

Trabalho Final de Mestrado em Engenharia Ambiental  
Modalidade: Dissertação

**GERENCIAMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS EM  
UNIDADES DE GERAÇÃO DE ENERGIA EM PLATAFORMAS  
OFFSHORE: UMA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SEIS  
SIGMA**

*Autor: Karoline Pinheiro Frankenfeld  
Orientador: Ubirajara Aluísio de Oliveira Mattos  
Co-orientador: Julio Domingues Nunes Fortes*

Centro de Tecnologia e Ciências  
Faculdade de Engenharia  
Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente

Agosto de 2003

# **GERENCIAMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS EM PLATAFORMAS OFFSHORE**

**KAROLINE PINHEIRO FRANKENFELD**

Trabalho Final submetido ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Aprovada por:

Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Agosto de 2003

PINHEIRO, KAROLINE FRANKENFELD

Gerenciamento de produtos químicos em unidades de geração de energia offshore: uma aplicação da metodologia seis sigma.

xxi, 83 p. 29,7 cm (FEN/UERJ, Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental - Área de Concentração: Saneamento Ambiental - Controle da Poluição Urbana e Industrial, 2003.)

Dissertação - Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ

1. Produtos Químicos (Gerenciamento)
  2. Geração de Energia Elétrica
  3. Segurança do Trabalho
  4. Estruturas Offshore
- I. FEN/UERJ II. Título (série)

Resumo do Trabalho Final apresentado ao PEAMB/UERJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Ambiental

## Gerenciamento de Produtos Químicos em Plataformas Offshore

Karoline Pinheiro Frankenfeld

Agosto de 2003

Orientador: Ubirajara Alúcio de Oliveira Mattos

Co-orientador: Julio Domingos Nunes Fortes

Área de Concentração: Saneamento Ambiental - Controle da Poluição Urbana e Industrial

A quebra do monopólio da exploração do petróleo brasileiro e a grande concentração de plataformas de petróleo no litoral do país (mais especificamente, no caso deste trabalho, no litoral do Estado do Rio de Janeiro), faz com que a preocupação relativa aos impactos ambientais que podem ser causados por esta indústria cresça a cada dia. Todas as atividades ligadas a indústria do petróleo podem ser altamente poluidoras, devendo ser rigorosamente controladas. Uma destas atividades é a geração de energia em plataformas *offshore* (em mar) cuja a operação e manutenção envolve vários recursos, entre eles, os produtos químicos. O objetivo deste trabalho é desenvolver e aplicar uma proposta de gerenciamento de produtos químicos para plantas de geração de energia em plataformas offshore, que promova a segurança dos trabalhadores e do meio ambiente. Esta proposta esta baseada na metodologia Seis Sigma e em ferramentas como Análise de Pareto, entrevistas com os funcionários e análise de caso. Os resultados deste estudo são baseados na aplicação do gerenciamento proposto em uma plataforma *offshore* situada na Bacia de Campos, no litoral do Rio de Janeiro e mostram que a aplicação desta metodologia pode realmente modificar o processo de gerenciamento de produtos químicos, diminuindo drasticamente os possíveis

erros do processo e conseqüentemente os possíveis impactos negativos ao meio ambiente e às pessoas envolvidas no processo.

**Palavras-Chave:** Estruturas “offshore”, Geração de Energia Elétrica, Segurança do Trabalho e Produtos Químicos.

Abstract of Final Work presented to PEAMB/UERJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Environmental Engineering .

## Management of Chemical Products in Offshore Platforms

Karoline Pinheiro Frankenfeld

Agosto de 2003

Advisors: Ubirajara Mattos

Julio Fortes

Area: Environmental Sanitation - Urban and Industrial Pollution Control

The end of monopoly of the Brazilian petroleum exploration and the big concentration of offshore platforms at Brazilian coast (Rio de Janeiro coast in this case), increase the environment impact concerns related to this industry. All activities related to the petroleum industry can be a risk to the environment, and because of that they should be controlled. One of these activities is the energy generation at offshore platforms, which involves many resources, being chemical products one of them. The objective of this study is to develop and apply a proposal of chemical products management for energy generation plants at offshore platforms, considering the safety of the environment and employees. This proposal is based on the Six Sigma methodology, Pareto Analysis, employee's interviews and case analysis application. The results of this study are based on the application of the proposed management in an offshore platform located at Bacia de Campos in Rio de Janeiro state and show that the application of this methodology can really modify the chemical management process, minimizing the process defects and the negative impacts to the environmental and to the employees involved in the process.

“...Todo dia, era dia de Indio, todo dia,  
era dia de índio,mas hoje ele só tem  
um dia, o dia 19 de abril...”

## AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho a minha mãe que é a pessoa que mais me incentivou a realizá-lo e ao meu irmão Stephan (Kind) que são a minha família, o meu porto seguro.

Ao meu pai Norman e ao meu tio Adam que deixaram muitas saudades...

Ao meu marido Victor que tornou as idas e vindas ao Rio durante o período das aulas muito mais fácil; que me ajudou de todas as maneiras possíveis a conseguir tudo o que tenho hoje e de quem eu sinto muitas saudades aqui neste “exílio”.

As minhas “irmãs” Dani (Anã), Joanna (Hering), Mariana (Mary) e Tatiana (Tati) e ao meu “irmão” Hugo (Cabeça) que tornam a minha vida muito mais divertida.

Aos meus amigos Gabriel, Estefan, Cristina, Nanna e Laura, que apesar de não estarem próximos, estão sempre presentes..

Aos meus amigos de trabalho Claudio Rodriguez e Vernon Lake, que confiaram em mim e na minha capacidade. Ao meu amigo de trabalho Juan Manuel Garcia que me deu a maior chance da minha vida. Aos novos companheiros de trabalho Tim Yeager, Greg Kehler, Kim Hill, Shannon Anschuetz e Kent Kilday, que estão fazendo todo o possível para que eu me sinta em casa.

Aos meus professores Ubirajara Mattos (Bira) e Julio Fortes, que sempre estavam disponíveis e com muita paciência para me orientar neste trabalho.

Ao colega de turma Carlos Eduardo (Cadu) que me motivou com sua paixão pelo meio ambiente.

A minha avó Julia que é a pessoa mais forte e corajosa que conheço.

A todos os meus amigos da UERJ, Juarez e Lapa que tornaram as noites de sexta e sábado maravilhosas!

## SUMÁRIO

Capítulo 1 - Introdução	1
1.1 Explicação do Problema	1
1.2 Objetivo a ser alcançado	8
1.3 Metodologia Aplicada	9
1.4 Estudo de Caso	9
1.5 Estrutura do Trabalho	10
Capítulo 2 – Unidades de Perfuração e Produção Marítimas	11
2.1 Plataformas	12
2.2 Perfuração e Produção x Produtos Químicos	16
2.3 Geração de Energia x Produtos Químicos	17
Capítulo 3 – Gestão Ambiental, Gestão de Produtos, Gestão de Produtos x Gestão Ambiental, Metodologia Seis Sigma e Análise de Pareto	28
3.1 Gestão Ambiental	28
3.2 Gestão de Produtos	32
3.3 Metodologia Seis Sigma	34
3.4 Aplicação Seis Sigma no Caso Estudado	41
3.5 Processo Inicial – Análise de Pareto e Nível Sigma	44
3.6 Melhorando o Processo	52
3.7 Controlando o processo	54
3.8 Gestão Ambiental e Metodologia Seis Sigma	54
Capítulo 4 – Análise de Caso	58
4.1 Processo Estudado	59
4.2 Defeitos Encontrados no Processo	62
4.3 Produtos Químicos Utilizados na Planta de Geração	64
4.4 Conclusões da Análise do Processo Existente	69
4.5 Ações de Correção do Processo	70
4.6 Implantação das Ações Corretivas	71
4.7 Proposta para Garantir o Gerenciamento	76
Capítulo 5 - Conclusão	83
BIBLIOGRAFIA	88
ANEXOS	94

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Algumas zonas de exploração brasileiras	2
Figura 2	Bacia de Campos	3
Figura 3	Evolução da tecnologia de perfuração	12
Figura 4	Plataforma fixa	13
Figura 5	Plataforma auto-elevável	14
Figura 6	Plataforma submersível	15
Figura 7	Navio de exploração	15
Figura 8	Plataforma flutuante	15
Figura 9	Skid de produtos químicos	20
Figura 10	Processo Seis Sigma	35
Figura 11	Gráfico dos níveis sigma	37
Figura 12	Gráfico de Pareto	48
Figura 13	Melhoria Contínua	55
Figura 14	Comparativo entre Melhoria Continua e Metodologia Seis Sigma	55
Figura 15	Processo de Manejo de Produtos Químicos da Empresa B	60
Figura 16	Curva de Pareto 1	73
Figura 17	Etiqueta Diamante	74
Figura 18	Fluxograma do Processo Revisado	82

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Lista de produtos químicos	20
Tabela 2	Dados para elaboração da curva de Pareto	46
Tabela 3	Ordenação dos dados para o traçado da curva de Pareto	47
Tabela 4	Lista de Produtos Existentes na Plataforma	67
Tabela 5	Lista Aprovada de Produtos	78

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Resultado de uma análise R&R	43
Quadro 2	Cálculo do Nível Sigma do Processo Inicial	50
Quadro 3	Nível Sigma do Processo Melhorado	53
Quadro 4	Classificação de Perigo para a Saúde	65
Quadro 5	Classificação de Inflamabilidade	66
Quadro 6	Classificação de Reatividade	66

## LISTA DE SIGLAS

ANP	AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO
ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
CONAMA	CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE
CONASQ	COMISSÃO NACIONAL DE SEGURANÇA QUÍMICA
COPASQ	COMISSÃO COORDENADORA DO PLANO DE AÇÃO EM SEGURANÇA QUÍMICA
DGE	DIESEL GERADOR DE EMERGÊNCIA
DPF	DEPARTAMENTO DE POLÍCIA FEDERAL
EPI	EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL
FMEA	FAILURE MODES EFFECTS ANALYSIS
IBAMA	INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
IBP	INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO
ISO	INTERNATIONAL STANDARDIZATION FOR ORGANIZATION
MMA	MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
MSDS	MATERIAL SAFETY DATA SHEET
MTE	MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO
NFPA	NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
NR	NORMA REGULAMENTADORA
NRR	NORMA REGULAMENTADORA RURAL
R&R	REPRODUTIVIDADE E REPETITIVIDADE
SDCO	SUBSTÂNCIAS QUE DESTROEM A CAMADA DE OZÔNIO
SGA	SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL
SGAI	SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL INTEGRADO
SM	SOLICITAÇÃO DE MATERIAL
SMS	SEGURANÇA, MEIO AMBIENTE E SAÚDE

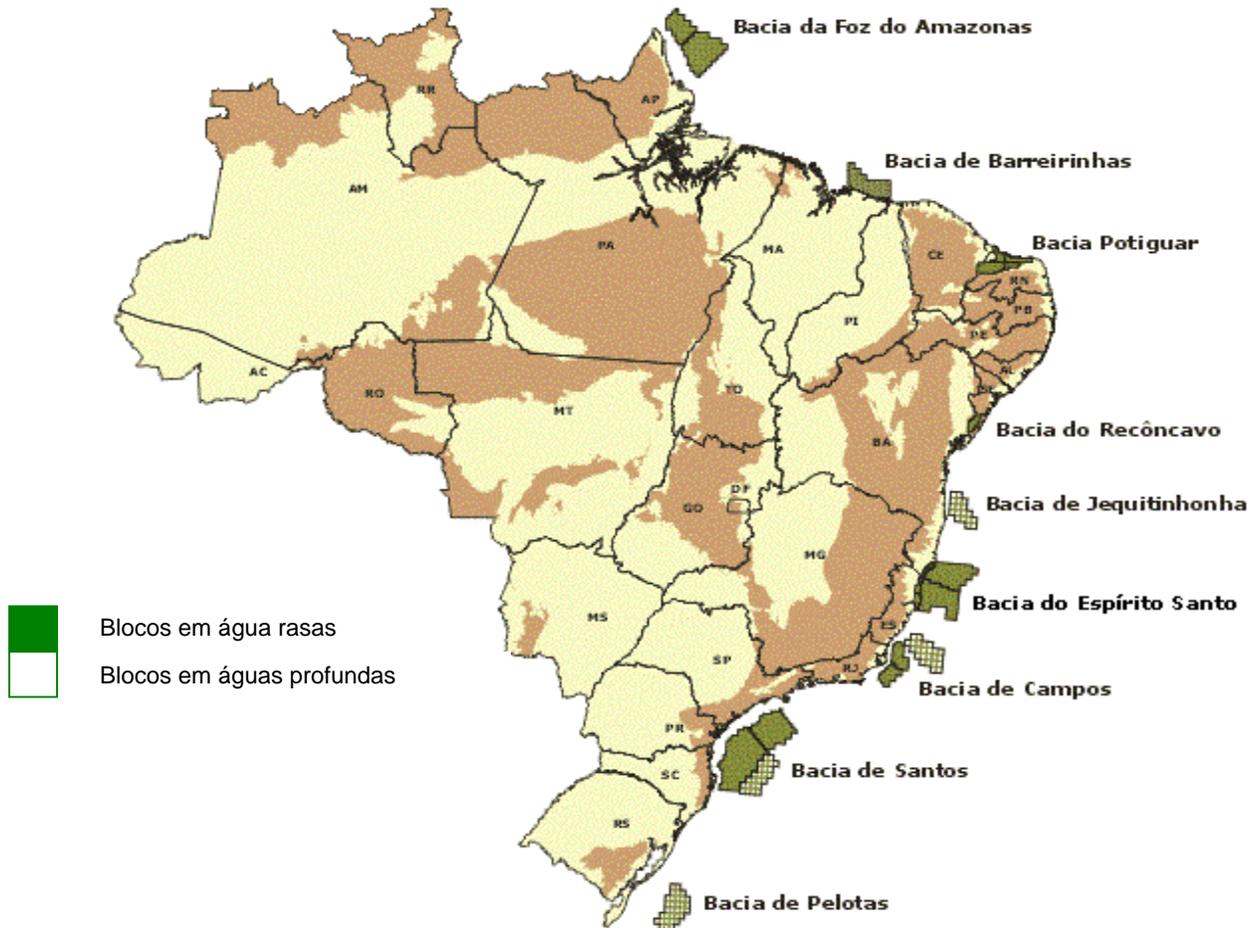
## Capítulo 1 - Introdução

### 1.1 Explicação do Problema

A exploração de combustíveis fósseis é uma das atividades industriais mais lucrativas em todo mundo. No Brasil, após a quebra do monopólio da Petrobrás (Petróleo Brasileiro S.A), várias empresas (nacionais e multinacionais) começaram a “entrar” no mercado de petróleo brasileiro, disputando os chamados *rounds*, onde o IBP (Instituto Brasileiro do Petróleo) faz um leilão de áreas offshore e onshore, chamadas blocos. De acordo com o IBP, o primeiro round foi realizado em julho de 1999. Neste primeiro leilão foram oferecidos 27 blocos e apenas 12 foram concedidos, gerando uma arrecadação de R\$ 321.656.637. Já o segundo round foi realizado em junho de 2000 e uma quantidade maior de blocos foi adquirida pelas empresas interessadas. Dos 23 blocos oferecidos, 21 foram concedidos, gerando uma arrecadação de R\$ 468.259.069. O sucesso da segunda rodada, influenciou o aumento previsível de blocos a serem leiloados, e o terceiro round que ocorreu em junho de 2001 ofereceu 53 blocos, dos quais 34 foram concedidos. Esse round gerou uma renda de R\$ 594.944.023. O quarto round que aconteceu em junho de 2002 foi o último realizado. Neste round 54 blocos foram oferecidos e apenas 21 blocos foram arrematados.

O quinto round está previsto para agosto de 2003. Estas áreas são atrativas, já que estudos preliminares de sísmica (que é o estudo que permite a visualização das camadas formadoras do solo e assim, possibilita que peritos tenham uma boa idéia sobre as chances reais de existência ou não de combustíveis fósseis na área) já foram feitos, principalmente pela Petrobrás. Estes estudos sísmicos são preliminares, sendo necessária uma análise mais minuciosa do local após sua aquisição. O Método sísmico de reflexão tem sido muito utilizado para a descoberta de reservas de combustíveis fósseis, já que é a técnica geofísica que produz as melhores imagens das junções entre unidades de rocha e das estruturas formadoras da subsuperfície (FRANKENFELD, 2002).

Claro que, dependendo da geologia das áreas, existe uma maior ou menor chance de combustíveis fósseis serem encontrados. No Brasil, existem áreas em que as formações geológicas foram generosas, propiciando zonas de exploração (figura 1).

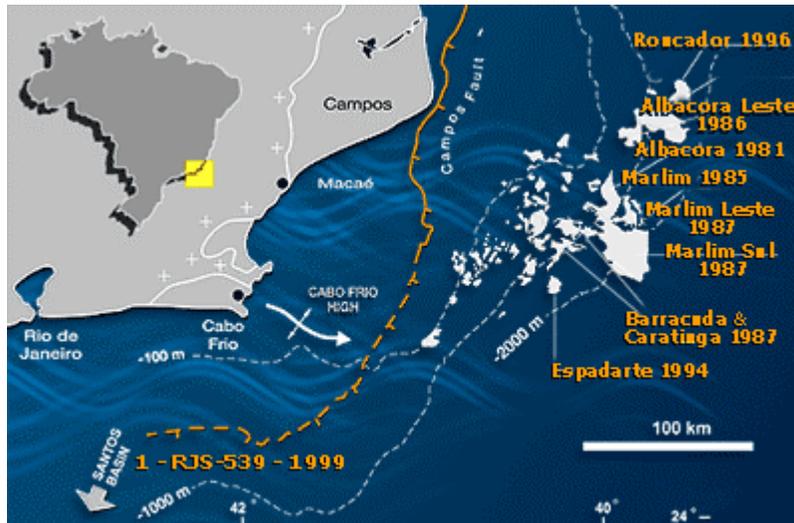


**Figura 1 - Algumas zonas de exploração brasileiras**  
(fonte: ANP)

Uma destas zonas se localiza na cidade de Macaé, no Estado do Rio de Janeiro, em uma área offshore chamada de Bacia de Campos (Figura 2).

Macaé é uma cidade situada no litoral norte do Estado do Rio de Janeiro, e tem como principal fonte de recursos, a exploração de combustíveis fósseis desenvolvida na Bacia de Campos. Somente neste pólo industrial de petróleo,

existem hoje cerca de 36 campos de petróleo. Trinta e sete plataformas de exploração produzem mais de 80 % do petróleo brasileiro, o que representa um número aproximado de 1,2 milhões de barris de petróleo por dia.



**Figura 2 - Bacia de Campos**  
(fonte: ANP)

Diante desta realidade, muitos estudos relativos a esta indústria se fazem necessários, principalmente no que se refere a minimização de impactos ambientais por qualquer um dos recursos necessários à instalação e manutenção dela. Entre estes, a questão dos produtos químicos usados nas plataformas e suas aplicações tem sido objeto de acidentes com impactos ambientais consequentes de proporções controladas até certo ponto. Nesta dissertação, o estudo está direcionado para o gerenciamento de produtos químicos em plataformas offshore, já que o número de plataformas é significativo e existe uma tendência natural de crescimento. Os produtos químicos são indispensáveis para o funcionamento da indústria do petróleo, e são agentes poluidores conhecidos. O controle dos mesmos através de um gerenciamento eficiente, é a garantia de que possíveis acidentes como vazamentos e emissões atmosféricas causando agressões ao ambiente e intoxicação dos trabalhadores sejam minimizados.

De acordo com o capítulo 19 da agenda 21 (Manejo Ecologicamente Saudável das Substâncias Químicas Tóxicas, Incluída a Prevenção do Tráfico Internacional Ilegal dos Produtos Tóxicos e Perigosos), os produtos químicos ainda são uma ameaça à saúde humana, já que a contaminação em grande escala por substâncias químicas, com seus graves danos à saúde humana, às estruturas genéticas, à reprodução e ao meio ambiente prosseguiu nestes últimos anos, em algumas das principais zonas industriais do mundo. Ainda de acordo com o capítulo 19, muito se deve fazer para assegurar o manejo ecologicamente saudável das substâncias químicas. Do ponto de vista ambiental, a legislação brasileira se desenvolve lentamente no que diz respeito à notificação, classificação, acondicionamento e rotulagem de químicos, novos e já existentes. Um passo importante para modificar esta realidade foi a criação do COPASQ (Comissão Nacional de Segurança Química) em 27 de dezembro de 2000 que teve sua denominação alterada em agosto de 2003 para Comissão Nacional de Segurança Química (CONASQ). O objetivo desta comissão formada por 20 instituições do setor público é dar continuidade às discussões relacionadas à segurança química, com vista à implementação de um Plano nacional (fonte: Ministério do Meio Ambiente). Apesar dos esforços, a formação desta comissão ainda não alterou o panorama atual, onde a única legislação abrangente sobre produtos químicos neste momento é o Decreto 98816/1990 e respectivas Portarias, que lidam com a produção, rotulagem, acondicionamento, classificação etc. de pesticidas e substâncias utilizadas no setor agrícola. Infelizmente ainda não existe uma legislação referente ao gerenciamento de produtos químicos, a não ser leis que, como mostrado no ANEXO 1 deste trabalho, possuem o objetivo de restringir a fabricação de entorpecentes ou armas de fogo não sendo diretamente relacionadas ao gerenciamento dos produtos químicos. As normas regulamentadoras brasileiras (portaria 3214 de junho de 1978 do MTE) também não abrangem este tema de forma clara, pois para complementar este trabalho foi feito um levantamento destas normas conhecidas como NR's, no sentido de implementar as ações sugeridas, presentes nas normas aplicáveis ao caso estudado (capítulo 4). Nenhuma

norma técnica discorre sobre o tema Produtos Químicos de forma abrangente, porém algumas delas abraçam parte do tema.

#### 1.1.1 NR's Aplicáveis ao Gerenciamento de Produtos Químicos.

Hoje em dia estão vigentes no Brasil 32 Normas Regulamentadoras Urbanas (NR's) e 5 Normas Regulamentadoras Rurais (NRR), que possuem o objetivo de formalizar a implementação de atividades consideradas de risco, para que as mesmas sejam feitas de forma segura. Após feito um levantamento de cada uma das normas, foi possível estabelecer uma relação entre algumas delas e o gerenciamento de produtos químicos.

##### 1.1.1.1 NR 9 – PPRA (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais)

Esta norma estabelece a “obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), visando à prevenção da saúde e da integridade dos trabalhadores, através da antecipação, do reconhecimento, da avaliação e do controle da ocorrência de riscos ambientais existentes”. Apesar de citar os agentes químicos como sendo um dos riscos que devem ser controlados, em nenhum momento a norma cita maneiras adequadas para o gerenciamento destas substâncias para impedir a contaminação do meio ou dos trabalhadores (a não ser de forma superficial como uso de EPI e medidas de proteção coletivas).

##### 1.1.1.2 NR 11 – Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais

Estabelece requisitos de segurança a serem observados nos locais de trabalho, no que se refere ao transporte, à movimentação, à armazenagem e ao manuseio de materiais, tanto na forma mecânica quanto manual, objetivando a

prevenção de infortúnios laborais, mas em nenhum momento define padrões para gerenciamento de produtos químicos.

#### 1.1.1.2 NR 15 – Atividades e Operações Insalubres

O anexo 11 desta norma (Agentes Químicos cuja Insalubridade é Caracterizada por Limite de Tolerância e Inspeção no Local de Trabalho) discorre sobre insalubridade relacionada a agentes químicos. Neste anexo, são fixados limites de tolerância para mais de 200 agentes químicos (considerando apenas absorção por via respiratória). Este anexo define como devem ser feitas as avaliações das concentrações dos agentes químicos, mas em nenhum momento propõe soluções para o gerenciamento destes produtos (no caso dos limites serem ou não ultrapassados). Esse tipo de informação é dada somente para o caso do agente químico BENZENO, que não está no escopo deste trabalho.

#### 1.1.1.3 NR 16 – Atividades e Operações Perigosas

De acordo com esta norma, são consideradas atividades ou operações perigosas as que são executadas com explosivos e produtos inflamáveis. No caso de produtos inflamáveis, alguns produtos químicos poderiam estar inseridos, mas apenas é feita referência ao GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) e líquidos inflamáveis. Em nenhum momento esta norma discorre sobre o manejo de produtos químicos e como o mesmo deveria ser feito.

#### 1.1.1.4 NR 20 – Líquidos Combustíveis Inflamáveis

Essa norma define o que é um líquido combustível (todo aquele que possui ponto de fulgor é igual ou superior a 70° C e inferior a 93,3° C) e o que é um líquido inflamável (todo aquele que possua ponto de fulgor inferior a 70°C e pressão de vapor que não exceda 2,8 kg/cm<sup>2</sup> absoluta a 37,7°C) Está completamente direcionada a descrever como os tanques de armazenamento de

líquidos combustíveis e de GLP devem estar localizados, sem em nenhum momento considerar os produtos químicos de maneira ampla (não somente os líquidos inflamáveis e o GLP).

#### 1.1.1.5 NR 26 – Sinalização de Segurança

Dentre todas as normas regulamentadoras (com exceção da norma NRR 5 – Produtos Químicos) esta é a norma que possui mais informações sobre gerenciamento de produtos químicos, pelo menos no que diz respeito a rotulagem destes.

O objetivo desta norma é fixar cores que devem ser usadas nos locais de trabalho para a prevenção de acidentes. Descreve como deve ser feita a rotulagem dos produtos químicos perigosos ou nocivos a saúde, citando que os rótulos destes produtos devem possuir instruções breves, precisas e redigidas em termos simples e de fácil compreensão. Define também as informações que devem estar contidas nos rótulos dos produtos químicos, e são elas: Nome do Produto; Palavra de Advertência designando o Grau de Risco, Indicação de Risco, Medidas Preventivas (frases que podem prevenir incidentes, como: Mantenha Afastado do Calor) e medidas de primeiros socorros.

