imprimir, processar, em alta velocidade. Nessa fase, as aplicações eram transpostas para o computador segundo processo similar aos manuais usados até então.

Devido à evolução tecnológica e pela própria especialização da mão de obra existente, surgiu o desenvolvimento de sistemas integrados.

Nessa segunda fase, nasce a preocupação de se evitar redundância de dados nos diversos arquivos e a utilização da capacidade de transferir informações, via computador, de uma aplicação para outra.

Ao aliar essa possibilidade de integração à teoria de sistemas, surge a tendência atual em processamento de dados no enfoque sistêmico.

A utilização de sistemas de informação trouxe aos computadores uma nova dimensão, transformando-os de meros processadores de dados em elementos preponderantes na racionalização e na dinamização do trabalho e soluções nas empresas, modificando inclusive os conceitos técnicos das mesmas [27].

5. 12. Abstração de informações

A evolução da humanidade pode ser vista em parte como um trajeto no sentido da aquisição progressiva da capacidade individual da abstração.

De um ser intimamente ligado ao universo, e em particular à natureza, o homem tornou-se ao longo do tempo um ente independente, isolado e com cada vez maior capacidade da introspecção objetiva, isto é, sem que esta dependa de fatores subjetivos, temporais e individuais.

O aparecimento do computador deu-se em uma época em que essa capacidade de abstração deixou de ser privilégio de alguns e passou a pertencer e ser exercida por todos aqueles cuja educação e ambiente fossem propícios ao desenvolvimento individual no sentido indicado.

Os conhecimentos informais deixaram de satisfazer aos anseios individuais de abstração e objetividade. Dentre os conhecimentos formais, destacam-se os que podem ser expressos matematicamente, introduzidos no computador por meio de dados, sempre tratados por espécies de fórmulas representadas pelos programas que a máquina executa direta ou indiretamente.

Dados e programas são modelos formais matemáticos da realidade ou de abstrações [28].

5. 13. Sistemas de informação

Toda empresa gera e faz uso de seus dados, ou seja, estoques, custos de matéria-prima, mão de obra, empregados, máquinas, dentre outros mais. Porém, os dados são apenas registros do dia a dia e precisam ser transformados em informação para que possam auxiliar os executivos na tomada de suas decisões.

A informação, a ser utilizada pelo executivo pode modificar ou afetar o comportamento existente na empresa.

A informação é definida como, o dado trabalhado que permite ao executivo tomar decisões [29].

Sistema de informação é aquele sistema homem-máquina que atende às necessidades de informação de um indivíduo, grupo ou tarefa, definidas a partir de medidas que as quantifiquem, de maneira que uma organização seja atendida por uma rede de sistemas [30].

Os sistemas industriais se desenvolvem segundo duas dimensões: os componentes da indústria, que correspondem aos diversos setores que executam as diferentes funções necessárias ao funcionamento da mesma e seus níveis de decisão, que obedecem à hierarquia existente e são conhecidos como: nível estratégico; nível tático; nível operacional [19].

As decisões estratégicas se dão nos altos escalões das indústrias e geram atos cujos efeitos são duradouros e de difíceis reversões. Essas emanam informações para o planejamento em longo prazo, conhecidos como planejamento estratégico.

As decisões táticas se dão nos escalões intermediários da indústria e geram atos de efeitos a prazos mais curtos, tendo, porém menor impacto no funcionamento da companhia. As decisões táticas emanam do planejamento e do controle gerencial da empresa.

Por último, as decisões operacionais estão ligadas ao controle operacional da empresa. Essas visam alcançar os padrões de funcionamento pré-estabelecidos.

Assim sendo, um sistema de comunicação eficaz possui as seguintes características [16]:

- Produz informações realmente necessárias, confiáveis, em tempo hábil e com custo condizente, atendendo aos requisitos operacionais e gerenciais de tomada de decisão.

- Tem por base, diretrizes capazes de assegurar a realização de seus objetivos de maneira direta, simples e eficiente.

- Integra-se à estrutura da organização e auxilia na coordenação das diferentes unidades organizacionais (departamentos, divisões, diretorias etc.) por ele interligadas.

- Tem um fluxo de procedimentos (internos e externos ao processamento) racional, integrado, rápido e de menor custo possível.

- Conta com dispositivos de controle interno que garantam a confiabilidade das informações de saída e adequada proteção aos dados.

5. 14. Principais tipos de usuários na indústria

Em função das características do software podem-se destacar três tipos principais de usuários:

- Os operativos – que são funcionários burocratas, operativos e administrativos que, com mais probabilidade, terão contato diário com o novo sistema.

- Os supervisores – geralmente chefiam um grupo de usuários operativos e são responsáveis por seus desempenhos: são eles que normalmente definem os requisitos e a detalhada orientação comercial que o sistema deve seguir.

- Os executivos – normalmente não estão diretamente envolvidos nos projetos de desenvolvimento de sistemas, a menos que o projeto seja tão grande e tão importante que impacte toda a organização. Estes são normalmente capazes de lidar com modelos abstratos de um sistema.

Em suma, um software deve possuir interfaces amigáveis e dinâmicas para que esses usuários com perspectivas distintas, interesses, prioridades e, em muitos casos, diferentes retrospectos possam utilizá-lo de maneira eficaz.

O analista que conhece a motivação básica, como e o porquê as pessoas são contrárias às modificações, pode ser capaz de superar algumas resistências [30].

Outro fator que leva às pessoas a criarem resistência quanto ao uso de sistemas de informação está no mito de que postos de trabalho estariam sendo reduzidos, em função da automação dos processos das empresas em busca de vantagens competitivas e melhor produtividade. Porém deve-se levar em conta todo o cenário envolvido nesse fenômeno e entender que os empregos estão se transformando, exigindo assim melhor preparo dos trabalhadores [30].

O usuário operativo que se tornou perito na execução de uma atividade manual pode achar que um novo sistema deixará suas necessidades “egoísticas” insatisfeitas e o usuário que imaginar que o sistema poderá eliminar os aspectos de sua atividade atual também poderá opor-se a ele [31].

5. 15. Estrutura do desenvolvimento do software

A engenharia de software pode ser entendida como a sistematização do processo de desenvolvimento de software, através da aplicação de modelos técnicos e ferramentas.

Seu principal objetivo é atingir metas, geralmente focadas na qualidade, no custo e no atendimento de prazos.

Em sistemas atuais, o início prematuro de sua programação pode levar a um contínuo processo de codificação seguido de ajustes para atender a novos requisitos. O impacto dessas improvisações torna seu uso, não raramente, inviável.

Por outro lado, a elaboração de um modelo de sistema permite que sua compreensão anteceda sua implementação, sendo o modelo, uma simplificação da realidade, uma abstração.

A fim de padronizar a notação utilizada na representação dos sistemas, foi proposta uma linguagem de modelagem unificada, denominada UML – *Unified Modeling Language*.

A UML consiste em uma estrutura de desenvolvimento genérica que pode ser derivada para criação de outros processos. Permite também que algumas etapas sejam descartadas para adequá-lo ao volume e às características de cada sistema, identificadas por três principais características do Processo Unificado:

a) processo iterativo e incremental, em que os níveis de abstração dos artefatos de software podem ser mais detalhados ou não, dependendo de sua complexidade e a critério do analista;

b) orientado a casos de uso, sendo este um artefato que descreve cada funcionalidade do sistema e subsidia todas as etapas do desenvolvimento;

c) centrado na arquitetura, de forma que ao tratar a arquitetura do software seja evitado o retrabalho e aumente a capacidade de reuso de seus componentes [19, 32, 33, 34].

5. 16. Manutenção de máquinas e equipamentos industriais

Com a atual velocidade das mudanças, as demandas de mercado impõem às empresas instalações e equipamentos com alto grau de disponibilidade, haja visto que seu tempo ocioso pode afetar diretamente a competitividade das organizações.

A manutenção tem como função básica manter os equipamentos e instalações confiáveis e disponíveis.

Na visão da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em sua norma NBR-5462 – Confiabilidade e Manutenibilidade (1994) define que a manutenção é “a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a "manter" ou "recolocar" um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”.

Na linguagem ampla, equipamentos, ferramentas especiais e locais de instalação (postos de serviço) são objetos de atenção da manutenção (objetos de manutenção). O papel da manutenção é reconhecido pelas organizações e tem uma visão estratégica [35].

Os conceitos como confiabilidade e manutenibilidade, buscados pelos gestores da manutenção nas empresas, são importantes pressupostos na elaboração das políticas de manutenção e planejamento das ações que estejam de acordo com tais políticas.

Confiabilidade e manutenibilidade da seguinte forma [36]:

a) Confiabilidade – é a aptidão de um equipamento para cumprir uma função requerida, em condições prefixadas e durante certo tempo;

b) Manutenibilidade – é a facilidade com que se pode realizar uma intervenção de manutenção.

A manutenibilidade pode ser expressa como a probabilidade de que um equipamento avariado volte ao seu estado operacional em um período de tempo dado quando a manutenção é executada em condições determinadas e com os meios e procedimentos estabelecidos [36].

5. 16.1. Manutenção preditiva

Nos últimos anos, cada vez mais a manutenção preditiva vem fazendo parte do cotidiano das empresas, sendo aplicada nas indústrias, nas construções, no monitoramento de máquinas etc.

Recentemente no campo de engenharia, assim como em todas as outras áreas de pesquisa, existe uma preocupação no desenvolvimento e aprimoramento otimizado das técnicas de manutenção preditiva, onde se destacam as indústrias aeronáuticas, aeroespaciais e automobilísticas, pela grande demanda de investimentos nesta direção.

Para que isto pudesse ocorrer, foi preciso um desenvolvimento simultâneo de tecnologias, tais como descoberta de novos materiais, avançadas técnicas de análise de sinais, ampliação da capacidade e velocidade dos computadores, sofisticados softwares, elementos finitos, técnicas de otimização com auxílio dado por softwares que implementam modelos matemáticos para predizer respostas dos sistemas mecânicos etc.[37].

No entanto, uma grande parcela de problemas encontrados frequentemente em análises de engenharia tem seu curso de investimentos e soluções invertidos, no qual as características de entrada do problema não são conhecidas, mas devem ser estimadas a partir das suas respectivas saídas.

Para este tipo de problema existem inúmeras possibilidades em função da combinação de muitas variáveis que podem levar a uma solução indesejada do problema.

São exemplos clássicos: análise modal experimental, estimativa de parâmetros, identificação de forças de entrada e problemas de identificação de falhas (localização, quantificação) [38].

A manutenção preditiva tem como proposta o desenvolvimento e aprimoramento de materiais inteligentes e técnicas de solução de problemas inversos (redes neurais artificiais, algoritmos genéticos), para detecção e monitoramento de danos estruturais.

A manutenção preditiva se justifica quando é necessário aumentar a confiabilidade de equipamentos, prevenindo assim a parada repentina de uma máquina [37, 38].

5. 16.2. Manutenção corretiva

A manutenção corretiva é o tipo de manutenção mais antiga e mais utilizada, sendo empregada em qualquer empresa que possua itens físicos, qualquer que seja o nível de planejamento de manutenção.

Manutenção corretiva é “a manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida” [35].

Em suma, é toda manutenção com a intenção de corrigir falhas em equipamentos, componentes, módulos ou sistemas, visando restabelecer sua função.

Este tipo de manutenção, normalmente implica em custos altos, pois a falha inesperada pode acarretar perdas de produção e queda de qualidade do produto.

As paralisações são quase sempre mais demoradas e a insegurança exige estoques elevados de peças de reposição, com acréscimos nos custos de manutenção [38, 39].

6. METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE

Neste item são apresentadas algumas definições que permitem identificar o contexto do processo de desenvolvimento do software.

Estimar, medir e controlar um projeto de software é tarefa difícil, pois seu desenvolvimento é uma atividade criativa e intelectual, com muitas variáveis envolvidas (como metodologias, modelos de ciclo de vida, técnicas, ferramentas, tecnologia, recursos e atividades diversas).

Este estudo é caracterizado como pesquisa do tipo aplicada, exploratória e descritiva, cujo objeto de estudo é propor um modelo de software que: identifique, controle, sugira e forneça informações sobre as soluções de falhas em equipamentos industriais.

Para embasar a metodologia de trabalho, foram estudadas as contradições de desenvolvimento de software com base nas literaturas existentes.

6.1. Modelagem para o desenvolvimento do software

Para padronizar a notação foi utilizada, a representação dos sistemas na linguagem de modelagem unificada, denominada UML – *Unified Modeling Language*.

Os diagramas de casos que se seguem demonstram o nível de abstração mais alto da UML sobre algumas das funcionalidades desenvolvidas neste trabalho.

Foram demonstrados através deles, o contexto da aplicação, ou seja, todas as abstrações a cerca dos controles implementados.

a) Diagrama de Caso de Uso do Software Web SIM.

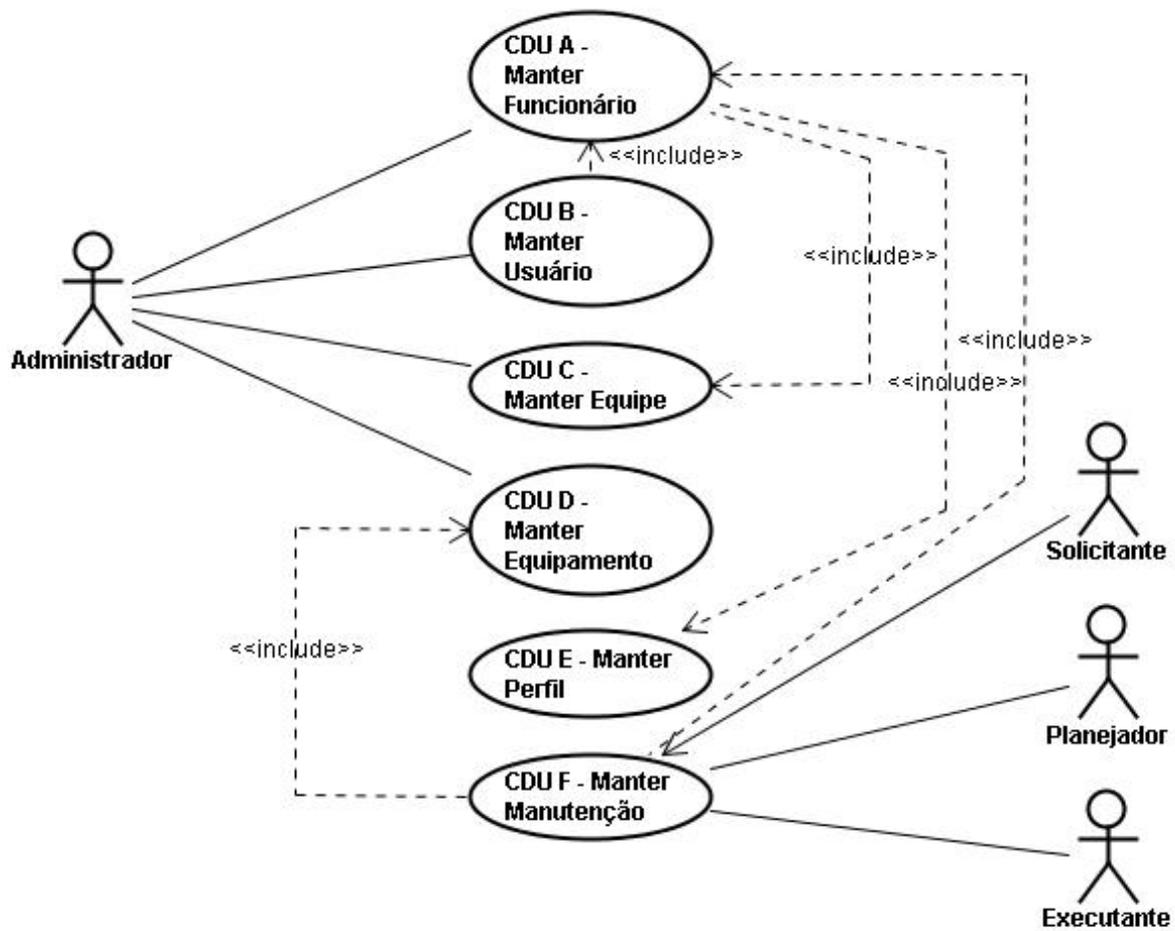


Figura 3 - Diagrama de Contexto da Aplicação

b) Diagrama de caso de uso do software web SIM.

