



# Metodologia Seis Sigma aplicada em uma empresa de gases industriais

Leonardo Rodrigues Matos

Tatiana Hirota Peixoto

## Projeto Final de Curso

Orientadora

Profa. Suzana Borschiver, DSc.

Novembro de 2014

# **METODOLOGIA SEIS SIGMA APLICADA EM UMA EMPRESA DE GASES INDUSTRIAIS**

*Leonardo Rodrigues Matos*

*Tatiana Hirota Peixoto*

Projeto de Final de Curso submetido ao Corpo Docente da Escola de Química, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Química.

Aprovado por:

---

Luiz Eduardo Duque Dutra, Dr.

---

Assis Koppe da Fraga, MSc.

---

Felipe Barbosa Cordeiro, Eng.

Orientado por:

---

Suzana Borschiver, DSc.

Rio de Janeiro

Novembro de 2014

Matos, Leonardo Rodrigues.

Peixoto, Tatiana Hirota

Metodologia Seis Sigma aplicada em uma empresa de gases industriais / Leonardo Rodrigues Matos e Tatiana Hirota Peixoto. Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2014.

x, 67 p.; il.

(Projeto Final de Curso) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, 2014.

Orientadora: Suzana Borschiver.

1. Seis Sigma. 2. Satisfação de cliente 3. DMAIC 4. Projeto Final de Curso. (Graduação – UFRJ/EQ). 5. Suzana Borschiver. I. Título

Dedico este trabalho aos meus pais, minha família e meus amigos, que nunca deixaram de me apoiar e me fizeram acreditar do que sou capaz.

*(Os autores)*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar presente em nossas vidas em todos os momentos nos concedendo força diante das dificuldades, inspiração para escrever este trabalho e impedindo que situações ruins que nós passamos se complicassem ainda mais.

A nossos pais por tudo em nossas vidas, inclusive paciência em meus momentos de estresse exacerbado e por entenderem que os momentos de ausência da minha parte durante esse período não diminuem o amor e admiração que sentimos por eles.

A nossos irmãos, pelo carinho, apoio e incentivo de sempre.

A nossa orientadora Suzana Borschiver, pela oportunidade de trabalhar ao seu lado, pelo conhecimento e experiência, por acreditar em nós e sempre nos apoiar em todo esse tempo de trabalho.

Aos amigos, pelo carinho, apoio e incentivo para terminar esse trabalho.

Aos professores da Escola de Química, pelo conhecimento que obtivemos nesses anos de graduação, que me permitiram escrever esse trabalho.

Ao pessoal da seção de ensino da Escola de Química, especialmente a Marcia, pela ajuda com os processos pendentes que viabilizaram essa colação de grau.

Resumo do Projeto Final de Curso apresentado à Escola de Química como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Química.

## **METODOLOGIA SEIS SIGMA APLICADA EM UMA EMPRESA DE GASES INDUSTRIAIS**

Leonardo Rodrigues Matos

Tatiana Hirota Peixoto

Novembro de 2014

Orientadora: Profa. Suzana Borschiver, DSc.

## RESUMO

O tema desse trabalho é a metodologia Seis Sigma aplicada à uma empresa de gases industriais, cujo objetivo principal é apresentar projetos viáveis para a redução do grau de insatisfação de seus clientes no segmento de Gases Especiais. A ferramenta de qualidade utilizada para essa aplicação do Seis Sigma é o ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Implementar, Controlar). Esse modelo é aplicado utilizando todos os dados disponíveis da empresa à equipe responsável por esse projeto fictício, que, por não ser real, tem-se apenas indicações dos autores no desenvolvimento das etapas implementar e controlar. Os resultados do trabalho apontam como uma das características importantes para uma melhora no grau de satisfação do cliente, um melhor cumprimento do prazo de entrega do produto ao cliente.

Palavras chaves: Seis Sigma, Ferramentas estatísticas, DMAIC, satisfação do cliente.