#### 1.1.1.6 NRR 5 – Produtos Químicos

Esta norma trata de produtos químicos utilizados no trabalho rural. São eles os agrotóxicos e afins, fertilizantes e corretivos. A norma é bastante abrangente no que diz respeito a manipulação, preparo e aplicação destes produtos químicos, englobando informações como equipamentos de aplicação, embalagem dos produtos, armazenagem e transporte, mas apesar disso é totalmente direcionada ao trabalho rural, não sendo aplicável a produtos químicos industriais.

Apesar de algumas normas (principalmente a NR 26 e a NRR 5) formalizarem algumas medidas necessárias para estabelecimento de um gerenciamento de produtos químicos seguros, não existe uma norma que esteja diretamente relacionada a este tema. Neste sentido, todos os esforços necessários para que se crie uma legislação para o manejo de produtos químicos devem ser feitos. Esse trabalho descreve uma metodologia simples para efetuar o gerenciamento de produtos químicos em unidades de geração de energia em plataformas de petróleo e pode ser usado como uma ferramenta base para a execução de novos planos de gerenciamento de produtos químicos em outras áreas de atuação. No caso específico, é uma ferramenta importante para garantir o controle dos riscos gerados pelo uso de produtos químicos nas operações de geração de energia em plataformas, seguindo as recomendações previstas no capítulo 19 da agenda 21.

## 1.2 Objetivo a ser alcançado

Esta é uma dissertação voltada para o gerenciamento de produtos químicos utilizados na geração de energia elétrica em plataformas de exploração de petróleo. Está baseada em um estudo de caso em que uma teoria desenvolvida foi aplicada. Tem como objetivo principal apresentar uma proposta para o gerenciamento de produtos químicos para plantas de geração de energia em plataformas offshore que preserve a segurança e a saúde dos trabalhadores e do meio ambiente. Além disso, pretende-se que seja uma ferramenta que contribua para o desenvolvimento de normas onde especifiquem a maneira correta de efetuar o gerenciamento de produtos químicos na indústria em geral. Neste sentido a importância deste trabalho vai além do controle dos produtos químicos utilizados por empresas de geração de energia em plataformas offshore. Este trabalho é na verdade um exemplo de aplicação de uma política de controle de produtos químicos que vai de encontro com as ações previstas na agenda 21, podendo ser utilizado como base na execução de normas ou políticas ambientais de empresas públicas, privadas ou pelo próprio governo no

desenvolvimento de uma legislação específica direcionada a gerenciamento de produtos químicos.

### 1.3 Metodologia Aplicada

Para o estudo do gerenciamento de produtos químicos foi aplicada uma metodologia relativamente nova, utilizada por algumas empresas para eliminar erros no processo produtivo, e com isso aumentar a lucratividade. Esta metodologia se chama *Seis Sigma*, e é detalhadamente explicada no capítulo 3 desta dissertação. Além da metodologia Seis Sigma foram utilizadas outras ferramentas de análise estatística, como Análise de Pareto e análise do caso apresentado (capítulo 4).

### 1.4 Estudo de Caso

A metodologia referida nesta dissertação foi aplicada em uma das plataformas existentes na Bacia de Campos, com o objetivo de ilustrar os benefícios alcançados. Os atores deste estudo são duas empresas, definidas na dissertação como empresa A e empresa B, que possuem uma relação de contratante e contratada, respectivamente. A empresa B é contratada pela empresa A para gerar energia em uma plataforma de exploração, e para isso utiliza no processo variados produtos químicos (capítulo 4). Esses produtos químicos não eram controlados de forma adequada, gerando problemas crônicos, como armazenamento excessivo ou em local inapropriado, datas de validade ultrapassadas gerando o risco de utilização e de possíveis danos no sistema de geração de energia (turbinas de geração de energia são unidades muito sensíveis, e a utilização de produtos não adequados podem gerar impactos grandes, como paradas, emissões excessivas de poluentes, queda na geração, acarretando uma maior necessidade de produtos químicos e aumentando conseqüentemente as emissões e os resíduos).

No caso estudado, um novo método de controle de produtos químicos foi aplicado através da utilização das metodologias descritas no capítulo 3. Os resultados obtidos mostraram que é possível utilizar produtos químicos seguindo a política de gestão ambiental, prevista na agenda 21, que preve como base fundamental para o manejo de produtos químicos a rotulagem adequada, a avaliação dos riscos que cada produto químico apresenta e a existência da folha de segurança do material (neste trabalho chamada de MSDS – Material Safety Data Sheet) entre outros.

### 1.5 Estrutura do Trabalho

Este trabalho é composto por 5 capítulos (sendo o primeiro a Introdução e o quinto a Conclusão) e 4 ANEXOS. No segundo capítulo é abordado o tema das plataformas de petróleo e da geração de energia nas mesmas, fazendo uma relação entre a importância da existência de um gerenciamento confiável de produtos químicos e a minimização dos riscos de contaminação do meio ambiente. O terceiro capítulo aborda a gestão ambiental, a gestão de produtos e a relação entre eles, aprofundando a gestão de produtos através da metodologia Seis Sigma e Análise de Pareto. Já o quarto capítulo aborda a aplicação da metodologia estudada em um caso real, mostrando todos os benefícios (relativos ao meio ambiente e a segurança) atingidos. Os anexos completam o trabalho apresentando exemplos de controles aplicados para garantir o gerenciamento dos produtos, além do resumo da legislação existente relacionada ao manejo de produtos químicos.

## Capítulo 2 – Unidades de Perfuração e Produção Marítimas

“Descobriu-se que a destilação do petróleo resultava em produtos que substituíam com grande margem de lucro, o querosene obtido a partir do carvão e o óleo de baleia, que eram largamente utilizados para iluminação. Estes fatos marcaram o início da era do petróleo”

(THOMAS, 2001)

No Brasil, o primeiro poço com o objetivo real de encontrar petróleo foi perfurado em 1897 no estado de São Paulo, e somente na década de 60 (do século XX), foi feita a primeira descoberta no mar, em Sergipe, no campo Guaricema. Já na década de 70, foi descoberta a região da Bacia de Campos, também em mar.

Estas descobertas impulsionaram estudos voltados para a exploração em plataformas continentais. Esse novo desafio foi seguido por inovações tecnológicas significativas, o que fez do Brasil um dos países dominantes da tecnologia de perfuração de poços profundos. Os investimentos neste ramo da exploração de petróleo continuam e cada vez mais descobertas são feitas em campos marítimos, que podem possuir profundidades variadas (figura 3), o que exige que os métodos e instrumentos utilizados para a perfuração e produção sejam distintos.

Após a descoberta de uma reserva de produtos fósseis que seja provavelmente comercial (através de estudos sísmicos mais detalhados), poços são perfurados para comprovar esta descoberta. Amostras de óleo são retiradas, e havendo a comprovação, mais poços são perfurados e pode ser iniciada a produção (exploração e tratamento prévio dado ao petróleo). A perfuração é feita por plataformas de perfuração, e a produção, por plataformas de produção. A diferença entre elas são os equipamentos que cada uma possui.



**Figura 3 – Exploração em Profundidades Variadas**  
(s.n.t)

## 2.1 Plataformas

As plataformas de petróleo podem ser definidas como unidades de perfuração ou de produção marítimas. Ligam-se aos poços através de tubulações que podem possuir diferentes comprimentos dependendo da lâmina d'água, (profundidade entre o fundo do mar e a superfície). Esta característica é inclusive, uma determinante no tipo de plataforma a ser utilizada.

## 2.1.1 Tipos de Plataforma

Como dito anteriormente, cada área a ser explorada possui características diferentes, e por isso, o método de exploração também deve ser distinto. A seguir serão descritos os tipos de plataformas existentes e as características que condicionam o seu uso.

### 2.1.1.1 Plataformas Fixas

São unidades utilizadas em áreas que possuem profundidade de até 300 metros. São fixas no fundo do mar, e por isso não podem ser utilizadas em locais com profundidades muito grandes.



**Figura 4 - Plataforma fixa situada no nordeste brasileiro** (fonte: <http://www.sindipetro-ce.org.br>)

### 2.1.1.2 Plataformas Auto eleváveis

São balsas que possuem “pernas” autoeleváveis mecânica ou hidráulicamente. Após serem levadas (por rebocadores ou por propulsão própria) ao local da perfuração, acionam as “pernas”, que se movem para baixo até atingir o fundo do mar. A balsa é então elevada até uma altura em que não fique suscetível a ação das ondas do mar.

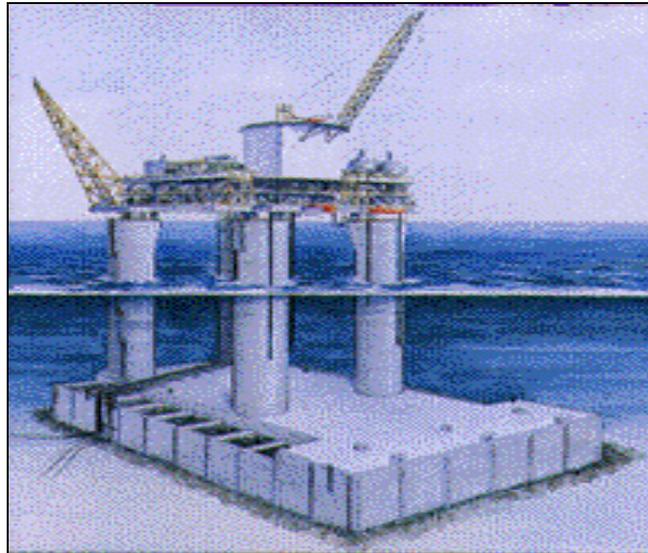
Este tipo de unidade é o que tem sofrido o maior número de acidentes, pois está completamente sujeita à ação do tempo.



**Figura 5 – Plataforma Autoelevável**  
(fonte: Qatar Petroleum)

### 2.1.1.3 Plataformas Submersíveis

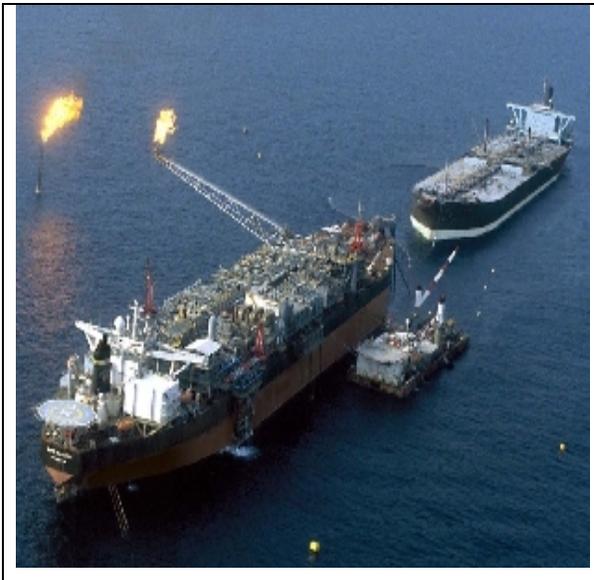
São unidades compostas de uma parte que fica submersa e conjugada a uma estrutura emersa (topsize). Este tipo de unidade se restringe a lâminas d’água muito pequenas, não sendo de grande aplicação de uma maneira geral.



**Figura 6 - Plataforma Wandoo – Austrália**  
(fonte: relatório técnico, Planave/El Passo)

#### 2.1.1.4 Plataformas Flutuantes

Este tipo de unidade se divide em dois tipos, plataformas semi-submersíveis e navios. Em ambos os casos as unidades sofrem movimentação devido a ação das ondas.



**Figura 7 – Navio de Exploração**  
(fonte: cleddau.com)



**Figura 8 – Plataforma Flutuante**  
(fonte: mossww.com)

Plataformas de petróleo, sejam elas de perfuração ou produção, são compostas por várias atividades de apoio que possibilitam seu funcionamento. Manutenção, operação, serviços técnicos diversos, hotelaria, transporte aéreo e, a geração de energia, uma das mais importantes, pois permite o funcionamento da unidade. De uma maneira geral, todas as atividades que compõem os processos de perfuração ou produção de uma plataforma necessitam de produtos químicos para seu funcionamento. Neste trabalho serão enfocados aqueles produtos utilizados na perfuração/produção e na geração de energia, objetivo desta dissertação.

## 2.2 Perfuração e Produção x Produtos Químicos

Como dito anteriormente, as operações de perfuração e produção não seriam possíveis sem a utilização de produtos químicos, indispensáveis para ambas as atividades. No caso específico da operação de perfuração, alguns produtos químicos como os fluidos de perfuração são essenciais. Os fluidos de perfuração podem ser de três tipos, a base de água, óleo ou ar. Segundo THOMAS (2001, p.81) os fluidos tem as seguintes funções:

- limpar o fundo do poço dos cascalhos, gerados pela broca, e transportá-los até a superfície;
- exercer pressão hidrostática sobre as formações, de modo a evitar o influxo de fluidos indesejáveis (kick) e estabilizar as paredes do poço;
- resfriar e lubrificar a coluna de perfuração e a broca.

Ainda de acordo com THOMAS (2001, p.84) os fluidos de perfuração são misturas complexas, e mais especificamente, os fluidos à base de água podem conter:

- alcalinizantes e controladores de pH, como soda cáustica, potassa cáustica e cal hidratada;

- dispersantes, como o lignossulfonato, tamino, lignito e fosfatos;
- redutores de filtrado, como o amido
- floculantes, como a soda cáustica, cal e cloreto de sódio;
- polímeros de uso geral para viscosificar (tornar viscoso, unir e prover peso) e desflocular ou reduzir filtrado;
- surfactantes para emulsificar (gerar emulsão) e reduzir tensão superficial;
- removedores de cálcio e magnésio, como carbonato e bicarbonato de sódio;
- inibidores de formações ativas, como cloreto de potássio, sódio e cálcio;
- bactericidas, como paraformaldeído, compostos organoclorados, soda cáustica e cal.
- Produtos químicos mais específicos como anticorrosivos, traçadores químicos, antiespumantes, entre outros, também podem estar presentes.

Como pode ser observado, os fluidos de perfuração são formados por misturas de produtos químicos, que, em caso de vazamentos podem causar impactos significativos ao ambiente, por isso, devem ser tratados como produtos químicos, e devem ser controlados do mesmo modo.

Além dos fluidos de perfuração, muitos outros produtos químicos devem ser utilizados para garantir o funcionamento de plataformas *offshore* (tanto plataformas de perfuração quanto de produção).

### 2.3 Geração de Energia x Produtos Químicos

Como já dito anteriormente, a geração de energia elétrica é o coração das plataformas, já que sem energia, não há possibilidade de funcionamento de nenhum dos equipamentos necessários para a exploração do petróleo (bombas, equipamentos de controle, medidores, etc). Sendo uma atividade vital na plataforma, deve ser monitorada todo o tempo, incluindo manutenções freqüentes. Para que as manutenções sejam feitas, são necessários produtos químicos, que podem possuir diferentes funções (desengraxantes,

desingripantes, lubrificantes, aditivos e outros). Estes produtos são essenciais para o funcionamento dos sistemas de geração de energia e por isso devem ser controlados de forma a não apresentarem riscos quanto a estocagem inadequada, quantidades excessivas e prazos vencidos entre outros. Além disso, é muito importante conhecer os riscos que cada um destes produtos químicos podem causar a saúde do trabalhador. De acordo com DE Sousa (2003), suspeita-se que grande parte dos agentes químicos presentes nos produtos químicos possui algum efeito direto sobre o material genético (DNA) humano, sugerindo capacidade genotóxica (indução de alteração do material genético). Ainda de acordo com DE Sousa, existem atualmente cerca de 11 milhões de substâncias químicas, sendo que apenas 60% possuem estudos completos sobre o organismo humano. Sendo assim, os produtos químicos utilizados na geração de energia de plataformas de petróleo se configuram como um risco não só para o meio ambiente (através de possíveis vazamentos contaminando o meio diretamente, ou em forma de poluentes atmosféricos), mas também para os trabalhadores que necessitam ter um contato direto com estes produtos. Neste sentido, é muito importante a aplicação adequada do gerenciamento de produtos químicos, já que uma das etapas deste gerenciamento é a rotulagem dos produtos químicos, mostrando seus riscos para o meio ambiente e a saúde do trabalhador. Esse é um ponto fundamental, já que como descrito na conclusão do seminário internacional de segurança química realizado em São Paulo em 1998, os trabalhadores e a sociedade civil devem ter o direito legal à informação sobre os nomes e os riscos das substâncias químicas ao qual estão expostos. Se as substâncias químicas que compõem os produtos químicos não são conhecidas, como garantir que os trabalhadores não estão sendo submetidos a uma exposição danosa? Claro que a utilização dos equipamentos de proteção individual durante a utilização dos produtos químicos é uma solução viável, porém é importante ressaltar que a utilização destes equipamentos não diminui o risco, apenas serve de barreira ao risco protegendo o trabalhador (MACHADO, 2000). Como minimizar os riscos relacionados ao uso de produtos químicos pelos trabalhadores? Como minimizar

o risco de possíveis vazamentos de produtos químicos no meio? A utilização de produtos químicos requer a aplicação de um gerenciamento eficaz que garanta a minimização dos riscos atribuídos a esta utilização, seja ela em plataformas offshore, seja ela em fábricas ou em qualquer outro segmento (seja ele industrial ou não). Neste trabalho se aplicou um gerenciamento de produtos químicos em plantas de geração de energia em plataformas de petróleo, baseado nas definições estabelecidas no capítulo 19 da agenda 21, unindo proteção do trabalhador e do meio ambiente com economia de recursos e controle de materiais (como mostrado no capítulo 3).

Plataformas de petróleo são áreas detalhadamente planejadas, que não possuem muitos espaços disponíveis para qualquer tipo de armazenamento ou atividade extra e todo o aproveitamento do espaço é definido antes do início das operações de extração dos combustíveis fósseis. Neste sentido, o aproveitamento do espaço deve ser feito de forma clara, precisa e preferencialmente compacta, para que todos os equipamentos sejam posicionados, e além disso não coloquem em risco a segurança da área.

Em plataformas *offshore* a maneira mais econômica de armazenamento de produtos químicos é feita através de armários varados (Skid - figura 9), que nada mais é que uma estrutura de metal que armazena os produtos no plano vertical, economizando espaço no piso. Claro que toda e qualquer área de armazenamento de produtos químicos deve ser preparada de forma a não permitir que eventuais vazamentos poluam o ambiente. No caso de plataformas de petróleo, a solução é a construção de uma barreira ao redor do skid de produtos químicos, impedindo que na eventualidade de um vazamento, este possa alcançar o mar. Possivelmente a melhor solução seria a construção de uma área de drenagem dentro desta área de confinamento, que direcionaria o produto vazado para um tanque de resíduos. O descarte do produto seria feito de acordo com a legislação ambiental vigente. No caso estudado não será descrito o processo de descarte de resíduos, já que este tema, apesar de ser

parte integrante do gerenciamento de produtos químicos, possui identidade própria e seria possivelmente assunto para um outro trabalho.



**Figura 9 – Skid de Produtos Químicos em uma Plataforma**

No caso estudado, os produtos químicos utilizados para operação e manutenção das turbinas de geração de energia estão descritos na tabela abaixo, assim como quantidades e a função de cada um deles .

**Tabela 1 – Lista de Produtos Químicos (utilizados na geração de energia em uma plataforma)**

ITEM	DESCRIÇÃO	APLICAÇÃO
1	ACETONA 1000 ml	LIMPEZA MOTOR ELÉTRICO
2	ÁCIDO SULFURICO	BATERIAS
2	ADESIVO BASE DE SILICONE P/ ALTA TEMP. ULTRA COOPER	VEDAÇÃO MOTOR (GERAL)
3	ÁGUA DESTILADA	LAVAGEM TURBINA/BATERIA
4	ARDROX. 6322 (BALDE DE 20 L)	LIMPEZA DOS FILTROS DE AR
5	ARDROX AGENA 6345 (BALDE DE 20L)	LAVAGEM TURBINA/BATERIA
6	ARDROX AGENA 690	LIMPEZA DE USO GERAL
7	CASCOLA (ADESIVO DE CONTATO) 862 ml / 750g	FIXAÇÃO BORRACHA HOOD
8	CATAPHORA FUEL OIL TREATMENT	ADITIVO PARA ÓLEO DIESEL
9	CREME DESENGRAXANTE PARA AS MÃOS LUVEX	LIMPEZA DAS MÃOS
10	CREME DESENGRAXANTE PARA AS MÃOS EDUMAR 240 g	LIMPEZA DAS MÃOS
11	DESCARBONIZANTE JIMO	LIMPEZA QUEIMADOR
12	DESENGRAXANTE LAND 199 (BALDE DE 20 L)	LIMPEZA GERAL

13	PLEXMOL API 500	LAVAGEM DE FILTROS
14	DESINGRIPANTE WD-40	DESINGRIPANTE USO GERAL
15	DISMATLING LUBRIFICANT - PLUSGÁS - 250ml	DESINGRIPANTE USO GERAL
16	GLICERINA LÍQUIDA BL-DESTILADA 1000 ml	INSTRUMENTAÇÃO
17	GRAXA LITROLINE MP	LUBRIFICAÇÃO PARA ROLAMENTO
18	GRAXA MOBILUX EP2	LUBRIFICAÇÃO
19	GRAXA MOBILITH SHC 460	LUBRIFICAÇÃO
20	GRAXA MOBILARMA 796	LUBRIFICAÇÃO
21	GRAXA GMA 2EP	LUBRIFICAÇÃO GERAL
22	GRAXA MOBYLOTE BR-2 1Kg	LUBRIFICAÇÃO GERAL
23	LIMPA CONTATOS LC-150-300ml	LIMPA CONTATO
24	LOCTITE 241 - TRAVA PORCA MÉDIA RESISTÊNCIA 250g	TRAVA PORCA MÉDIA RESISTÊNCIA
25	LOCTITE 242 - TRAVA PORCA 250g	TRAVA PORCA
26	LOCTITE 601 - FIXAÇÃO ROLAMENTOS 250g	FIXAÇÃO ROLAMENTOS
27	LOCTITE 620 - FIXAÇÃO ROLAMENTOS ALTA TEMP. 250g	FIXAÇÃO ROLAMENTOS
28	LOCTITE 7070 - AEROSOL 400 ml	LIMPEZA / DESENGRAXANTE
29	LOCTITE ANTI-SEIZE 1Kg	GRAXA GRAFITADO ANTI-SEIZE A
30	LOCTITE REMOVEDOR DE JUNTAS AEROSOL	REMOVEDOR DE JUNTAS
31	MARCADOR ESTEFOGRÁFICO P/ METAIS 3mm - 60g	MARCADOR DE MATERIAL
32	MASSA PARA POLIR	MASSA PARA POLIR VISORES
33	MONOETILENO GLICOL INIBIDO VERDE (TB 220 L)	ADITIVO PARA ÁGUA DE RESF. DG
34	ÓLEO LUBRIFICANTE TERES. 46	ÓLEO LUBRIFICANTE DO TG
35	ÓLEO LUBRIFICANTE MD 400 EXTRA TURBO	ÓLEO LUBRIFICANTE DO DGE
36	PRIMER	CONVERTEDOR DE FERRUGEM
37	PASTA AZUL DA PRÚSSIA	AJUSTE DE INTERFERÊNCIA
38	QUIMATIC 1	FLUIDO DE CORTE
39	QUIMATIC 10 LUBRIFICANTE SPRAY 400 ml	LUBRIFICANTE BAIXA VISCOSIDADE
40	QUIMATIC 30 DUPLA AÇÃO 400 ml	GRAXA LÍQUIDA - PROTEÇÃO E LUB.
41	QUIMATIC PCF (PRIMER CONVERTEDOR DE FERRUGEM)	PRESERVAÇÃO CONTRA FERRUGEM
42	REMOVEDOR PINTOF	REMOVEDOR DE TINTAS
43	SILICONE INCOLOR USO GERAL - 300 g	VEDAÇÃO DE USO GERAL
44	SUPER BONDER LOCTITE 3g	COLA ESTRUTURAL DE USO GERAL
45	SUPER BONDER LOCTITE 5g	COLA ESTRUTURAL DE USO GERAL
46	TINTAS DE VÁRIAS CORES	PINTURA GERAL
47	TUBOLITE 500g	SOLDA FRIA
48	TURCO 4181 L - TAMBOR DE 200 L	LIMPEZA DIESEL
49	VASELINA SÓLIDA	FACILITAR MONTAGEM
50	VEJA MULTIUSO - LIMPEZA GERAL	LIMPEZA GERAL DE PAINELIS
51	VERNIZ 1303/AR - 5L	TECALNTE DE MOTOR

Todos os produtos acima foram encontrados na primeira análise dos produtos químicos utilizados para garantir a geração de energia da plataforma

em questão. A aplicação de alguns produtos pode não ser comum e por isso serão detalhadas a seguir.

A acetona é um solvente muito conhecido, que no caso em questão é usada para limpar os contatos elétricos , desengordurando as partes de contato elétrico de placas eletrônicas. Sem este tipo de limpeza poderia haver mau contato e os equipamentos em questão não funcionariam de forma adequada

O ácido sulfúrico é usado para complementar as soluções das baterias existentes na plataforma.

O adesivo ultracooper é um adesivo de silicone, para uso geral (vedação) usado especialmente na junção entre as carcaças da turbina, de modo que não haja escape de gases quentes. É composto por substâncias que suportam altas temperaturas, já que as temperaturas da turbina são muito elevadas.

A água destilada é utilizada para a lavagem das turbinas, já que não pode haver nenhum tipo de impureza nas peças das turbinas, o que poderia causar danos aos equipamentos. Também usada para complementação do nível do eletrólito das baterias chumbo-ácidas

O Ardrex 6322 é utilizado para a limpeza dos filtros de ar, uma vez que para que haja a combustão do gás (combustível) é necessário que haja uma injeção de ar (comburente). Esse ar é colhido no ambiente, e passa por filtros para a retirada de todas as impurezas que possa conter. Esses filtros são caros, e por isso são reaproveitados, desde que corretamente lavados. Caso os filtros de ar de combustão encontrarem-se sujos, a eficiência da turbina decresce, não atingindo a performance desejada.