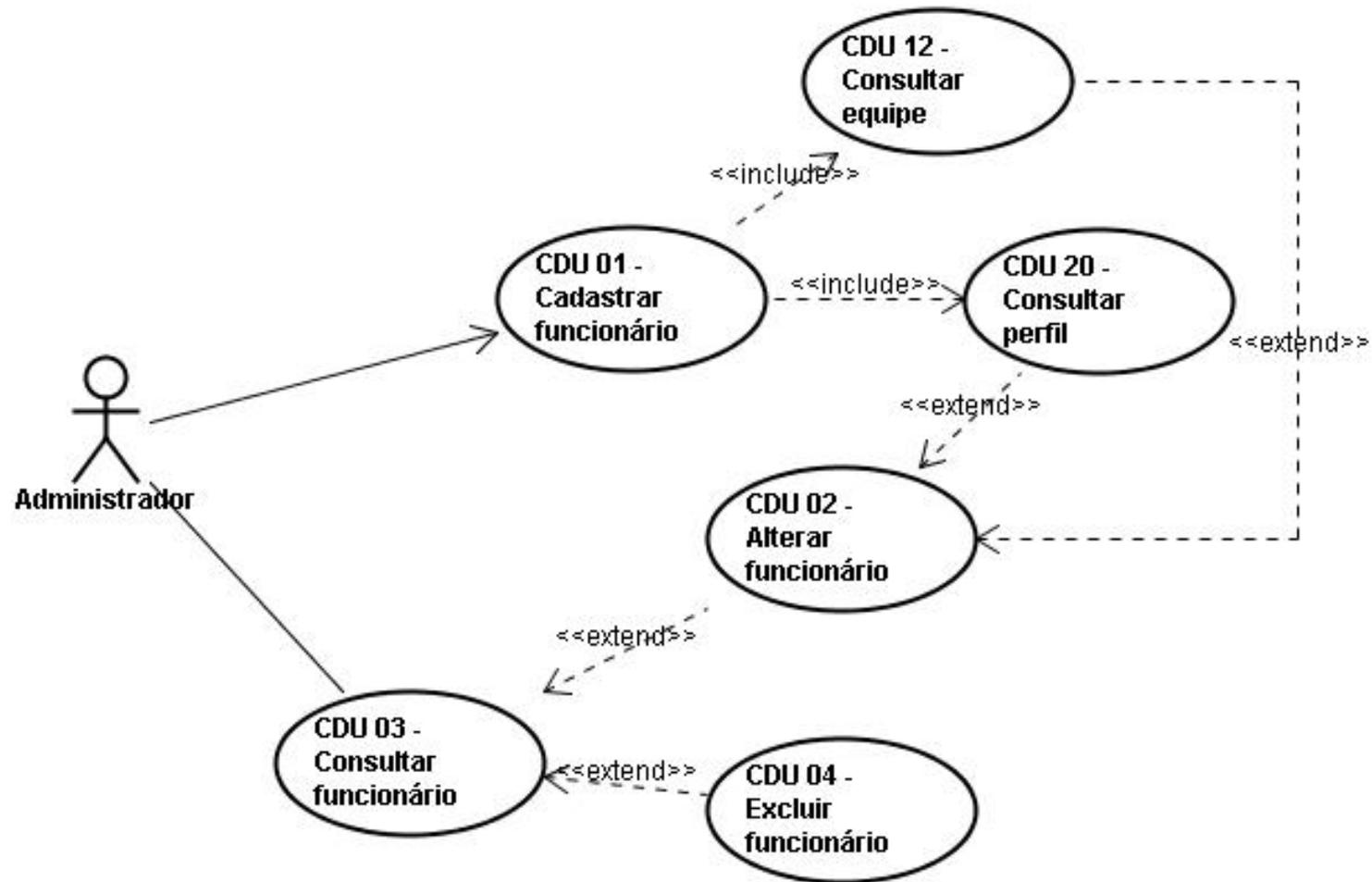


Figura 4 - Diagrama de Caso de Uso - Manter Funcionário

c) Diagrama de caso de uso do software web SIM

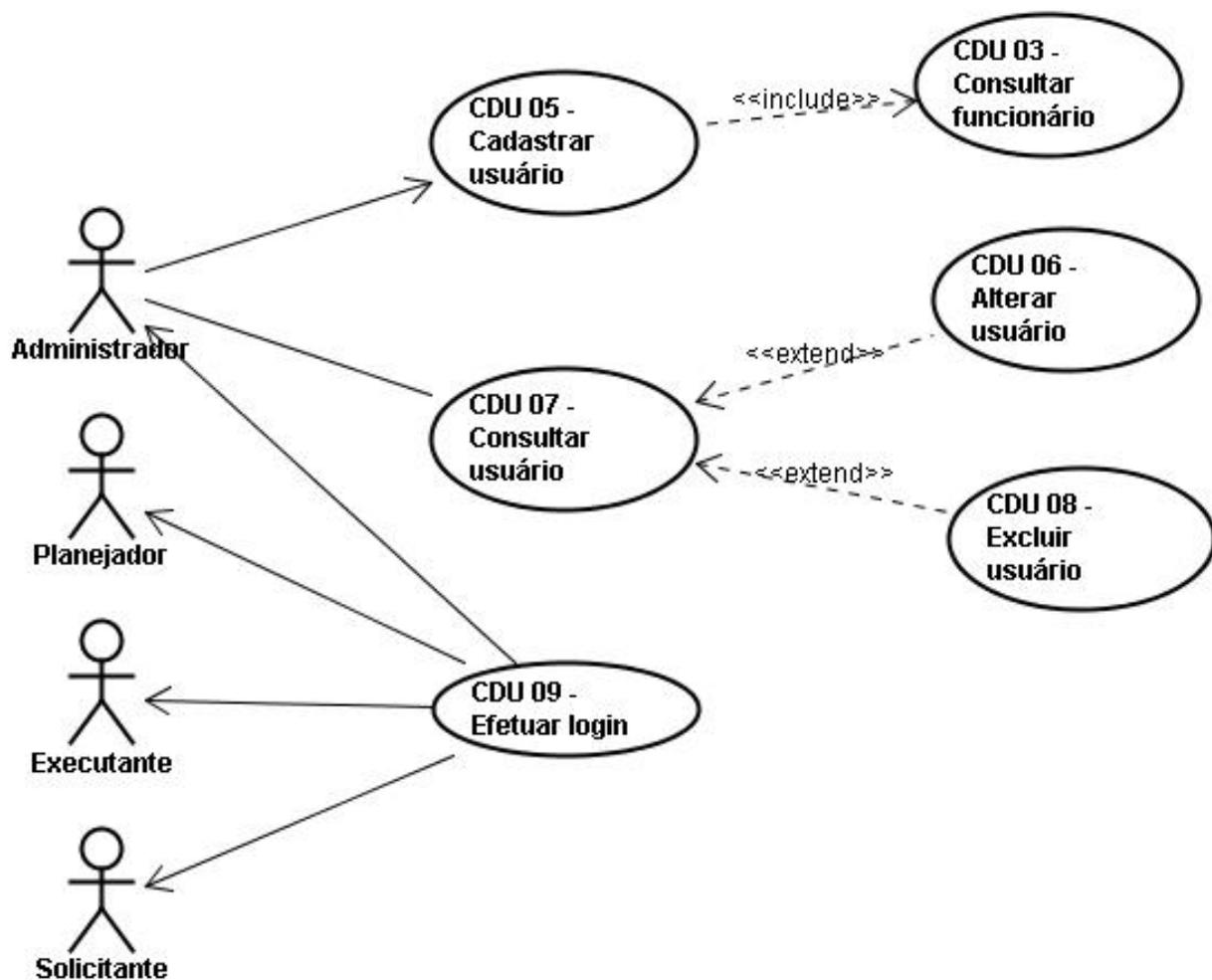


Figura 5 - Diagrama de Caso de Uso - Manter Usuário

d) Diagrama de caso de uso do software web SIM.

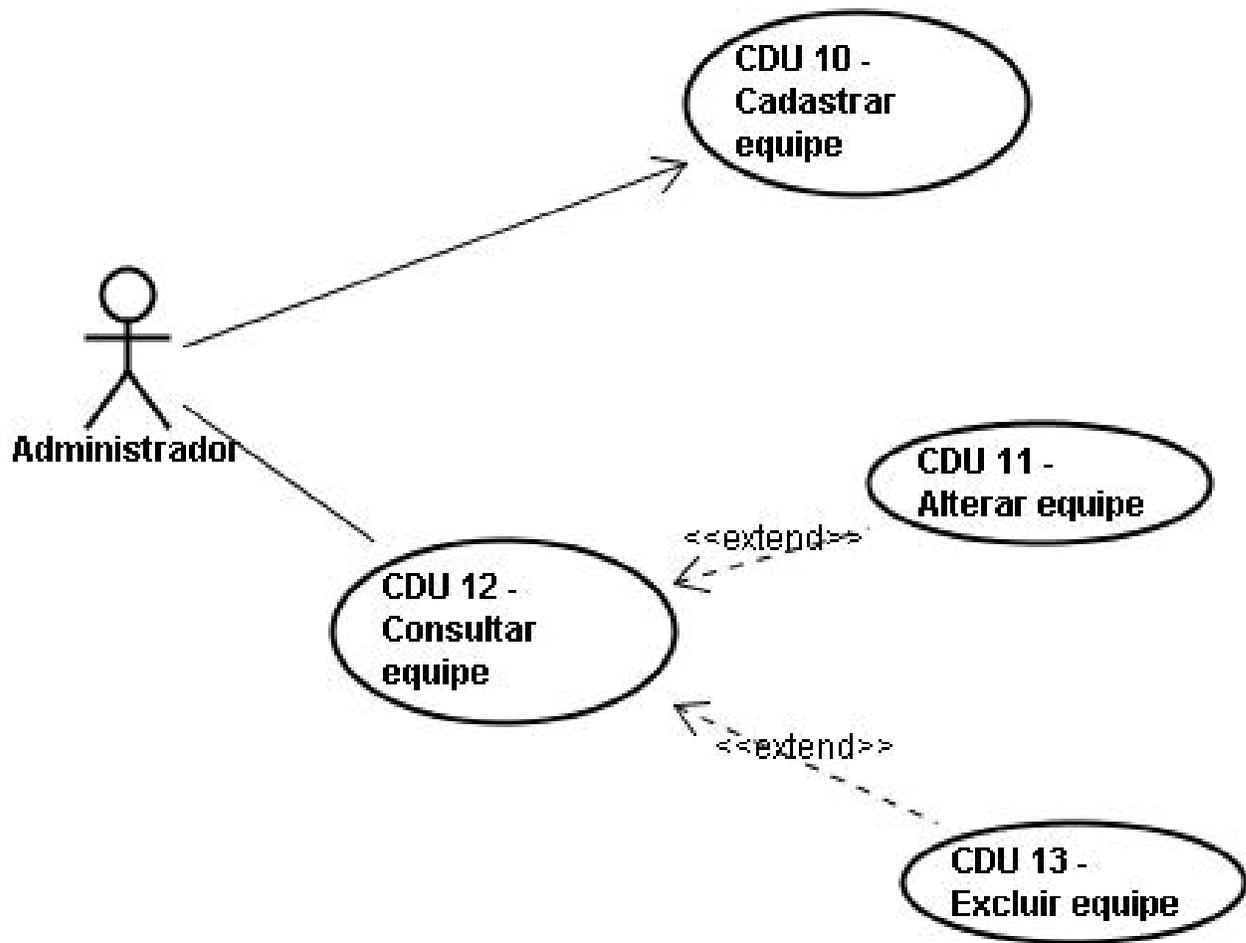


Figura 6 - Diagrama de Caso de Uso - Manter Equipe

e) Diagrama de caso de uso do software web SIM.

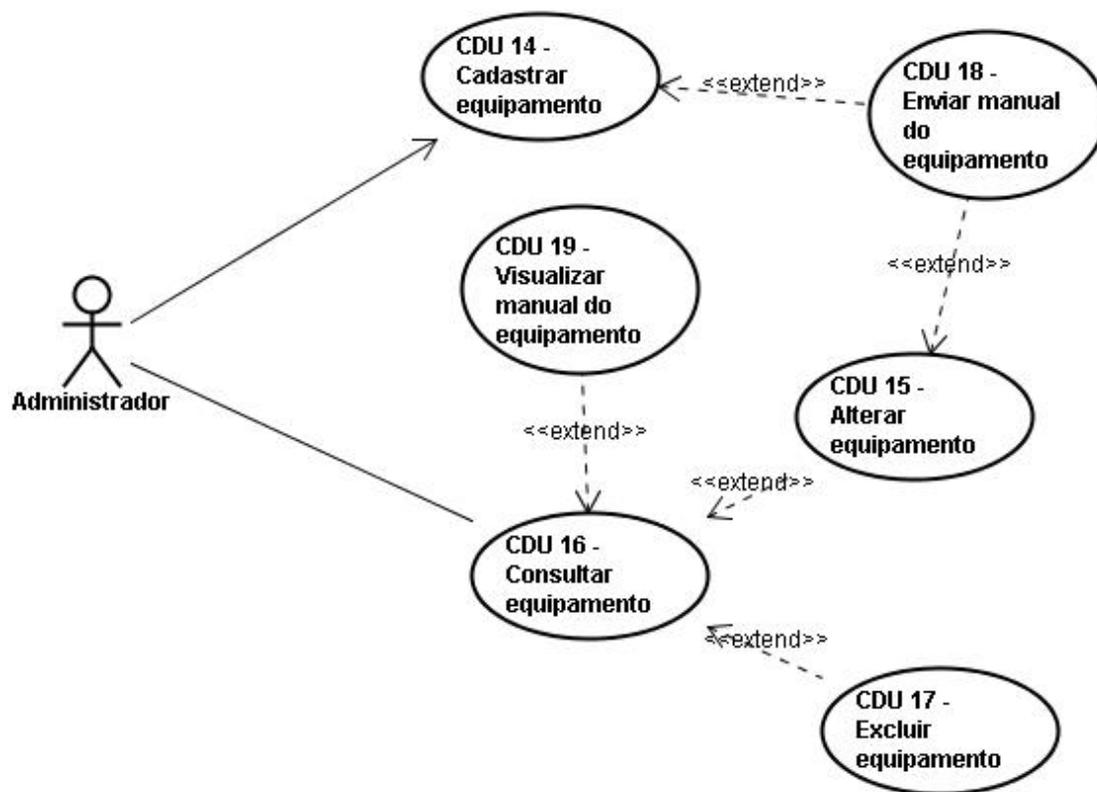


Figura 7 - Diagrama de Caso de Uso - Manter Equipamento

f) Diagrama de caso de uso do software web SIM.



Figura 8 - Diagrama de Caso de Uso - Manter Perfil

g) Diagrama de caso de uso do software web SIM.