## ABSTRACT

The theme of this work is the Six Sigma methodology applied to an industrial gas company whose main goal is to present viable projects to reduce the level of dissatisfaction of its customers in the Special Gases area. The quality tool used for this application of Six Sigma is the DMAIC cycle (Define, Measure, Analyze, Implement, Control). This model is applied using all the data available to the company staff responsible for this dummy project, which, not being real, has only indications of the authors in the development stages of implementing and controlling. The results of the study point to as one of the major improvements in the degree of customer satisfaction, better compliance with the delivery of the product to the customer characteristics.

Key words: Six Sigma, statistics tools, DMAIC, Customer satisfaction.



<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
1.1 OBJETIVO .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
1.2 JUSTIFICATIVA E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
1.3 CONTEXTUALIZAÇÃO .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
1.3.1 <i>Visão geral das principais indústrias de gás industrial</i> .....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
1.3.2 <i>Maiores empresas no Brasil</i> .....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
1.3.2.1 White Martins .....	Erro! Indicador não definido.
1.3.2.2 Linde Gás.....	Erro! Indicador não definido.
1.3.2.3 Air Liquide .....	Erro! Indicador não definido.
1.3.2.4 Air Products.....	Erro! Indicador não definido.
1.3.2.5 IBG – Indústria Brasileira de Gases.....	Erro! Indicador não definido.
1.3.2.6 Empresa Z.....	Erro! Indicador não definido.
1.3.3 <i>Metodologia Seis Sigma na indústria de gases</i> .....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.1 DA QUALIDADE .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.2 DOS PROCESSOS.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.3 DA SEGURANÇA .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
<b>3. METODOLOGIA SEIS SIGMA</b> .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
3.1 A ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DO SEIS SIGMA .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
3.2 O MÉTODO DMAIC .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
3.2.1 <i>Fase DEFINIR</i> .....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
3.2.2 <i>Fase MEDIR</i> .....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
3.2.3 <i>Fase ANALISAR</i> .....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
3.2.4 <i>Fase IMPLEMENTAR</i> .....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
3.2.5 <i>Fase CONTROLAR</i> .....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
<b>4. ESTUDO DE CASO</b> .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
4.1 PROCESSO DE FORNECIMENTO DE GASES.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
4.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO SEIS SIGMA .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
4.2.1 <i>Fase DEFINIR</i> .....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
4.2.1.1 Carta de Projeto .....	Erro! Indicador não definido.
4.2.1.2 Fluxograma do processo .....	Erro! Indicador não definido.
4.2.1.3 VOC (Voice of Client).....	Erro! Indicador não definido.
4.2.1.4 SIPOC (Supply – Input –Process – Output – Client) .....	Erro! Indicador não definido.
4.2.2 <i>Fase MEDIR</i> .....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
4.2.2.1 Folha de Verificação .....	Erro! Indicador não definido.
4.2.2.2 Gráfico de Pareto .....	Erro! Indicador não definido.
4.2.3 <i>Fase ANALISAR</i> .....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
4.2.3.1 Diagrama de Ishikawa .....	Erro! Indicador não definido.
4.2.4 <i>Fase IMPLEMENTAR</i> .....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
4.2.4.1 Novo plano de coleta de dados .....	Erro! Indicador não definido.
4.2.4.2 Controle de estoque de cilindros.....	Erro! Indicador não definido.
4.2.4.3 Controle sistemático de entrada e saída de cilindros na unidade da empresa.....	Erro! Indicador não definido.
4.2.4.4 Redução de falhas de emissão de notas fiscais .....	Erro! Indicador não definido.
4.2.5 <i>Fase CONTROLAR</i> .....	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
4.2.5.1 Carta de controle.....	Erro! Indicador não definido.
5. CONCLUSÃO .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
6. BIBLIOGRAFIA.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.