O ardrex 6345 é usado para a lavagem do gerador de gás das turbinas, que é o lugar onde há a compressão do ar atmosférico que será usado na combustão. Caso o compressor esteja sujo, a eficiência da máquina diminui.

O ardrex 690 é usado para limpeza de uso geral, tal como : piso, hood (carapaça de proteção que envolve a turbina diminuindo o ruído no ambiente, e dando suporte a sistemas de CO<sub>2</sub> que ficam direcionados à turbina e são acionados em caso de incêndio), etc. É um desengraxante de uso industrial.

A cola Cascola é usada para colar as borrachas de vedação das portas dos hoods das turbinas .

O Cataphore é um aditivo para o óleo diesel, pois como dito anteriormente as turbinas queimam gás natural ou diesel (em caso de problemas com o fornecimento de gás natural através do poço). Este aditivo é importante, pois tem a função de não permitir a proliferação de bactérias que se formam na água existente no óleo. Essas bactérias prejudicam não só a queima, fazendo com que o poder calorífico seja afetado, como também os equipamentos da turbina. Também tem a função coagulante, agregando as partículas de sujeira e levando-as para o fundo do tanque através da gravidade.

O creme para as mãos Luvex e Edumax possuem a função de limpar as mãos dos trabalhadores de produtos como as graxas. Tem a função hidratante para as mãos , evitando o ressecamento.

O Jimo é um produto usado para a limpeza dos queimadores de gás e diesel, auxiliando a retirada da carbonização que se forma nos pontos onde há a saída de combustível .

O Land 199 é um detergente muito forte (desengraxante), usado para a limpeza geral das áreas das turbinas.

Plexmol, é utilizado para lavagem dos filtros. É um desencrustante.

O WD 40 é um desingripante, que é de uso geral. É utilizado para “afrouxar” porcas e conexões, entre outros. Também utilizado como anti-corrosivo criando uma fina película protetora.

O Plusgás tem a mesma função do WD40, mas não tem demonstrado ser tão poderoso quanto ele.

A glicerina líquida é usada nos indicadores de pressão (manômetros) das variáveis de processo das turbinas, evitando que os ponteiros oscilem e desprendam devido às altas vibrações no hood da turbina, são usadas como dispositivos anti-vibratório.

A graxa litholine MP (média pressão) é utilizada para lubrificação de rolamentos, assim como as outras graxas são utilizadas para lubrificação geral.

O limpa contatos (LC 150) é utilizado para a limpeza dos contatos elétricos, tem a função solvente, agregando a sujidade desprendida dos contatos elétricos.

O Loctite 241 é um trava porcas de média resistência. É utilizado para garantir que as porcas estejam bem travadas e que não se soltem durante a operação das máquinas. O Loctite 242 possui a mesma função, sendo de alta resistência.

Os Loctites 601 e 620 são usados para a fixação de rolamentos, com o mesmo intuito de garantir que os mesmos não se soltem durante a operação das máquinas.

O Loctite 7070 é um desengraxante utilizado para a limpeza em geral.

O anti size é utilizado para lubrificação em equipamentos submetidos à altas temperaturas.

O removedor de juntas é utilizado para a remoção de juntas de conexão entre flanges de tubulações.

O marcador Markey é basicamente uma caneta. É utilizado para marcar produtos e equipamentos. Usado para marcação em material ferroso.

A massa para polir é usada para polir visores de instrumentos, retirando graxas, óleo e respingos de tintas.

O monoetileno glicol tem a função anti-congelante e também aumenta a temperatura de ebulição da água do radiador do diesel gerador de emergência. Sua formulação limpa e mantém desobstruídas as canaletas de resfriamento do bloco do motor, fazendo com que a máquina trabalhe dentro do limite de suas especificações técnicas.

O óleo lubrificante Tereso 46 é essencial para o funcionamento das turbinas, pois é utilizado diretamente nas turbinas para garantir a lubrificação dos mancais (como o óleo lubrificante nos automóveis).

O MDD 400 é o óleo lubrificante utilizado no DGE (Diesel Gerador de Emergência). É fabricado especialmente para motores Detroit Diesel. O DGE é um motor à diesel, que garante o funcionamento dos equipamentos básicos da plataforma em caso de *Shutdown* que é a queda total de energia causada por parada no funcionamento das turbinas no sistema de geração de energia elétrica principal. Caso nenhuma das turbinas possa partir, o DGE parte à diesel e supre a plataforma de energia até que o problema seja solucionado. O MDD 400 é fabricado para motores diesel turbo aspirados.

O Quimatic 1 é um fluido para corte que tem a função de resfriar a peça e diminuir o desgaste da ferramenta usada.

Quimatic 10, é um lubrificante industrial, não oleoso, de uso geral. Similar ao WD 40, White Lub, etc.

Quimatic 30, é da mesma família, só que para trabalhos pesados, formando uma película protetora, que o fabricante garante por dois anos. Esta película protege contra corrosão.

A Pasta Azul da Prússia tem a função de identificar as interferrências entre peças.

O Primer PCF é um primer convertedor de ferrugem, dispensa a remoção prévia da ferrugem, a ferrugem é convertida num fundo protetor. É um produto usado para preservar as peças da ferrugem, já que as plataformas marítimas estão extremamente expostas à esse tipo de ação natural devido à maresia.

O removedor Pintof é um solvente usado para remover tinta a base de óleo.

O silicone é um produto utilizado para vedação geral.

A cola Super Bonder é utilizada para colar papel, plásticos, madeira, etc. De uso geral.

As tintas são utilizadas para pintar superfícies diversas e protegê-las da ação do mar (ferrugem).

O produto Tubolite é utilizado como solda fria, combinando dois componentes que formam uma massa usada para sanar vazamentos, etc.

O Turco é um produto utilizado para a limpeza dos bicos injetores da turbina. Estes bicos são responsáveis por injetar o combustível dentro da câmara de combustão para que haja queima do mesmo. Esse bicos devem ser limpos frequentemente.

A vaselina sólida é usada para lubrificação de peças, facilitando a montagem.

O produto Veja multiuso é usado para limpeza geral de áreas próximas a área da turbina. É um detergente de uso doméstico

O verniz é utilizado para aumentar o isolamento elétrico de motores elétricos, fazendo com que o enrolamento contaminado, após a limpeza, adquira as suas propriedades isolantes elétricas novamente.

Estes produtos são a base do funcionamento da planta de energia, mas como pode ser observado acima, alguns deles possuem a mesma função de outros. A existência de produtos que possuem a mesma função que outros não é boa, já que quanto menos produtos existirem na planta, mais fácil o controle dos mesmos, minimizando conseqüentemente os possíveis riscos ao meio ambiente causados por possíveis vazamentos, reações ou até mesmo má utilização dos produtos. Este foi um dos primeiros pontos vistos durante o estudo de caso que está descrito no capítulo 4.

### **Capítulo 3 – Gestão Ambiental, Gestão de Produtos, Gestão de Produtos x Gestão Ambiental, Metodologia Seis Sigma e Análise de Pareto**

“ Durante muitos séculos foi assim e parecia que o homem não se dava conta de que pescar no rio é bom para testar o novo equipamento, mas os resultados dessa tecnologia somente podem ser aferidos enquanto houver peixes”

**(MACEDO, 1994)**

#### **3.1 Gestão Ambiental**

De acordo com BRUNS (2003), gestão ambiental é a consequência natural da evolução da humanidade em relação à utilização dos recursos naturais de um modo mais sábio, onde se explora apenas o que pode ser repostado e visa ordenar as atividades humanas para que estas originem o convívio compatível sobre o meio. O que seria necessário então para que o meio se reestruturasse e se recuperasse de todos estes anos de degradação? Parar bruscamente com a exploração dos recursos naturais, poupando desta forma o meio ambiente? De acordo com MACEDO (1994), grande parte do conhecimento humano já se transformou em produtos e exigências da humanidade e estão presentes nas mais simples atividades do dia a dia. Por isso, cada indivíduo sofreria impactos negativos caso a ciência e a tecnologia interrompessem o seu desenvolvimento. Ainda de acordo com MACEDO (1994), interromper a rota da ciência é uma solução absurda. Neste contexto, seria interessante entender como resolver o impasse entre a evolução tecnológica e a preservação do meio?

De acordo com BRAGA (2002), para o encaminhamento da solução de conflitos internos, as sociedades desde as mais antigas até as mais modernas, autodotaram-se de códigos, constituições, leis, políticas processos socioeconômicos e instituições. Atualmente a gestão ambiental é a forma encontrada para disciplinar o acesso da humanidade ao ambiente, dirimindo ou

minimizando os conflitos entre seus membros e os demais componentes ambientais.

### 3.1.1 Gestão Ambiental no Ambiente Empresarial

A preocupação com o meio ambiente não pode ser encarada como incremento de custos pelas empresas. É preciso entender que preservar o meio ambiente é um investimento, já que de acordo com HOJDA (1998), custos podem ser reduzidos com a aplicação de uma política ambiental, oferecendo as organizações vantagens competitivas matematicamente mensuráveis: redução de custos em função da economia de recursos naturais e diminuição da geração de resíduos além da economia de recursos pertinentes a indenização por responsabilidade civil.

“Entre as soluções arquitetônicas de vanguarda nos EUA e na França que integram qualidade de design, custos compatíveis e correção ecológica está a sede reformada da National Audubon Society, em Nova York. Com a solução adotada, a organização conseguiu reduzir em 61% os dispêndios com energia, o que determinou uma economia de 100.000.00 dólares anuais.”

**(Revista Time, 1993)**

Além das vantagens descritas acima, existe também a preocupação com o futuro das próximas gerações, que talvez não possam usufruir de todos os recursos existentes, já que de acordo com ASSIS (2000), a relação entre a velocidade da inevitável agressão ambiental e a velocidade com que a natureza consegue reagir para compensar estes danos é o que garante a sustentabilidade. Neste sentido, as vantagens competitivas geradas pela adoção de uma política ambiental correta que tem como objetivo minimizar os impactos ambientais causados pela produção, aliados a preocupação com o cenário catastrófico gerado por impactos ambientais importantes, como a elevação da temperatura do planeta provocada pela concentração de dióxido de carbono na atmosfera, levou a incorporação da gestão ambiental nas políticas dos países industrializados.

A gestão ambiental empresarial está voltada para organizações, firmas, empresas ou corporações e pode ser definida como o conjunto de políticas, programas e práticas administrativas e operacionais que levam em conta a saúde e a segurança das pessoas e a proteção do meio ambiente através da eliminação dos impactos e danos ambientais (AMBIENTEBRASIL, 2003).

Como definido anteriormente, a gestão ambiental poderia ser entendida como o conjunto de políticas que possibilitem a utilização dos recursos naturais de forma correta, permitindo que o ambiente se recupere e se auto-sustente, com o objetivo da busca permanente da melhoria da qualidade dos serviços, produtos e ambiente de trabalho. Como garantir que este princípio seja seguido por indústrias que utilizam recursos naturais e que geram passivos ambientais? Como garantir que a gestão ambiental seja implementada em cada organização? Que ferramentas podem ser usadas para garantir que cada empresa implemente a gestão ambiental?

É neste sentido que faz-se necessária a referência à legislação ambiental vigente que possui o objetivo de disciplinar o uso dos recursos naturais (entende-se uso como toda e qualquer utilização do meio) e as normas ISO (International Standardization for Organization), que possuem o objetivo de normatizar e harmonizar as ações internacionalmente. As normas ISO são criadas por um fórum internacional de normalização constituído por mais de uma centena de países membros (AMBIENTEBRASIL, 2003) .

Várias normas ISO relacionadas a diferentes assuntos foram criadas, mas neste trabalho somente a norma ISO 14.000 é citada, pois especifica os elementos de um SGA (Sistema de Gestão Ambiental) e oferece ajuda para sua implantação e aprimoramento.

A norma ISO 14.000 define os elementos de um sistema de gestão ambiental como um ciclo que possui os seguintes princípios (ambientebrasil):

Princípio 1 – Uma organização deve focalizar aquilo que precisa ser feito (avaliação ambiental inicial), deve assegurar comprometimento ao SGA e definir sua política.

Princípio 2 – Uma organização deve formular um plano para cumprir com sua política ambiental.

Princípio 3 – Para uma efetiva implementação, uma organização deve desenvolver as capacidades e apoiar os mecanismos necessários para o alcance de suas políticas, objetivos e metas.

Princípio 4 – Uma organização deve medir monitorar e avaliar sua performance ambiental.

Princípio 5 – Uma organização deve rever e continuamente aperfeiçoar seu sistema de gestão ambiental, com o objetivo de aprimorar sua performance ambiental geral.

Claro que vários motivos incentivam as empresas a adotarem o SGA e a seguirem seus princípios, entre eles a legislação ambiental cada vez mais restritiva e o impacto comercial da imagem das empresas ambientalmente corretas, pois de acordo com HODJA (1998), as empresas que menosprezam a consciência ecológica são julgadas e condenadas sumariamente pela opinião pública, correndo sério risco de sobrevivência. Ainda de acordo com HODJA (1998), a ISO 14000 é um requisito para o ingresso das empresas no comércio exterior, fortalecendo a afirmativa: Gestão Ambiental é vantagem competitiva.

Ainda sobre os sistemas de gestão ambiental, atualmente existe a tendência à aplicação do sistema de gestão ambiental integrado (SGAI) que diferencia-se da abordagem tradicional dos sistemas de gestão ambiental em vários aspectos, entre eles adiantando-se às leis vigentes e antecipando-se às

leis vindouras, projetando uma imagem avançada (LOPES e MATTOS, 2001). Neste sentido, não somente é vital para as empresas cumprir a legislação ambiental vigente, mas sim ir mais além, implementando uma política ambiental que estabeleça e mantenha contatos externos com as comunidades vizinhas, órgãos de comunicação, autoridades e órgãos do poder público, entidades ambientalistas, sindicatos de classe, órgãos de segurança e da Defesa Civil, fornecedores, consumidores e clientes, acionistas e o público em geral, e que se baseie na utilização de soluções tecnológicas que promovam o equilíbrio ecossistêmico (LOPES e MATTOS, 2001).

### 3.2 Gestão de Produtos

A gestão de materiais envolve desde a matéria prima até o produto final, garantindo que os materiais certos cheguem no momento certo e em quantidade certa, reduzindo desta forma custos de armazenagem e compra. A utilização dos recursos atinge a harmonia necessária quando os níveis de estoque são regulados em quantidades suficientes para propiciar um pleno atendimento ao cliente, evitando excessos e desperdícios. Sob o ponto de vista do gerenciamento da produção, as necessidades de material devem ser calculadas e planificações de materiais devem ser feitas, como pontos de reposição e estoque fixo. Em média 6% do custo da mão de obra poderia ser economizada se os materiais e equipamentos fossem corretamente gerenciados e estivessem no local de trabalho no momento da utilização. Neste sentido, fica claro que para garantir a gestão de produtos (sejam eles químicos ou não), deve-se prever as quantidades necessárias dos mesmos, evitando desta forma compras desnecessárias e conseqüentemente armazenamento em quantidade excessiva, e os conhecidos riscos causados por este armazenamento (validades vencidas, dificuldade de controle, quantidades maiores do que se pode armazenar).

Neste trabalho a relação entre a gestão ambiental e a gestão de produtos vai ser feita de modo a demonstrar que a gestão de produtos é um componente

da gestão ambiental, já que a minimização da utilização dos recursos é uma das metas da ISO 14000.

### 3.2.1 Gestão de Produtos x Gestão Ambiental

"Servir de instrumentos de gestão com vistas a obter ou assegurar a economia de matérias primas e insumos, destacando –se a responsabilidade ambiental da empresa é uma das finalidades básicas da Gestão Ambiental e Empresarial"

**(AMBIENTEBRASIL, 2003)**

De acordo com WRUK (2003), o primeiro princípio da implantação da gestão ambiental, chamada de avaliação ambiental inicial permite que as organizações avaliem o seu processo, conhecendo desta forma o seu perfil e desempenho ambiental, identificando os pontos fracos que possibilitem obter benefícios ambientais e econômicos, tornando mais eficientes a utilização de matérias primas e insumos. Essa relação entre utilização de matérias primas/insumos e benefícios ambientais e econômicos é amplamente difundida dentro da filosofia da gestão ambiental empresarial. As auditorias ambientais (que são a base do princípio 4 da implantação da gestão ambiental) são ferramentas que possibilitam a minimização de perdas, que dependendo da natureza das operações, podem ser relacionadas à água, emissões, efluentes, energia, resíduos e materiais. Neste sentido, percebe-se que a gestão de materiais está intimamente ligada com a gestão ambiental, já que o controle dos materiais (e entende-se materiais como qualquer recurso, material-prima ou insumo necessário para execução de uma determinada atividade) tem como um dos objetivos a minimização dos mesmos, gerando conseqüentemente a minimização da poluição. De acordo com GRIPPI (2001), o grande benefício da qualidade ambiental materializar-se está na possibilidade da redução da poluição muito próximo a zero, haja visto que o sistema de gestão oferece recursos e modos de controle. Neste sentido, fica claro que para minimizar os impactos provenientes de possíveis incidentes envolvendo produtos químicos,

seja durante o transporte, a estocagem ou o descarte dos mesmos (que é o principal objetivo deste estudo), se torna importante a redução do transporte, estocagem e uso e ou posterior descarte destes produtos. Duas citações interessantes são feitas a respeito da gestão ambiental do meio urbano e da gestão sustentável dos meios de transporte que mostram claramente que a limitação do uso dos recursos é uma das ferramentas principais da gestão ambiental.

“ A gestão ambiental do meio urbano ilumina bem as dificuldades vividas pelos planejadores e executivos municipais. Uns dos principais instrumentos das políticas de conservação são a interdição de espaços e a limitação dos usos.”

**(MORAES, 2000)**

“Significa que o Brasil pode crescer 7% alavancando a produção da indústria automobilística e priorizando o transporte individual, a queima de combustíveis, a poluição urbana, as doenças respiratórias, os engarrafamentos monstruosos ou colocando em primeiro plano os investimentos em transportes coletivos (trêns, metros, ônibus articulados, barcas, etc) que reduzem os efeitos danosos da queima de combustível, permitem que o tráfego flua melhor, reduzem o tempo de deslocamento da casa para o trabalho, contribuem para evitar as doenças respiratórias e os gastos com internamento hospitalar que elas provocam...”

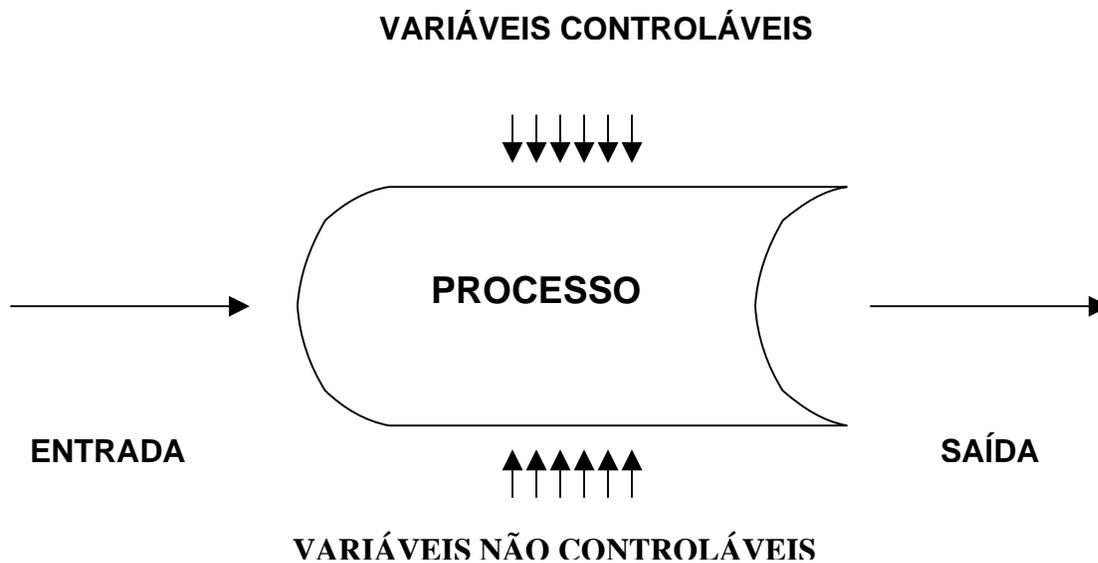
**(ASSIS, 2000)**

### 3.3 Metodologia Seis Sigma

Para a análise do processo que está sendo discutido nesta dissertação a metodologia adotada foi a metodologia Seis Sigma através de uma ferramenta muito conhecida, a análise de Pareto. A metodologia Seis Sigma foi criada em 1986, por um cientista da empresa Motorola chamado Bill Smith, que na época introduziu o conceito com o objetivo de formalizar a maneira com que os defeitos da produção eram contados, ou melhor, considerados. A partir daí a metodologia Seis Sigma proporcionou à Motorola a chave do conceito “qualidade”. Esta metodologia utiliza rigorosa análise estatística para identificar problemas,

chamados de “defeitos” em um processo. É uma análise abrangente, que tem como objetivo principal reduzir drasticamente os erros no processo, através da análise de todas as fases do mesmo, e definição das variáveis controláveis que podem ser alteradas para que uma efetiva melhora seja alcançada. Neste capítulo, a metodologia Seis Sigma será abordada, assim como a ferramenta análise de Pareto.

Na figura 10 está apresentado o diagrama de um processo, com as fases principais que o formam.



**Figura 10– Diagrama de um processo**  
(fonte: GE workshop book)

A entrada está relacionada a todos os elementos necessários para execução do processo, como materiais e solicitação do cliente. As variáveis controláveis são todas aquelas que podem ser medidas. Dependendo do processo analisado, bons exemplos podem ser tempo, pressão, velocidade e vazão. As variáveis não controláveis podem ser definidas como todas aquelas

que não podem ser medidas, que não dependem de nós. Um bom exemplo deste tipo de variável é a variação cambial. A saída do processo é exatamente o resultado da integração de todas estas variáveis envolvidas, podendo ser um valor positivo (no sentido de gerar bons resultados) ou um valor negativo, gerando neste caso, resultados com valores inferiores ao esperado. Em ambos os resultados a metodologia Seis Sigma pode ser implantada. No primeiro caso, apesar dos resultados positivos, muitas variáveis controláveis podem estar interferindo no processo, fazendo com que o resultado, apesar de positivo, não atinja o potencial que poderia. Já no segundo caso, a influência das variáveis controláveis afetam a saída do processo de maneira tão direta, que o mesmo não consegue atingir resultados positivos. Neste segundo caso fica mais evidente a necessidade da implantação de melhorias no processo, através do estudo e análise do mesmo, para compreender que variáveis estão interferindo e como esta interferência pode ser controlada. Para este tipo de análise, a metodologia Seis Sigma é fundamental.

Um processo que segue a metodologia Seis Sigma e que atinge o nível Seis Sigma, resulta em uma saída com no máximo 3,4 defeitos por milhão. Isso quer dizer que o processo que alcançar o nível Seis Sigma tem 0,00034 % de chance de gerar um erro.

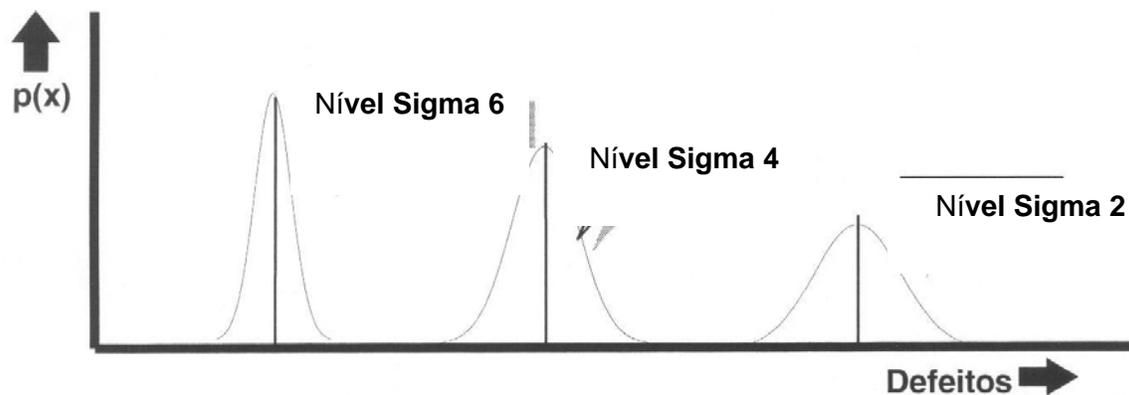
### 3.3.1 Análise Estatística do Seis Sigma

Um processo que tenha uma saída com resultados uniformes, ou seja, sem muitas variações pode apresentar vários níveis de desvios não desejáveis. Estes desvios, ou seja dispersão dos resultados são chamados de níveis sigma.

Um processo que apresente um nível de dispersão de 2 sigma tem 65% de chance de gerar resultados dentro do esperado, ou seja, 65% das vezes a saída do processo vai gerar resultados positivos. Uma análise estatística destes resultados não pode ser considerada satisfatória, uma vez que 35% dos

resultados deste processo serão considerados insatisfatórios. Considerando um processo que apresente um nível de dispersão de 4 sigma, a chance de resultados positivos aumenta para 95%, o que para muitos já é considerado suficiente. De acordo com **CHOWDHURY (2002)**, 1% de defeitos significa vinte mil remessas postais extraviadas por hora, cinco mil cirurgias malfeitas por semana, quatro ou mais acidentes por dia em grandes aeroportos, duzentos mil medicamentos tomados de forma errada por ano. Esta afirmativa revela a real necessidade de busca da perfeição das saídas dos processos, para que o resultado esperado seja atingido, se possível, na totalidade das vezes. Esta é a saída do processo que apresenta nível de dispersão de resultados igual a 6 sigma, onde em 99,998% das vezes o resultado atingirá o valor esperado.

A figura 11 mostra graficamente a influência dos níveis sigma na dispersão dos processos.