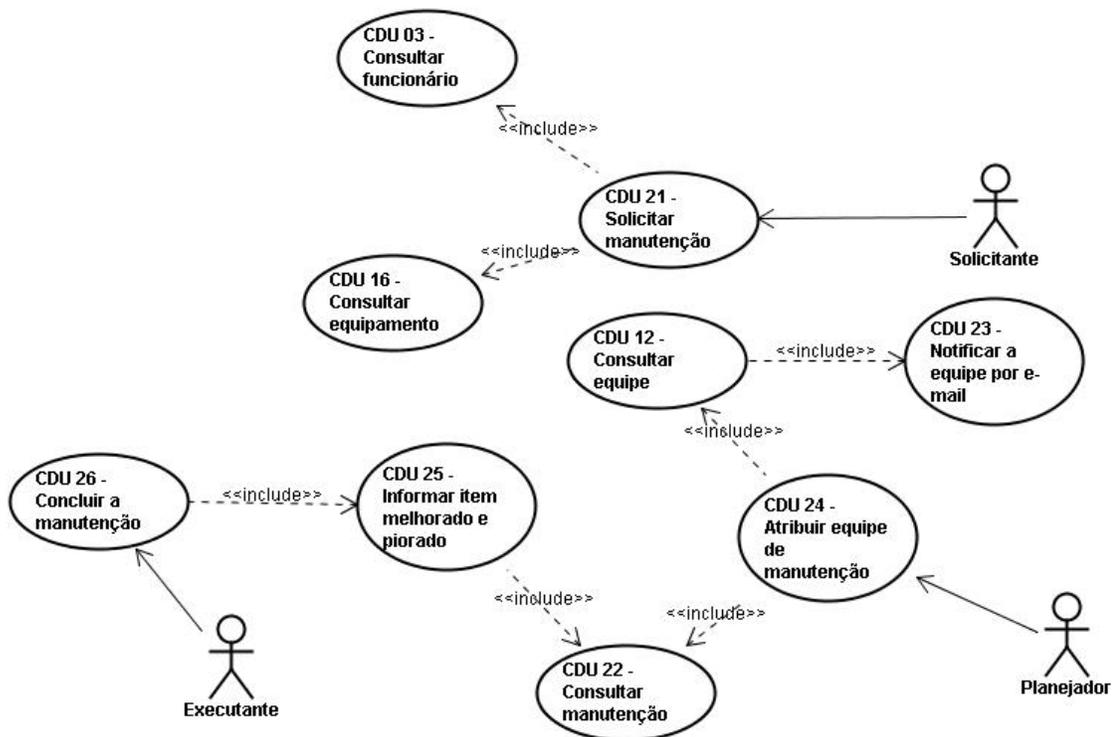


Figura 9 - Diagrama de Caso de Uso - Manter Manutenção

6.2. Execução do projeto do software

Além de operações comuns a todos os softwares como: inclusão/atualização, exclusão e busca de registros armazenados, foram utilizadas bases de conhecimento em ciência dos materiais para a produção e eliminação de hipóteses de forma automatizada.

A metodologia utilizada para implementação do sistema consistiu dos seguintes passos:

1. Identificação de um modelo simples de trabalho envolvendo uma linha de montagem em uma empresa;
2. Classificação dos papéis dos participantes envolvidos por nível de função dentro da empresa;
3. Levantamento dos modelos de informações sobre o sistema atual (não informatizado);
4. Classificação das informações levantadas por grupos de equipamentos;
5. Elaboração de um questionário único baseado nas informações obtidas nos itens três e quatro;
6. Aplicação deste questionário a todos os participantes do sistema;
7. Tratamento das respostas obtidas pelos questionários respondidos, classificando-as em níveis de importância;
8. Construção de um protótipo;
9. Validação do protótipo;
10. Desenvolvimento do sistema;
11. Validação do sistema;
12. Implantação do sistema.

6.3. Validação do software

A validação do software consiste na aderência do mesmo às especificações técnicas - quanto a tempo de resposta, disponibilidade, acesso múltiplo - sua adequação aos requisitos definidos, modelados e abstraídos nas fases iniciais de levantamento.

Se a validação não for adequada, mal entendidos e erros persistem e se multiplicam no software na medida em que manutenções são feitas em seu código-fonte.

Defini-se em tempo de projeto um nível de qualidade e aderência aos requisitos como sendo aceitável através de testes no sistema, a fim de que ele produza as saídas esperadas, o que garante que a especificação do software está de acordo com os critérios pré-estabelecidos.

6.4. Testes do software

Os testes representam a última oportunidade de detectar erros antes de o software ser utilizados na prática.

Nesse trabalho será aplicado o teste de abordagem funcional (caixa-preta), que se concentra nas interfaces do software e visa mostrar que as entradas são aceitas, as saídas são as esperadas e a integridade dos dados é mantida.

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados podem ser caracterizados como pesquisa do tipo aplicada, exploratória e descritiva, cujos dados foram fundamentados em literaturas específicas, estudos em campo, informações técnicas etc.

Para sintetizar e facilitar as informações foi desenvolvida uma matriz de causas e efeitos para identificação dos defeitos.

A matriz foi modelada de forma relacional, e inserida na base de informações do sistema com o objetivo de fornecer ao mesmo subsídio para a análise das falhas, com base em eventos internos e externos aos componentes.

Os resultados mostram a concepção da matriz, os sistemas de construção do software além de demonstra as possíveis análises das falhas utilizando o software.

A concepção da matriz aplicada ao software mostra de forma dinâmica, o gerenciamento das informações e as conclusões sobre a ação de um determinado equipamento, possibilitando registrar, como se deu a comunicação das ações para a equipe de trabalho, evitando erro sistemático de informações.

7.1. Análise do sistema de linguagem de modelagem unificada (UML)

A utilização do sistema UML permitiu serem utilizadas as notações gráficas que representam os elementos do mundo real trazendo tais representações aos níveis de abstrações factíveis e inteligíveis para que os mesmos sejam implementados em linguagens computacionais.

Neste trabalho aplicação do diagrama de caso de uso permitiu modelar as funcionalidades de um sistema, as iterações entre essas funcionalidades e seus atores, constituído, a partir do entendimento da realidade por parte do analista e inteligível aos olhos dos clientes / usuários.

Todos os resultados se baseia entre as partes, se assegurando entre o Ator e o Caso de Uso, que foram cruzados para fornecimento de respostas.

Os resultados do sistema UML mostrou que o Ator desempenha um papel no sistema, solicitando suas funcionalidades, estimulando-o através de eventos e

recebendo suas reações, ou seja, as respostas esperadas e previstas para cada estímulo enviado ao sistema. O ator pode se relacionar com vários casos de uso;

Caso de Uso descreve a funcionalidade ou uma forma de interação entre o ator e o sistema. Este pode estabelecer dependência de obrigatoriedade (includ) e não obrigatoriedade (extend) entre outros casos de uso;

Assim o desenvolvimento da modelagem unificada mostra que os relacionamentos entre atores e casos de uso, indica que o ator estimula o sistema, que recebe o resultado do estímulo do mesmo ou ambas as situações. Estes relacionamentos podem ser bilaterais ou unilaterais, indicados por uma seta que exprime o fluxo de informações, conforme item 6.1.

7.2. Definição dos níveis de abstração de um software na linguagem (UML)

Após definição de relacionamentos entre atores e casos de uso, os diagramas de caso de uso, definiu de forma iterativa e incremental os níveis de abstração do software e/ou suas partes constituintes, especificando seus artefatos e possibilitando melhorias a cada iteração do ciclo de desenvolvimento, sem que haja retrabalho e permitindo a reutilização de seus componentes. Neste trabalho as interações foram determinadas em função de cada dos seguintes atores do sistema, conforme item 6.1, Figura 5:

Administrador– Usuário responsável por manter as informações de suporte necessárias ao funcionamento do sistema de máquinas.

Planejador– Membro da equipe que, além das atribuições do planejador, é responsável pelo controle de execução e solicitação de manutenção, controlando o andamento dos processos na organização.

Executante– Membro da equipe que verifica e assegura a qualidade das manutenções realizadas, é responsável por cadastrar as medidas realizadas referentes ao processo.

Solicitante– Membro da equipe que verifica e solicita as manutenções necessárias em um determinado setor.

7.3. Resultados obtidos com uso do sistema (UML)

Os resultados obtidos com o uso do sistema UML permitiu a elaboração dos fundamentos implementados no software em um nível menor de abstração na forma de roteiros textuais que descrevem as ações dos usuários, e o comportamento esperado do sistema em resposta a tais ações.

Foi possível descrever a sequência de ações, a especificação de requisitos que contém também informações sobre as interfaces, que o produto deve ter para interagir com os agentes externos (usuários, dispositivos de hardware ou outros sistemas).

Todas as descrições dos casos de uso com seus diversos fluxos foram implementadas na aplicação através de camadas, com papéis específicos que interagem entre si, produzindo o resultado esperado, conforme estruturado às luzes da UML.

Assim o sistema permitiu que o projeto tomasse forma em função dos dados obtidos sobre as observações, e estudo do processo não informatizado das empresas, servindo como base para a mensuração do tamanho do projeto em pontos de função – atividade, conforme item 6.1.

7.3. Elaboração da matriz de soluções em função das solicitações sofridas pelos componentes

A matriz foi elaborada com objetivo de atender, as varias solicitações que pode envolver um componente de uma maquina em trabalho. A Tabela 1 mostra como foi desenvolvidos os cruzamentos dos dados para elaboração da matriz, com a finalidade de fornecer os resultados em função dos eventos internos e externos nos componentes de equipamento industrial.

Na Tabela 1 mostra que os dados isoladamente não possibilitam conclusões significativas (conclusões desse tipo só são viabilizadas quando há dados de diferentes cruzamentos na matriz de comparação). Assim os números contidos no sistema são os que mostram os possíveis tipos de falhas que podem ocorrer em um componentes em função das ações implementadas, alem de promover possíveis sugestões.

A Tabela 1, e composta por grande quantidades de numeros, que em função de cada evento são passíveis de fornecer informações. Esses números fornecem embasamento para discussões e sugestões para possíveis soluções para os problemas práticos ocorridos nos equipamentos industriais, facilitando assim a mensuração dos defeitos para obter uma decisão sólida dos envolvidos nas análises das falhas.

		Itens danificados								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Itens implementados	1	CARGA DO COMPONENTE EM TRABALHO	-	-	15, 8, 29, 34	-	29, 17, 38, 34	-	29, 2, 28	-
	2	CARGA DO COMPONENTE EM REPOUSO	-	-	-	10, 1, 29, 35	-	35, 30, 13, 2	-	5, 35, 14, 2
	3	DIMENSÃO DO COMPONENTE EM TRABALHO	15, 8, 29, 34	-	-	-	15, 17, 4	-	7, 17, 4, 35	-
	4	DIMENSÃO DO COMPONENTE EM REPOUSO	-	35, 28, 29	-	-	-	17, 7, 10	-	35, 8, 2, 14
	5	ÁREA DO COMPONENTE EM TRABALHO	2, 17, 29, 4	-	14, 15, 18, 4	-	-	-	7, 14, 17, 4	-
	6	ÁREA DO COMPONENTE EM REPOUSO	-	30, 2, 14, 18	-	26, 7, 9, 39	-	-	-	-
	7	VOLUME DO COMPONENTE EM MOVIMENTO DINÂMICO	2, 26, 29	-	1, 7, 35, 4	-	1, 7, 4, 17	-	-	-
	8	VOLUME DO COMPONENTE EM REPOUSO	-	35, 10, 19, 14	19, 14	35, 8, 2, 14	-	-	-	-
	9	VELOCIDADE DE TRABALHO DO EQUIPAMENTO	2, 28, 13, 38	-	13, 14, 8	-	29, 30, 34	-	7, 29, 34	-
	10	FORÇA EXERCIDA PELO COMPONENTE EM TRABALHO	8, 1, 37, 18	18, 13, 1, 28	17, 19, 9, 36	28, 1	19, 10, 15	1, 18, 36, 37	15, 9, 12, 37	2, 36, 18, 37
	11	TENSÃO OU PRESSÃO EM FUNÇÃO DA ÁREA DO COMPONENTE	10, 36, 37	13, 29, 10, 18	35, 10, 36	35, 1, 14, 16	10, 15, 36, 28	10, 15, 36, 37	6, 35, 10	35, 34
	12	GEOMETRIA DO COMPONENTE	8, 10, 29	15, 10, 26, 3	29, 34, 5, 4	13, 14, 10, 7	5, 34, 4, 10	-	14, 4, 15, 22	7, 2, 35
	13	COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO COMPONENTE	21, 35, 2, 39	26, 39, 1	13, 15, 1, 28	37	2, 11, 13	39	28, 10, 19, 39	34, 28, 35
	14	PROPRIEDADES MECÂNICAS DO COMPONENTE	1, 8, 15	40, 26, 27, 1	1, 15, 8, 35	15, 14, 28, 26	3, 34, 29	9, 28	10, 15, 14, 7	9, 14, 17, 15
	15	TEMPO DE TRABALHO DO COMPONENTE	19, 5, 34, 31	-	2, 19, 9	-	3, 17, 19	-	10, 2, 19, 30	-
	16	TEMPO DE REPOUSO DO COMPONENTE	-	6, 27, 19, 16	-	1, 35	-	-	-	35, 34, 38
	17	TEMPERATURA DE TRABALHO DO COMPONENTE	36, 22, 6, 38	22, 35, 32	15, 19, 9	15, 19, 9	3, 35, 39, 18	35, 38	34, 39, 18	35, 6, 4
	18	FONTE LUMINOSA OU CALOR INCIDENTE NO COMPONENTE	19, 1, 32	2, 35, 32	19, 32, 16	-	19, 32, 26	-	2, 13, 10	-

19	ENERGIA UTILIZADA PELO COMPONENTE EM TRABALHO	12, 18, 28, 31	-	12, 28	-	15, 19, 25	-	35, 13, 18	-
20	ENERGIA UTILIZADA PELO COMPONENTE EM REPOUSO	-	19, 9, 6, 27	-	-	-	-	-	-
21	POTÊNCIA	8, 36, 38, 31	19, 26, 17, 27	1, 10, 35, 37	-	19, 38	17, 32, 13, 38	35, 6, 38	30, 6, 25
22	VARIAÇÕES BRUSCAS DE ENERGIA DO COMPONENTE	15, 6, 19, 28	19, 6, 18, 9	7, 2, 6, 13	6, 38, 7	15, 26, 17, 30	17, 7, 30, 18	7, 18, 23	7
23	DESGASTE DO COMPONENTE	35, 6, 23	35, 6, 22, 32	14, 29, 10, 39	10, 28, 24	35, 2, 10, 31	10, 18, 39, 31	1, 29, 30, 36	3, 39, 18, 31
24	PERDA DE CONFIABILIDADE DE INFORMAÇÕES	10, 24, 35	10, 35, 5	1, 26	26	30, 26	30, 16	-	2, 22
25	TEMPO EXCESSIVO DE TRABALHO (PERDA DE TEMPO)	10, 20, 37, 35	10, 20, 26, 5	15, 2, 29	30, 24, 14, 5	26, 4, 5, 16	10, 35, 17, 4	2, 5, 34, 10	35, 16, 32, 18
26	QUANTIDADE INDESEJÁVEL DE SUBSTÂNCIA (CONTAMINAÇÃO)	35, 6, 18, 31	27, 26, 18, 35	29, 14, 35, 18	-	15, 14, 29	2, 18, 4	15, 20, 29	-
27	ÍNDICE DE CONFIABILIDADE DO COMPONENTE	3, 8, 10	3, 10, 8, 28	15, 9, 14, 4	15, 29, 28, 11	17, 10, 14, 16	32, 35, 4	3, 10, 14, 24	2, 35, 24
28	PRECISÃO DE MEDIÇÃO	32, 35, 26, 28	28, 35, 25, 26	28, 26, 5, 16	32, 28, 3, 16	26, 28, 32, 3	26, 28, 32, 3	32, 13, 6	-
29	ADEQUAÇÃO DE PROJETOS DE FABRICAÇÃO (PRECISÃO)	28, 32, 13, 18	28, 35, 27, 9	10, 28, 29, 37	2, 32, 10	28, 33, 29, 32	2, 29, 18, 36	32, 28, 2	25, 10, 35
30	FATORES EXTERNOS QUE INFLUENCIAM NA ATUAÇÃO DO COMPONENTE	22, 21, 27, 39	2, 22, 13, 24	17, 1, 39, 4	1, 18	22, 1, 33, 28	27, 2, 39, 35	22, 23, 37, 35	34, 39, 19, 27
31	IRREGULARIDADES CAUSADAS PELO COMPONENTE	19, 22, 15, 39	35, 22, 1, 39	17, 15, 16, 22	-	17, 2, 18, 39	22, 1	17, 2	30, 18, 35, 4
32	MANUFATURABILIDADE	28, 29, 15, 16	1, 27, 36, 13	1, 29, 13, 17	15, 17, 27	13, 1, 26, 12	16, 4	13, 29, 1	35
33	CONDIÇÃO DE USO	25, 2, 13, 15	6, 13, 1, 25	1, 17, 13, 12	-	1, 17, 13, 16	18, 16, 15, 39	1, 16, 35, 15	4, 18, 31, 39
34	PRECISÃO NA MANUTENÇÃO DO COMPONENTE	2, 27, 35, 11	2, 27, 35, 11	1, 28, 10, 25	3, 18, 31	15, 32, 13	16, 25	25, 2, 35, 11	1
35	AUTOMAÇÃO OU ADAPTABILIDADE	1, 6, 15, 8	19, 15, 29, 16	35, 1, 29, 2	1, 35, 16	35, 30, 29, 7	15, 16	15, 35, 29	-
36	FORMAS COMPLEXAS DO COMPONENTE	26, 30, 34, 36	2, 26, 35, 39	1, 19, 26, 24	26	14, 1, 13, 16	6, 36	34, 26, 6	1, 16
37	SISTEMA COMPLEXO DE CONTROLE	27, 26, 28, 13	6, 13, 28, 1	16, 17, 26, 24	26	2, 13, 18, 17	2, 39, 30, 16	29, 1, 4, 16	2, 18, 26, 31