## Índice de Figuras

FIGURA 1. <i>MARKET SHARE</i> DE GASES INDUSTRIAIS .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
FIGURA 2. ESTRUTURA FUNCIONAL ORGANIZACIONAL .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
FIGURA 3. ESQUEMA EVOLUTIVO DAS TEORIAS, METODOLOGIAS E TÉCNICAS NO SÉCULO XX	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
FIGURA 4. VARIAÇÃO DO PROJETO NOS LIMITES DE ESPECIFICAÇÃO MAIOR E MENOR E A AMPLITUDE DO PROCESSO NOS LIMITES DE QUALIDADE “SIGMA” .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
FIGURA 5. EFEITOS DA REDUÇÃO DE VARIEDADE SOBRE A CAPABILIDADE DO PROCESSO.	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
FIGURA 6. DIAGRAMA REPRESENTATIVO DAS PRINCIPAIS ATIVIDADES DMAIC DA PESQUISA.	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
FIGURA 7. FASES DETALHADAS DO DMAIC. ....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
FIGURA 8. GESTÃO DE ATENDIMENTO AO CLIENTE.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
FIGURA 9. CADEIA PRODUTIVA DOS GASES .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
FIGURA 10. FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE COMPRA E VENDA .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
FIGURA 11. GRÁFICO DE PARETO .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
FIGURA 12. DIAGRAMA DE ISHIKAWA GERAL .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
FIGURA 13. DIAGRAMA DE ISHIKAWA - ATRASO NA ENTREGA.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
FIGURA 14. DIAGRAMA DE ISHIKAWA - APARÊNCIA DE CILINDROS .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
FIGURA 15. DIAGRAMA DE ISHIKAWA - DOCUMENTAÇÃO .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
FIGURA 16. CARTA DE CONTROLE PARA INDICADOR PRAZO DE ENTREGA .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.

## Índice de Tabelas

TABELA 1. SEMELHANÇAS E DIFERENÇAS ENTRE O SEIS SIGMA E O TQM.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
TABELA 2. PASSOS DA FASE DEFINIR.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
TABELA 3. PASSOS DA FASE MENSURAR .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
TABELA 4. PASSOS DA FASE ANALISAR .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
TABELA 5. PASSOS DA FASE IMPLEMENTAR.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
TABELA 6. PASSOS DA FASE CONTROLAR .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
TABELA 7. DIAGRAMAÇÃO DO SIPOC .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
TABELA 8. MODELO DAS MATRIZES OBTIDAS E CONSOLIDADAS DA PESQUISA DE SATISFAÇÃO.	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
TABELA 9. RESULTADOS DA FOLHA DE VERIFICAÇÃO. ....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
TABELA 10. EXEMPLO DE CARTA DE CONTROLE PARA INDICADOR PRAZO DE ENTREGA.	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.

## Índice de Anexos

<a href="#">ANEXO I – CARTA DE PROJETO.....</a>	<a href="#">66</a>
<a href="#">ANEXO II – QUESTIONÁRIO DA PESQUISA DE SATISFAÇÃO.....</a>	<a href="#">67</a>

# 1. INTRODUÇÃO

## *1.1 Objetivo*

O objetivo desse estudo é propor uma alternativa viável para reduzir o grau de insatisfação de clientes em uma empresa de gases. Para tanto, foram pesquisadas as opiniões de alguns clientes da empresa Z, analisando-se o seu processo visando à otimização de suas variáveis. Para atingir esse objetivo, será aplicada a metodologia Seis Sigma, destacando-se a sua importância na gestão da qualidade sob uma abordagem teórica. Quando isso é feito de maneira confiável e segura, é possível manter os ganhos obtidos no projeto como resultados estáveis, garantindo a repetitividade e reprodutibilidade mesmo após a fase de controle.

## *1.2 Justificativa e organização do trabalho*

Quanto melhor for a relação cliente versus fornecedor, mais confiança e fidelidade a empresa vai adquirir. Do contrário, o alto nível de reclamação gera um desgaste com cliente, fazendo com que ele procure a concorrência, e, conseqüentemente, a empresa perca faturamento.

As empresas de gases estão buscando cada vez com maior frequência melhorar as suas operações de forma a manter a competitividade. É disso que depende a sua sobrevivência no mercado. O crescimento das empresas está relacionado principalmente à satisfação dos clientes, que tem como princípio básico a qualidade, preço e serviços associados a um bom atendimento. Esses quesitos são possíveis por meio da capacitação do processo, que é limitado por inúmeras variáveis, que conduzem frequentemente ao aumento de defeitos, falhas, custos e tempos de ciclos de produção. Com o propósito de reduzir as variáveis, é necessário aplicar um método apropriado. E para que isso ocorra é fundamental avaliar os meios existentes com a maior riqueza de detalhes possíveis, atenuando as variações dos processos até atingir a excelência operacional.