**Figura 11 – Gráfico dos Níveis Sigma**  
(fonte: GE workshop book)

Como pode ser observado, o processo com nível sigma 2 possui uma grande dispersão de resultados, ou seja, há uma variação muito grande na saída do processo. Os valores na saída neste caso, podem variar muito, ultrapassando os limites máximos e mínimos que delimitam a zona aceitável, ocasionando erros. Já o gráfico do processo 6 Sigma apresenta uma dispersão

muito pequena dos dados, onde a distribuição se concentra próxima da média, não havendo possibilidade dos limites máximos e mínimos serem ultrapassados.

Este resultado é atingido quando as variáveis controláveis que influem no processo são controladas. O controle das variáveis gera o controle da dispersão, e o controle da dispersão gera a minimização dos erros cometidos.

### 3.3.2 Etapas da Metodologia Seis Sigma

Para a análise de um processo através da metodologia Seis Sigma é necessário o estudo de 5 etapas do processo para identificar as variáveis controláveis e efetuar mudanças que signifiquem em uma transformação na saída do mesmo. As etapas serão explicadas separadamente.

#### 3.3.2.1 Definição

Esta primeira fase engloba a definição do problema e a quantificação do mesmo, além de quem será beneficiado se o problema for sanado. Nela, serão definidos os erros do processo e o que pode ser feito para ser melhorado. No caso desta dissertação o problema encontrado foi a não existência de um processo de gerenciamento adequado de produtos químicos na empresa **B**.

Neste sentido, algumas variáveis passíveis de controle foram identificadas, como a eliminação de produtos químicos que não possuem uso único, a garantia de que o documento MSDS (Material Safety Data Sheet que em português quer dizer a ficha de segurança do produto) fosse disponibilizado para todos os produtos químicos em uso e que todos os produtos químicos fossem devidamente etiquetados com as informações de segurança necessárias.

#### 3.3.2.2 Medição

A segunda fase vai englobar a análise das variáveis controláveis do processo atual através de uma das ferramentas estatísticas existentes (neste caso foi usado o método de Pareto), definindo quais são as metas a serem atingidas se as mudanças nestas variáveis forem feitas. Dependendo do processo estudado, vários métodos de medição podem ser estabelecidos para coleta de dados do processo existente. Os dados a serem coletados podem ser de dois tipos: dados contínuos e dados discretos. Os dados contínuos possuem a característica de serem medidos de forma contínua. Exemplos de dados contínuos são as unidades de tempo, metros, quilos entre outros. Já os dados discretos não são medidos de forma contínua. Exemplos deste tipo de dado seriam: pequenos ou grandes, sim ou não, largo ou fino, entre outros. Neste caso específico, os dados são discretos (existe ou não MSDS para cada produto químico, existe ou não EPI adequado para cada produto químico, existe ou não uso único do produto químico, existe ou não etiquetagem do produto químico e existe ou não armazenagem correta do produto químico). Os dados foram organizados na Tabela 7(p. 66, no item 4.3).

### 3.3.2.3 Análise

A terceira fase é referente a análise dos dados. Após a medição dos dados do processo é necessário efetuar a análise do nível sigma do processo existente e o nível sigma que o processo pode atingir (caso as variáveis controláveis significativas sejam controladas). Nesta fase várias análises estatísticas são feitas para provar que realmente vai haver mudanças no processo caso as variáveis controláveis sejam controladas. Neste caso em específico, as análises feitas após a medição e construção do gráfico de Pareto mostraram que as variáveis que possuíam o maior impacto no processo são a etiquetagem dos produtos, a presença dos EPIs nos locais adequados e o uso único dos produtos, ou seja, muitos produtos presentes na operação possuíam a mesma função, podendo ser eliminados.

#### 3.3.2.4 Melhoria

Nesta fase, as variáveis consideradas mais impactantes que foram estudadas anteriormente são implantadas da forma que foi definida na análise, ou seja, houve uma mudança no processo inicial baseada no controle destas variáveis impactantes. A partir daí, o processo está modificado, e é necessário validar estas modificações. Isto quer dizer, que é necessário comprovar que as mudanças implantadas realmente geraram modificações significativas no processo inicial e que por isso a saída do processo modificado foi melhorada. Na metodologia Seis Sigma, a forma de comprovar esta modificação na saída do processo é através do cálculo do nível sigma do processo modificado. Se o nível sigma do processo modificado é maior que o nível sigma do processo inicial, houve melhorias no processo.

Claro que nem sempre é possível alcançar a perfeição (nível sigma 6), já que muitas vezes nem todas as variáveis são consideradas, ou o processo pode estar sendo feito sem nenhuma ferramenta de controle, sendo classificado como um processo de nível sigma muito baixo. Para um processo atingir o nível seis sigma é muitas vezes necessário que seja feita uma nova análise após o primeiro estudo, considerando variáveis descartadas anteriormente. Quanto mais variáveis forem controladas, maior será o nível sigma alcançado na saída.

#### 3.3.2.5 Controle

O controle envolve várias ferramentas para que o novo processo (modificado) não se degrade com o decorrer do tempo. Através de análises estatísticas pode ser avaliado como está o processo. Claro que para coletar as amostras para a elaboração das análises é necessário a implantação de várias atividades, como auditorias e inspeções. Essas ferramentas possibilitarão a

coleta de dados para as análises necessárias e efetivo controle da operação. No caso desta dissertação, o controle será implantado por dados coletados em inspeções mensais do processo. A coleta de dados destas inspeções gerarão os dados necessários para as análises.

### 3.4 Aplicação do Seis Sigma no Caso Estudado

Como será melhor explicitado no próximo capítulo, o problema definido para a aplicação da metodologia Seis Sigma é referente ao gerenciamento de produtos químicos da empresa B. Foram definidas diversas variáveis controláveis que poderiam ser alvo de mudança para melhorar a saída do processo. Foram coletados dados discretos para elaboração dos estudos.

#### 3.4.1 Coleta e Análise dos Dados

A análise dos dados é feita com a ajuda de um software chamado MINITAB. Este programa executa todos os cálculos estatísticos necessários para o estudo. É importante frisar que sem o uso do MINITAB os cálculos seriam impossíveis de serem realizados, já que haveria a necessidade de muitos profissionais e de muito tempo disponível.

Como foi dito anteriormente, para este estudo não houve a necessidade do uso de métodos de medição, já que os erros foram facilmente identificados pela presença ou ausência das variáveis. Caso o estudo necessitasse de medições para coleta de dados, e a coleta fosse executada (cronometragem de tempo, medição de espessura de camadas, medição de diâmetros de peças, entre outros) deveria ser feita a validação dos dados coletados, pois de acordo com a metodologia Seis Sigma, se houver variação do operador ou do equipamento usado para a medição dos dados, uma verificação das coletas deve ser feita para ser observado se houve uma variação significativa no valor

das amostras causada por estas mudanças (operador, equipamento). Para esta verificação é feito um teste chamado R&R (Reprodutividade e Repetitividade).

$$\sigma^2_{\text{Equipamento}} + \sigma^2_{\text{Avaliador}} = \sigma^2_{\text{Total (R\&R)}}$$

A fórmula acima é usada para o cálculo da variação dos dados coletados, pois de acordo com a metodologia Seis Sigma o resultado R&R indica uma faixa de tolerância aceita para a variabilidade do sistema de medição. Isto quer dizer que os dados coletados precisam ser confiáveis para que não sejam cometidos erros nas decisões futuras. Uma coleta de dados mal feita pode comprometer todas as atitudes a serem tomadas em um processo. É fundamental a certeza de que os dados coletados são confiáveis e podem ser utilizados de forma segura. A fórmula mostra que a variação do equipamento (ou seja a diferença de leitura que diferentes equipamentos podem gerar para medir uma mesma atividade) somada a variação do avaliador (ou seja a diferença de leitura que diferentes operadores podem fazer de uma mesma atividade) é igual a um número chamado Total R&R. Existem algumas regras básicas para determinar se os dados coletados no processo são ou não confiáveis usando-se essa fórmula.

- Se o valor R&R for menor que 10% - O sistema de medição é aceitável.
- Se o valor de R&R estiver 10% e 30% - O sistema de medição não é completamente confiável e a definição sobre utilizar ou não os dados vai depender da decisão de quem vai realizar o estudo.
- Se o valor R&R for maior que 30% - O sistema de medição não é confiável, e os dados não devem ser utilizados.

Após esta explicação surge a pergunta: Como executar este cálculo? É neste momento que o MINITAB é essencial, e por isso seria impossível aplicar

esta metodologia Seis Sigma sem o auxílio deste software. A tabela 2 é uma cópia de um resultado de uma análise de R&R através do MINITAB.

**Quadro 1 – Resultado de uma análise R&R**

<b>Gage R&amp;R Study - XBar/R Method</b>			
Gage R&R for Xijk			
Source	Variance	StdDev	5,15*Sigma
Total Gage R&R	10,602	3,2560	16,7686
Repeatability	7,817	2,7958	14,3985
Reproducibility	2,785	1,6689	8,5947
Part-to-Part	159,984	12,6485	65,1398
Total Variation	170,586	13,0609	67,2635
Source	%Contribution	%Study Var	
<b>Total Gage R&amp;R</b>	<b>6,215</b>	24,930	
Repeatability	4,582	21,406	
Reproducibility	1,633	12,778	
Part-to-Part	93,785	96,843	
Total Variation	100,000	100,000	

Como pode ser observado em negrito, o valor do R&R é de 6,215 %, o que indica que os dados provenientes da medição não influenciarão no resultado final, ou seja, os dados são confiáveis e podem ser utilizados na análise do processo.

É importante esclarecer que outras regras existem, mas são regras mais complexas que envolvem outros cálculos e variáveis. Para o entendimento desta metodologia, apenas estas 3 regras básicas são suficientes.

Após a análise da qualidade dos dados coletados, surge a necessidade de estabelecer a meta de melhoria que se deseja alcançar e como esta melhoria será alcançada, ou seja, quais são as variáveis vitais a serem controladas para influenciar de forma positiva a saída do processo.

### 3.5 Processo Inicial - Análise de Pareto e Nível Sigma

Para começar a conhecer o processo e visualizar os pontos fracos do mesmo, ou seja identificar os motivos principais relacionados aos erros, é necessário utilizar uma das ferramentas estatísticas conhecidas, entre elas, análise de causa e efeito, análise de Pareto, análise dos modos e efeitos das falhas (FMEA) e mapeamento do processo. Todas estas ferramentas permitem a visualização do processo, e a detecção de causas que possam estar influenciando de forma negativa no processo.

Em relação ao processo estudado nesta dissertação, foi escolhida a ferramenta análise de Pareto para a identificação dos pontos mais frágeis.

#### 3.5.1 Análise de Pareto

A análise de Pareto é uma ferramenta estatística que permite determinar a importância relativa de problemas ou causas e identificar desta forma, os mais relevantes. Essa ferramenta funciona sob o princípio de que pode haver muitos fatores que influenciem um processo, mas apenas alguns poucos realmente impactam sua performance.

O objetivo principal deste método é separar os elementos de influência em grupos de importância no processo, para definição da ordenação das ações a serem tomadas. Vários livros também chamam a análise de Pareto de método da curva ABC, pois após ter sido feita a análise do processo, há uma divisão dos

fatores em ordem de importância em grupos de letras **A**, **B** e **C**. A letra **A** indica os elementos mais representativos, ou seja, aqueles que tem a maior influência no processo, e por isso devem ser analisados primeiramente. O controle destes elementos é muito importante pois eles afetam de maneira direta o processo. A letra **C** representa os elementos menos importantes, ou seja, aqueles que não possuem muita influência no processo, e por isso não justificam atenção prioritária no sentido da análise. A letra **B** representa os itens que estão em situação intermediária, não são os elementos de maior influência no processo, mas ao mesmo tempo não podem ser vistos como elementos sem importância. Muitas vezes esse grupo engloba muitos fatores com influência mediana no processo, devendo ser desta maneira revistos e analisados com tanta prioridade como os elementos do grupo **A**.

É fácil perceber que a classe **A** poderá englobar poucos itens que juntos abrangem uma grande porcentagem do efeito total, relação inversa ao que acontece na classe **C** que apesar de englobar a maioria dos itens, corresponde a uma pequena porcentagem do efeito.

Esta ferramenta é proveniente de estudo feito por Vilfredo Pareto, que constatou que 80% da riqueza ficava nas mãos de 20% da população (os poucos vitais), enquanto os outros 80% da população (os muito triviais) ficavam com apenas 20%. Esta assertiva ficou conhecida como "Princípio de Pareto" ou "princípio dos 80 - 20" (MEIRA, 1999).

A análise de Pareto, é uma ferramenta de análise estatística, e por isso, para ser possível sua elaboração, deve-se primeiramente definir o problema que será analisado, e em seguida, coletar dados sobre este problema. Estes dados devem ser analisados e estratificados em categorias pré definidas, para ser possível o cálculo da frequência relativa de cada categoria envolvida, possibilitando a visualização do que é mais relevante ou não, através do traçado da *curva de Pareto*.

### 3.5.2 Traçado da Curva de Pareto

Para representar a construção de uma curva de Pareto, será utilizado o exemplo de classificação de estoques muito utilizado na engenharia de produção. O objetivo neste caso é o controle do estoque de peças de acordo com o valor. É importante ressaltar que em engenharia de produção o estoque é visto como capital estacionado, e deve ser limitado a quantidades mínimas realmente necessárias para a execução das atividades.

Considerando um estoque composto por dez itens diferentes, foi feito o levantamento de várias variáveis relacionadas a estes itens, como custo médio (média da variação do custo de cada item ao longo de um ano), número de unidades utilizadas durante um ano, e o valor requisitado anual (representado pela multiplicação do custo médio pelo número de unidades utilizadas). Os dados apresentados são apenas explicativos, para que seja possível a visualização da construção da curva e posterior análise de Pareto. A tabela 3 contém os dados levantados com valoração feita em reais.

**Tabela 2 - Dados para elaboração da curva de pareto**

<i>Peça</i>	<i>Custo médio (unitário)</i> <i>R\$</i>	<i>Utilização Anual</i> <i>(n de peças)</i>	<i>Valor requisitado</i> <i>Anual (R\$)</i>
P1	50	3000	150000
P2	1500	1000	1500000
P3	50	4000	200000
P4	100	200	20000
P5	200	5000	1000000
P6	200	300	60000
P7	300	250	75000

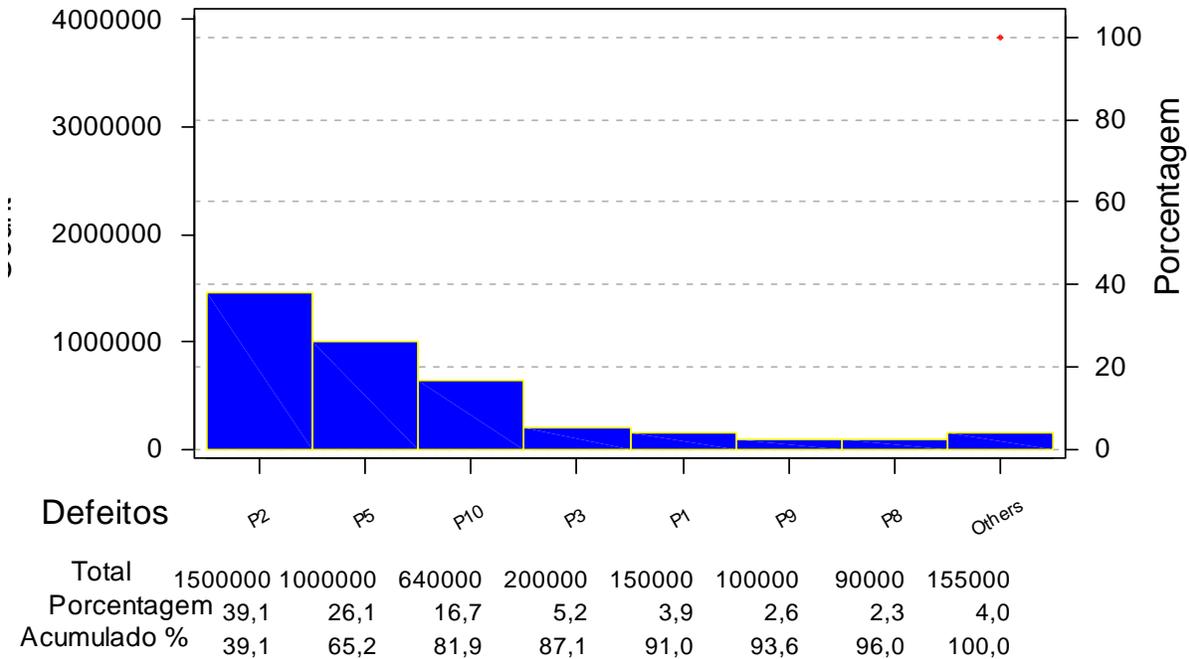
P8	30	6000	90000
P9	100	1000	100000
P10	80	8000	640000

Após a organização dos dados levantados, não é difícil perceber que o item de número 2 tem o maior valor, seguido pelo item de número 5. Esta tabela mostra apenas a quantidade de cada peça utilizada e seu valor unitário, e a relação destas duas variáveis após o período de um ano. A análise de Pareto prevê a construção de uma outra tabela mostrando o ordenamento dos itens por grau de importância no processo (de acordo com o valor anual utilizado) com base nesta Tabela 3. Foi construída então a Tabela 4.

**Tabela 3 - Ordenação dos dados para o traçado da curva de Pareto**

<i>Ordem</i>	<i>N de peças</i>	<i>Valor requisitado</i>	<i>Valor requisitado acumulado</i>	<i>Porcentagem sobre o valor total requisitado</i>
1	P2	1500000	1500000	39%
2	P5	1000000	2500000	65%
3	P10	640000	3140000	82%
4	P3	200000	3340000	87%
5	P1	150000	3490000	90%
6	P9	100000	3590000	93%
7	P8	90000	3680000	95,8%
8	P7	75000	3755000	97,8%
9	P6	60000	3815000	99,4%
10	P4	20000	3835000	100%

## Análise de Pareto



**Figura 12 – Gráfico de Pareto para o caso estudado: período de um ano**

O gráfico representado pela Figura 12 permite a visualização da distribuição das peças em relação a importância de cada uma delas no período de um ano. Desta forma, é possível perceber que as peças P2, P5 e P10 são as mais importantes e representam cerca de 82 % do valor de todo o estoque.

Neste sentido, foi feita a análise de pareto do processo em questão para determinação das variáveis mais importantes do processo, com o objetivo de delinear o caminho a ser seguido.

A metodologia Seis Sigma define que não apenas devem ser conhecidas as variáveis mais significativas do processo, mas também, até que ponto o processo pode melhorar. Para obter esta informação é necessário conhecer a situação inicial do processo, através do cálculo do nível sigma do mesmo.

Como dito anteriormente, o nível sigma do processo demonstra a variabilidade do processo, ou seja, qual a probabilidade que o processo tem de gerar erros. Nesta metodologia Seis Sigma quanto maior o nível sigma, menor a probabilidade de cometer erros. O processo estudado nesta dissertação foi avaliado para determinação do nível sigma correspondente e para posterior determinação das metas a serem atingidas, pois é fácil perceber que um processo com nível sigma muito baixo não atinge, normalmente, o nível máximo (seis) após uma intervenção primária. O que ocorre normalmente é que após a primeira intervenção o processo melhora consideravelmente, mas ainda existem erros no processo que não o permitam alcançar o nível máximo. Para que o maior nível sigma seja atingido, uma nova intervenção no processo deve ser feita controlando novas variáveis que não foram consideradas na primeira intervenção. Aos poucos o processo vai atingindo níveis sigma maiores que os anteriores, e quando todas as reais variáveis (controláveis) que influenciam o processo forem controladas, o nível Seis Sigma poderá ser atingido.

Para o cálculo do nível sigma do processo inicial, o uso do MINITAB é essencial. No caso em estudo, como já dito anteriormente, o nível sigma inicial era de 1,8. (ver tabela 5).

## Quadro 2 – Cálculo do Nível Sigma do Processo Inicial

### Report 7: Product Performance

Características	Defeitos	Unid.	Oport.	Oprt. Total	DPU	DPO	PPM	ZShift	ZBench
Uso Unico	16	1	51	51	16.000	0.313725	313725	1.500	1.985
Estocagem	6	1	51	51	6.000	0.117647	117647	1.500	2.687
Etiquetagem	51	1	51	51	51.000	1.000000	1000000	1.500	1.500
EPI	17	1	51	51	17.000	0.333333	333333	1.500	1.931
MSDS	4	1	51	51	4.000	0.078431	78431	1.500	2.916
Total	94			255		0.368627	368627	1.500	1.835

A Tabela 5 mostra o cálculo estatístico desenvolvido pelo programa MINITAB. As características representam os elementos avaliados. Isso quer dizer que para cada um dos produtos químicos existentes foi feito um levantamento sobre se possuíam ou não as características avaliadas. As características escolhidas (porque eram mais impactantes e de fácil determinação) foram:

a) Uso único (se o produto é realmente necessário não havendo um outro no universo dos produtos usados que pudesse exercer a mesma função);

b) Estocagem (se o produto químico é estocado de forma correta de acordo com as normas de segurança);

c)Etiquetagem (se os produtos são etiquetados de maneira correta e possuem todas as informações necessárias de acordo com a NFPA – National Fire Protection Association);

d)EPI (se os EPIs necessários para a utilização dos produtos se encontram no local correto e de fácil acesso ao trabalhador);

e)MSDS – Material Safety Data Sheet (se todos os produtos possuem MSDS próximos ao local de estoque e uso).

A coluna “Defeitos” representa os defeitos encontrados. Ou seja, dos 51 produtos existentes, 16 não possuem uso único, 6 não eram estocados de maneira correta, 51 não possuíam etiqueta, 17 não possuíam EPI no local do uso e 4 não possuíam MSDS.

A coluna “Unid” representa as unidades dos produtos químicos. Este número está relacionado a categorias. Existiriam várias unidades se existissem categorias distintas de produtos químicos. Por exemplo, se os produtos químicos avaliados fossem divididos em fortes e fracos, por exemplo, existiriam 2 unidades avaliadas. Neste caso em específico não foram definidas categorias distintas o que gera apenas uma unidade de estudo.

A coluna “Oport” representa o número de oportunidades que existem para este processo. No caso específico, existem 51 produtos químicos, ou seja, 51 oportunidades de mudança. É importante ressaltar que existem 51 oportunidades de mudança com cada uma das características apresentadas. No total são 255 oportunidades (51 produtos químicos multiplicados por 5 características).

A coluna “Oport.total” representa o número total de oportunidades, como já havia sido dito anteriormente. Este número está representado pelo valor 255.

A coluna “DPU” da Tabela 5 representa os defeitos por unidade, e neste caso, como a unidade é 1, possuem o mesmo valor da coluna 2 (defeitos).

A coluna “DPO” mostra o número de defeitos por oportunidades. É simplesmente a divisão da coluna seis, pelo total de oportunidades.

A coluna “PPM” mostra o número de defeitos a cada um milhão de tentativas. No exemplo da Tabela 5, o uso único representa 0,313725 defeitos. Se este número for multiplicado por 1 milhão, irão existir 313725 defeitos a cada um milhão de tentativas. O programa simplesmente calcula o número de erros que existe em um certo processo e multiplica por 1000000, que é a base da metodologia seis sigma (seis sigma representa 3,4 defeitos a cada um milhão de tentativas, ou melhor a cada um milhão de vezes que o processo ocorra).

A coluna “ZShift” mostra o valor de uma variável chamada *Zshift* que nada mais é que um fator de degradação do processo. Esse valor sempre será igual a 1,5 (em caso de dados discretos).

A coluna “Zbench” representa um valor chamado *Zbench*, que é o nível sigma do processo calculado. O programa faz um um cálculo ponderado destes valores e chega a um valor médio de valor sigma para as três características. Esse processo possui um nível sigma de 1,835, e vai apresentar 368627 defeitos a cada um milhão de tentativas.

### 3.6 Melhorando o Processo

O processo inicial com o nível sigma de 1,8 possui defeitos definidos anteriormente que podem ser minimizados ou, se possível, eliminados, tendo seu nível sigma aumentado. Todas as atitudes implementadas para minimização dos defeitos estão demonstradas no capítulo 4, mas é importante frisar que apesar de todas as mudanças, o processo não atingiu o nível seis sigma, ainda

possuindo defeitos consideráveis que devem ser levantados em um próximo estudo. A Tabela 6 apresenta os resultados provenientes do MINITAB, após a introdução dos novos dados do processo. Como pode ser facilmente observado, houve uma mudança significativa no nível sigma do novo processo, caracterizando uma melhora considerável. Isto quer dizer que o novo processo tem cerca de 20 vezes menos chances de gerar um erro se comparado com o processo inicial. Isso pode ser comprovado através da coluna PPM (numero de defeitos por milhão de oportunidades). Como pode ser observado, o processo inicial possui 368627 chances de erro em 1000000 de tentativas enquanto que o processo melhorado possui 18182 chances de erro em 1000000 de tentativas.