	38	QUALIDADE DE AUTOMAÇÃO (TIPOS E COMPONENTES)	28, 26, 18, 35	28, 26, 35, 10	14, 13, 28, 17	23	17, 14, 13	-	35, 13, 16	-
	39	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO POR TEMPO	35, 26, 24, 37	28, 27, 15, 3	18, 4, 28, 38	30, 7, 14, 26	10, 26, 34, 31	10, 35, 17, 7	2, 6, 34, 10	35, 37, 10, 2

Tabela 1 - Matriz de Causas e Efeitos

			Itens danificados							
			9	10	11	12	13	14	15	16
Itens implementados	1	CARGA DO COMPONENTE EM TRABALHO	2, 8, 15, 38	8, 10, 18, 37	10, 36, 37	10, 14, 35	1, 35, 19, 39	28, 27, 18	5, 34, 31, 35	-
	2	CARGA DO COMPONENTE EM REPOUSO	-	8, 10, 19, 35	13, 29, 10, 18	13, 10, 29, 14	26, 39, 1	28, 2, 10, 27	-	2, 27, 19, 6
	3	DIMENSÃO DO COMPONENTE EM TRABALHO	13, 4, 8	17, 10, 4	1, 8, 35	1, 8, 10, 29	1, 8, 15, 34	8, 35, 29, 34	19	-
	4	DIMENSÃO DO COMPONENTE EM REPOUSO	-	28, 1	1, 14, 35	13, 14, 15, 7	39, 37, 35	15, 14, 28, 26	-	1, 35
	5	ÁREA DO COMPONENTE EM TRABALHO	29, 30, 4, 34	19, 30, 35, 2	10, 15, 36, 28	5, 34, 29, 4	11, 2, 13, 39	3, 15, 14	6, 3	-
	6	ÁREA DO COMPONENTE EM REPOUSO	-	1, 18, 35, 36	10, 15, 36, 37	-	2, 38	40	-	2, 10, 19, 30
	7	VOLUME DO COMPONENTE EM MOVIMENTO DINÂMICO	29, 4, 38, 34	15, 35, 36, 37	6, 35, 36, 37	1, 15, 29, 4	28, 10, 1, 39	9, 14, 15, 7	6, 35, 4	-
	8	VOLUME DO COMPONENTE EM REPOUSO	-	2, 18, 37	24, 35	7, 2, 35	34, 28, 35	9, 14, 17, 15	-	35, 34, 38
	9	VELOCIDADE DE TRABALHO DO EQUIPAMENTO	-	13, 28, 15, 19	6, 18, 38	35, 15, 18, 34	28, 33, 1, 18	8, 3, 26, 14	3, 19, 35, 5	-
	10	FORÇA EXERCIDA PELO COMPONENTE EM TRABALHO	13, 28, 15, 12	-	18, 21, 11	10, 35, 34	35, 10, 21	35, 10, 14, 27	19, 2	-
	11	TENSÃO OU PRESSÃO EM FUNÇÃO DA ÁREA DO COMPONENTE	6, 35, 36	36, 35, 21	-	35, 4, 15, 10	35, 33, 2	9, 18, 3	19, 3, 27	-
	12	GEOMETRIA DO COMPONENTE	35, 15, 34, 18	35, 10, 37	34, 15, 10, 14	-	33, 1, 18, 4	30, 14, 10	14, 26, 9, 25	-
	13	COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO COMPONENTE	33, 15, 28, 18	10, 35, 21, 16	2, 35	22, 1, 18, 4	-	17, 9, 15	13, 27, 10, 35	39, 3, 35, 23
	14	PROPRIEDADES MECÂNICAS DO COMPONENTE	8, 13, 26, 14	10, 18, 3, 14	10, 3, 18	10, 30, 35	13, 17, 35	-	27, 3, 26	-
	15	TEMPO DE TRABALHO DO COMPONENTE	3, 35, 5	19, 2, 16	19, 3, 27	14, 26, 28, 25	13, 3, 35	27, 3, 10	-	-
	16	TEMPO DE REPOUSO DO COMPONENTE	-	-	-	-	39, 3, 35, 23	-	-	-
	17	TEMPERATURA DE TRABALHO DO COMPONENTE	2, 28, 36, 30	35, 10, 3, 21	35, 39, 19, 2	14, 22, 19, 32	1, 35, 32	10, 30, 22	19, 13, 39	19, 18, 36
	18	FONTE LUMINOSA OU CALOR INCIDENTE NO	10, 13,	26, 19,	-	32, 30	32, 3,	35, 19	2, 19, 6	-

	COMPONENTE	19	6			27			
19	ENERGIA UTILIZADA PELO COMPONENTE EM TRABALHO	8, 15, 35	16, 26, 21, 2	23, 14, 25	12, 2, 29	19, 13, 17, 24	5, 19, 9, 35	28, 35, 6, 18	-
20	ENERGIA UTILIZADA PELO COMPONENTE EM REPOUSO	-	36, 37	-	-	27, 4, 29, 18	35	-	-
21	POTÊNCIA	15, 35, 2	26, 2, 36, 35	22, 10, 35	29, 14, 2	35, 32, 15, 31	26, 10, 28	19, 35, 10, 38	16
22	VARIAÇÕES BRUSCAS DE ENERGIA DO COMPONENTE	16, 35, 38	36, 38	-	-	14, 2, 39, 6	26	-	-
23	DESGASTE DO COMPONENTE	10, 13, 28, 38	14, 15, 18	3, 36, 37, 10	29, 35, 3, 5	2, 14, 30	35, 28, 31	28, 27, 3, 18	27, 16, 18, 38
24	PERDA DE CONFIABILIDADE DE INFORMAÇÕES	26, 32	-	-	-	-	-	10	10
25	TEMPO EXCESSIVO DE TRABALHO (PERDA DE TEMPO)	-	10, 37, 36, 5	37, 36, 4	4, 10, 34, 17	35, 3, 22, 5	29, 3, 28, 18	20, 10, 28, 18	28, 20, 10, 16
26	QUANTIDADE INDESEJÁVEL DE SUBSTÂNCIA (CONTAMINAÇÃO)	35, 29, 34, 28	35, 14, 3	10, 36, 14, 3	35, 14	15, 2, 17	14, 35, 34, 10	3, 35, 10	3, 35, 31
27	ÍNDICE DE CONFIABILIDADE DO COMPONENTE	21, 35, 11, 28	8, 28, 10, 3	10, 24, 35, 19	35, 1, 16, 11	-	11, 28	2, 35, 3, 25	34, 27, 6
28	PRECISÃO DE MEDIÇÃO	28, 13, 32, 24	32, 2	6, 28, 32	6, 28, 32	32, 35, 13	28, 6, 32	28, 6, 32	10, 26, 24
29	ADEQUAÇÃO DE PROJETOS DE FABRICAÇÃO (PRECISÃO)	10, 28, 32	28, 19, 34, 36	3, 35	32, 30	30, 18	3, 27	3, 27	-
30	FATORES EXTERNOS QUE INFLUENCIAM NA ATUAÇÃO DO COMPONENTE	21, 22, 35, 28	13, 35, 39, 18	22, 2, 37	22, 1, 3, 35	35, 24, 30, 18	18, 35, 37, 1	22, 15, 33, 28	17, 1, 33
31	IRREGULARIDADES CAUSADAS PELO COMPONENTE	35, 28, 3, 23	35, 28, 1	2, 33, 27, 18	35, 1	35, 27, 39	15, 35, 22, 2	15, 22, 33, 31	21, 39, 16, 22
32	MANUFATURABILIDADE	35, 13, 8, 1	35, 12	35, 19, 1, 37	1, 28, 13, 27	11, 13, 1	1, 3, 10, 32	27, 1, 4	35, 16
33	CONDIÇÃO DE USO	18, 13, 34	28, 13, 35	2, 32, 12	15, 34, 29, 28	32, 35, 30	32, 3, 28	29, 3, 8, 25	1, 16, 25
34	PRECISÃO NA MANUTENÇÃO DO COMPONENTE	34, 9	1, 11, 10	13	1, 13, 2, 4	2, 35	1, 11, 2, 9	11, 29, 28, 27	1
35	AUTOMAÇÃO OU ADAPTABILIDADE	35, 10, 14	15, 17, 20	35, 16	15, 37, 1, 8	35, 30, 14	35, 3, 32, 6	13, 1, 35	2, 16
36	FORMAS COMPLEXAS DO COMPONENTE	34, 10, 28	26, 16	19, 1, 35	29, 13, 28, 15	2, 22, 17, 19	2, 13, 28	10, 4, 28, 15	-

	37	SISTEMA COMPLEXO DE CONTROLE	3, 4, 16, 35	36, 28, 19	35, 36, 37, 32	27, 13, 1, 39	11, 22, 39, 30	27, 3, 15, 28	19, 29, 25, 39	25, 34, 6, 35
	38	QUALIDADE DE AUTOMAÇÃO (TIPOS E COMPONENTES)	28, 10	2, 35	13, 35	15, 32, 1, 13	18, 1	25, 13	6, 9	-
	39	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO POR TEMPO	-	28, 15, 10, 36	10, 37, 14	14, 10, 34	35, 3, 22, 39	29, 28, 10, 18	35, 10, 2, 18	20, 10, 16, 38

Tabela 1 - Matriz de Causas e Efeitos (Continuação)

			Itens danificados							
			17	18	19	20	21	22	23	24
Itens implementados	1	CARGA DO COMPONENTE EM TRABALHO	6, 29, 4, 38	19, 1, 32	35, 12, 34, 31	-	12, 36, 18, 31	6, 2, 34, 19	5, 35, 3, 31	10, 24, 35
	2	CARGA DO COMPONENTE EM REPOUSO	28, 19, 32, 22	35, 19, 32	-	18, 19, 28, 1	15, 19, 18, 22	18, 19, 28, 15	5, 8, 13, 30	10, 15, 35
	3	DIMENSÃO DO COMPONENTE EM TRABALHO	10, 15, 19	32	8, 35, 24	-	1, 35	7, 2, 35, 39	4, 29, 23, 10	1, 24
	4	DIMENSÃO DO COMPONENTE EM REPOUSO	3, 35, 38, 18	3, 25	-	-	12, 8	6, 28	10, 28, 24, 35	24, 26
	5	ÁREA DO COMPONENTE EM TRABALHO	2, 15, 16	15, 32, 19, 13	19, 32	-	19, 10, 32, 18	15, 17, 30, 26	10, 35, 2, 39	30, 26
	6	ÁREA DO COMPONENTE EM REPOUSO	35, 39, 38	-	-	-	17, 32	17, 7, 30	10, 14, 18, 39	30, 16
	7	VOLUME DO COMPONENTE EM MOVIMENTO DINÂMICO	34, 39, 10, 18	10, 13, 2	35	-	35, 6, 13, 18	7, 15, 13, 16	36, 39, 34, 10	2, 22
	8	VOLUME DO COMPONENTE EM REPOUSO	35, 6, 4	-	-	-	30, 6	-	10, 39, 35, 34	-
	9	VELOCIDADE DE TRABALHO DO EQUIPAMENTO	28, 30, 36, 2	10, 13, 19	8, 15, 35, 38	-	19, 35, 38, 2	14, 20, 19, 35	10, 13, 28, 38	13, 26
	10	FORÇA EXERCIDA PELO COMPONENTE EM TRABALHO	35, 10, 21	-	19, 17, 10	1, 16, 36, 37	19, 35, 18, 37	14, 15	8, 35, 5	-
	11	TENSÃO OU PRESSÃO EM FUNÇÃO DA ÁREA DO COMPONENTE	35, 39, 19, 2	-	14, 24, 10, 37	-	10, 35, 14	2, 36, 25	10, 36, 37	-
	12	GEOMETRIA DO COMPONENTE	22, 14, 19, 32	13, 15, 32	2, 6, 34, 14	-	4, 6, 2	14	35, 29, 3, 5	-
	13	COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO COMPONENTE	35, 1, 32	32, 3, 27, 15	13, 19	27, 4, 29, 18	32, 35, 27, 31	14, 2, 39, 6	2, 14, 30	-
	14	PROPRIEDADES MECÂNICAS DO COMPONENTE	30, 10	35, 19	19, 35, 10	35	10, 26, 35, 28	35	35, 28, 31	-
	15	TEMPO DE TRABALHO DO COMPONENTE	19, 35, 39	2, 19, 4, 35	28, 6, 35, 18	-	19, 10, 35, 38	-	28, 27, 3, 18	10
	16	TEMPO DE REPOUSO DO COMPONENTE	19, 18, 36	-	-	-	16	-	27, 16, 18, 38	10
	17	TEMPERATURA DE TRABALHO DO COMPONENTE	-	32, 30, 21, 16	19, 15, 3, 17	-	2, 14, 17, 25	21, 17, 35, 38	21, 36, 29, 31	-
	18	FONTE LUMINOSA OU CALOR INCIDENTE NO COMPONENTE	32, 35, 19	-	32, 1, 19	32, 35, 1, 15	32	19, 16, 1, 6	13, 1	1, 6

19	ENERGIA UTILIZADA PELO COMPONENTE EM TRABALHO	19, 24, 3, 14	2, 15, 19	-	-	6, 19, 37, 18	12, 22, 15, 24	35, 24, 18, 5	-
20	ENERGIA UTILIZADA PELO COMPONENTE EM REPOUSO	-	19, 2, 35, 32	-	-	-	-	28, 27, 18, 31	-
21	POTÊNCIA	2, 14, 17, 25	16, 6, 19	16, 6, 19, 37	-	-	10, 35, 38	28, 27, 18, 38	10, 19
22	VARIAÇÕES BRUSCAS DE ENERGIA DO COMPONENTE	19, 38, 7	1, 13, 32, 15	-	-	3, 38	-	35, 27, 2, 37	19, 10
23	DESGASTE DO COMPONENTE	21, 36, 39, 31	1, 6, 13	35, 18, 24, 5	28, 27, 12, 31	28, 27, 18, 38	35, 27, 2, 31	-	-
24	PERDA DE CONFIABILIDADE DE INFORMAÇÕES	-	19	-	-	10, 19	19, 10	-	-
25	TEMPO EXCESSIVO DE TRABALHO (PERDA DE TEMPO)	35, 29, 21, 18	1, 19, 21, 17	35, 38, 19, 18	1	35, 20, 10, 6	10, 5, 18, 32	35, 18, 10, 39	24, 26, 28, 32
26	QUANTIDADE INDESEJÁVEL DE SUBSTÂNCIA (CONTAMINAÇÃO)	3, 17, 39	-	34, 29, 16, 18	3, 35, 31	35	7, 18, 25	6, 3, 10, 24	24, 28, 35
27	ÍNDICE DE CONFIABILIDADE DO COMPONENTE	3, 35, 10	11, 32, 13	21, 11, 27, 19	36, 23	21, 11, 26, 31	10, 11, 35	10, 35, 29, 39	10, 28
28	PRECISÃO DE MEDIÇÃO	6, 19, 28, 24	6, 1, 32	3, 6, 32	-	3, 6, 32	26, 32, 27	10, 16, 31, 28	-
29	ADEQUAÇÃO DE PROJETOS DE FABRICAÇÃO (PRECISÃO)	19, 26	3, 32	32, 2	-	32, 2	13, 32, 2	35, 31, 10, 24	-
30	FATORES EXTERNOS QUE INFLUENCIAM NA ATUAÇÃO DO COMPONENTE	22, 33, 35, 2	1, 19, 32, 13	1, 24, 6, 27	10, 2, 22, 37	19, 22, 31, 2	21, 22, 35, 2	33, 22, 19	22, 10, 2
31	IRREGULARIDADES CAUSADAS PELO COMPONENTE	22, 35, 2, 24	19, 24, 39, 32	2, 35, 6	19, 22, 18	2, 35, 18	21, 35, 22, 2	10, 1, 34	10, 21, 29
32	MANUFATURABILIDADE	27, 26, 18	28, 24, 27, 1	28, 26, 27, 1	1, 4	27, 1, 12, 24	19, 35	15, 34, 33	32, 24, 18, 16
33	CONDIÇÃO DE USO	26, 3, 27, 13	13, 17, 1, 24	1, 13, 24	-	35, 34, 2, 10	2, 19, 13	28, 32, 2, 24	4, 10, 27, 22
34	PRECISÃO NA MANUTENÇÃO DO COMPONENTE	4, 10	15, 1, 13	15, 1, 28, 16	-	15, 10, 32, 2	15, 1, 32, 19	2, 35, 34, 27	-
35	AUTOMAÇÃO OU ADAPTABILIDADE	27, 2, 3, 35	6, 22, 26, 1	19, 35, 29, 13	-	19, 1, 29	18, 15, 1	15, 10, 2, 13	-
36	FORMAS COMPLEXAS DO COMPONENTE	2, 17, 13	24, 17, 13	27, 2, 29, 28	-	20, 19, 30, 34	10, 35, 13, 2	35, 10, 28, 29	-
37	SISTEMA COMPLEXO DE CONTROLE	3, 27, 35, 16	2, 24, 26	35, 38	19, 35, 16	19, 1, 16, 10	35, 3, 15, 19	1, 18, 10, 24	35, 33, 27, 22