A metodologia Seis Sigma está sendo utilizada na consolidação do mundo dos negócios, com diversos casos de sucesso (BREYFOGLE III et al. 2001). Este método foca na

diminuição ou eliminação na incidência de erros, defeitos e falhas em um processo. Por conseguinte visa também redução das variações do processo (Smith & Adams, 2000).

A vantagem da metodologia Seis Sigma é que pode ser aplicada na maioria dos setores da atividade econômica. No desempenho do processo, alcançar o objetivo dessa metodologia significa a redução de defeitos, erros e falhas à zero, isto é, se aproximar da perfeição, possibilitando assim o aumento da lucratividade da empresa. Segundo WATSON (2001) “a metodologia consiste em um rigoroso enfoque estatístico a um arsenal de ferramentas que são empregadas com o objetivo de caracterizar as fontes da variabilidade para demonstrar como esse conhecimento pode controlar e aperfeiçoar os resultados do processo”. É através desse controle e aperfeiçoamento que é possível obter a satisfação de clientes e assim, por consequência, a empresa se beneficia com uma maior fidelidade e lealdade dos clientes.

O estudo da metodologia Seis Sigma será tratado de maneira prioritária, passando etapa a etapa, e revisando as ferramentas disponíveis para cada tipo de informação coletada.

Com base no exposto acima, este trabalho apresenta no capítulo 1 uma introdução geral do trabalho, explicitando o objetivo, a justificativa e a metodologia de trabalho desenvolvida. Nos capítulos 2 e 3 foram feitas revisões bibliográficas de qualidade, processo e segurança e da metodologia Seis Sigma, respectivamente.

Com o embasamento teórico dos capítulos 2 e 3, foi realizado um estudo de caso no capítulo 4, com a aplicação prática do conteúdo teórico apresentado na literatura, utilizando alguns dados reais de uma empresa do ramo de gases industriais.

Esse estudo de caso não é um projeto real em desenvolvimento pela empresa analisada, portanto, as etapas conclusivas da metodologia Seis Sigma aplicada nesse estudo foram baseadas em conclusões mais assertivas possíveis fornecidas pelos autores desse trabalho.

### *1.3 Contextualização*

#### 1.3.1 Visão geral das principais indústrias de gás industrial

Um dos segmentos industriais que mais cresce no mundo, tendo como característica principal sua pluralidade na oferta de produtos e soluções para diversos setores industriais como: refino, química, papel e celulose, siderurgia, automobilístico, metal mecânico, eletrônico, e também, para o setor de serviços como hospitalar.

Esse segmento, que surgiu no mundo no final do século XIX, evoluiu desenvolvendo tecnologias, produtos e serviços que permitiram seu significativo crescimento e potencializaram sua inserção nos cenários de desenvolvimento industrial de diversos países.

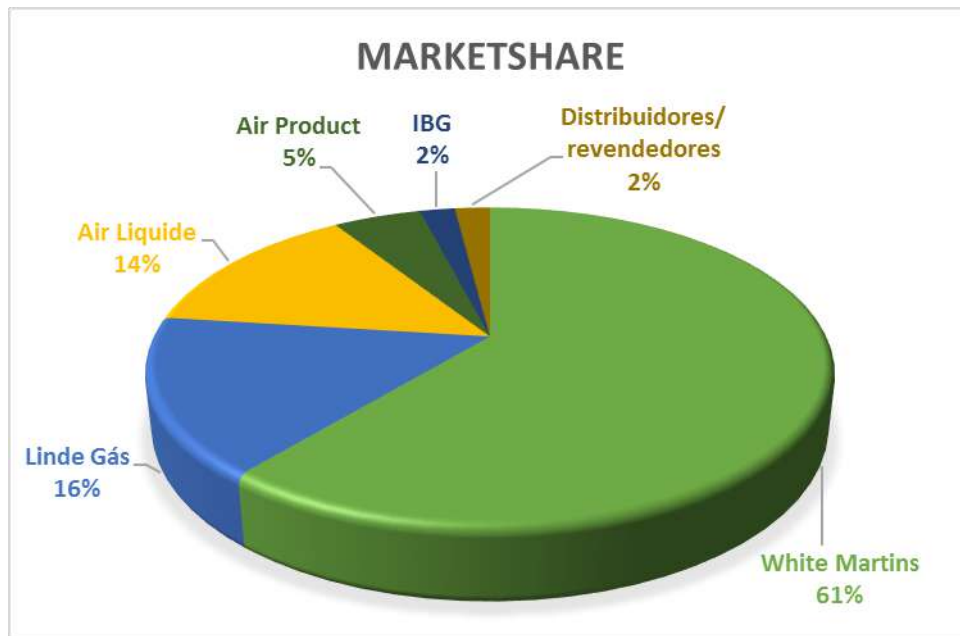
O mercado de gases industriais brasileiro é composto essencialmente por cinco fornecedores. As empresas fornecedoras são a Linde (AGA), Air Liquide, Air Products, White Martins e IBG (indústria brasileira de gases, única competidora nacional).