**Quadro 3 – Nível Sigma do Processo Melhorado**

## Report 7: Product Performance

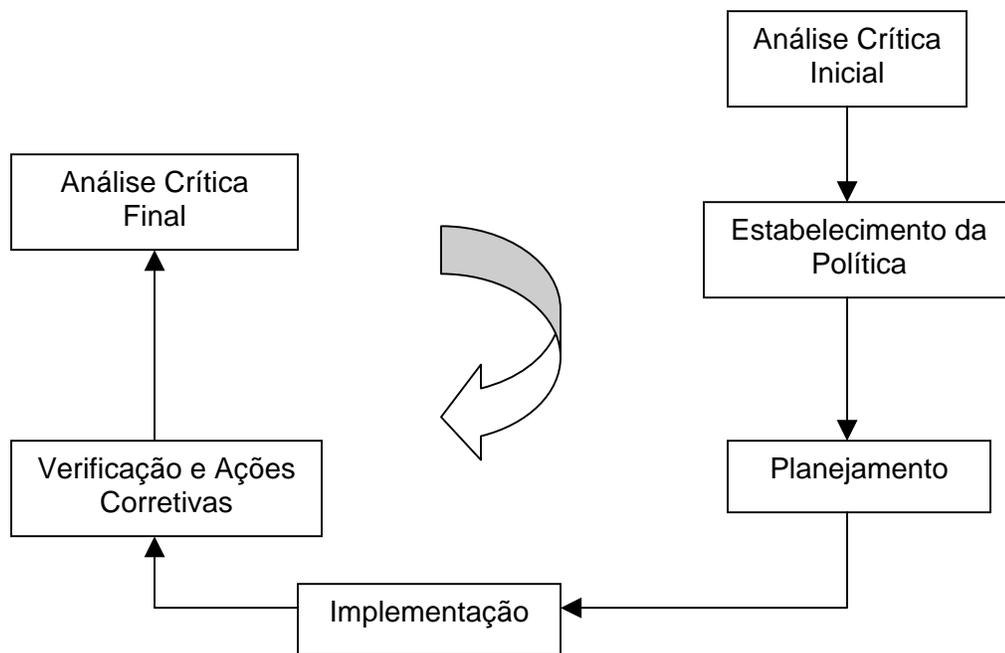
Características	Defeitos	Unid.	Oport.	Total Oport.	DPU	DPO	PPM	ZShift	ZBench
Uso unico	0	1	33	33	0.000	0.000000	0	1.500	6.000
Estocagem	1	1	33	33	1.000	0.030303	30303	1.500	3.376
Etiquetagem	0	1	33	33	0.000	0.000000	0	1.500	6.000
EPI	0	1	33	33	0.000	0.000000	0	1.500	6.000
MSDS	2	1	33	33	2.000	0.060606	60606	1.500	3.050
<b>Total</b>	<b>3</b>			<b>165</b>		<b>0.018182</b>	<b>18182</b>	<b>1.500</b>	<b>3.593</b>

### 3.7 Controlando o Processo

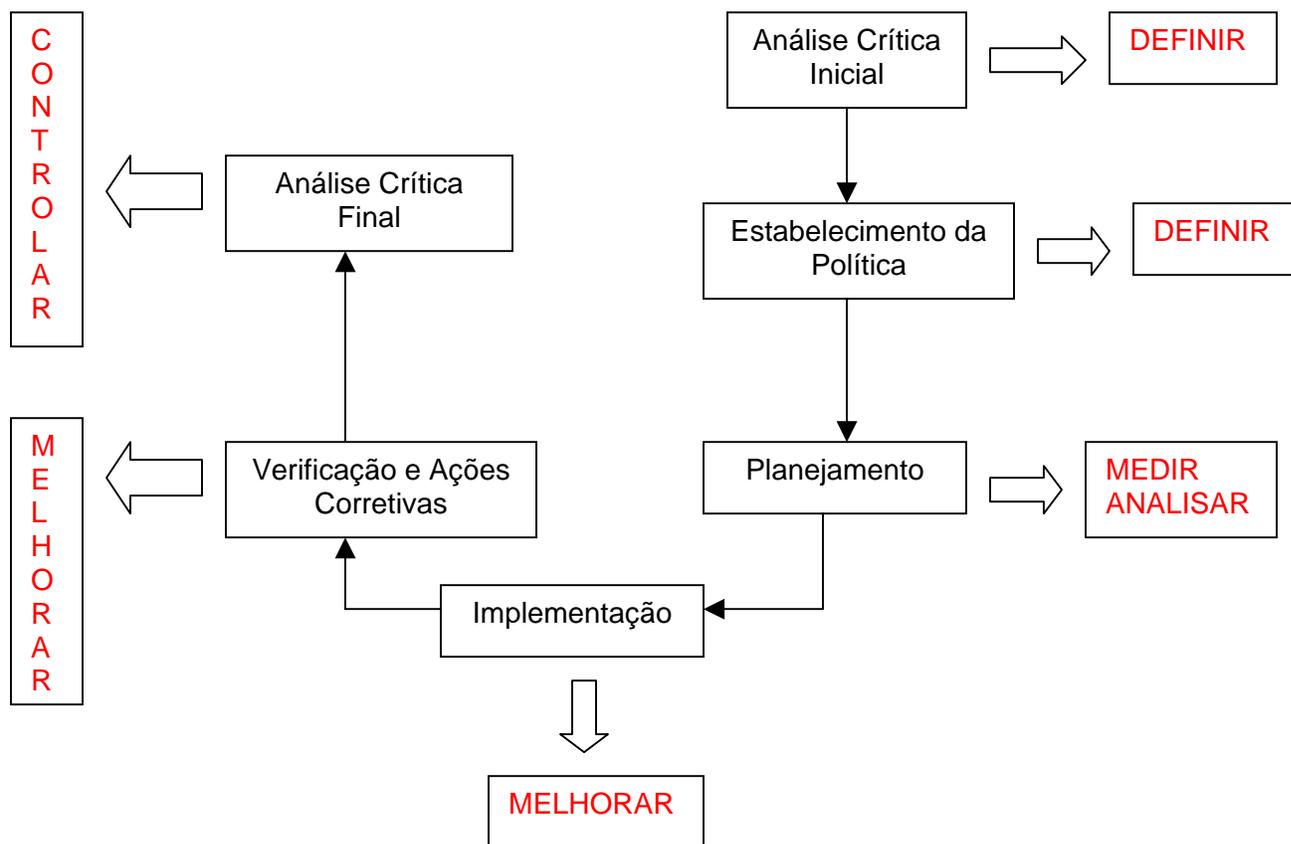
Como garantir que o processo não volte ao nível inicial? Como manter o projeto no nível sigma melhorado, e se possível aumentá-lo? É importante gerar condições que mantenham as melhorias do processo e não permitam que o mesmo volte a estaca zero, o que caracterizaria perda de tempo e investimentos. O controle é imposto através do monitoramento das variáveis e revisão do processo, observando os erros e os corrigindo. No caso estudado, o monitoramento foi implantado através de procedimentos e auditorias mensais como pode ser visto no capítulo 4.

### 3.8 Gestão Ambiental e Metodologia Seis Sigma

A metodologia Seis Sigma é uma análise estatística, e pode ser perfeitamente usada no auxílio a aplicação de métodos de gestão ambiental. De acordo com GRIPPI (2001), os passos para o estabelecimento de sistemas de gestão ambiental nas organizações vão desde a análise crítica inicial do sistema até a implantação efetiva dos controles ambientais. Aqui fica clara a semelhança entre os passos para o estabelecimento de sistemas de gestão ambiental e a metodologia Seis Sigma utilizada neste trabalho como uma ferramenta de análise do processo. A Figura 13 mostra os passos para melhoria contínua e consequente estabelecimento da gestão ambiental. Se um paralelo entre os passos para a melhoria contínua e a metodologia Seis Sigma for desenvolvido, as semelhanças entre as etapas serão claramente identificados conforme a Figura 14.



**Figura 13 – Melhoria Contínua**  
(fonte: GRIPPI, 2001)



**Figura 14 – Comparativo entre Melhoria Contínua e Metodologia Seis Sigma**

De acordo com a Melhoria Contínua para estabelecimento da gestão ambiental em organizações, o primeiro passo é efetuar uma **análise crítica inicial** do seu processo, definindo assim qual o estágio atual. Neste sentido, esta etapa do sistema de melhoria continua é similar a etapa **definir** da metodologia Seis Sigma (figura 14), já que de acordo com a metodologia Seis Sigma, a etapa **definir** deve concentrar os esforços e fazer uma análise crítica do processo, encontrando os problemas, e o que deve ser feito para corrigí-lo. O **estabelecimento da política** é a segunda etapa do processo de Melhoria Contínua e visa o levantamento da política ambiental que é aplicável ao negócio, qual política será seguida e todos os aspectos ambientais com seus respectivos ou possíveis impactos ao meio ambiente, e é também similar a etapa **definir** da metodologia Seis Sigma, que irá definir as metas a serem alcançadas com a implementação das melhorias definidas. A terceira etapa do processo de Melhoria Contínua é o **planejamento**, que está baseado no levantamento de todos os aspectos ambientais com seus respectivos e ou possíveis impactos ao meio ambiente. Esta etapa é similar as etapas **medir** e **analisar** da metodologia Seis Sigma, já que nesta etapa serão definidas as variáveis críticas do processo (atraves da Análise de Pareto, neste caso específico) e será feita a análise das mesmas.

As etapas **implementação** e **verificação e ações corretivas** do sistema de melhoria contínua engloba a implementação das ações definidas em todos os níveis da organização, principalmente nos setores em que o descontrole ou descumprimento de procedimentos possa causar um impacto ambiental e é similar a etapa **melhorar** da metodologia Seis Sigma, já que nesta etapa também serão implementadas as ações definidas e será feita nova análise do processo. A última etapa do sistema de Melhoria Contínua, a **análise crítica final**, engloba ações como auditorias para manter e melhorar continuamente o desempenho ambiental e é similar a etapa **controlar** da metodologia Seis Sigma, que também vai utilizar ferramentas para manter o processo com as melhorias implementadas e com isso garantir que o mesmo não se degrade.

O comparativo descrito na Figura 14 foi feito somente para mostrar que os passos para estabelecimento de sistemas de gestão ambiental através da metodologia de Melhoria Contínua são similares aos passos para estabelecimento de melhorias do processo através da metodologia Seis Sigma.

## Capítulo 4 – Estudo de Caso

Para o estudo e implementação de análises de processo foi feito o levantamento das atividades de compra e utilização de produtos químicos pela empresa definida como empresa **B**, subcontratada para gerar energia para a empresa definida como empresa **A**. A relação entre estas empresas será definida ao longo deste capítulo, mas o que deve ser lembrado é que o processo estudado é relativo a melhora de procedimentos da empresa **B**. A empresa **B** realiza o contrato com uma equipe composta por 16 funcionários (técnicos de várias especialidades) trabalhando embarcados em regime de 14 por 14 dias, além de um “staff” em terra, composto por pessoas responsáveis por tarefas administrativas de suporte às atividades técnicas. Os 16 funcionários que trabalham embarcados são divididos em grupos de 4, embarcando em períodos pré-definidos, e formando um conjunto permanente de 8 funcionários na plataforma. Estes funcionários se revezam de forma a manter o número mínimo de 8 técnicos (dos quais 1 é supervisor) na área de forma a garantir o funcionamento das turbinas para a geração de energia elétrica.

O contrato entre a empresa **A** (contratante) e a empresa **B** (contratada) foi firmado considerando: a empresa **B** é responsável pela mão-de-obra e compra dos produtos químicos necessários para a geração de energia, assim como todos os itens necessários para a geração (peças necessárias durante a manutenção das turbinas, contratação de mão-de-obra para manutenções especiais e treinamento para os funcionários, entre outros). A empresa **A** é responsável por licenças ambientais necessárias e descarte dos produtos químicos que por ser uma fase muito específica, será possivelmente assunto para outro estudo.

#### 4.1 Estudo do processo adotado pela empresa B

O processo estudado é relativo ao procedimento de gerenciamento de produtos químicos utilizados pela empresa **B** que foi subcontratada pela empresa **A** para gerar energia em uma plataforma de petróleo, situada na Bacia de Campos, no estado do Rio de Janeiro. Para exercer esta atividade, a empresa **B** necessita de produtos químicos específicos, que precisam ser mantidos de forma a possibilitar o uso imediato, apesar de condições adversas de localização e acesso (mais de 100 km da costa). A base do estudo foi feita no gerenciamento existente, onde os problemas em relação ao processo foram chamados de defeitos, e o objetivo principal foi contornar estes defeitos de forma que o processo se tornasse mais seguro.

A Figura 15 mostra o processo encontrado antes de qualquer intervenção proposta por este estudo.

##### 4.1.1 Compra de um Produto Químico:

A compra do produto químico é definida de modo inadequado, por um dos funcionários da empresa **B**, locados na plataforma. Este funcionário ao sentir a necessidade da compra de um produto químico, definia o produto a ser comprado e a quantidade, pedindo em seguida a autorização do supervisor da planta. Se a autorização for concedida, uma solicitação é feita para o escritório locado em terra para que a compra seja efetuada. Este sistema não garante que os produtos estejam disponíveis em quantidades adequadas e em tempo adequado na plataforma, sendo entendido que é necessário que seja implementado um controle de estoques de modo que as quantidades sejam pré-definidas e a compra estabelecida de maneira ordenada e controlada.

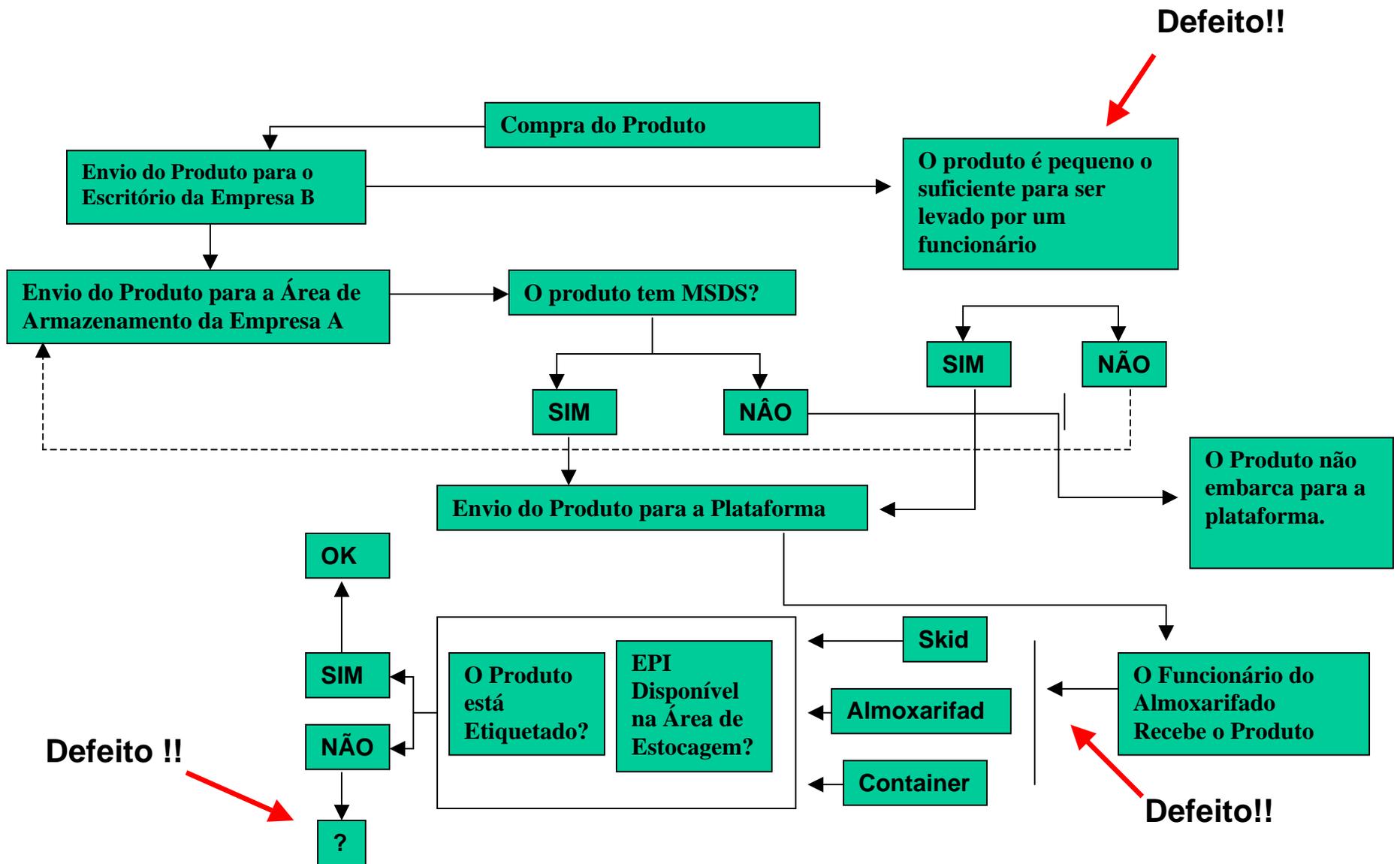


Figura 15 - PROCESSO DE MANEJO DE PRODUTOS QUÍMICOS DA EMPRESA B

Após a realização da compra, o produto químico é enviado ao escritório da empresa **B**, ou a um local intermediário (em casos de produtos com mais de 100l), onde aguardam para serem embarcados. A empresa **A** faz apenas uma exigência para realizar o embarque dos produtos da empresa **B**, que é a presença junto ao produto de um documento chamado MSDS para cada produto a ser embarcado. Este documento possui todas as informações relativas ao produto químico, como inflamabilidade, reatividade, danos à saúde em caso de contato físico, além dos procedimentos de emergência necessários para diminuir os efeitos provenientes deste contato.

Caso este documento não esteja disponível com o produto químico, a empresa **A** não libera o embarque do produto químico, acarretando em um atraso das operações que necessitam do produto químico à bordo da plataforma. Esse produto fica “preso” no estabelecimento da empresa **A**, que pode inclusive aplicar uma multa na empresa **B**, se a mesma não providenciar a retirada do produto da área.

#### 4.1.2 Recebimento do Produto na Plataforma

O funcionário da empresa **B** responsável pelo almoxarifado recebe o produto químico, e só então a validade do produto é avaliada (se o produto estiver com validade vencida, deve ser desembarcado para troca ou descartado. Esse processo gera atrasos e prejuízos). O produto é então enviado para um dos três locais de armazenamento existentes na plataforma:

##### a) Armário de Produtos Químicos do Almoxarifado

A empresa **B** é responsável por um almoxarifado na plataforma, onde são estocadas peças sobressalentes para utilização nas turbinas, além de produtos de segurança (EPI – Equipamento de Proteção Individual e uniformes). Neste

local existe um armário de produtos químicos contendo produtos de pequeno porte, que serão especificados mais a frente.

#### b) Armário de Produtos Químicos do Container

A empresa **B** é responsável por um container localizado no convés da plataforma, onde os mecânicos fazem os reparos necessários em peças vitais para o funcionamento das turbinas. Neste container existe um armário de produtos químicos de pequeno porte, que serão especificados mais a frente.

#### c) Skid de Produtos Químicos

A empresa **A** cedeu uma área de armazenamento de produtos químicos de maior porte para a empresa **B**. Esta área se localiza no convés da plataforma, ao lado do container. Não é uma área coberta, fica exposta a luz solar direta, as chuvas eventuais e alterações climáticas.

Como está demonstrado na Figura 15, vários defeitos podem ser descritos durante a execução das atividades de compra de produtos químicos. Estes defeitos serão definidos e desenvolvidos de forma a serem eliminados.

### 4.2 Defeitos Encontrados no Processo

Os defeitos encontrados no processo devem ser eliminados permitindo que haja um maior controle dos produtos químicos, além do aumento da segurança do processo como um todo.

#### 4.2.1 Durante a Compra dos Produtos Químicos

Um defeito levantado durante a primeira etapa do processo de compra de produtos químicos foi a flexibilidade existente. Não existe uma lista de produtos

aprovados na qual os funcionários podem se basear para a compra dos produtos. Este fato gera multiplicidade, ocasionando a compra de produtos químicos de mesma função, dificultando o controle dos mesmos. Além disso, não existe um controle de estoques que defina quando e quanto comprar de cada um dos produtos. As quantidades devem ser controladas para que a compra seja feita de modo controlado, evitando armazenamento excessivo, perdas de produto devido a prazos de validade não respeitados, não existência de um produto em um momento crítico, e principalmente minimização de riscos ambientais.

#### 4.2.2 Durante o Recebimento dos Produtos Químicos em Terra

O recebimento dos produtos químicos, tanto no escritório da empresa **B**, quanto na área intermediária destinada para o transporte do produto para a plataforma, deveria ser feito de modo que o produto só fosse recebido se possuísse a MSDS. Como mostrado na figura 15, o tamanho do produto gera a possibilidade de embarque do mesmo por meio dos próprios funcionários, muitas vezes sem este documento.

#### 4.2.3 Recebimento dos Produtos Químicos na Plataforma

Os produtos químicos são recebidos na plataforma, sem que nenhuma característica do mesmo seja avaliada. O produto químico é recebido, armazenado, e após algum tempo (que pode variar de horas a dias) é que o produto é avaliado, ou seja, o produto pode ser armazenado com validade vencida, por exemplo, e ficar nesta condição insegura durante dias, antes que algum funcionário perceba. Esse tipo de situação gera riscos altos para a operação, já que os produtos químicos são utilizados em várias etapas do processo de geração de energia (como mostrado no capítulo 2), e durante uma situação de emergência (parada de planta, por exemplo) os funcionários

provavelmente não vão observar que o produto químico não está de acordo com o esperado, e vão utilizá-lo. Neste caso o risco é grande, pois dependendo do produto químico, a chance de ocorrer um acidente aumenta muito. O desejável seria que todos os produtos químicos recebidos na plataforma já fossem submetidos a uma análise prévia, como validade do produto, condições do recipiente e disponibilidade de EPI e que ainda incluísse etiquetagem de informações do produto além da classificação de risco. Dessa forma o funcionário responsável pelo almoxarifado não teria que preparar o produto químico (entende-se preparar como etiquetar, garantir existência de MSDS e EPI), mas apenas garantir que todos os requisitos de segurança já estivessem implantados. Obviamente que para o funcionário responsável pelo almoxarifado esteja apto a realizar este tipo de checagem, ele deve receber um treinamento básico sobre produtos químicos e os riscos dos mesmos.

#### 4.3 Produtos Químicos Utilizados na Planta de Geração

Não existe uma lista de produtos químicos formal no processo, o que existe é uma listagem de vários produtos que são comprados periodicamente, sem controle efetivo de quantidades mínimas ou fornecedor. Estes produtos foram organizados de forma a mostrar dados importantes para a análise do processo. Após a organização dos produtos em uma lista, foi possível fazer uma classificação de risco para cada um dos produtos. Além disto é preciso que seja feita a análise de função de cada produto químico, para ser possível entender se todos os produtos são realmente necessários. Foi feito também um levantamento dos produtos que possuem ou não MSDS, além de EPI disponível no local de uso e armazenamento verificando sua adequabilidade. Todos os dados foram reunidos e colocados em uma lista (Tabela 7), para a visualização dos dados e o estudo dos mesmos (etapa MEDIR da metodologia Seis Sigma).

Nesta tabela foram consideradas 9 colunas. A primeira coluna mostra o produto químico que está sendo verificado. Todos os produtos encontrados no

processo foram listados para a verificação. A segunda coluna (uso único) já é parte da verificação e mostra se o produto químico realiza uma função que nenhum outro produto possa realizar (se a resposta é sim, o produto é necessário, se a resposta é não, o produto não é necessário, e por isso pode ser eliminado). A terceira coluna representa uma avaliação do armazenamento ou estocagem (se a resposta é sim, o produto é estocado de maneira correta, se a resposta é não, o produto não é estocado de forma correta e novas formas de estocagem devem ser estudadas). A quarta coluna representa a etiquetagem dos produtos (se a resposta na coluna for sim, o produto está devidamente etiquetado, se a resposta for não, ou o produto não está etiquetado, ou não está etiquetado de maneira correta). A quinta coluna representa a existência dos EPIs necessários ao manuseio do produto (se a resposta é sim, os EPIs estão disponíveis em local adequado, se a resposta é não, ou não existem EPIs adequados ou os EPIs não estão em local adequado). A sexta coluna representa a existência de MSDSs para os produtos químicos (se a resposta desta coluna for sim, quer dizer que o produto químico possui MSDS, se a resposta é não, o produto químico não possui MSDS). A sétima coluna representa o grau de risco do produto em relação à saúde. Esta escala de risco foi retirada do NFPA (National Fire Protection Associations). A oitava coluna representa o grau de risco do produto em relação a inflamabilidade, que está diretamente relacionado ao ponto de fulgor. A nona coluna representa o grau de risco do produto em relação a reatividade. Os graus de risco são demonstrados através de números e estão explicados abaixo:

**Quadro 4 - Classificação de perigo para a saúde**

<b>0</b>	<b>PERIGO MÍNIMO</b>	Sem riscos significativos para a saúde.
<b>1</b>	<b>POUCO PERIGOSO</b>	Irritações ou ferimentos reversíveis de pouca importância podem ocorrer.
<b>2</b>	<b>MODERADAMENTE PERIGOSO</b>	Ferimentos temporários ou de pouca importância podem ocorrer.
<b>3</b>	<b>MUITO PERIGOSO</b>	Ferimentos graves podem ocorrer se não forem tomadas medidas imediatas ou não for fornecido tratamento médico.
<b>4</b>	<b>EXTREMAMENTE PERIGOSO</b>	Exposições únicas ou repetidas podem levar a risco de vida ou danos sérios ou permanentes.

**Quadro 5 - Classificação de inflamabilidade**

<b>0</b>	<b>PERIGO MÍNIMO</b>	Materiais normalmente estáveis e que não entram em combustão se não foram aquecidos.
<b>1</b>	<b>POUCO PERIGOSO</b>	Materiais que devem ser pré-aquecidos para que ocorra a ignição. Líquidos inflamáveis nessa categoria possuem pontos de fulgor (menor temperatura na qual ocorre a ignição) iguais ou superiores a 200°F (93,3°C) (Classe III B NFPA).
<b>2</b>	<b>MODERADAMENTE PERIGOSO</b>	Materiais que precisam ser moderadamente aquecidos para que ocorra a ignição, incluindo líquidos inflamáveis com pontos de fulgor iguais ou superiores a 100°F (37,8°C) e inferiores a 200°F (93,3°C) (Classes II e III A NFPA).
<b>3</b>	<b>MUITO PERIGOSO</b>	Materiais capazes de entrar em combustão a praticamente quaisquer condições normais de temperatura, incluindo líquidos inflamáveis com pontos de fulgor inferiores a 73°F (22,7°C) e pontos de ebulição acima de 100°F (37,8°C) além de líquidos com pontos de fulgor entre 73°F (22,7°C) e 100°F (37,8°C) (Classes IB e IC NFPA).
<b>4</b>	<b>EXTREMAMENTE PERIGOSO</b>	Gases muito inflamáveis ou líquidos voláteis muito inflamáveis com pontos de fulgor abaixo de 73°F (22,7°C) e pontos de ebulição abaixo de 100°F (37,8°C) (Classe IA NFPA).