	38	QUALIDADE DE AUTOMAÇÃO (TIPOS E COMPONENTES)	26, 2, 19	8, 32, 19	2, 32, 13	-	28, 2, 27	23, 28	35, 10, 18, 5	35, 33
	39	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO POR TEMPO	35, 21, 28, 10	26, 17, 19, 1	35, 10, 38, 19	1	35, 20, 10	28, 10, 29, 35	28, 10, 35, 23	13, 15, 23

Tabela 1 - Matriz de Causas e Efeitos (Continuação)

			Itens danificados							
			25	26	27	28	29	30	31	32
Itens implementados	1	CARGA DO COMPONENTE EM TRABALHO	10, 35, 20, 28	3, 26, 18, 31	3, 11, 1, 27	28, 27, 35, 26	28, 35, 26, 18	22, 21, 18, 27	22, 35, 31, 39	27, 28, 1, 36
	2	CARGA DO COMPONENTE EM REPOUSO	10, 20, 35, 26	19, 6, 18, 26	10, 28, 8, 3	18, 26, 28	10, 1, 35, 17	2, 19, 22, 37	35, 22, 1, 39	28, 1, 9
	3	DIMENSÃO DO COMPONENTE EM TRABALHO	15, 2, 29	29, 35	10, 14, 29	28, 32, 4	10, 28, 29, 37	1, 15, 17, 24	17, 15	1, 29, 17
	4	DIMENSÃO DO COMPONENTE EM REPOUSO	30, 29, 14	-	15, 29, 28	32, 28, 3	2, 32, 10	1, 18	-	15, 17, 27
	5	ÁREA DO COMPONENTE EM TRABALHO	26, 4	29, 30, 6, 13	29, 9	26, 28, 32, 3	2, 32	22, 33, 28, 1	17, 2, 18, 39	13, 1, 26, 24
	6	ÁREA DO COMPONENTE EM REPOUSO	10, 35, 4, 18	2, 18, 4	32, 35, 4	26, 28, 32, 3	2, 29, 18, 36	27, 2, 39, 35	22, 1	16
	7	VOLUME DO COMPONENTE EM MOVIMENTO DINÂMICO	2, 6, 34, 10	29, 30, 7	14, 1, 11	25, 26, 28	25, 28, 2, 16	22, 21, 27, 35	17, 2, 1	29, 1
	8	VOLUME DO COMPONENTE EM REPOUSO	35, 16, 32, 18	35, 3	2, 35, 16	-	35, 10, 25	34, 39, 19, 27	30, 18, 35, 4	35
	9	VELOCIDADE DE TRABALHO DO EQUIPAMENTO	-	10, 19, 29, 38	11, 35, 27, 28	28, 32, 1, 24	10, 28, 32, 25	1, 28, 35, 23	2, 24, 32, 21	35, 13, 8, 1
	10	FORÇA EXERCIDA PELO COMPONENTE EM TRABALHO	10, 37, 36	14, 29, 18, 36	3, 35, 13, 21	35, 10, 23, 24	28, 29, 37, 36	1, 35, 18	13, 3, 36, 24	15, 37, 18, 1
	11	TENSÃO OU PRESSÃO EM FUNÇÃO DA ÁREA DO COMPONENTE	37, 36, 4	10, 14, 36	10, 13, 19, 35	6, 28, 25	3, 35	22, 2, 37	2, 33, 27, 18	1, 35, 16
	12	GEOMETRIA DO COMPONENTE	14, 10, 34, 17	36, 22	10, 16	28, 32, 1	32, 30	22, 1, 2, 35	35, 1	1, 32, 17, 28
	13	COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO COMPONENTE	35, 27	15, 32, 35	-	13	18	35, 23, 18, 30	35, 27, 39	35, 19
	14	PROPRIEDADES MECÂNICAS DO COMPONENTE	29, 3, 28, 10	29, 10, 27	11, 3	3, 27, 16	3, 27	18, 35, 37, 1	15, 35, 22, 2	11, 3, 10, 32
	15	TEMPO DE TRABALHO DO COMPONENTE	20, 10, 28, 18	3, 35, 10	11, 2, 13	3	3, 27, 16	22, 15, 33, 28	21, 39, 16, 22	27, 1, 4
	16	TEMPO DE REPOUSO DO COMPONENTE	28, 20, 10, 16	3, 35, 31	34, 27, 6	10, 26, 24	-	17, 1, 33	22	35, 10
	17	TEMPERATURA DE TRABALHO DO COMPONENTE	35, 28, 21, 18	3, 17, 30, 39	19, 35, 3, 10	32, 19, 24	24	22, 33, 35, 2	22, 35, 2, 24	26, 27
	18	FONTE LUMINOSA OU CALOR INCIDENTE NO COMPONENTE	19, 1, 26, 17	1, 19	-	11, 15, 32	3, 32	15, 19	35, 19, 32, 39	19, 35, 28, 26

19	ENERGIA UTILIZADA PELO COMPONENTE EM TRABALHO	35, 38, 19, 18	34, 23, 16, 18	19, 21, 11, 27	3, 1, 32	-	1, 35, 6, 27	2, 35, 6	28, 26, 30
20	ENERGIA UTILIZADA PELO COMPONENTE EM REPOUSO	-	3, 35, 31	10, 36, 23	-	-	10, 2, 22, 37	19, 22, 18	1, 4
21	POTÊNCIA	35, 20, 10, 6	4, 34, 19	19, 24, 26, 31	32, 15, 2	32, 2	19, 22, 31, 2	2, 35, 18	26, 10, 34
22	VARIAÇÕES BRUSCAS DE ENERGIA DO COMPONENTE	10, 18, 32, 7	7, 18, 25	11, 10, 35	32	-	21, 22, 35, 2	21, 35, 2, 22	-
23	DESGASTE DO COMPONENTE	15, 18, 35, 10	6, 3, 10, 24	10, 29, 39, 35	16, 34, 31, 28	35, 10, 24, 31	33, 22, 30, 10	10, 1, 34, 29	15, 34, 33
24	PERDA DE CONFIABILIDADE DE INFORMAÇÕES	24, 26, 28, 32	24, 28, 35	10, 28, 23	-	-	22, 10, 1	10, 21, 22	32
25	TEMPO EXCESSIVO DE TRABALHO (PERDA DE TEMPO)	-	35, 38, 18, 16	10, 30, 4	24, 34, 28, 32	24, 26, 28, 18	35, 18, 34	35, 22, 18, 39	35, 28, 34, 4
26	QUANTIDADE INDESEJÁVEL DE SUBSTÂNCIA (CONTAMINAÇÃO)	35, 38, 18, 16	-	18, 3, 28	3, 2, 28	33, 30	35, 33, 29, 31	3, 35, 39	29, 1, 35, 27
27	ÍNDICE DE CONFIABILIDADE DO COMPONENTE	10, 30, 4	21, 28, 3	-	32, 3, 11, 23	11, 32, 1	27, 35, 2	35, 2, 26	-
28	PRECISÃO DE MEDIÇÃO	24, 34, 28, 32	2, 6, 32	5, 11, 1, 23	-	-	28, 24, 22, 26	3, 33, 39, 10	6, 35, 25, 18
29	ADEQUAÇÃO DE PROJETOS DE FABRICAÇÃO (PRECISÃO)	32, 26, 28, 18	32, 30	11, 32, 1	-	-	26, 28, 10, 36	4, 17, 34, 26	-
30	FATORES EXTERNOS QUE INFLUENCIAM NA ATUAÇÃO DO COMPONENTE	35, 18, 34	35, 33, 29, 31	27, 24, 2	28, 33, 23, 26	26, 28, 10, 18	-	-	24, 35, 2
31	IRREGULARIDADES CAUSADAS PELO COMPONENTE	1, 22	3, 24, 39, 1	24, 2, 39	3, 33, 26	4, 17, 34, 26	-	-	-
32	MANUFATURABILIDADE	35, 28, 34, 4	35, 23, 1, 24	-	1, 35, 12, 18	-	24, 2	-	-
33	CONDIÇÃO DE USO	4, 28, 10, 34	12, 35	17, 27, 8	25, 13, 2, 34	1, 32, 35, 23	2, 25, 28, 39	-	2, 5, 12
34	PRECISÃO NA MANUTENÇÃO DO COMPONENTE	32, 1, 10, 25	2, 28, 10, 25	11, 10, 1, 16	10, 2, 13	25, 10	35, 102, 16	-	1, 35, 11, 10
35	AUTOMAÇÃO OU ADAPTABILIDADE	35, 28	3, 35, 15	35, 13, 8, 24	35, 5, 1, 10	-	35, 11, 32, 31	-	1, 13, 31
36	FORMAS COMPLEXAS DO COMPONENTE	6, 29	13, 3, 27, 10	13, 35, 1	2, 26, 10, 34	26, 24, 32	22, 19, 29	19, 1	27, 26, 1, 13
37	SISTEMA COMPLEXO DE CONTROLE	18, 28,	3, 27,	27, 28,	26, 24,	-	22, 19,	2, 21	5, 28,

			32, 9	29, 18	8	32, 28		29, 28		11, 29
	38	QUALIDADE DE AUTOMAÇÃO (TIPOS E COMPONENTES)	24, 28, 35, 30	35, 13	11, 27, 32	28, 26, 10, 34	28, 26, 18, 23	2, 33	2	1, 26, 13
	39	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO POR TEMPO	-	35, 38	1, 35, 10, 38	1, 10, 34, 28	32, 1, 18, 10	22, 35, 13, 24	35, 22, 18, 39	35, 28, 2, 24

Tabela 1 - Matriz de Causas e Efeitos (Continuação)

		Itens danificados							
		33	34	35	36	37	38	39	
Itens implementados	1	CARGA DO COMPONENTE EM TRABALHO	35, 3, 2, 24	2, 27, 28, 11	29, 5, 15, 8	26, 30, 36, 34	28, 29, 26, 32	26, 35, 18, 19	35, 3, 24, 37
	2	CARGA DO COMPONENTE EM REPOUSO	6, 13, 1, 32	2, 27, 28, 11	19, 15, 29	1, 10, 26, 39	25, 28, 17, 15	2, 26, 35	1, 28, 15, 35
	3	DIMENSÃO DO COMPONENTE EM TRABALHO	15, 29, 35, 4	1, 28, 10	14, 15, 1, 16	1, 19, 26, 24	35, 1, 26, 24	17, 24, 26, 16	14, 4, 28, 29
	4	DIMENSÃO DO COMPONENTE EM REPOUSO	2, 25	3	1, 35	1, 26	26	-	30, 14, 7, 26
	5	ÁREA DO COMPONENTE EM TRABALHO	15, 17, 1316	15, 13, 10, 1	15, 30	14, 1, 13	2, 36, 26, 18	14, 30, 28, 23	10, 26, 34, 2
	6	ÁREA DO COMPONENTE EM REPOUSO	16, 4	16	15, 16	1, 18, 36	2, 35, 30, 18	23	10, 15, 17, 7
	7	VOLUME DO COMPONENTE EM MOVIMENTO DINÂMICO	15, 13, 30, 12	10	15, 29	26, 1	29, 26, 4	35, 34, 16, 24	10, 6, 2, 34
	8	VOLUME DO COMPONENTE EM REPOUSO	-	1	-	1, 31	2, 17, 26	-	35, 37, 10, 2
	9	VELOCIDADE DE TRABALHO DO EQUIPAMENTO	32, 28, 13, 12	34, 2, 28, 27	15, 10, 26	10, 28, 4, 34	3, 34, 27, 16	10, 18	-
	10	FORÇA EXERCIDA PELO COMPONENTE EM TRABALHO	1, 28, 3, 25	15, 1, 11	15, 17, 18, 20	26, 35, 10, 18	36, 37, 10, 19	2, 35	3, 28, 35, 37
	11	TENSÃO OU PRESSÃO EM FUNÇÃO DA ÁREA DO COMPONENTE	11	2	35	19, 1, 35	2, 36, 37	35, 24	10, 14, 35, 37
	12	GEOMETRIA DO COMPONENTE	32, 15, 26	2, 13, 1	1, 15, 29	16, 29, 1, 28	15, 13, 39	15, 1, 32	17, 26, 34, 10
	13	COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO COMPONENTE	32, 35, 30	2, 35, 10, 16	35, 30, 34, 2	2, 35, 22, 26	35, 22, 39, 23	1, 8, 35	23, 35, 3
	14	PROPRIEDADES MECÂNICAS DO COMPONENTE	32, 28, 2	27, 11, 3	15, 3, 32	2, 13, 28	27, 3, 15	15	29, 35, 10, 14
	15	TEMPO DE TRABALHO DO COMPONENTE	12, 27	29, 10, 27	1, 35, 13	10, 4, 29, 15	19, 29, 39, 35	6, 10	35, 17, 14, 19
	16	TEMPO DE REPOUSO DO COMPONENTE	1	1	2	-	25, 34, 6, 35	1	20, 10, 16, 38
	17	TEMPERATURA DE TRABALHO DO COMPONENTE	26, 27	4, 10, 16	2, 18, 27	2, 17, 16	3, 27, 35, 31	23, 2, 19, 16	15, 28, 35
	18	FONTE LUMINOSA OU CALOR INCIDENTE NO COMPONENTE	28, 26, 19	15, 17, 13, 16	15, 1, 19	6, 32, 13	32, 15	2, 26, 10	2, 25, 16