O faturamento total anual do mercado de gases no Brasil é de aproximadamente seis bilhões de reais por ano. (Revista Exame, 2011). Considerando o forte investimento e o grande potencial de crescimento nos segmentos de petróleo, naval e químico para as próximas duas décadas, há uma tendência de crescimento na demanda de gases industriais e serviços no atual mercado, mediante a retomada do crescimento do PIB Brasileiro.

Uma parte desse crescimento atual do mercado de gases industriais está sendo impulsionado pelo aumento dos mercados chamados emergentes e dos segmentos de saúde e produção de eletrônicos. Para grande parte das empresas globais, a maioria dos investimentos, estimados nos próximos cinco anos, está concentrada em países como China, Índia e Brasil e outros países da Ásia e Oriente (CHEMICAL WEEK, 2011).

Dessa forma as empresas fabricantes de gases industriais, acreditando neste panorama, se preparam para investir na construção de novas plantas produtoras de gases, visando plantas mais modernas que impactem em menores custos de energia para assim reduzir seus custos totais de produção e obter maiores lucros.

A figura 1 apresenta o *market share* das empresas do mercado de gases encontrada na literatura de 2011.



**Figura 1. Market share de gases industriais**

**Fonte: Site Jornal IATDI (2011)**

Estima-se que atualmente essa divisão mercadológica acima se mantém com o mesmo ranking, porém com a porcentagem da líder White Martins em torno de 60%. Esse 1% de queda, acredita-se que esteja dividido entre as demais empresas Linde Gás, Air Liquide, Air Products e IBG.<sup>1</sup>

Uma característica importante a se identificar desse ramo industrial é que diferentemente da indústria de *commodities* da indústria química, o segmento de gases industriais é orientado pela forte aproximação com seus clientes, o que faz com que seus processos de distribuição de produtos e as formas de competição com os concorrentes sejam determinantes para um bom relacionamento com os clientes. Dessa forma é essencial a satisfação do cliente como forma de garantia de um posicionamento frente as suas concorrentes no mercado.

---

<sup>1</sup> Ressalta-se que essa estimativa foi feita baseando-se na experiência da autora que trabalha nessa área.

### 1.3.2 Maiores empresas no Brasil

#### 1.3.2.1 White Martins

Em 1912, no bairro de São Cristóvão, no Rio de Janeiro, berço de diferentes indústrias e estabelecimentos comerciais da cidade, nascia a história da brasileira White Martins, com a formação da empresa MacLauchlan e Cia., fundada pelos sócios Affonso Bebbiano, Simon McLauchlan, George White, Mark Sutton e Estevão Ferreira. Era a introdução do processo de solda acetilênica e o início da produção de geradores de acetileno no Brasil (BARSANTE, 1987). Dessa forma, em menos de um ano depois, foi inaugurada outra fábrica em São Paulo, na cidade de Jundiaí e, após oito anos, após a saída de Simon MacLauchlan da sociedade, a empresa alterou o nome para White Martins.

Atualmente a White Martins é uma subsidiária da Praxair Inc., sendo considerada a maior empresa de gases industriais da América do Sul, presente em nove países do continente. A sua finalidade e produção inclui gases atmosféricos (oxigênio, nitrogênio e argônio), gases de processo (gás carbônico, acetileno, hidrogênio, misturas para soldagem), gases especiais e medicinais, cilindros de aço sem costura e equipamentos para aplicação, transporte e armazenamento de gases. É fornecedora de todos os pólos petroquímicos e uma das maiores parceiras da indústria siderúrgica brasileira.