**Quadro 6 - Classificação de reatividade**

<b>0</b>	<b>PERIGO MÍNIMO</b>	Materiais normalmente estáveis mesmo em condições de incêndio, e que não reagem com a água.
<b>1</b>	<b>POUCO PERIGOSO</b>	Materiais normalmente estáveis mas que podem ser tornar instáveis sob alta temperatura e pressão. Esses materiais podem reagir com a água, mas sem liberação violenta de energia.
<b>2</b>	<b>MODERADAMENTE PERIGOSO</b>	Materiais que são por si só instáveis, e sofrem alterações químicas violentas e imediatas, mas não detonam. Esses material também podem reagir violentamente com a água.
<b>3</b>	<b>MUITO PERIGOSO</b>	Materiais capazes de detonação ou reação explosiva, mas que necessitam de uma força significativa de reação, ou que precisam ser aquecidos em espaço confinado antes da reação, ou materiais que reagem de forma explosiva com a água.
<b>4</b>	<b>EXTREMAMENTE PERIGOSO</b>	Materiais capazes de detonação ou decomposição imediata sob condições normais de temperatura e pressão.

É importante ressaltar que as graduações de risco foram retiradas das MSDSs. Todas as MSDSs foram rigorosamente avaliadas e só então foi feita a classificação de cada produto.

Tabela 4 - Lista de Produtos Existentes na Plataforma

PRODUTO	USO ÚNICO	ARMAZ. AP.	ETIQ.	EPI DISP.	MSDS	SAÚDE	INFLAMAB.	REATIVIDADE
ACETONA	sim	não	não	não	não	1	4	0
ÁCIDO SULFÚRICO	execução	não	não	não	sim			
ULTRA COOPER	sim	sim	não	sim	sim	0	1	0
ARDROX 6322	sim	sim	não	não	sim	1	0	0
ARDROX 6345	sim	sim	não	não	sim	1	0	0
ARDROX 690	não	sim	não	não	sim	4	3	0
CASCOLA	sim	sim	não	sim	sim	2	3	0
CATAPHORE	sim	não	não	não	sim	1	0	0
CREME P/ MÃOS LUVEX	sim	sim	não	sim	sim	0	0	0
CREME P/ MÃOS EDUMAX	sim	sim	não	sim	não	0	0	0
JIMO	sim	sim	não	não	sim	1	4	0
LAND 199	sim	sim	não	não	sim	1	0	0
PLAXMOL AP1500	não	sim	não	sim	sim			0
WD40	sim	sim	não	não	sim	2	2	0
PLUSGAS	não	sim	não	sim	sim			
GLICERINA LIQ.	sim	sim	não	sim	sim	0	0	0
GRAXA LITHOLINE MP	não	sim	não	sim	sim			
GRAXA MOBILUX EP2	não	sim	não	sim	sim			
GRAXA MOBILITH SHC 460	não	sim	não	sim	sim			
GRAXA MOBILARMA 798	não	sim	não	sim	sim			
GRAXA GMA-2-EP	sim	sim	não	sim	sim	0	0	0
GRAXA MOLYCOTE	sim	sim	não	sim	sim	0	0	0
LIMPA CONTATOS	sim	sim	não	sim	sim	1	4	0
LOCTITE 241	não	sim	não	sim	sim			
LOCTITE 242	não	sim	não	sim	sim			
LOCTITE 601	não	sim	não	sim	sim			
LOCTITE 620	não	sim	não	sim	sim			
LOCTITE 7070	sim	sim	não	sim	sim	1	2	0
ANTI-SEIZE	sim	sim	não	sim	sim	0	0	0
REMOVEDOR DE JUNTAS	sim	sim	não	sim	sim	3	4	0
MARCADOR ESF.(MARKEY)	sim	sim	não	sim	sim	0	3	0
MASSA PARA POLIR	sim	sim	não	sim	sim	1	4	0

PRODUTO	USO ÚNICO	ARMAZ. AP.	ETIQ.	EPI DISP.	MSDS	SAÚDE	INFLAMABIL.	REATIVIDADE
MONOETILENO GLICOL	sim	sim	não	não	sim	1	0	0
MD-400	sim	sim	não	não	sim	0	0	0
TERESSO 46	sim	sim	não	sim	sim	0	0	0
QUIMATIC – 1	sim	sim	não	não	sim	1	4	0
PRIMER – PCF	sim	sim	não	sim	sim	1	4	0
PASTA AZUL DA PRÚSSIA	sim	sim	não	sim	sim	1	2	0
QUEROSENE	sim	sim	não	não	não	2	4	0
QUIMATIC-10	não	sim	não	sim	sim			
QUIMATIC-30	sim	sim	não	não	sim	1	4	0
REMOVEDOR PINTOF	não	sim	não	sim	sim			
SILICONE	sim	sim	não	sim	não			
SUPER BONDER 3G	sim	sim	não	sim	sim	1	2	0
SUPER BONDER 5G	não	sim	não	sim	sim			
TINTAS DE VÁRIAS CORES	exceção	não	não	sim	sim			
TUBOLITE-500G	sim	sim	não	não	sim	0	0	0
TURCO-4181 L	sim	não	não	sim	sim	4	0	0
VASELINA SÓLIDA	sim	sim	não	sim	sim	0	0	0
VEJA MULTIUSO	sim	sim	não	sim	não			
VERNIZ	exceção	não	não	sim	sim			

#### 4.4 Análise do Processo Existente

##### 4.4.1 Defeitos do Processo:

a) Vários produtos estão sujeitos a serem enviados para a plataforma sem a ficha de segurança (MSDS – Material Safety Data Sheet) correspondente.

b) Não é feita uma conferência efetiva no momento do recebimento do produto químico, para que sejam garantidos a etiquetagem do produto e a disponibilidade do EPI necessário, sendo o produto armazenado antes que os “defeitos” sejam identificados.

c) Não existe um funcionário, a bordo, devidamente treinado e capacitado a corrigir os “defeitos” encontrados (para este ítem deve-se entender que a meta é impedir que os defeitos ocorram).

##### 4.4.2 Defeitos Encontrados no local:

a) De um total de 51 produtos químicos utilizados, 14 produtos químicos (marcados em vermelho na Tabela 7) possuem a mesma função que outro(s) produto(s), podendo ser perfeitamente eliminados, já que outro produto pode exercer a mesma função (o que foi caracterizado na Tabela 7 como *Uso Único*) e 3 produtos químicos (marcados em prata na tabela 7) não são realmente necessários, podendo também ser eliminados.

b) Deste total de produtos químicos, 6 produtos encontram-se armazenados de maneira imprópria ou em locais não recomendados;

c) Todos os produtos químicos não se encontram etiquetados (entende-se etiquetado como possuindo informações sobre seus potenciais danos a saúde, inflamabilidade e reatividade);

d) Dezesete produtos químicos estão armazenados em local de difícil acesso a EPI, ou da mesma forma, os EPI's necessários para serem utilizados durante o manejo destes produtos se encontram em locais distantes da área de armazenamento destes produtos.

e) Quatro produtos a bordo não possuem a ficha de segurança (MSDS) disponível no local, comprovando a existência do “defeito” número 1 do processo.

#### 4.5 Ações de Correção do Processo

##### 4.5.1 Ações Primárias:

a) Criar um procedimento específico para a compra e envio dos produtos químicos à plataforma, de modo que todo o processo fosse “amarrado” a uma só pessoa em terra (caso esta pessoa por algum motivo não possa exercer esta função em algum momento, deve existir uma outra pessoa treinada para exercê-la), que só liberaria o produto (envio do mesmo a área de armazenamento da empresa A ou encaminhamento do mesmo através de um funcionário da empresa B), quando este produto apresentasse todos os requisitos necessários (EPI no local em que será estocado, MSDS e Etiqueta de Risco).

Este procedimento deve conter também todos os passos a serem seguidos pelo responsável pelo recebimento dos produtos a bordo, que para garantir a ausência de defeitos, deve conferir a presença de todos os pré-requisitos necessários para o armazenamento do produto.

b) Criar uma lista de produtos químicos aprovada, com as quantidades de cada produto definidas de tal forma que o controle possa ser efetivo.

c) A pessoa designada para executar a função de controle, deverá ser consultada sempre que um produto tenha que ser comprado, o que possibilitará a análise do produto evitando a compra de produtos que tenham a mesma função e o controle do número de produtos químicos no processo.

d) O responsável em terra e a bordo devem ser treinados de acordo com as funções que irão desenvolver.

e) Eliminar os 14 produtos que não possuem uso único, não sendo mais autorizada a compra dos mesmos. Em caso de haver uma quantidade significativa de um desses produtos a bordo, o mesmo deve ser mantido na plataforma e utilizado, sendo eliminado do processo após seu término. Em caso de o prazo de validade de algum dos produtos for vencido, o mesmo deve ser descartado imediatamente.

f) Estocar de forma adequada todos os produtos químicos, de acordo com a reatividade e as precauções estabelecidas na MSDS.

#### 4.6 Implantação das Ações Corretivas

O processo foi analisado e as medidas corretivas foram determinadas. Para finalizar este estudo de caso, as medidas corretivas devem ser implantadas. Este processo pode se tornar a etapa mais difícil do processo, pois implica em mudanças significativas em “regras” pré-estabelecidas no local de trabalho. A modificação do processo necessita da participação de alguns funcionários chave do processo, o que dificulta a implantação, pois modificações com mudanças na estruturação do processo envolve, entre outros fatores, mudanças de conduta, muitas vezes já estabelecidas há muito tempo. Para o sucesso do programa de implantação, uma das tarefas mais importantes é o envolvimento do pessoal, a demonstração dos pontos positivos caso a

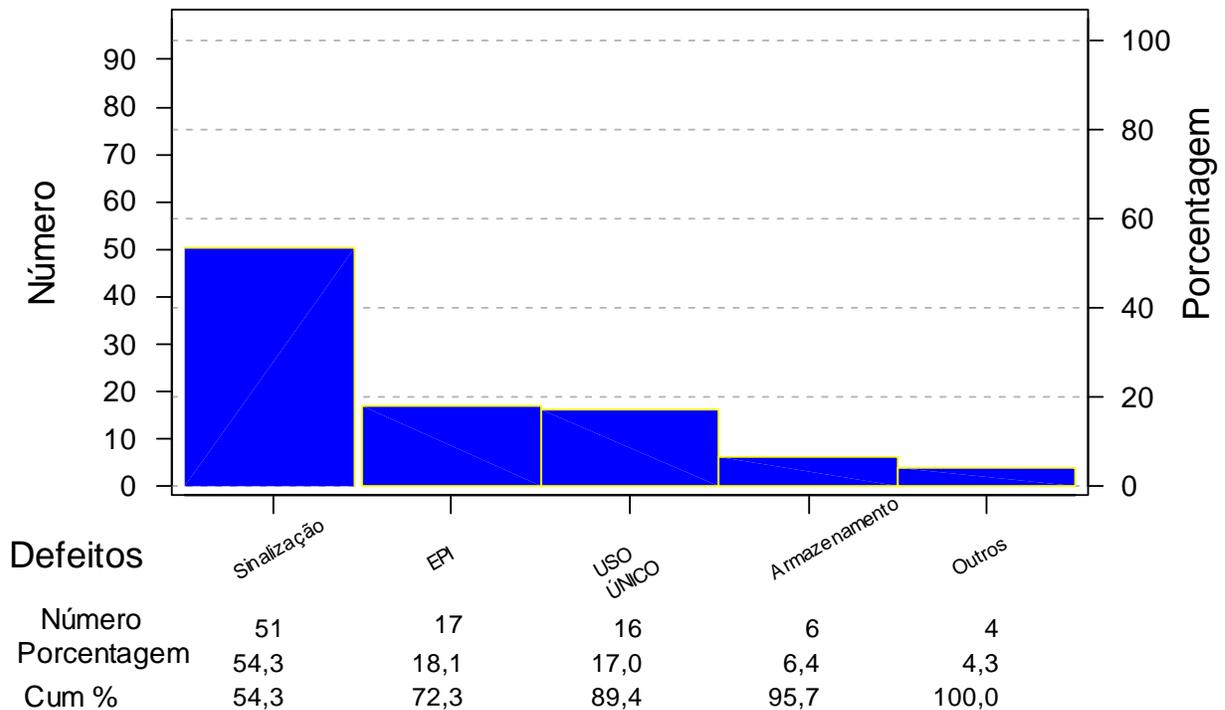
implantação seja bem sucedida. O treinamento do pessoal é um dos recursos mais importantes nesta fase.

#### 4.6.1 Ações Prioritárias

A primeira ação deve ser a eliminação de todos os produtos que não possuíam uso único. Esta medida foi tomada antes de qualquer outra, justamente para não haver perda de tempo no ajuste de produtos que não iriam permanecer no processo. Essa eliminação deve ser feita com base na experiência de todos os funcionários envolvidos de alguma forma na utilização de produtos químicos. Todos ajudaram de alguma forma a avaliar os produtos químicos usados e através desta análise foi possível eliminar os produtos que não possuíam uso único.

Para definição da estratégia a ser implantada foi utilizado o método de Pareto (método explicado no capítulo 3 desta dissertação), tendo sido traçada uma curva relacionando todos os defeitos considerados mais significativos do processo, para ser possível a definição estatística de que defeitos deveriam ser corrigidos primordialmente. A curva de Pareto 1 (Figura 16), mostra a relevância estatística de cada um dos defeitos relacionados. É importante mencionar que outros defeitos podem existir no processo, mas de uma forma geral, a sinalização dos produtos, a existência de EPI, a existência de produtos com a mesma função, e o local de estocagem foram considerados como fatores mais relevantes, o que não impede que outros defeitos sejam considerados futuramente e incorporados na análise do processo, visando a melhora contínua do gerenciamento de produtos químicos.

## Curva de Pareto (Defeitos)



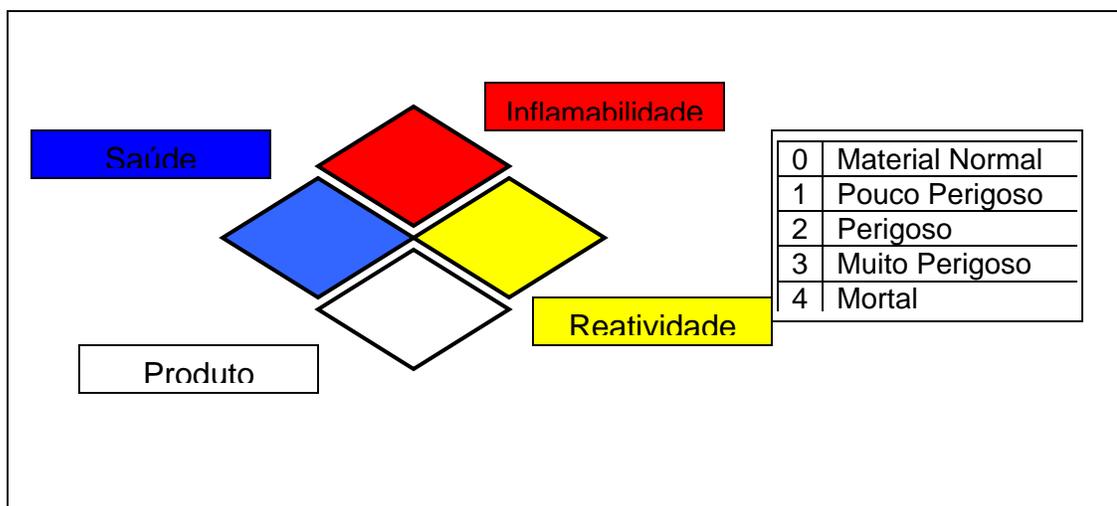
**Figura 16 – Curva de Pareto 1**

### 4.6.2 Análise da Curva de Pareto 1

A curva de pareto 1 mostrou que a sinalização dos produtos é o “defeito” mais representativo estatisticamente, sinalizando 54,3% do total de defeitos encontrados. Os EPIs totalizaram 18,1% e de acordo com a método utilizado para a análise deve ser atacado em segundo lugar. O uso único aparece em terceiro lugar, representando 17% dos “defeitos”, mas neste caso, este percentual já foi eliminado em primeiro lugar, por motivos já explicitados. O armazenamento adequado representa 6,4% dos defeitos encontrados, e de acordo com o método utilizado tem a menor prioridade de resolução.

#### 4.6.2.1 Resolução dos “Defeitos” da Curva 1

O primeiro “defeito” a ser corrigido é relativo a etiquetagem dos produtos químicos. De acordo com a NFPA (National Fire Protection Association’s) todos os produtos químicos devem ser etiquetados de forma a deixar claro que riscos estão relacionados ao produto químico em questão, além de uma outra etiqueta que inclua o fabricante, a validade e a utilização do produto (entre outras). Esta etiquetagem será feita de acordo com padrão da NFPA, seguindo o modelo de etiquetas diamante, que indica a inflamabilidade, a reatividade, o tipo de produto, além dos possíveis danos à saúde em caso de contato. Este modelo está representado na Figura 17.



**Figura 17 – Etiqueta Diamante**  
(fonte: NFPA)

Nos produtos de menor porte (localizados dentro do armário de produtos químicos), a opção encontrada foi a colocação da lista elaborada na porta de cada um dos armários. Desta forma, o funcionário pode observar a que riscos está se espondendo ao entrar em contato com algum dos produtos localizados no interior do armário.

O primeiro defeito foi então corrigido. De acordo com a análise de Pareto, o segundo defeito a ser atacado é em relação aos EPIs que de acordo com a análise prévia do processo, não existiam ou não estavam disponíveis nos locais apropriados. Os EPIs foram disponibilizados e localizados em dois locais. No almoxarifado, ao lado do armário de produtos químicos em um armário especial para colocação de EPIs, foram disponibilizados os EPIs necessários para qualquer atividade que implique na utilização dos produtos presentes no almoxarifado. No container, ao lado do armário de produtos químicos (também em um armário especial para colocação dos EPIs), foram disponibilizados os EPIs necessários para as atividades que impliquem na utilização dos produtos presentes no container e também no skid (que fica localizado ao lado do container).

O armazenamento foi revisto, e dos cinco produtos levantados como não armazenados adequadamente 3 foram descartados. A acetona, foi caracterizada como armazenada de forma incorreta pela quantidade encontrada. De acordo com a **Lei Federal 9017/95** não é permitido que o produto químico acetona seja armazenado em volume maior do que 500 ml. Este fato se deve a utilização da acetona para a produção de entorpecentes (cocaína). A acetona é extremamente importante para o processo, não sendo possível eliminá-la. A solução encontrada foi controlar a quantidade armazenada, limitando-a a 500ml. Este controle será garantido através de auditorias mensais, que a partir da implantação do processo de gerenciamento foram melhoradas através da inclusão de alguns itens, como será demonstrado no Anexo 1. De acordo com a lei estadual do Rio de Janeiro nº 1.898, auditorias ambientais são avaliações e estudos destinados a determinar: os níveis efetivos ou potenciais de poluição ou degradação ambiental provocados por atividade de pessoas físicas ou jurídicas; as condições de operação e de manutenção dos equipamentos e sistemas de controle de poluição; as medidas a serem tomadas para restaurar o meio ambiente e proteger a saúde humana e a capacidade dos responsáveis pela operação e manutenção dos sistemas, rotinas, instalações e equipamentos de

proteção do meio ambiente e da saúde dos trabalhadores. Neste sentido, as auditorias a serem realizadas serão direcionadas a garantir que o procedimento de gerenciamento de produtos químicos seja seguido, garantindo o controle das operações e com isso, maximizando a proteção dos trabalhadores e do meio ambiente, como é exigido pela lei.

É muito importante a manutenção das mudanças já introduzidas, para garantir que os “defeitos” não voltem a acontecer. Para isso, houve a necessidade de criar um procedimento de gerenciamento de químicos, que garantisse a eficiência do processo sem permitir que as falhas voltassem a ocorrer.

#### 4.7 Recomendações para o Gerenciamento

##### 4.7.1 Procedimento de Manejo de Produtos Químicos

A criação de um procedimento que defina de forma clara as etapas pelas quais a compra de um produto químico deve passar foi a maneira encontrada para garantir que o gerenciamento dos produtos seja aplicado. Este procedimento foi elaborado de acordo com o que se idealizava em relação ao controle dos produtos, dificultando a existência de erros no processo e garantindo uma maior segurança no transporte na plataforma e áreas de estocagem desses produtos. Para a elaboração do mesmo, a participação dos funcionários foi indispensável, pois todos deverão respeitar o procedimento para que o mesmo seja eficaz.

Segue abaixo o procedimento elaborado, que será a base do gerenciamento de produtos químicos da empresa **B**.

#### 4.7.1.1 OBJETIVO

Este procedimento tem por finalidade descrever como deve ser feito o gerenciamento dos produtos químicos necessários ao desenvolvimento das atividades do processo da empresa B.

#### 4.7.1.2 PRODUTOS QUÍMICOS APROVADOS

Uma lista de produtos químicos aprovados (Tabela 8) foi elaborada para garantir que apenas os produtos que realmente são necessários sejam adquiridos.

Os produtos químicos que formam a lista de produtos químicos aprovados foram definidos após a análise apresentada no capítulo 2 (uso único ou não). Todos os produtos que não possuem uso único foram reavaliados e retirados da lista de produtos aprovados. A lista possui então 39 produtos químicos, cujas quantidades máximas e mínimas de estoque também foram definidas através de pesquisa com os funcionários sobre as quantidades médias usadas por cada um deles além de um levantamento dos produtos que haviam sido comprados nos últimos 2 anos.

A coluna chamada de “estoque” na tabela de produtos aprovados representa a quantidade máxima do produto químico relacionado que pode ser estocada na plataforma. Por exemplo, na primeira coluna da tabela foi relacionado o produto químico “acetona”. A quantidade de estoque deste produto é de 500 ml (quantidade máxima que pode estar presente na plataforma). Já a coluna chamada “ponto de pedido” representa a quantidade mínima de estoque do produto químico na plataforma. Seguindo o mesmo exemplo proposto anteriormente, a acetona possui ponto de pedido de 300 ml, ou seja, quando o produto químico atingir a quantidade de 300 ml, 200 ml devem ser comprados para compor a quantidade máxima permitida.

Tabela 5 – Lista Aprovada de Produtos

PRODUTO	SAÚDE	INFLAMAB.	REATIVIDADE	ESTOQUE	PONTO DE PEDIDO
ACETONA	1	2	0	500 ml	300 ml
AGUA DESMINERALIZADA	0	0	0	300 l	100 l
ULTRA COOPER	0	1	0	5 pçs	3 pçs
ARDROX 6322	1	0	0	20 l	0
ARDROX 6345	1	0	0	30 l	10 l
CASCOLA	2	2	0	2 latas	1 l
CATAPHORE	1	0	0	200 l	10 l
CREME P/ MÃOS EDUMAX	0	0	0	5	3
JIMO	1	2	0	5	3
LAND 199	1	0	0	30 l	10 l
WD40	2	2	0	10 latas	5 latas
GLICERINA LIQ.	0	0	0	2 litros	1 litro
GRAXA GMA-2-EP	0	0	0	15 kg	5 kg
LIMPA CONTATOS	1	2	0	10 latas	5 latas
LOCTITE 241	1	1	1	1 lata	0
LOCTITE 242	1	1	1	1 lata	0
LOCTITE 601	1	0	0	1 lata	0
LOCTITE 620	1	0	0	1 lata	0
LOCTITE 7070	1	2	0	1 lata	0
ANTI-SEIZE	0	0	0	1 kg	500 g
REMOVEDOR DE JUNTAS	3	2	0	2	1
MARCADOR ESF.(MARKEY)	0	3	0	5	2
MASSA PARA POLIR	1	0	0	1	0
MONOETILENO GLICOL	1	0	0	20 l	0
MD-400	0	0	0	200l	0
TERESSO 46	0	0	0	800 l	400 l
QUIMATIC - 1	1	2	0	2 latas	1 lata
PRIMER - PCF	1	2	0	2 latas	1 lata
PASTA AZUL DA PRÚSSIA	1	2	0	1 bisnaga	0 bisnaga
QUEROSENE	2	3	0	30 l	10 l
QUIMATIC-10	1	2	0	2 (500 ml)	1
QUIMATIC-30	1	3	0	2	1
SILICONE	2	1	0	4 tubo	2
SUPER BONDER 3G	1	2	0	5	3
TUBOLITE-500G	0	0	0	1	0
TURCO-4181 L	4	0	0	210 l	10 l
VASELINA SÓLIDA	0	0	0	1	0
VEJA MULTIUSO				5	2
VERNIZ-LACKTHERM	1	4	0	1	0

#### 4.7.1.3 AQUISIÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS

Apenas os produtos presentes na lista de produtos aprovados (Tabela 8) serão comprados. Caso seja necessária a compra de algum produto que não esteja presente na lista de produtos aprovados, o supervisor da planta deverá justificar a compra e a quantidade do produto.

#### 4.7.1.4 PROCEDIMENTO PARA A COMPRA DE PRODUTOS QUÍMICOS

Após ser vista a real necessidade do produto, o técnico de planejamento presente na planta deve fazer o pedido do produto para o coordenador de SMS (segurança, meio ambiente e saúde), que após análise, repassará o pedido para o coordenador de logística, que providenciará a compra do produto. Este processo deverá ser feito através do preenchimento de uma SM (Solicitação de Material) que deverá ser encaminhada para o responsável pela segurança (técnico de segurança ou engenheiro de segurança), que após análise, dará continuidade ao processo de compra através do coordenador de logística.

#### 4.7.1.5 – PREPARAÇÃO PARA EMBARQUE DOS PRODUTOS QUÍMICOS

Todos os produtos químicos ao serem adquiridos serão encaminhados ao escritório onde serão analisados (conferidos) e preparados para o embarque pelo coordenador de EHS.

O produto químico será etiquetado (etiqueta diamante e etiqueta com informações do fabricante) e os EPI's necessários serão disponibilizados (caso não seja confirmada a existência prévia dos mesmos na plataforma). A ficha de segurança do produto já estará disponível no escritório, mas caso esteja sendo efetuada a compra de um novo produto, a ficha de segurança deverá ser encaminhada pelo fabricante ao escritório que posteriormente a encaminhará a plataforma.