19	ENERGIA UTILIZADA PELO COMPONENTE EM TRABALHO	19, 35	1, 15, 17, 28	15, 17, 13, 16	2, 29, 27, 28	35, 38	32, 2	12, 28, 35
20	ENERGIA UTILIZADA PELO COMPONENTE EM REPOUSO	-	-	-	-	19, 35, 16, 25	-	1, 6
21	POTÊNCIA	26, 35, 10	35, 2, 10, 34	19, 17, 34	20, 19, 30, 34	19, 35, 16	28, 2, 17	28, 35, 34
22	VARIAÇÕES BRUSCAS DE ENERGIA DO COMPONENTE	35, 32, 1	2, 19	-	7, 23	35, 3, 15, 23	2	28, 10, 29, 35
23	DESGASTE DO COMPONENTE	32, 28, 2, 24	2, 35, 34, 27	15, 10, 2	35, 10, 28, 24	35, 18, 10, 13	35, 10, 18	28, 35, 10, 23
24	PERDA DE CONFIABILIDADE DE INFORMAÇÕES	27, 22	-	-	-	35, 33	35	13, 23, 15
25	TEMPO EXCESSIVO DE TRABALHO (PERDA DE TEMPO)	4, 28, 10, 34	32, 1, 10	35, 28	6, 29	18, 28, 32, 10	24, 28, 35, 30	-
26	QUANTIDADE INDESEJÁVEL DE SUBSTÂNCIA (CONTAMINAÇÃO)	35, 29, 10, 25	2, 32, 10, 25	15, 3, 29	3, 13, 27, 10	3, 27, 29, 18	8, 35	13, 29, 3, 27
27	ÍNDICE DE CONFIABILIDADE DO COMPONENTE	27, 17	1, 11	13, 35, 8, 24	13, 35, 1	27, 28	11, 13, 27	1, 35, 29, 38
28	PRECISÃO DE MEDIÇÃO	1, 13, 17, 34	1, 32, 13, 11	13, 35, 2	27, 35, 10, 34	26, 24, 32, 28	28, 2, 10, 34	10, 34, 28, 32
29	ADEQUAÇÃO DE PROJETOS DE FABRICAÇÃO (PRECISÃO)	1, 32, 35, 23	25, 10	-	26, 2, 18	-	26, 28, 18, 23	10, 18, 32, 39
30	FATORES EXTERNOS QUE INFLUENCIAM NA ATUAÇÃO DO COMPONENTE	2, 25, 28, 39	35, 10, 2	35, 11, 22, 31	22, 19, 29	22, 19, 29	33, 3, 34	22, 35, 13, 24
31	IRREGULARIDADES CAUSADAS PELO COMPONENTE	-	-	-	19, 1, 31	2, 21, 27, 1	2	22, 35, 18, 39
32	MANUFATURABILIDADE	2, 5, 13, 16	35, 1, 11, 9	2, 13, 15	27, 26, 1	6, 28, 11, 1	8, 28, 1	35, 1, 10, 28
33	CONDIÇÃO DE USO	-	12, 26, 1, 32	15, 34, 1, 16	32, 25, 12, 17	-	1, 34, 12, 3	15, 1, 28
34	PRECISÃO NA MANUTENÇÃO DO COMPONENTE	1, 12, 26, 15	-	7, 1, 4, 16	35, 1, 13, 11	-	34, 35, 7, 13	1, 32, 10
35	AUTOMAÇÃO OU ADAPTABILIDADE	15, 34, 1, 16	1, 16, 7, 4	-	15, 29, 37, 28	1	27, 34, 35	35, 28, 6, 37
36	FORMAS COMPLEXAS DO COMPONENTE	27, 9, 26, 24	1, 13	29, 15, 28, 37	-	15, 10, 37, 28	15, 1, 24	12, 17, 28
37	SISTEMA COMPLEXO DE CONTROLE	2, 5	12, 26	1, 15	15, 10, 37, 28	-	34, 21	35, 18

	38	QUALIDADE DE AUTOMAÇÃO (TIPOS E COMPONENTES)	1, 12, 34, 3	1, 35, 13	27, 4, 1, 35	15, 24, 10	34, 27, 25	-	5, 12, 35, 26
	39	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO POR TEMPO	1, 28, 7, 19	1, 32, 10, 25	1, 35, 28, 37	12, 17, 28, 24	35, 18, 27, 2	5, 12, 35, 26	-

Tabela 1 - Matriz de Causas e Efeitos (Continuação)

7.4. Conceituação dos resultados exposto na matriz de soluções

A Tabela 1 apresenta as categorias de conceitos de contexto de ações implementadas versus ações proposta, em função das propriedades dos materiais e seus aspectos físicos de aplicação.

Essas ações englobam um conjunto de categorias de propriedades de fator crítico, identificadas na revisão bibliográfica e nos experimentos práticos.

Os resultados obtidos foram em função das propriedades dos materiais e seus relacionamentos entre ações implementadas versus ações propostas, em conjunto com natureza da carga aplicada, duração, condições ambientais, além de serem observados que os aspectos de carga nos componentes podem ser de tração, compressiva ou de cisalhamento, e a sua magnitude pode ser constante ao longo do tempo ou então flutuar continuamente.

Para a aplicação, em função das propriedades dos materiais utilizados na engenharia estrutural, vários estudos foram realizados em campo e laboratório para se determinar as tensões e suas distribuições dentro dos membros que estão sujeitos a cargas.

Para defender esses resultados um amplo estudo de fadiga foi realizado no intuito de observar as estruturas com estado de tensões bem abaixo da tensão de ruptura, e observou-se que as mesmas podem desenvolver um acúmulo de danos com cargas cíclicas continuadas conduzindo a uma falha do componente ou estrutura.

Esses resultados também foram levados em consideração na implementação dos dados na Tabela 1, e seguem as condições de projeto de um equipamento, respeitando seus parâmetros de fabricação, onde os materiais são anisotrópicos e não homogêneos.

Como função da não homogeneidade tem-se uma distribuição de tensões não uniforme que se dá na microestrutura, onde os pontos cujos os níveis de tensão são mais altos possuem maior probabilidade de iniciarem as falhas.

Assim, observou-se que os conceitos relacionados com as falhas dos materiais, constituem um fator dominante, o que deu origem à definição da relação de ações implantadas versus ações propostas.

Também foi observado que alguns materiais podem sofrer propagação de trinca mista em função das oscilações das cargas, onde as linhas curvas concêntricas à origem da trinca são frequentemente vistas, e marcam o progresso da trinca em vários estágios, em um determinado comprimento, a falha poderá ser considerada dúctil (envolvendo grandes deslocamentos) e posteriormente frágil (pequenos deslocamentos), seguindo assim dois estágios [41].

Esses resultados mostram de maneira clara as funções das propriedades dos materiais e sua relação que determina a matriz de relacionamento entre ações implementadas e as ações propostas, as quais são uma síntese entre os termos “origem” e “causa”.

A “origem” pode ser uma propriedade e/ou ação, capaz de causar algum tipo de influência (ou efeito) em uma propriedade, denominada de “destino” do relacionamento.

Os resultados foram identificados por meio da análise de cada uma das proposições que compõem o *framework* (quadro) teórico, construído neste estudo.

A análise dos resultados das ações implementadas versus ações propostas mostram que nas propriedades dos materiais pode-se conceituar as categorias das falhas em função de suas aplicações, relacionando com os principais tipos de solicitações que os materiais possam sofrer.

As descrições dessas hipóteses foram apresentadas em forma de soluções para utilização do software, apresentando os resultados em função dos relacionamentos entre as subcategorias de conceitos de comportamento (ações) e as categorias de conceitos de contexto (propriedades).

7.5. Analisando os resultados da matriz de soluções

Analisando os resultados da Tabela 1, observamos de forma dinâmica, que realizando o cruzamento linhas versus colunas podem ser obtidas informações técnicas pertinentes que resultam em uma tomada de decisão, informando quais são

os possíveis tipos de defeitos que podem estar danificando o funcionamento de um determinado equipamento, de maneira ágil e prática.

Os resultados das interações entre linhas e colunas, promove a melhor escolha das soluções que são consideradas variabilidades alternativas não mutuamente exclusivas.

Desponta nessa matriz um grupo de variabilidades de combinações de soluções, opcionais: podendo ou não haver restrições ao conjunto de soluções que o mantenedor pode escolher. Entretanto, é uma ferramenta imprescindível para as soluções de falhas nos componentes industriais.

Conforme mostrado na Tabela 1, o conjunto destas informações e o relacionamento entre elas constituem uma parte importante do domínio de soluções para as falhas ocorridas.

Assim, os resultados apresentados têm como fundamental o princípio de modelar o domínio no próprio código, de modo que ele reflita o mais próximo possível, o conhecimento sobre as propriedades necessárias para as falhas ocorridas no equipamento.

As respostas aparecem de maneira explícita no código (1 a 29), de alguma forma. A sua especificação é um predicado que determina se uma resposta satisfaz ou não certo critério; é uma afirmação em relação à resposta, e como tal, pode ser verdadeira ou falsa.

Deste modo, para cada entrada foi criada uma classe diferente de respostas. Todas essas classes implementam a mesma interface, constituída de apenas um método.

Basicamente, todas as informações inseridas são fechadas em uma linguagem de programação formando um bloco de código reusável, que pode ser tratado e fornecer informações primordiais no controle e análise de falhas ocorridas nos equipamentos, sendo atribuído a uma variável, e passado como parâmetro para funções.

7.5.1. Modelando a análise dos resultados obtidos na matriz

Para análise dos resultados obtidos na matriz deve-se considerar que os números contidos tanto no eixo vertical, como na horizontal indicam os mesmos fenômenos, o qual significa as condições que os componentes estão exposto. Para análise dos resultados, os cruzamentos dos eixos devem ser desconsiderados, levando a formação de uma célula única de resultados. Se os itens do vertical coincidir com os da horizontal a formação da célula deve ser considerada nula, ou seja, esses resultados não devem ser considerados.

Analisar os resultados da Tabela 1, como resultados da ação dos mecanismos para identificação das falhas, deve observar os cruzamentos entre as linhas e as colunas, formando uma célula única que contem o possível resultados que ocasionaram a falha no componente. Para exemplificar podemos analisar o cruzamento entre, o aumento da velocidade de trabalho (item implementado nº 9) e a ação da força execução de trabalho (item danificados nº 10). Este exemplo fornece resultados que mostram que o aumento da velocidade de trabalho pode influenciar na força de trabalho de varias maneiras. Assim se um equipamento falhar nestas condições, podemos encontrar no cruzamento da célula, as principais causas que levaram a falha. Observando a célula, podemos verificar que esta fornece as principais respostas através dos números: Estabilidade da composição do componente; Precisão de medição; Tempo de duração do objeto em movimento; Energia gasta pelo objeto em movimento. Cabe assim ao mantenedor a definição de qual das respostas, pode ser a que apresenta maior evidencia de falha.

7.6. Viabilidade econômica do software desenvolvido

Todos os trabalhos desenvolvidos nos seguimentos de software têm como fator principal a sua viabilidade em termos de custo e benefícios.

As Figuras 10, 11 e 12, mostram os custos do desenvolvimento do software.

Custos de Desenvolvimento da Matriz				
RESUMO	Horas	Hora Profissional	Total	Profissional
Desenvolvimento da Matriz	528,0	R\$ 30,81	R\$ 16.267,68	Engenheiro de Materiais Jr.
Desenvolvimento da Matriz	462,0	R\$ 33,02	R\$ 15.255,24	Engenheiro de Materiais Pl.
Desenvolvimento da Matriz	396,0	R\$ 46,22	R\$ 18.303,12	Engenheiro de Materiais Sr.
Total	100	607	R\$ 49.826,04	

Fonte: <http://www.seesp.org.br/site/piso-salarial.html>

Figura 10 - Custo do desenvolvimento da Matriz

Custos de Desenvolvimento do Software					
RESUMO	% do Projeto	Horas	Hora Profissional	Total	Profissional
Projeto Lógico	30	182,0	R\$ 42,19	R\$ 7.678,58	Analista de negocios / processos / requisitos Sênior
Projeto Físico	30	182,0	R\$ 26,59	R\$ 4.839,38	Analista-programador Web (ASP,Dot.Net Pleno)
Testes	20	121,3	R\$ 18,00	R\$ 2.184,00	Analista de testes / implantacao de sistemas (Pleno)
Homologação	10	60,7	R\$ 18,00	R\$ 1.092,00	Analista de testes / implantacao de sistemas (Pleno)
Implantação	10	60,7	R\$ 18,00	R\$ 1.092,00	Analista de testes / implantacao de sistemas (Pleno)
Total	100	607		R\$ 16.885,96	

Fonte: <http://www.rhinfo.com.br/sal-ti.htm> de 02/09/2012 - Referência de Abril de 2012

Figura 11 - Custos diretos de desenvolvimento do Software

Custos Indiretos do Desenvolvimento do Software				
Data - Fonte	Licenças	Qtd. Licenças	Valor Unitário	Total
23/10/2012 - http://www.microsoft.com	Microsoft Windows 7 Professional	1	R\$ 518,32	R\$ 518,32
23/10/2012 - http://www.microsoft.com	Microsoft Visual Studio 2010 Ultimate	1	R\$ 1.560,00	R\$ 1.560,00
	Microsoft SQL Server Free Edition	1	R\$ 0,00	R\$ 0,00
	Total			R\$ 2.078,32
Data - Fonte	Outros Custos	Períodos	Valor Unitário	Total
23/10/2012 - http://www.enel.br	Energia elétrica	6	R\$ 35,07	R\$ 210,42
23/10/2012 - http://www.dell.com	Notebook Inspiron 15R Special Edition	1	R\$ 2.699,00	R\$ 2.699,00
23/10/2012 - http://accessories.dell.com	Mouse optico Wireless WM311	1	R\$ 90,00	R\$ 90,00
23/10/2012 - Valor da passagem	Transporte	24	19,2	R\$ 460,80
23/10/2012 - http://seagate.com	HD Externo Portátil SuperSpeed USB 3.0	1	R\$ 498,00	R\$ 498,00
	Registro do software junto ao INPI	1	R\$ 140,00	R\$ 140,00
26/10/2012 - http://2012.com	Passagens ida / volta Rio de Janeiro	1	R\$ 83,06	R\$ 83,06
	Total			R\$ 4.181,28

Figura 12 - Custos indiretos de desenvolvimento do software

As Figuras 10, 11 e 12, apresentam os dados referentes à fase de elaboração da matriz de causas e efeitos, e do desenvolvimento do software. Assim podemos observar, que de acordo com varias literaturas, os valores, os quais o software foi submetido no seu desenvolvimento, facilitando uma analise de custo/beneficio deste para uma industria. Nestas Figuras podemos observar os números que ilustram os tipos de medidas, e mostram o seu valor.

Um dos principais fatores relacionados a valores é que, o maior custo do projeto é atribuído ao desenvolvimento da matriz, seguido pelo desenvolvimento do software, onde o maior valor esta associado ao projeto lógico, sendo esses condicionados ao tempo que o autor gasta para implantação de suas ideias de projeto.

Os resultados observados nas Figuras 10 a 12 mostram um valor total do desenvolvimento do software. Esses valores podem ser considerados viaveis para aplicação em analise de falhas em componentes industrial, sendo esta a parte critica de uma industria. Sendo assim pode ser feito uma analogia de que em um período curto de tempo utilização do software pelas empresas pode possibilitar uma amortização de seu custo de aquisição em um curto período de tempo.

7.7. Aplicação do software

Para aplicação do software, e a obtenção das informações de falhas ocorridas nos equipamentos, tem como principio, uma sequencia lógica à ser realizada. Neste trabalho a execução se deu como um princípio de estudo de caso, que deve ser realizado utilizando as principais interfaces do software, onde irá demonstrar os resultados obtidos em função do cruzamento das informações da matriz, de maneira concreta e ágil, guiada pela certeza de sucesso, se comparados aos métodos tradicionais de identificação de falhas em equipamentos industriais.

7.7.1. Aplicação das interfaces do software (inicialização)

Todos os softwares de universo restrito precisam ser iniciados com o uso de um identificador (login), como mostrado na Figura 13.



Figura 13 - Mostra a tela inicial para aplicação do software

Após inserir o login inicia-se (entrar) a análise dos dados para identificação das falhas demonstrando os benefícios do sistema implementado. As soluções são fornecidas em função dos dados quantitativos, possibilitando comparar diferentes métodos de verificação quanto aos resultados, e a sua real eficácia na identificação de defeitos ocorridos nos equipamentos.

Para obtenção dos resultados já obtidos pelo sistema ficou estabelecido que cada análise realizada deve ser registrada e classificada quanto ao método de verificação utilizado.

Como os métodos de verificação podem variar de acordo com a variável implementada ou processo utilizado, a estrutura de medição permite que eles sejam inseridos no modelo de uma determinada instância de classe, que apresenta e promove informações automatizadas quando do início de uma nova análise.

7.7.2. Abertura do software de análise de falhas

A Figura 14, mostra a tela de início da sessão de análise de causa de falhas nos equipamentos industriais. Nesta tela é possível observar que o usuário tem como informações diversos menu suspenso, onde o mesmo pode optar pela escolha do tipo de controle se faz pertinente no momento, como: Equipamentos; Usuários; Equipe; Perfil e Funcionários.



Figura 14 - Mostra o sistema de controles

Para demonstração, neste trabalho especifica o usuário que irá abrir o chamado de inspeção para atividade. Tendo realizado estas definições iniciais, é possível realizar a aplicação do software SIM. Este sistema mostra que, com usuário e senha definidos são elementos que assegura informações de responsabilidade para uso do software, evitando manipulações incorretas de informações.

7.7.3. Análise da atividade de controle do sistema

Complementando o item 7.7.2, a Figura 15 mostra o sistema de controle do processo de análise de causa das falhas nos equipamentos. Especificamente a Figura 15 mostra a atividade ferramenta que disponibiliza informações de perfil, código de equipamentos, cadastros e outras informações.

SIM Soluções Industriais para Manutenção

Principal Controles ▶ Segurança Manutenção ▶ Acesso

SIM : Equipamentos

Usuário logado: edy [Sair](#)

Controle de Equipamentos

Código:

Número de série: ?

Número de Patrimônio: ?

Tag: ?

Descrição do equipamento: ?

Descrição do processo:

Manual:

Figura 15 - Sub-menu controle de equipamentos

A Figura 15 mostra as atividades e disponibilizam-se ferramentas de seleção das funcionalidades cadastradas previamente para a geração de informações de forma segura. Uma vez selecionado, o sistema de controle pode ser carregado com as informações para que possam ser analisada e registrada.

SIM Soluções Industriais para Manutenção

Principal Controles ▶ Segurança Manutenção ▶ Acesso

SIM : **Usuários**
Usuário logado: edy [Sair](#)

Controle de Usuário

Código:

Cód. funcionário:

Perfil:

Usuário:

Senha:

Confirma senha:

Funcionário: ?

Status: Ativo

Figura 16 - Sub-menu controle de usuários

SIM Soluções Industriais para Manutenção

Principal Controles ▶ Segurança **Manutenção** ▶ Acesso

Solicitação de Manutenção
Matriz de causa e efeitos
Manutenções abertas

Usuário logado: edy [Sair](#)

Equipes de Manutenção

Código:

Nome:

Descrição:

Selecionar	Código:	Nome:	Descrição:	Remover
Seleção	4	ANÁLISE	EQUIPE DE ANÁLISE DE FALHAS.	Remoção
Seleção	2	ELETRICA	MANUTENÇÃO ELÉTRICA DOS EQUIPAMENTOS.	Remoção
Seleção	3	MECÂNICA	MANUTENÇÃO MECÂNICA DOS EQUIPAMENTOS.	Remoção

Figura 17 - Sub-menu equipe de manutenção

Esta funcionalidade tem como objetivo quantitativo de melhoria e segurança de informações em função da atividade ilustrada na ferramenta para a prova de conceito descrita anteriormente (controles). Após finalizar esta atividade inicia-se a próxima atividade de definição de controle de usuário, equipe de manutenção e o tipo de manutenção que será realizada. Desta maneira assegura o controle do equipamento para verificação de danos anteriores, o código do funcionário responsável pela manutenção e especifica as equipes de manutenção que irá realizar o trabalho. Neste mesmo sistema, o mantenedor tem a possibilidade de verificar se existe manutenção em aberto, para um tal equipamento, fazendo assim um controle da segurança dos equipamentos.

Para evidenciar os fatos acima, vamos supor, por exemplo, um sistema de alimentação de gas que possui somente dois dutos e trabalha sob pressão. Se uma linha está fechada a outra não pode entrar em manutenção. Desta maneira o software permite total controle das manutenções em aberto.

7.7.4. Análise dos resultados obtidos pelo software

Após inicialização do software, conforme Figura 13 deve ser observado que existe ainda alguns sub-menus que podem ser utilizados, de acordo com o perfil de manutenção a ser realizada.

Os resultados das ações implementadas (melhorados) têm como principal objetivo fornecer informações das causas de falhas ou defeitos que o equipamento possa ter sofrido. Estas informações serão fornecidas como itens que possam ter sido danificados (piorados) os quais estão inseridos no sistema em forma de uma relação das ações versus reações. Porém ao selecionar qual o possível item piorado, o sistema fornecerá algumas sugestões de soluções a ser implantadas para resolução do (s) problema (s).

Item Melhorado: Executante:

Itens influenciados pela melhoria:

Código:	Item piorado:
Selecionar 4	DIMENSÃO DO COMPONENTE EM REPOUSO
Selecionar 6	ÁREA DO COMPONENTE EM REPOUSO
Selecionar 8	VOLUME DO COMPONENTE EM REPOUSO
Selecionar 10	FORÇA EXERCIDA PELO COMPONENTE EM TRABALHO
Selecionar 11	TENSÃO OU PRESSÃO EM FUNÇÃO DA ÁREA DO COMPONENTE
Selecionar 12	GEOMETRIA DO COMPONENTE
Selecionar 13	COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO COMPONENTE
Selecionar 14	PROPRIEDADES MECÂNICAS DO COMPONENTE
Selecionar 16	TEMPO DE REPOUSO DO COMPONENTE
Selecionar 17	TEMPERATURA DE TRABALHO DO COMPONENTE

1 2 3 4

Lista de Hipóteses SIM

Código:	Hipótese que solucionou o problema:
Selecionar 128	CARGA DE TRABALHO FORA DA ESPECIFICAÇÃO DO COMPONENTE
Selecionar 129	VARIAÇÃO DE PROPRIEDADES ESPECÍFICAS DO COMPONENTE (REQUISITOS DE PROJETOS)
Selecionar 127	VERIFICAÇÃO DA FORÇA ATUANTE NOS COMPONENTES INDIVIDUALMENTE
Selecionar 130	VERIFICAR SE AS MUDANÇAS NOS COMPONENTES ATENDEM OS PRÉ-REQUISITOS DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DOS COMPONENTES

Descrição do serviço:

4 Label

Falta ocultar / mostrar campos
Falta mostrar todos os campos que estiverem preenchidos

Figura 18 - Sub-menu matriz de causas e efeitos

Assim pode ser observado na Figura 18 as possibilidades sugestivas de predição de defeitos com aplicação dos dados contidos no software em função dos itens implementados.

Podemos utilizar as informações para dois propósitos: diagnosticar e predeterminar os defeitos. Entretanto, neste trabalho o diagnóstico e predição podem ser explorados nos dois sentidos, elemento implementado como proposta (atravessada na direção contrária), para apoiar a definição de estratégias de mitigação de riscos, realizando simulações de cenários de possibilidade de causas de falhas.

Por exemplo, “O que acontecerá com o perfil de defeitos se os mesmos forem interpretados de maneira diferente?” Além disto, normalmente em um equipamento se tem mais informações sobre os defeitos, do que somente sua classificação, categoria de causa. Os resultados mostram como a causa e a categoria de causa afetam estas variáveis.

Nota-se que nem todos os relacionamentos representados na rede são de fato relacionamentos causais, mas que os números obtidos da relação representam correlações que podem oferecer informações importantes sobre a realidade dos equipamentos nas indústrias, conforme mostra a Tabela 1.

Entretanto, quando da recorrência dos fatos, as informações estatísticas e históricos irão permear a inferência para a causa “Falta de Conhecimento das Boas Práticas de Engenharia”.

É possível observar que, para a realidade da organização, o uso de mão de obra inapropriada tende a resultar em defeitos de severidade alta, tendo além de omissões (o tipo de defeito mais comum em manutenção de equipamentos) muitas ações indevidas e informações inconsistentes.

Porém, com o uso do software, a falta de conhecimento de boas práticas de engenharia, por sua vez, tende a resultar em defeitos de severidade mais baixa, sendo, em sua maioria, omissões e ambiguidades.

Contudo, alguns fatos de divergências são esperados, uma vez que com todo cuidado no desenvolvimento do software muitas questões serão empregadas ao longo do uso do mesmo e estas podem implicar no aprendizado das boas práticas por parte das equipes de mantenedores.

7.7.5. Recursos estatísticos inseridos no software

Após resultados dos itens piorados fornecido pelo sistema, conforme Figura 18 as atividades podem ser registradas. Nesta atividade a ferramenta permite registrar causas para os erros sistemáticos e propostas de ação para tais causas. Além de registrar as causas, é possível consultar a distribuição de probabilidades das mesmas de acordo com as manutenções já realizadas.

Para o aprendizado e a inferência do mantenedor os valores das probabilidades podem não serem visualizados, o que caracteriza um fato novo em função da base ter sido populada apenas com amostras de defeitos com base nas propriedades dos materiais.

A representação destas informações no formato de um diagrama de causa e efeito probabilístico foi implementada com a função de determinar a eficiência dos

equipamentos em função do tempo e de um determinado fabricante, sendo elemento de auxílio a determinação de valores de depreciação dos mesmos.

Entretanto, ao final da atividade, as informações obtidas são armazenadas e servirão como bases estatísticas do equipamento para futuras manutenções, aumentando a eficácia do SIM a partir de seu uso.

7.8. Funções cadastradas no software

O software foi desenvolvido com objetivo de permitir as indústrias fazer controle dos equipamentos e demais informações que julgam ser necessárias para acompanhar e solucionar mais efetivamente os problemas de manutenções, tais como:

a) Controle de máquinas e equipamentos

Este controle permite operações sobre todos os equipamentos que fazem parte dos postos operativos e/ou que possam vir a sofrer manutenções futuras. Nele é possível guardar informações sobre a identificação e localização do equipamento, do processo do qual ele faz parte e dos manuais e procedimentos em meio digital.

b) Controle de usuários

Para utilização do software o usuário necessita realizar login. Este controle permite a identificação do usuário do sistema, definir seus perfis e atuações dentro do contexto da aplicação, além de controlar suas senhas.

c) Controle de equipes

Esta funcionalidade agrupa os usuários por equipes de manutenção e tem como principal objetivo a comunicação de falhas em equipamentos de forma que todos os elementos de uma mesma equipe tomem ciência dos acontecimentos, evitando assim erros provocados por falta de informação.

d) Controle de funcionários

Permite manter os funcionários da empresa e seu superior imediato. Através deste controle é possível atribuir funcionários às equipes e manter o registro de e-mail dos mesmos.

e) Controle de solicitação de manutenção

Nele é possível para qualquer funcionário que identificar o mau funcionamento de um equipamento fazer o registro do mesmo, abrindo assim uma ocorrência no sistema.

Com este controle o funcionário que abre a ocorrência pode informar e conferir os dados do equipamento, o que possibilitará que a equipe de manutenção o encontre, bem como fazer o descritivo do problema.

Após a abertura do chamado, este controle disponibiliza para a equipe de manutenção, os manuais dos equipamentos, para que a manutenção possa ser efetuada de maneira correta.

Com as informações supracitadas o sistema pode mostrar as causas de falhas ocorridas recentemente.

f) Lista de manutenções em aberto

Este é um controle dinâmico que possibilita ao operador visualizar os chamados em aberto e planejar as atividades das equipes de manutenção através da atribuição de cada chamado à equipe que iniciará os trabalhos de reparo.

g) Dados estatísticos das manutenções realizadas nos equipamentos

O software permite que o usuário possa fazer uma análise das manutenções que foram realizadas em determinado equipamento por um período de tempo, em função dos dados inseridos e resultados obtidos, abrindo assim, uma gama de extrações de informações de suas bases de dados, como por exemplo:

- Equipamento com maior quantidade de ordens de manutenção
- Equipamento com maior quantidade de horas paradas para manutenção;
- Equipamento com a maior quantidade de horas trabalhadas sem ocorrência de falhas.

Estas informações podem ser gerais, de um equipamento, de uma família, de uma determinada causa específica, de uma área específica tais como: elétrica, mecânica e ferramentaria, entre outras, permitindo assim a implementação de um processo de melhoria contínua nas atividades de manutenção.

7.9. Estudo de caso: aplicação prática do software

Para validação do trabalho a aplicação prática do software se deu em uma determinada empresa denominada “indústria A”, em função de seu caráter estratégico no mercado brasileiro. Apesar do software ter sido utilizado de maneira restrita, pôde se ter uma ideia da sua influencia nas causa das falhas dos equipamentos utilizados por essa industria.

7.9.1. Redução no número de horas paradas das máquinas

Resultados obtidos nos testes práticos do software, na linha de produção da empresa denominada (A) mostraram importantes reduções de custo e de tempo na manutenção dos equipamentos.

A principio é possível constatar uma redução de até 45% no tempo de parada das maquinas de envasamento e redução de aproximadamente R\$264.000,00 por dia, pois em condições anteriores o tempo de manutenção dos equipamentos era de 2,5 a 3 dias por mês.

A aplicação do software possibilitou uma redução para 1,5 dia. Porém, um fato deve ser considerado, pois a ação do software se dá somente na redução do tempo para identificar o defeito, não sendo ferramenta de redução de tempo de troca das peças, a qual é totalmente dependente da equipe de manutenção.

Exemplo:		Parada sem o uso do SIM
Item	Quant. Horas	Valor
Custo Atual	01:12:00	R\$ 76.320,00
Exemplo:		Parada com o uso do SIM
Custo SIM	00:03:00	R\$ 3.180,00
Economia		R\$ 73.140,00

Figura 19 - Redução no custo de horas de parada para manutenção das máquinas.

Custos do Processo Atual		
Atividades	Quant. Hora	Itens / Homem
Acompanhamento da linha de produção	8:00	2
Garrafas Envasadas	1:00	120.000
Preço da garrafa	1	R\$ 0,06
Preço da lata envasada	1	R\$ 0,53
Tempo Médio de Parada (TMP)	04:32:00	288.320,00
Tempo Médio de Análise (TMA)	01:12:00	76.320,00
Tempo Médio de Reparo (TMR)	03:20:00	212.000,00
IMPORTANTE: O TMP é a soma das horas de TMA e TMR.		
SE DIMINUIR A TMA, O PROJETO SE PAGA.		

Figura 20 - Descrição dos custos do processo atual e estratificação do tempo médio de reparo dos equipamentos nesta linha de produção.

7.10. Registro do software desenvolvido

Em função do caráter inovador do projeto foi elaborada a documentação do software e submetida a análise para registro junto ao INPI (Instituto Nacional de Propriedade Intelectual) sob número 52400.012393/2013-18.

Entretanto os resultados das buscas efetuadas pelo INPI mostraram que até o momento não há informações na literatura de um software neste seguimento.

8. CONSIDERAÇÕES

Com o aumento da demanda e da complexidade dos sistemas industriais, o desenvolvimento de novos softwares vem sendo considerado de fundamental importância para que um produto final de qualidade seja obtido e seu custo reduzido. Atualmente, empresas de todos os portes e instituições científicas fazem uso dos benefícios alcançados pelo uso de softwares.

Durante a pesquisa que resultou nessa dissertação foram identificadas, através de uma revisão sistemática, que com o auxílio de uma equipe técnica no chão de fábrica, junto com o uso do software é possível identificar e solucionar as falhas ocorridas nos equipamentos em tempo recorde, gerando documentos de segurança e confiabilidade para empresa.

Entretanto o software **SIM** foi desenvolvido visando ser um produto:

- Genérico e Adaptável – para ser um software que possa ser aplicado na avaliação de diferentes máquinas e equipamentos no processo de fabricação;
- Simples – para que não seja necessária a execução de elaboradas atividades para sua aplicação, a necessidade de tipos de conhecimento específicos ou a alocação de grandes quantidades de recursos e evitando a necessidade do treinamento de mão de obra.
- Extensível – para que seja facilmente modificável e permita ser aplicado em diferentes ramos industriais.

9. BENEFÍCIOS NÃO MENSURÁVEIS PROMOVIDOS PELO SOFTWARE

O software promove benefícios não mensuráveis, identificados com sua implementação:

- Criação de um ambiente de trabalho limpo, organizado e seguro;
- Não necessidade de operadores especialistas em análise de falhas de máquinas e equipamentos específicos;
- Eliminação de atmosfera de confronto, que muitas vezes existe entre as equipes de operação e manutenção, fortalecendo a participação nas atividades de melhoria dos equipamentos e de combate às perdas, através de seu uso;
- Possibilidade de estabelecer programa de treinamento voltado às reais necessidades da operação;
- Em relação ao projeto das ferramentas inseridas no software, às análises realizadas pelos técnicos de manutenção podem promover melhorias nos equipamentos com possíveis reduções de falhas.

10. CONCLUSÕES

A aplicação e aquisição de um software dependem da logística humana. Esse trabalho mostrou que a inteireza e a oportunidade das informações oferecidas pelo software diferenciam uma empresa de suas concorrentes.