#### 4.7.1.6 – RECEBIMENTO DOS PRODUTOS QUÍMICOS NA PLATAFORMA

Os funcionários que receberem os produtos químicos na plataforma deverão conferir o produto, a etiquetagem e a existência do EPI necessário para sua utilização.

Caso alguma não conformidade seja constatada, o funcionário deverá tratá-la imediatamente. Caso não seja possível remediar a situação, o funcionário deverá entrar em contato com o coordenador de EHS.

Se não houver problemas com o recebimento do produto, o funcionário deverá armazená-lo no local apropriado.

#### 4.7.1.7 – TREINAMENTO

Um treinamento sobre produtos químicos, seus potenciais danos e riscos deverá ser feito para que os funcionários tenham condições de prevenir e corrigir qualquer erro que possa ter ocorrido no processo.

#### 4.7.1.8 – AUDITORIAS

Deverão ser realizadas auditorias mensais para garantir que todos os pré-requisitos relativos aos produtos químicos estejam sendo cumpridos. Essa auditoria deverá ser feita pelo supervisor ou por alguém designado por ele, baseado na lista de verificação de *housekeeping*, que já é feito mensalmente, além de um “check list” criado especialmente para controlar as quantidades e o estado geral dos produtos. Nesta lista de verificação foi incluído um questionário relativo à produtos químicos.

O fator chave neste procedimento (que é mostrado de maneira explicativa na Figura 18) é a presença de um funcionário *onshore* responsável pelo autorização da compra do produto químico e de seu posterior preparo antes do

envio do mesmo a plataforma, permitindo que haja um controle prévio, evitando problemas corriqueiros, como desembarque de produtos que possuem validade vencida ou próximas do vencimento, ausência das etiquetas em forma de diamante e ausência de EPI, entre outros . O novo fluxograma de processo (Figura 18) é muito mais simples que o anterior e muito menos sujeito a ocorrência de erros, já que para cada atividade, foi especificado um funcionário responsável para executá-la.

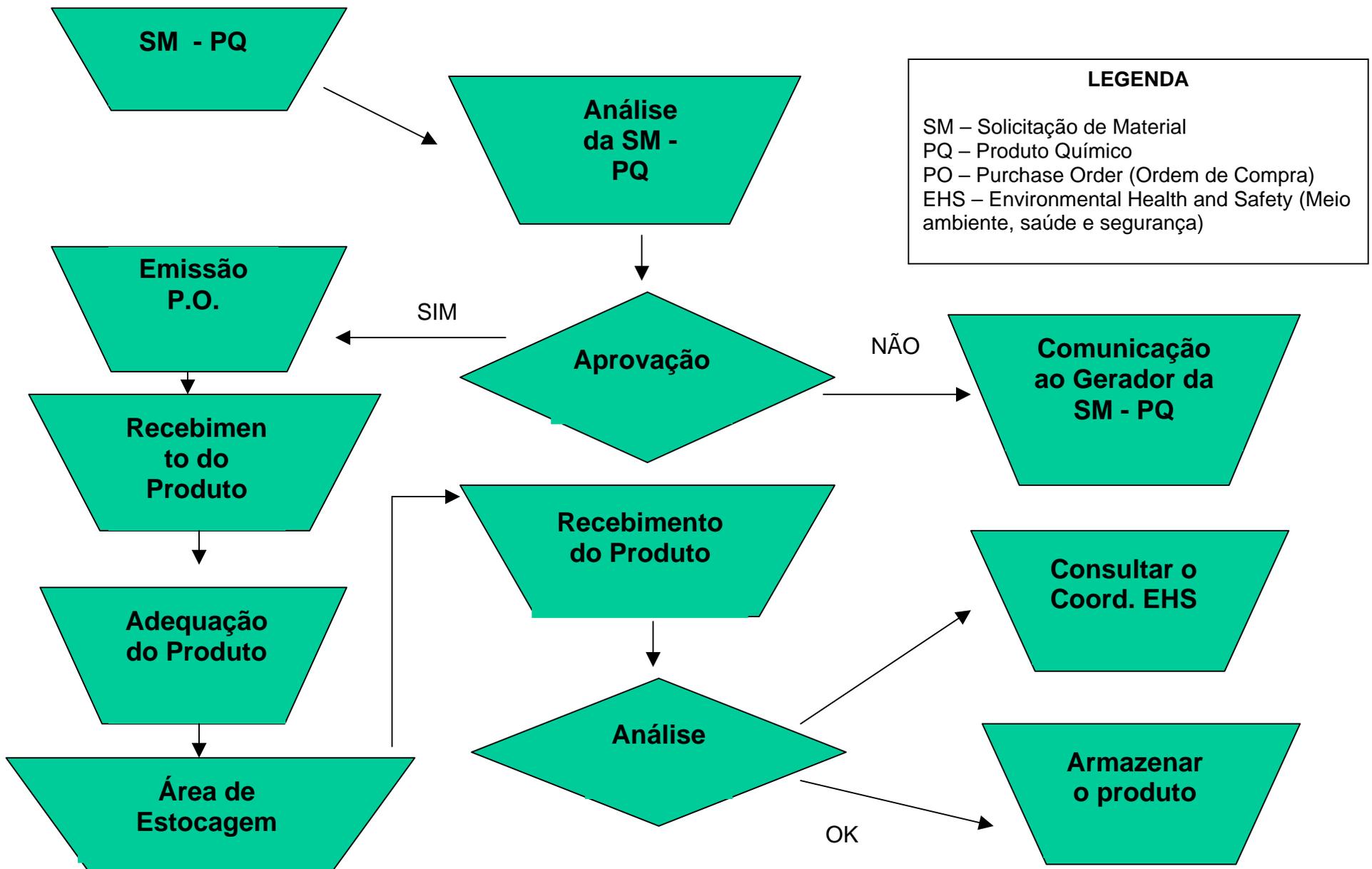


Figura 18 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO REVISADO

## Capítulo 5 - Conclusão

Sendo uma das mais importantes atividades que compõe as operações de uma plataforma offshore (já que sem ela nenhuma outra atividade seria possível), a geração de energia envolve vários recursos necessários para sua realização. Um destes recursos são os produtos químicos, indispensáveis para a manutenção desta atividade. Várias normas regulamentadoras brasileiras (NR's) tratam de assuntos diversos em que de alguma maneira o tema produtos químicos está inserido, mas não existe uma legislação específica que regularize o gerenciamento de produtos químicos na indústria. Este trabalho propõe o estabelecimento de um gerenciamento de produtos químicos de acordo com as premissas propostas no capítulo 19 da agenda 21 (Manejo Ecologicamente Saudável das Substâncias Químicas Tóxicas, Incluída a Prevenção do Tráfico Internacional Ilegal dos Produtos Tóxicos e Perigosos) além das premissas presentes nas normas regulamentadoras NR 9 (PPRA), NR 11 (Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais), NR 15 (Atividades e Operações Insalubres), NR 16 (Atividades e Operações Perigosas), NR 20 (Líquidos Combustíveis e Inflamáveis), NR 26 (Sinalização de Segurança) e a NRR 5 (Produtos Químicos no âmbito rural) quando aplicáveis, podendo ser uma ferramenta que contribua para o desenvolvimento de uma legislação direcionada exclusivamente ao gerenciamento de produtos químicos na indústria.

Para que o gerenciamento dos produtos químicos aplicado em plantas de geração de energia em plataformas *offshore* seja ambientalmente correto, a relação entre a gestão de produtos e a gestão ambiental foi apresentada, mostrando que a gestão dos produtos é uma das premissas da gestão ambiental, cujos elementos estão especificados na ISO 14000. O controle dos produtos químicos (entendidos neste trabalho como recursos) é indispensável para o gerenciamento dos mesmos, e neste sentido foi percebida a necessidade de um maior controle na compra, estoque e manuseio dos produtos. O problema

estudado pode ser definido como a inexistência de um gerenciamento de produtos químicos adequado às atividades de geração de energia, operadas por empresas contratadas em plataformas de petróleo. Neste trabalho foi estudado o caso de uma empresa contratada em específico, detalhada no capítulo 4.

O objetivo principal do trabalho foi aplicar uma metodologia que garantisse o gerenciamento de produtos químicos relacionados a geração de energia em plataformas de petróleo, considerando as premissas estabelecidas na agenda 21 e nas normas regulamentadoras brasileiras existentes, garantindo a segurança dos funcionários e a preservação do meio ambiente. Como do ponto de vista ambiental, a legislação brasileira se desenvolve lentamente no que diz respeito à notificação, classificação, acondicionamento e rotulagem de químicos, novos e já existentes, este trabalho possui também o objetivo de contribuir com informações que auxiliem a elaboração de uma legislação ou norma que regule o gerenciamento de produtos químicos para indústria.

A aplicação da metodologia Seis Sigma para o controle e gerenciamento dos produtos químicos, visando a melhoria contínua do processo, possibilita minimizar os erros possíveis do processo e desta forma alcançar os objetivos pretendidos:

- a) controle de quantidades de produtos químicos minimizando os riscos ao meio ambiente;
- b) controle do armazenamento dos produtos químicos, minimizando os riscos de reações químicas entre eles, e conseqüentemente minimizando a possibilidade de impactos ao meio ambiente e de danos físicos aos funcionários;
- c) controle das condições de segurança, representadas pelo uso de EPI, etiquetagem de todos os produtos químicos, para que todas as informações necessárias sobre os mesmos fossem mostradas de maneira clara;
- d) a existência de todas as MSDSs para que em caso de qualquer derrame ou contato, os funcionários possuíssem uma fonte de consulta para saber o que fazer).

Os objetivos propostos foram cumpridos já que após a aplicação da metodologia Seis Sigma várias mudanças foram aplicadas ao processo de gerenciamento de produtos químicos, minimizando a geração de erros deste processo e maximizando a segurança.

As mudanças do processo podem ser vistas no capítulo 4, com a criação do procedimento de Manejo de Produtos Químicos (4.7.1), que altera o processo existente de forma definitiva através da inserção da figura responsável pelos produtos químicos em terra (onshore), que a partir da implantação do novo gerenciamento, possui a responsabilidade de controlar o processo de compra dos produtos químicos (quantidades), além da etiquetagem dos mesmos (de acordo com as normas da NFPA) e por garantir a existência da MSDS do produto.

Os resultados encontrados foram satisfatórios, já que mostram a melhora significativa do nível sigma do processo estudado, o que caracteriza diminuição de erros no processo e conseqüente aumento da segurança. Como mostrado no capítulo 3, o nível sigma do processo inicial é igual a 1,8 e depois das efetivas mudanças e implementação do novo gerenciamento, o nível sigma do processo chegou a 3,59. Essa melhora é significativa já que em 1000000 de tentativas, ou seja, em 1000000 de ocorrências de compra de produtos químicos e envio dos mesmos à plataforma para posterior estocagem, 368627 vezes iriam acontecer erros, como a estocagem do produto químico em área inadequada ou a não etiquetagem do mesmo. Após a aplicação do novo sistema de gerenciamento e o controle do novo processo, a possibilidade de ocorrência de erros diminuiu significativamente e chegou ao número de 18182 a cada 1000000 tentativas.

De acordo com a metodologia “Seis Sigma” o processo ideal deve possuir um nível sigma igual a 6, que significaria uma possibilidade de erro de 3,4 a cada 1000000 tentativas. Neste sentido um questionamento pode ser feito. O

que seria preciso para que o gerenciamento de produtos químicos em plantas de geração de energia offshore alcançassem o nível “Seis Sigma”? Neste sentido, se faz necessária a continuidade do estudo deste processo, com a análise de outras variáveis que não foram consideradas neste trabalho (exemplos seriam: infraestrutura dos locais de estocagem, manuseio dos produtos, produtos alternativos entre outros) de forma que o novo processo de gerenciamento de produtos químicos seja novamente alterado e que alcance um nível sigma maior, proporcionando maior segurança aos trabalhadores e ao meio ambiente. Além disso, a disposição dos resíduos gerados, parte integrante do gerenciamento de produtos químicos não foi abordada neste trabalho, pois este assunto também poderia gerar um estudo à parte.

## BIBLIOGRAFIA

ABREU, Antônio Izaías da Costa. Municípios e topônimos fluminenses: histórico e memória. Niterói: Imprensa Oficial do Estado do Rio de Janeiro, 1994.

AGENDA 21, capítulo 19, 1992, Rio de Janeiro – Manejo Ecologicamente Saudável das Substâncias Químicas T[oxicas, Incluída a Prevenção do Tráfico Internacional Ilegal dos Produtos Tóxicos e Perigosos.

Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/agenda21>

ALBUQUERQUE, Christina Kelly. Caracterização do uso e da ocupação do solo no município de Rio das Ostras. In: I<sup>o</sup> Encontro Regional sobre Conservação e Uso Sustentável das Terras. Governo do Estado do Rio de Janeiro/ Prefeitura municipal de Rio das Ostras/EMBRAPA. Rio de Janeiro: MIMEO, 1998.

AMBIENTEBRASIL – Ambiente Gestão. Sistema de Gestão Ambiental.

Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br> /Agosto de 2003.

ANP/Agência Nacional do Petróleo. *Anuário Estatístico 2002*. Disponível em: <http://www.anp.gov.br>. Acesso em 18 de Março de 2003.

ASSIS, José Chacon de. Brasil 21 Uma Nova Ética para o Desenvolvimento. Rio de Janeiro: CREA, 2000.

BRAGA, Benedito. Introdução a Engenharia Ambiental. Sao Paulo: Afiliada, 2002.

BRUNS, Giovana B. *Afinal o Que é Gestão Ambiental*.

Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br>

CADERNOS FUNDAP. Política Ambiental e Gestão dos Recursos Naturais. Revista da Fundação do Desenvolvimento Administrativo. FUNDAP, 1996.

CHOWDHURY, Subir. *Quem comeu o meu hambúrguer? O poder do Seis Sigma*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2002.

COPASQ, Convenção de Roterdã. Substâncias Químicas.

Disponível em: <http://www.mma.gov.br>

CLARK, Patrícia K. *Standarts Interpretations*. Washington: OSHA, 1991.

Disponível em: <http://www.osha.gov/SLTC/emergencyresponse/index.html>

DE SOUZA, Gutemberg. *Produtos Químicos e DNA Humano*.

Disponível em: <http://www.cib.org.br>. Acesso em agosto de 2003

DWYER, Tom. (2000) A produção Social do Erro: o caso dos acidentes ampliados. In: FREITAS, C. M.; PORTO, M. Firpo de Souza; MACHADO, J. M. Huet. (orgs.) *Acidentes Industriais Ampliados: desafios e perspectivas para o controle e a prevenção*. Rio de Janeiro: Ed. FIOCRUZ. (Pg. 107-126).

Discharge Cycle Time. Six Sigma Projects. Disponível em: <http://www.healthsystem.virginia.edu/internet/ldp/images/dct.gif>

Evolução da Tecnologia de Perfuração. Disponível em <http://www.sindipetroce.org.br>.

FEEMA. *Vocabulário básico de Meio Ambiente*. 4 ed. Rio de Janeiro: Petrobrás/FEEMA, 1992.

FRANKENFELD, Karoline P. *Método Sísmico de Reflexão*. Pós-Graduação em Engenharia de Petróleo. Rio de Janeiro: Universidade Estácio de Sá, 2002 (mimeo).

FREITAS , C. M.; PORTO, M. Firpo de Souza; MACHADO, J. M. Huet. A questão dos acidentes industriais ampliados. *In*: FREITAS, C. M.; PORTO, M. Firpo de Souza; MACHADO, J. M. Huet. (orgs.) *Acidentes Industriais Ampliados: desafios e perspectivas para o controle e a prevenção*. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000. (p. 25-45).

GE POWER SYSTEMS. Green Belt Workshop – Six Sigma. GE Six Sigma. GE América Latina. São Paulo: 2002.

GRIPPI, Sidney. *Lixo Reciclagem e sua História*. Rio de Janeiro: Interciência, 2001.

GUERRA, Antônio Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. *Geomorfologia e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

HERCULANO, Selene; FREITAS, Carlos Machado de; PORTO, Marcelo Firpo de Souza. Qualidade de vida e riscos ambientais como um campo interdisciplinar em construção. *In* HERCULANO, Selene; PORTO, Marcelo Firpo S.; FREITAS, Carlos Machado (org). *Qualidade de Vida e Riscos Ambientais*. Niterói: EdUFF, 2000. Pp. 17 - 26).

HERCULANO, Selene; FREITAS, Carlos Machado de; PORTO, Marcelo Firpo de Souza. Qualidade de vida e riscos ambientais como um campo interdisciplinar em construção. *In* HERCULANO, Selene; PORTO, Marcelo Firpo S.; FREITAS, Carlos Machado (org). *Qualidade de Vida e Riscos Ambientais*. Niterói: EdUFF, 2000. Pp. 17 - 26).

HODJA, Ricardo Gross. *Gestão Ambiental é Vantagem Competitiva*. Gazeta Mercantil, 1998.

IVENS-FERRAZ, Artur. *Novo Dicionário da Terminologia do Petróleo*. Rio de Janeiro: Tradexpress Tradutores, 1998.

JOHNSON, Spencer. *Quem mexeu no meu queijo?* 33<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Record, 2002.

LOBO JUNIOR, Dacio Tavares (et. al.). *Macaé: síntese Geo-Histórica*. Rio de Janeiro: 100 Artes Publicações/ Prefeitura Municipal de Macaé, 1990.

LOPES, MRJ and MATTOS, OAU Sistema de Gestão Ambiental Integrado – SGAI: Proposta Metodológica Segundo a Abordagem da Gestão de Ruptura. *Rev. Eng. Ciência e Tecnologia*. vol 4 - n 6: p.33-44, 2001.

MACEDO, Ricardo Kohu de. *Gestão Ambiental*. Rio de Janeiro: ABES, 1994.

MACHADO, P.A.L. *Direito Ambiental Brasileiro*. São Paulo, Ed Rev. Dos Tribunais, 1991.

MEIRA, Rogério Campos. *As ferramentas para a melhoria da qualidade*. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 1999.

MOL, Arthur P.J. A Globalização e a mudança dos modelos de controle de poluição industrial: a teoria da modernização ecológica. In: HERCULANO, Selene; PORTO, Marcelo Firpo S.; FREITAS, Carlos Machado (org). *Qualidade de Vida e Riscos Ambientais*. Niterói: EdUFF, 2000. (pp. 267-280).

MORAES, Antonio Carlos Robert. *Cidades Mundiais, Contextos Nacionais e Gestão Ambiental*. São Paulo: USP, 2000.

Motorola University. Disponível em: <http://mu.motorola.com/>

NASCIMENTO, Renata Leite Pinto do. O impacto da Petrobrás no município de Macaé: uma análise das mudanças urbanas e na estrutura do emprego. Tese (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional – IPPUR, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: 1999

Normas Regulamentadoras. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Occupational Injuries and Illness in Connecticut 2001 (OSHA). Disponível em <http://www.ctdol.state.ct.us/osha/2001/illnesses01.htm>

ODUM, Eugene P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

Plataformas fixas e autoeleváveis. Disponível em <http://www.sindipetro-ce.org.br> e Qatar Petroleum.

Plataformas Flutuantes. Disponível em [www.cleddau.com](http://www.cleddau.com) e [www.mossw.com](http://www.mossw.com).

Quantify the Benefits of Six Sigma Projects. Disponível em: <http://www.isixsigma.com/library/content/c010520a.asp>

QUEIROZ, Mozart Schmitt de. A Indústria do Petróleo e o Meio Ambiente. II Fórum Ambiental Pró-Rio. Mimeo, 2001. Disponível em: <http://www.sindipetro.org.br>. Acessado em 25/03/2003.

REIS, M.J.L – ISO 14000 Gerenciamento ambiental: um novo modelo para sua competitividade – Rio de Janeiro: Qualitymark Ed: 1995.

RIO DAS OSTRAS, Prefeitura Municipal. História do município. Disponível em [www.pmro.rj.gov.br.htm](http://www.pmro.rj.gov.br.htm). Acesso em 16 de ago. De 2002.

SCHIANETZ, Bojan. *Passivos Ambientais*. Curitiba: SENAI, 1999.

SEMINÁRIO ÁGUAS, 1, 1994, Salvador. Mananciais e usos, saneamento e saúde, política e legislação. Goethe Institut/Prefeitura de Salvador. Salvador: 1994.

Six SigmaProject Exemple. Six Sigma Design for Six Sigma What is Six Sigma. Disponível:<http://www.6sigma.us/SixSigmaProjectExample/SixSigmaProject1.html>

Six Sigma Projects, Six Sigma Work, Six Sigma Exemples. Disponível em: [http://www.adamssixsigma.com/Sample\\_Projects/six\\_sigma\\_projects.htm](http://www.adamssixsigma.com/Sample_Projects/six_sigma_projects.htm)

THOMAS, José Eduardo (org.). Fundamentos de engenharia do petróleo. Rio de Janeiro: Interciência: PETROBRÁS, 2001.

TORRES, Haroldo da Gama. (2000). A demografia do risco ambiental. In TORRES, H. & COSTA, H. (orgs.) *População e Meio Ambiente: debates e desafios*. São Paulo: Editora SENAC São Paulo: 2000 (pg. 53 – 73).

ZACCARELLI, Sergio Baptista. Programação e controle da produção. 3ª ed. São Paulo, Pioneira, 1974.

WRUK, Hans-Peter. Kapitel 4.3: Normative Vorgaben In: Praxishanbuch Umweltmanagement – System. Tradução Livre.

## ANEXOS

1-Resumo das Leis relativas a produtos químicos no Brasil.

### 2-MSDS

Material Safety Data Sheet de um produto qualquer usado no processo estudado.

### 3– Memória de Cálculo – Minitab

Demonstração do uso de algumas ferramentas do programa MINITAB.

### 4 -Check List Mensal

Este check list foi elaborado para permitir o controle efetivo das quantidades de produtos presentes no processo, assim como se a validade do mesmo é aceitável. Foi elaborado um check list idêntico para três locais diferentes, o skid (produtos em grandes quantidades, o almoxarifado e o container). Como os check lists são idênticos, foi anexado somente o referente ao almoxarifado, para exemplificação.

## ANEXO 1 – Resumo das Leis

A **Lei Federal 9017/95** implementada pelo **Decreto 1646/95** tem como objetivo controlar a importação, comercialização e utilização de produtos que possam ser usados como insumo na elaboração de cocaína. As empresas envolvidas em atividades que utilizem os produtos aí referidos deverão estar cadastradas no Departamento de Polícia Federal -DPF, deverão ter obtido uma licença de funcionamento e deverão apresentar, mensalmente, relatórios sobre a quantidade de substâncias com que lidaram durante esse período. Os registros desses relatórios deverão ser guardados durante cinco anos.

O **Decreto 2998/99** tem como objetivo controlar a importação, comercialização e utilização de substâncias que possam ser usadas na fabricação de armas, explosivos e outros dispositivos do interesse do Ministério do Exército. O Anexo 1 do Decreto apresenta uma lista de cerca de 300 substâncias. As atividades de importação ou exportação de tais substâncias exigem um Certificado de Registro expedido pelo Ministério do Exército, que deverá ser renovado anualmente.

A rotulagem de produtos perigosos no local de trabalho é abordada pela **NR-26** Sinalização de Segurança, que exige que os produtos perigosos tenham um rótulo com instruções breves, precisas, redigidas em termos simples e de fácil compreensão. O rótulo de segurança deve incluir o nome do produto ou substância, sinalização de advertência, indicações do risco, medidas preventivas, primeiros socorros, informações para médicos, em casos de acidentes, assim como instruções especiais em caso de fogo, derrame ou vazamento.

O Brasil é um país signatário da Convenção de Viena e do Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio. A Resolução **CONAMA 267/2000**, que substitui a Resolução CONAMA 13/95 e 229/97, restringe o uso das substâncias que destroem a camada de ozônio (SDCO),

listadas no Anexo da Resolução CONAMA 267/2000, em certos tipos de equipamento (por exemplo, equipamentos e sistemas de combate a incêndios, equipamento de refrigeração e ar condicionado, etc.). A Resolução também exige que as empresas que produzam, importem, exportem ou utilizem mais de 200 kg de substâncias que destroem a camada do ozônio efetuem o cadastramento junto ao IBAMA e reportem, anualmente, a produção, importação, exportação e comercialização destas substâncias até 30 de abril de cada ano. O peso limite de 200 kg não se aplica ao Halon 1211, Halon 1301 e Halon 2402 cuja produção, importação, exportação, comercialização ou utilização exige um cadastramento abaixo deste peso limite.

O Brasil aprovou a Convenção 170, da Organização Internacional do Trabalho, sobre Segurança na Utilização de Produtos Químicos no Trabalho através do **Decreto 2657/98**, que contém o requisito de fornecer fichas de informação de segurança de produtos químicos aos trabalhadores. O conteúdo de uma ficha deste tipo é especificado mais pormenorizadamente na Norma Brasileira **NBR 14725** sobre a Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos, de julho de 2001. Esta norma detalha os títulos e as informações que deverão ser fornecidas na fichas de informação de segurança de produtos perigosos, com base no disposto na Norma ISO 11014 - `Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos.