Os resultados obtidos mostraram que a inteligência e a funcionalidade oferecidas pelo software são os fatores que diferenciam dos demais softwares de mercado.

Como consequência natural, serão alcançados resultados de aumento da produtividade, competitividade, credibilidade, redução de custos e redução de fadiga na mão de obra, os quais justificam a implementação do software nas indústrias.

O software se mostrou eficaz em seu propósito de redução de custo, melhorando em 95,833% o tempo gasto na identificação de falhas em componentes de equipamentos.

Com a utilização de uma arquitetura web em seu desenvolvimento, o SIM é extensível e acessível a vários dispositivos.

A disponibilização de seus serviços via *web services*, possibilita que suas funcionalidades sejam agregadas aos softwares já existentes nas empresas, a um custo de implantação bem reduzido, se comparado a um desenvolvimento novo.

11. PROJETOS FUTUROS

O SIM abre um leque de possibilidades factíveis de serem implementadas na forma de melhorias posteriores a este projeto que podem torná-lo um software comercial de grande contribuição para a engenharia de manutenção.

Dentre as possíveis implementações a serem incluídas em versões futuras destacam-se:

- Disponibilização de um controle de equipamentos em seu *web service* com *upload* e gerenciamento de normas, manuais e padrões de forma que este seja configurável e possa sofrer customizações para se tornarem mais aderentes a cada empresa;

- Disponibilização de um controle de empresas em seu *web service*, necessário ao controle anterior, onde seja possível ao usuário final adequar as funcionalidades do SIM às necessidades de seu ambiente de trabalho;

- Agregar ao controle de equipamentos a criticidade do equipamento, tendo em vista o modelo de negócios da empresa, para que o líder da equipe de manutenção possa definir a prioridade em seus atendimentos;

- Adicionar a funcionalidade de custos de manutenção por equipamento ao *web service*. Esta funcionalidade permitiria ao usuário final obter informações de mercado a cerca dos custos reais de manutenção, bem como o tempo médio de parada de cada equipamento, o que lhe forneceria subsídios para a tomada de decisão quando sua empresa necessitasse adquirir algum equipamento, fazendo assim, com que um equipamento fosse escolhido ou preterido em função de tais custos e tempo de parada;

- Disponibilizar em cada solicitação de manutenção os manuais, procedimentos e normas a serem seguidas para o reparo do equipamento;

- Desenvolvimento de versões *mobile* do SIM ou que consumam seus serviços, o que diminuiria o tempo de parada do equipamento, uma vez que a abertura dos chamados para manutenção poderiam ser feitas em campo, assim que as mesmas fossem percebidas.

Essa facilidade aliada ao posicionamento geográfico do operador do sistema, cuja informação é facilmente obtida em dispositivos como tablets e smartphones,

traria mais agilidade na localização do equipamento e menor interação humana no uso do sistema, o que diminui riscos de falhas no processo.

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] KARDEC, A.; ARCURI, R.; CABRAL, N.; *Gestão Estratégica e Avaliação do Desempenho – Coleção Manutenção*, Rio de Janeiro, Editora Qualitymark, 2002.
- [2] COURT, A.W.; CULLEY, S.J. A survey of information access and storage among engineering designers. *Materials & Design*, v.14, n.5, p.275-278, 1993.
- [3] EDWARDS, K.L. Towards more effective decision support in materials and design engineering. *Materials & Design*, v.15, n.5, 1994.
- [4] MELCONIAN, S; *Mecânica Técnica e Resistência dos Materiais*; Érica; São Paulo; 2005.
- [5] FERRANTE, M., *Seleção de Materiais*, Editora da UFSCar, São Carlos, S.P., 1996.
- [6] BEER, F P; Johnston, E R; DeWolf, J T; *Resistência dos Materiais*, McGraw-Hill; São Paulo; 2006.
- [7] DHUA, S. K; RAY, AMITAVA; JHA S.; CHAKRAVORTY, S. Metallurgical Investigation into the Causes of Premature Failure of Steel Wires and Screws During Manufacture. *Journal of Failure Analysis and Prevention*, Vol. 42, p. 17-23, Apr 2004.
- [8] FARIA, L.I.L. Informação tecnológica e seleção de materiais: estudo de caso sobre pastilha de freio automotivo. São Carlos : Gráfica da UFSCar, 1997, p.191 Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia de Materiais/UFSCar, 1997.
- [9] GREGOLIN, J.A.R. Desenvolvimento de ligas Fe-C-Cr-(Nb) resistentes ao desgaste. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1990, p.228 Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia de Campinas/UNICAMP, 1990.
- [10] ASHBY, M.F. Materials selection in conceptual design. *Materials Science and Technology*, v.5, p.517-525, jun.1989.
- [11] CETLIN, P. R. HELMAN, H. *Fundamentos da Conformação*, São Paulo, Artliber Editora, 2005.
- [12] CALLISTER JR, W. D. *Fundamentos de Ciência e Engenharia dos Materiais*, 2ª Edição, Rio de Janeiro: LTC, 2007.
- [13] CHAKRABARTY, J. **Theory of Plasticity**. 3ª. ed. Butterworth-Heinemann, 2006.
- [14] HOST, M.; ORUC'EVIC'-ALAGIC, A. A systematic review of research on open source software in commercial software product development, *Information and Software Technology* 53 (2011) p.616–624
- [15] Porter, M. E. **A Vantagem competitiva das nações**. Rio de Janeiro: Campus. 1993, 932 p.

- [16] ADOLPH, S.; HALL, W.; KRUCHTEN, P. Using grounded theory to study the experience of software development. **Empirical Software Engineering**, Switzerland, v. 16, p. 487–513, 2011.
- [17] MELLO, A.M.V. Processo de Desenvolvimento de Software: Uma abordagem para Melhoria Contínua da Qualidade.2004. Disponível em http://santafe.ipt.br/tede/tde_busca/arquivo.php, Acesso em: 28 de julho de 2012.
- [18] PAULA, W. P. Engenharia de Software – Fundamentos, Métodos e Padrões. 2ª ed. LTC Editora. Rio de Janeiro - RJ, 2003.
- [19] PRESSMAN, R. S. Engenharia de Software. 6ª ed. Rio de Janeiro: McGraw- Hill, 2006.
- [20] SOMMERVILLE, I., Engenharia de Software. 8ª ed. São Paulo: Addison Wesley, 2007.
- [21] CARLSON, C.; WILMOT, W. **Innovation: the five disciplines for creating what customers want.** New York: Crown Business, 2006.
- [22] CLARKE, P.; O’CONNOR, R. V. The situational factors that affect the software development process: towards a comprehensive reference framework. *Information and Software Technology*, London, v. 54, p. 433–447, 2012.
- [23] BELL, S.; WOOD-HARPER, T. How to set-up information systems: a non-specialist’s guide to the multiview approach. London: Earthscan, 2003.
- [24] BOKHARI, Z. Industry surveys: computer software. standard and poor’s industry surveys. New York.: McGraw-Hill, 2010.
- [25] BROOKS JÚNIOR, FP; No silver bullet: Essence and Accident in Software Development. *Computer*, New York, v 20, n4, p. 10-19, abr. 1987.
- [26] GREER, C. R.; LEI, D. Collaborative innovation with customers: a review of the literature and suggestions for future research. *International Journal of Management Reviews*, Hoboken, v. 14, p. 63–84, 2012.
- [27] CARTON, A. M.; CUMMINGS, J. N. A theory of subgroups in work teams. *Academy of Management Review*, Mississipi, v. 37, n. 3, p. 441-470, 2012.
- [28] CARLO, J. L.; LYTTINEN, K.; ROSE, G. M. A knowledge-based model of radical innovation in small software firms. *MIS Quarterly*, Minneapolis, v. 36, n. 3, p. 865-895, 2012.
- [29] OLIVEIRA, DJALMA DE PINHO REBOUÇAS. *Sistemas de Informações Gerenciais – Atlas – 2009.*
- [30] MARJORIE LEESON, *Systems Analyss and Desi* Chicago: Science Research Associates, 1981

- [31].CORBETT-ETCHEVERS, I. A narrative framework for management ideas: Disclosing the plots of knowledge management in a multinational company. **Management Learning**, London, v. 42, n. 2, p. 165–181, 2011.
- [32]LARMAN, C. Utilizando UML e Padrões: uma introdução à análise e ao projeto orientado a objetos e ao Processo Unificado. Trad. Luiz Augusto Meirelles Salgado e João Tortello. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- [33] BOOCH, G.; JACOBSON, I.; RUMBAUGH, J. (2000) UML: Guia do Usuário. Editora Campus, 12ª edição.
- [34] RUMBAUGH, James, JACOBSON, Ivar, BOOCH, Grady. Unified Modeling Language Reference Manual. Reading, MA: Addison-Wesley, 1999.
- [35] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002.
- _____. NBR 14653 – Avaliação de Bens . Rio de Janeiro, 2006.
- _____. NBR 5462 – Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994.
- [36] MIRSHAWKA, Victor e OLMEDO, Napoleão Lopes. Manutenção – Combate aos custos da não eficácia – a vez do Brasil. São Paulo: Editora MAKRON Books - MacGraw Hill, 1993.
- [37] KARDEK, A. , NASCIF, J. & BARONI, T. Gestão da Manutenção e Técnicas Preditivas. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark: ABRAMAN, 2002.
- [38] BELMONTE, L. D., SCANDELARI, L., MARÇAL, R.F.M., KOVALESKI, J.L.. Gestão da manutenção auxiliada pela gestão do conhecimento. Anais do XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), Porto Alegre, 2005.
- [39] TAVARES, Lourival Augusto. Manutenção centrada no negócio. Rio de Janeiro: Novo Polo Publicações e Assessoria Ltda, 2005. 157 p.
- [40] CAMPOS, CARLOS JOAQUIM E. APF - Análise de Pontos de Função, São Paulo, Nelpa 2011.
- [41] MOODY, N. R.; GARRISON, W. M.; SMUGERESKY, J. E.; COSTA, J. E. The role of inclusion and pore content on the fracture toughness of powder-processed blended elemental titanium alloys. Metallurgical Transactions **A**, v.24, n.1, p.161-174, 1993.

ANEXO I

a) Comprovante de registro junto ao INPI, número 52400.012393/2013-18.

proteção

INPI
INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL
PROTOCOLO SENAR

**DE REGISTRO
DE MARCA DE COMERCIO**

28/02/2013 020130016641
11:45 NPRJ

BR 51 2013 000161 7

DECLARAÇÃO DO PEDIDO (Para uso do INPI)

Pedido _____ Protocolo, Data e Hora _____

DO AUTOR DO PROGRAMA

Nº de Autores **2** Se mais de um, preencha a "Continuação", com todos os dados solicitados neste Quadro. Date e assinie.

CPF* **259.513.678-08**

Nome **EDNEY SOARES TRINDADE**

Nome Abreviado, pseudônimo ou sinal convencional (se houver) **ES, Trindade**

Data de Nascimento **02/02/1978** Nacionalidade **BRASILEIRO**

Endereço **RUA SENADOR MACHADO PINHEIRO, NÚMERO 127, APTO.: 101 - JARDIM AMÁLIA I**

Cidade **VOLTA REDONDA** UF **RJ** País **BRASIL**

CEP **27.251-410** Telefone **2433474474** FAX _____

E-mail **prof.edney@superig.com.br**

DADOS DO TITULAR DOS DIREITOS PATRIMONIAIS

Nº de Titulares **2** Se mais de um, preencha a "Continuação", com todos os dados solicitados neste Quadro. Date e assinie.

CPF/CNPJ* **25951367808**

Nome/Razão Social **EDNEY SOARES TRINDADE**

Nome abreviado, pseudônimo ou sinal convencional (se houver) **ES, Trindade**

Data de Nascimento **02/02/1978** Nacionalidade/Origem **BRASILEIRO**

Endereço **RUA SENADOR MACHADO PINHEIRO, NÚMERO 127, APTO.: 101, BAIRRO JARDIM AMÁLIA I**

Cidade **VOLTA REDONDA** UF **RJ** País **BRASIL**

CEP **27.251-410** Telefone **2133474474** FAX _____

E-mail **prof.edney@superig.com.br**

SIM, este Titular é Pessoa Jurídica. Caso afirmativo, assinale a melhor classificação:

Órgão Público Sociedade com Intuito não Econômico Microempresa Software House

Instituição Pública de Ensino ou Pesquisa Instituição Privada de Ensino ou Pesquisa Outras

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA E CONTATO (Preencha apenas o necessário)

Toda correspondência será enviada para: O Procurador ou O Titular acima ou

Escaninho nº _____ Representação INPI em: _____ O Endereço abaixo:

Nome _____

Endereço _____

Cidade _____ UF _____ País _____

CEP _____ Telefone _____ FAX _____

E-mail _____

DADOS DO PROGRAMA

Título	SIM - Soluções Industriais para Manutenção				
Data de Criação do Programa	26/10/2012	Regime de Guarda	<input checked="" type="checkbox"/> COM SIGILO	<input type="checkbox"/> SEM SIGILO	
Linguagens	C#	AspNet			
Classificação do Campo de Aplicação	-	-	-	-	-
Classificação do Tipo de Programa	-	-	-	-	-

SIM, este Programa é Modificação Tecnológica ou Derivação. Caso afirmativo, informe Título do Programa Original e (se houver) Número de Registro:

Título do Programa Original _____

SIM, este Registro é composto por obra(s) de outra(s) natureza(s) de ordem intelectual. Caso afirmativo assinale-a(s) abaixo:

Literária Musical Artes Plásticas Áudio-Visual Arquitetura Engenharia

DOCUMENTOS ANEXADOS (Informe as quantidades de documentos, não o número de páginas)

Quant	Nome	Quant	Nome
1	Guia de Recolhimento		Contrato de Trabalho/Prestação de Serviço
	Procuração	2	Involucros/mídia eletrônica Utilizados
	Termo de Cessão		Contrato/Estatuto Social e Alterações (ou equivalente)
	Termo de Autorização para Modificações Tecnológicas ou Derivações	1	Autorização para Cópia do CD
			Outros(especificar)

DECLARAÇÕES**DECLARO, PARA TODOS OS FINS DE DIREITO:**

- A) que estou ciente de **TODAS AS RECOMENDAÇÕES** constantes do "Manual do Usuário de Registro de Programas de Computador", **ESPECIALMENTE NO QUE TANGE AO TÍTULO E AOS DOCUMENTOS DO PROGRAMA**, bem como da legislação pertinente ao assunto, constante dos anexos "A"; "B"; "C"; "E" e "F", do referido Manual;
- B) que se deixar de solicitar a prorrogação do sigilo, nos casos necessários, estarei desistindo desse caráter de guarda dos documentos de programa do presente depósito, na forma do art. 3º, § 2º, da Lei 9.609, de 12 de fevereiro de 1998;
- C) que, se devido à qualidade do papel ou à qualidade gráfica dos documentos sigilosos anexos ao presente, houver deterioração ou perda de seu conteúdo, nenhuma responsabilidade caberá ao INPI, desde que mantida a inviolabilidade dos involucros (ressalvadas as hipóteses de serem abertos por ordem judicial ou motivo de força maior);
- D) que em caso de perda do SIGILO ou dos documentos, por culpa exclusiva do INPI, a indenização por perdas e danos, porventura cabível, estará limitada a 20 (vinte) salários mínimos;
- E) que devo manter guardado, em segurança e inviolado, o COMPARTIMENTO "3" do involucro especial para depósito, que é restituído pelo INPI, para fins de recomposição do arquivo do Instituto, no caso de sua destruição total ou parcial por algum tipo de sinistro;
- F) que deverei manter endereço atualizado junto à Divisão de Registro de Programa de Computador, a fim de garantir o recebimento das comunicações relativas ao andamento do meu pedido/registro, ressalvando o INPI de qualquer responsabilidade decorrente da não observação deste preceito.

DADOS DO PROCURADOR

CPF/CNPJ*	_____			Código do Procurador (se houver)	_____
Nome	_____				
Endereço	_____				
Cidade	_____	UF	_____	Pais	_____
CEP	_____	Telefone	_____	FAX	_____
E-mail	_____				

DECLARO, SOB AS PENAS DA LEI, SEREM VERDADEIRAS AS INFORMAÇÕES PRESTADAS

Rio de Janeiro / 23/02/2013

Local/Data

Assinatura/Carimbo