## ANEXO 2 - MSDS

### FOLHA DE DADOS DE SEGURANÇA DO PRODUTO WELLSEAL

#### Seção 1: Identificação da substância/ preparação e empresa

<b>Produto/material:</b>	Massa de Junção
<b>Descrição do Produto:</b>	Mistura de petróleo em solvente clorado
<b>Nome:</b>	Wellseal
<b>Nome do contato:</b>	A. W. Walker
<b>Fabricante:</b>	Honeywell Specialty Chemicals
<b>Endereço:</b>	Tavistock Road, West Drayton, Middlesex, UB7 7RA, UK
<b>Telefone de Emergência (UK):</b>	01895 427000
<b>Telefone de Emergência (Europa):</b>	32 (0) 87598159

#### Seção 2: Composição/Informação de Ingredientes

<b>A – Substâncias classificadas</b>	(i) Percloroetileno < 50% (ii) Isopropanol <2% inflamabilidade alta
<b>B – Substâncias não classificadas</b>	-----

#### Seção 3 – Identificação dos Riscos/ Efeitos Adversos a Saúde Humana

<b>(i) Inalação</b>	Efeitos podem ocorrer a 200 ppm; maiores níveis de exposição podem causar irritação nasal, náusea, falta de coordenação e até inconsciência.
<b>(ii) Contato com a Pele</b>	Exposição prolongada ou repetida pode causar irritação, defatting da pele e dermatite
<b>(iii) Contato com os Olhos</b>	Pode causar irritação e dor
<b>(iv) Ingestão</b>	Vai produzir náuseas e dor abdominal
<b>(v) Efeitos tardios após exposição</b>	Exposição excessiva pode causar efeitos nos rins e fígado

#### Seção 4 – Medidas de Primeiros Socorros

(i) Inalação	Remover da contaminação atmosférica e procurar atenção médica
(ii) Contato com a pele	Remover contaminação e lavar a área com sabão e água
(iii) Contato com os olhos	Lavar com água em abundância. Procurar atenção médica
(iv) Ingestão	Não induza vômito. Procure atenção médica

#### Seção 5 – Dados de Perigos de Explosão e Incêndio

<b>Flash Point (°C)</b>	N/A
<b>Limites de Flamabilidade</b>	N/A

<b>Temperatura de Auto ignição</b>	N/A
<b>Extintores</b>	Pó químicos, CO2 ou espuma
<b>Extintor que não deve ser usado</b>	Água
<b>Composição</b>	Fosgênio, cloreto de hidrogênio, monóxido de carbono, dióxido de carbono e
<b>Procedimentos Especiais Contra incêndio</b>	Não respire a fumaça. O pessoal deve ser evacuado para lugar ventilado.
<b>Equipamentos Especiais de Proteção ao combater o fogo</b>	Máscara (full face), equipamento autônomo de oxigênio e roupa de proteção completa.

## Seção 6 – Medidas de Derrame Acidental/Derrames e Vazamentos

<b>Precauções Pessoais</b>	Óculos para químicos, luvas de proteção, Evitar os vapores.
<b>Precauções relativas a Meio Ambiente</b>	Não permitir que atinja corpos d'água.
<b>Métodos de Limpeza</b>	Absorver com material inerte, como areia, e tratar como resíduo sólido perigoso.

## Seção 7 – Manuseio e Armazenagem

<b>Precauções para Manuseio Seguro</b>	Evitar vapores e contato com a pele e os olhos.
<b>Condições para Estocagem Segura</b>	Estocar em locais secos longe de boilers e tubulações quentes. Estocar em temperaturas entre 10 e 25°C em locais secos. Manter os containers fechados.

## Seção 8 – Controle da Exposição/Proteção Individual

<b>Limite de Exposição Ocupacional 8 horas (TWA)</b>	345 mg/m <sup>3</sup> (50ppm) percloroetileno (EH40)
<b>Limite de Exposição Ocupacional 15 minutos Ref</b>	689 mg/m <sup>3</sup> (100ppm) percloroetileno(EH40)
<b>Medidas de Engenharia</b>	Em condições de concentrações altas, exaustão local
<b>Proteção Respiratória</b>	Se a concentração exceder o LEO, usar máscara para vapores orgânicos
<b>Proteção das Mãos</b>	Luvas impermeáveis
<b>Proteção dos Olhos</b>	Óculos para químicos
<b>Proteção da pele</b>	Proteção completa

## Seção 9 – Propriedades Físico Químicas

<b>Aparência</b>	líquido marrom
<b>Odor</b>	eter
<b>Ponto de ebulição</b>	N/A
<b>Flash Point</b>	N/A

<b>Limites de Inflamabilidade</b>	N/A
<b>Ponto de fulgor</b>	N/A
<b>Propriedades Explosivas</b>	N/A
<b>Propriedades de Oxidação</b>	N/A
<b>Pressão de vapor (mm Hg)(20°C)</b>	14.2
<b>Relative density (H2O-1)</b>	1.16
<b>Solubilidade em água</b>	imiscível
<b>Densidade de Vapor</b>	não estabelecido
<b>Conductividade</b>	N/A
<b>Viscosidade</b>	2,3
<b>Porcentagem volátil pelo volume (%)</b>	50%
<b>Nível de evaporação</b>	Não estabelecido

### **Seção 10 – Estabilidade e Reatividade**

<b>Estabilidade/Condições a Evitar</b>	Estável em condições normais de pressão e temperatura
<b>Incompatibilidade/Materiais a Evitar</b>	Ácidos fortes e Materiais oxidantes. Evitar contato com chama e áreas de soldagem
<b>Componentes Perigosos</b>	Na presença de calor pode formar produtos tóxicos, incluindo hidrogênio clorado e fosgênio

### **Seção 11 – Informação Toxicológica**

<b>Ingredientes Perigosos</b>	Tetracloroetileno
<b>Efeitos Imediatos a Saúde</b>	Ver seção 3
<b>Efeitos Tardios</b>	Ver seção 3
<b>Efeitos agudos</b>	Ver seção 3
<b>Efeitos crônicos</b>	Ver seção 3

### **Seção 12 – Informação Relativa ao Meio Ambiente**

<b>Ingredientes Perigosos para o Meio Mobilidade</b>	Percloroetileno Líquido móvel
<b>Persistência e Degradabilidade</b>	Eliminável por degradação biológica
<b>Potencial Bioacumulativo</b>	Não esperado
<b>Toxicidade Aquática</b>	Não estabelecida
<b>Poluentes Marinhos</b>	Sim

### **Seção 13 – Considerações para Disposição**

Disposição dos resíduos	Consultar a autoridade local.
Disposição de resíduos em containers	Consultar a autoridade local.
Restrições para a Disposição	Consultar a autoridade local.

### **Seção 14 – Transporte/Informação de Etiquetagem**

<b>Fornecedor das Etiquetas</b>	Hamful Xn Contains Percloroetileno
<b>Frases de Risco</b>	R40 possui riscos de efeitos irreversíveis
<b>Frases de Segurança</b>	S23 não respirar o vapor

<b>Nome para Transporte</b>	S36/37 vestir roupas de proteção e luvas
<b>UN Number</b>	Líquido tóxico, orgânico
<b>Classificação IMDG</b>	2810
<b>Precauções Especiais</b>	6.1
<b>Símblo de Transporte</b>	Olhar introdução IMDG, classe 6.1
	T

### **Seção 15 – Informações Obrigatórias**

<b>Número EEC</b>	Não designado
<b>Endereço Completo</b>	Tavistock Road, West Drayton, Middlesex, UB7 7RA, UK
<b>Telefone</b>	01895 427000

### **Seção 16 – Outras Informações de Segurança e Saúde**

<b>Training</b>	-----
<b>Usos Recomendados e Restrições</b>	Ver acima

### Anexo 3 – Memória de Cálculo – MINITAB

Como dito anteriormente, o programa MINITAB é uma ferramenta estatística que é indispensável durante a aplicação da metodologia Seis Sigma.

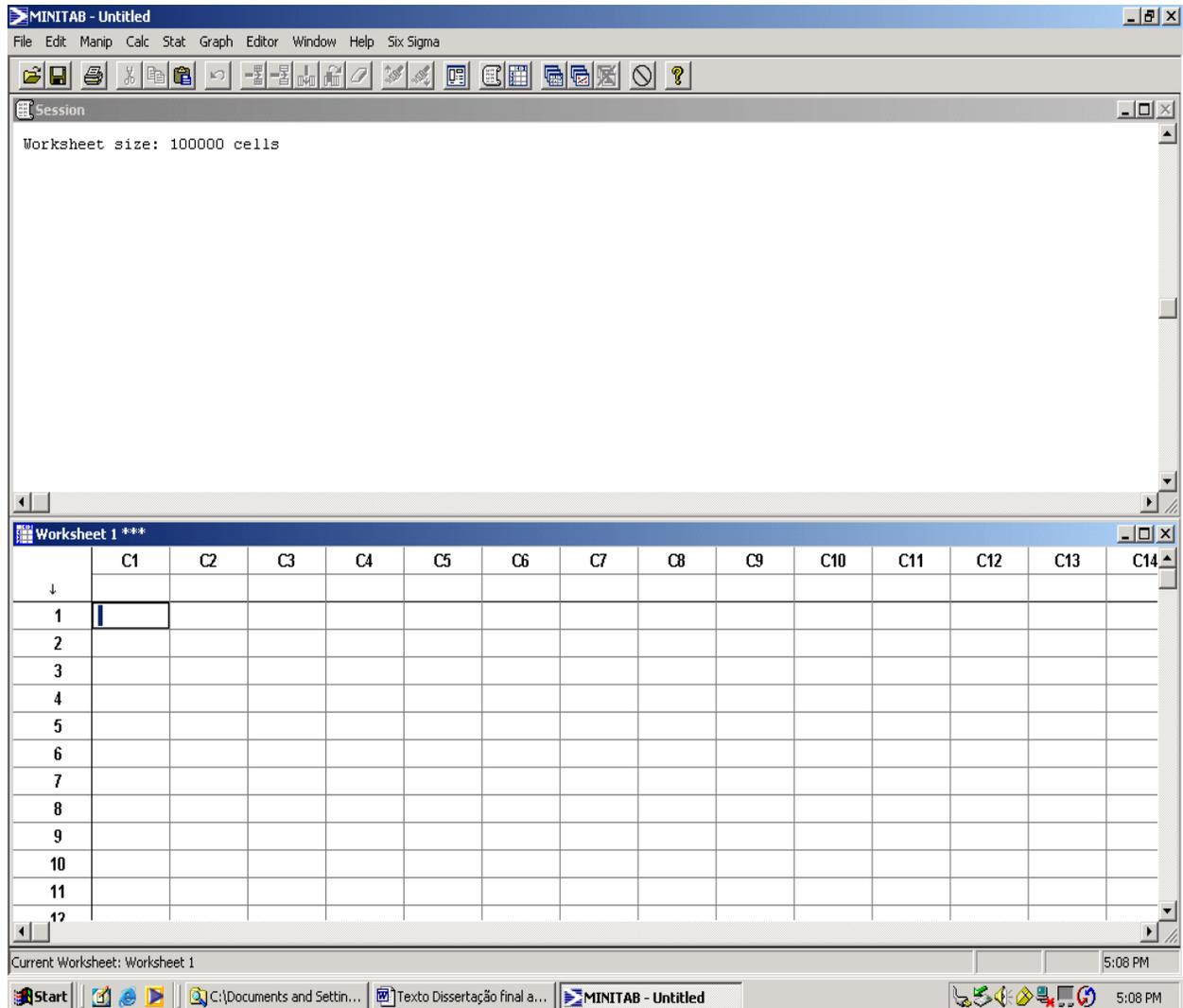


Figura 19 – Programa MINITAB

O programa possui várias ferramentas estatísticas para serem usadas, mas será mostrado neste anexo somente as ferramentas usadas neste trabalho. Foi

usada a Análise de Pareto no caso estudado, com o objetivo de prorizar as ações de controle.

Para cálculo do gráfico de Pareto, é necessário usar o programa da seguinte forma:

### 1 – Colocar os dados na matrix do programa

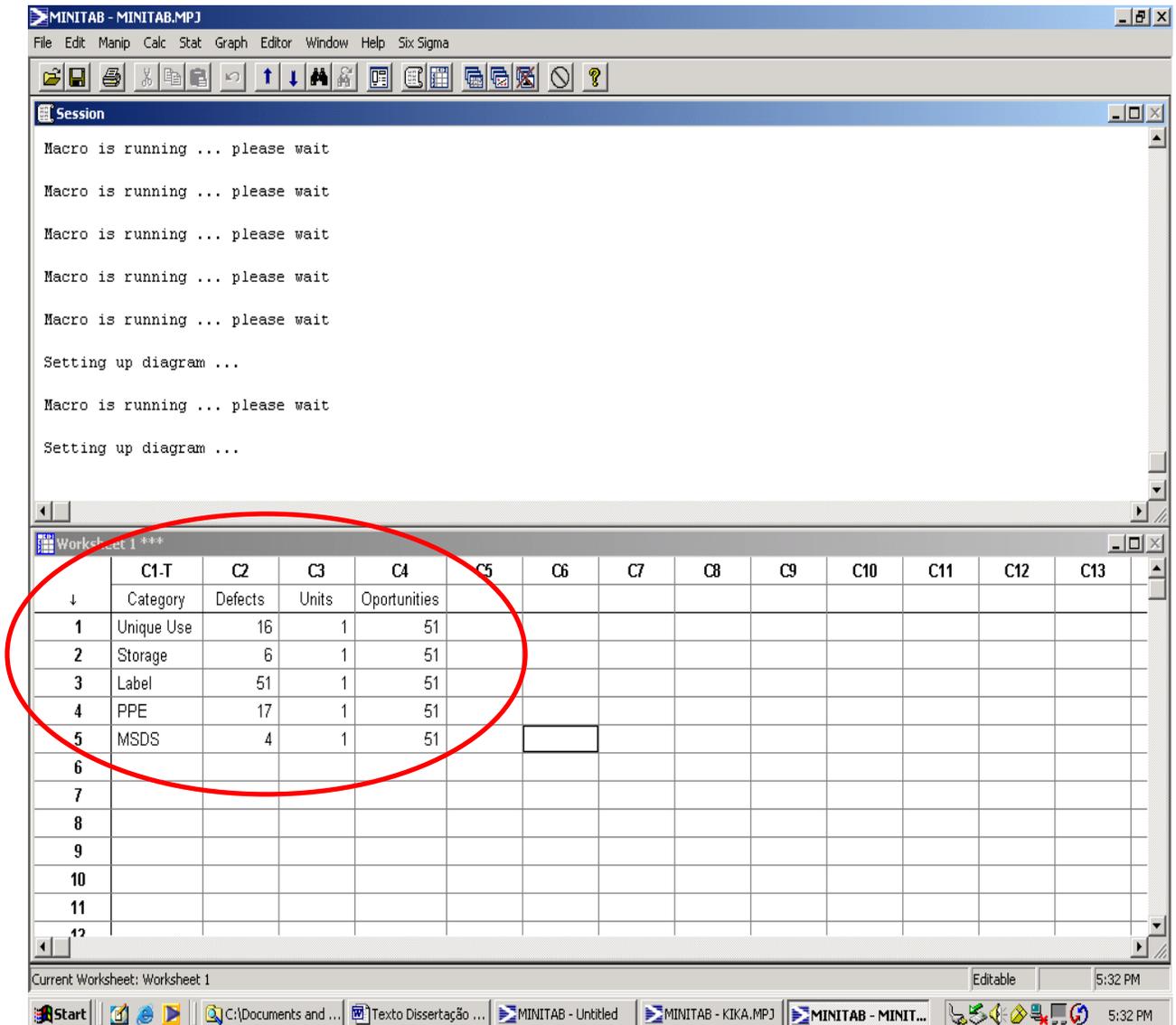


Figura 20 – Colocação dos dados na matriz

1 – Usar a ferramenta STAT e depois QUALITY TOOLS - PARETO CHART.

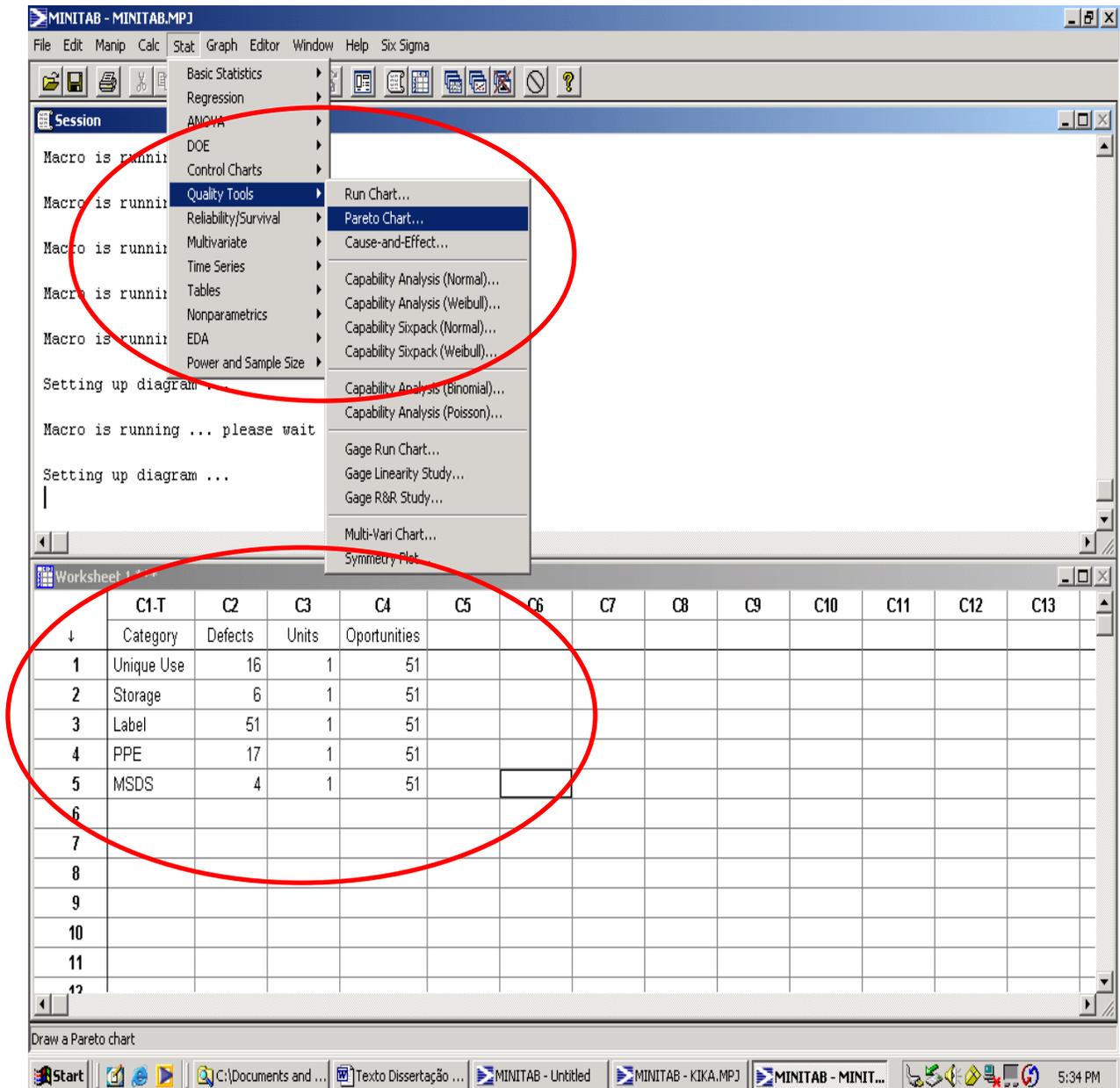


Figura 21 – Passos para o cálculo do Gráfico de Pareto

O gráfico de Pareto dos dados colocados na tabela irá aparecer diretamente na tela.

Para cálculo do nível sigma do processo, o cálculo seria o seguinte:

1 – Colocar os dados na matriz do programa. No caso abaixo, esta demonstrado o cálculo do nível sigma final, ou seja, após as modificações necessárias do processo.

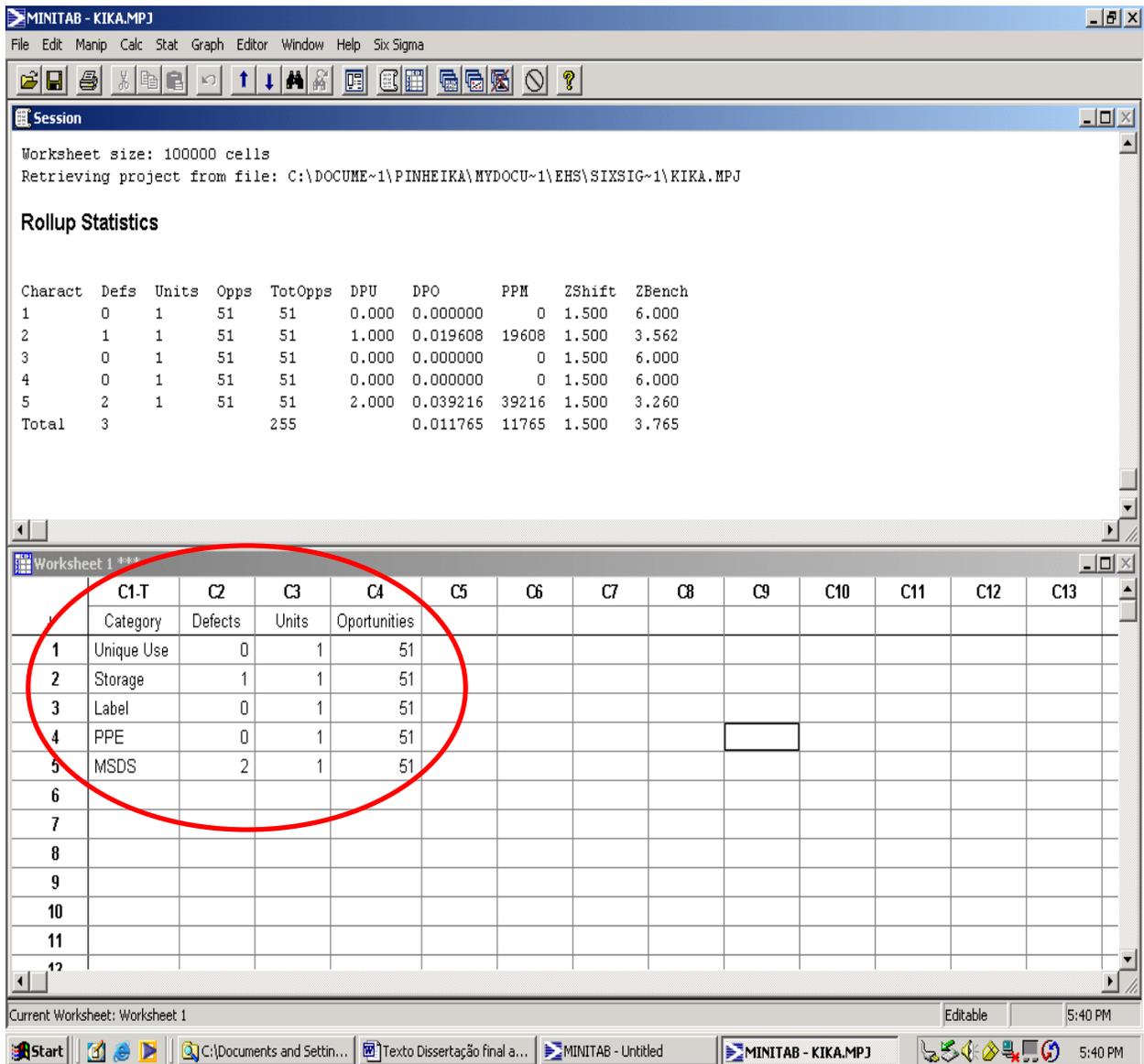


Figura 22 – 1º Passo para o Cálculo do Nível Sigma do Processo

2– Usar a ferramenta SIX SIGMA e em seguida a ferramenta PRODUCT REPORT.

The screenshot displays the Minitab Six Sigma Academy Module interface. The 'Session' window shows the following Rollup Statistics:

Charact	Defects	Units	Opps	TotOpps	DPU	DPO	PPM	ZShift	ZBench
1	0	1	51	51	0.000	0.000000	0	1.500	6.000
2	1	1	51	51	1.000	0.019608	19608	1.500	3.562
3	0	1	51	51	0.000	0.000000	0	1.500	6.000
4	0	1	51	51	0.000	0.000000	0	1.500	6.000
5	2	1	51	51	2.000	0.039216	39216	1.500	3.260
Total	3			255		0.011765	11765	1.500	3.765

The 'Worksheet 1' window shows the following data:

	C1-T	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13
↓	Category	Defects	Units	Oportunities									
1	Unique Use	0	1	51									
2	Storage	1	1	51									
3	Label	0	1	51									
4	PPE	0	1	51									
5	MSDS	2	1	51									
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													

Figura 23 – 2º Passo para o Cálculo do Nível Sigma

É importante lembrar que o MINITAB é um programa como outro qualquer, e para ser usado, é necessário que o usuário domine suas ferramentas. Para isso existem cursos no Mercado sobre o uso do programa.

**ANEXO 4 - CHECK LIST DE PRODUTOS QUÍMICOS - ALMOXARIFADO**

**DATA:**

**INSPETOR:**

PRODUTOS	QUANT. PRESENTE DO PRODUTO	QUANT.		OK?	EPI	ESTADO PRODUTO	VALIDADE PRODUTO	OBSERVAÇÕES
		MAX	MIN					
ACETONA		500 ml	300 ml					
ULTRA COOPER		5 pçs	3 pçs					
CASCOLA		2 latas	1 l					
CREME P/ MÃOS EDUMAX		5	3					
JIMO		5	3					
WD40		10 latas	5 latas					
GLICERINA LIQ.		2 litros	1 litro					
GRAXA GMA-2-EP		15 kg	5 kg					
LIMPA CONTATOS		10 latas	5 latas					
LOCTITE 241		1 lata	0					
LOCTITE 242		1 lata	0					
LOCTITE 601		1 lata	0					
LOCTITE 620		1 lata	0					
LOCTITE 7070		1 lata	0					
ANTI-SEIZE		1 kg	500 g					
REMOVEDOR DE JUNTAS		2	1					
MARCADOR ESF.(MARKEY)		5	2					
MASSA PARA POLIR		1	0					
MD-400		200l	0					
QUIMATIC - 1		2 latas	1 lata					
PRIMER - PCF		2 latas	1 lata					
PASTA AZUL DA PRÚSSIA		1 bisnaga	0 bisnaga					
QUIMATIC-10		2 (500 ml)	1					
QUIMATIC-30		2	1					
SILICONE		4 tubo	2					
SUPER BONDER 3G		5	3					
TUBOLITE-500G		1	0					
VASELINA SÓLIDA		1	0					
VEJA MULTIUSO		5	2					
VERNIZ-LACKTHERM		1	0					