A White Martins tem hoje exatamente um século de existência e conquistou o mercado de gases industriais e medicinais, contando com 171 unidades na América do Sul. Atualmente, os gases produzidos pela White Martins movimentam grandes empresas dos mais diversos setores, entre os quais a indústria petroquímica, siderúrgica, metal-mecânica, papéis, vidros, alimentos e bebidas.

Ao todo, a empresa tem 150 mil clientes na América Latina, de grandes indústrias como a Gerdau, a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) e o Pólo Petroquímico de Camaçari. Além de seu portfólio de produtos já citados anteriormente, a empresa propicia soluções completas que agregam valor ao negócio de seus clientes, aumentando a produtividade, a qualidade e a segurança; com a constante preocupação de preservar o meio ambiente (White Martins, 2011).

### 1.3.2.2 Linde Gás

Carl Von Linde foi quem pioneiramente desenvolveu uma coluna de alta pressão para a destilação do ar para a produção do oxigênio a alta pureza, superando o primeiro desafio da indústria, o que ocorreu entre 1902 e 1905. Com o apoio de investidores americanos em 1907, surgia a Linde Air Products Company em Cleveland, Ohio nos Estados Unidos, que foi a primeira empresa nas Américas para a produção em larga escala de oxigênio (ALMQVIST, 2003).

Em 1915, iniciava a história da sueca AGA (atual Linde) no Brasil com a inauguração de uma fábrica de acetileno, também localizada no bairro de São Cristóvão, Rio de Janeiro. Era formada a Cia. Brasileira Gás Accumulator, constituída por uma fábrica de acetileno para atender os serviços de sinalização náutica no Rio de Janeiro (LINDE BRASIL, 2011).

A Divisão Linde Gás, integrante do Grupo Linde, é uma empresa global, sendo que os gases industriais e medicinais, tecnologias, serviços e equipamentos, atendem a necessidade de clientes em mais de 100 países, tornando suas atividades mais rentáveis, eficientes e responsáveis com o meio ambiente.

Em relação aos produtos, a Linde produz os seguintes Gases Industriais: oxigênio, nitrogênio e argônio, pelos quais são obtidos do ar pelo processo de separação. O mesmo se refere a um método criogênico desenvolvido por Carl Von Linde há mais de um século.

Em relação aos Gases Especiais o *know-how* da Linde é resultante do reconhecimento internacional. Assim, áreas como controle de qualidade, pesquisa e desenvolvimento necessitam do uso de gases de arraste, gases combustíveis, auxiliares e misturas de calibração com alto grau de pureza e certificação confiável que a empresa oferece aos seus clientes.

Observa-se que os produtos de Gases Especiais da Linde propiciam uma linha completa de gases puros e misturas de gases especiais para uma grande diversidade de aplicações tais como: meio-ambiente, controle de qualidade, processo, pesquisa, desenvolvimento e segurança do trabalho, junto com um completo pacote de serviços que permitem maximizar sua produtividade.



A política da empresa é assegurar que o gás ou a mistura empregada seja a que melhor corresponde à atividade que o cliente realiza.

### 1.3.2.3 Air Liquide

Com o término da Segunda Guerra Mundial em 1945, um engenheiro francês de nome Michel Legrand recebe a incumbência de instalar uma filial da Air Liquide no Brasil. Ressalta-se que o momento é estratégico, visto que a economia da Europa sofria os reveses da guerra e o parque industrial do Brasil vinha se desenvolvendo a pleno vapor durante a Era Vargas.

Essa referida filial foi construída com o nome de Oxigênio do Brasil Ltda. e iniciou as suas atividades com a fabricação e comercialização de gases industriais, equipamentos para soldagem a arco elétrico e corte térmico em geral, num pequeno escritório na rua Wenceslau Brás, próximo ao Pátio do Colégio em São Paulo. Nessa fase inicial contava com apenas 7 pessoas. Posteriormente, iniciou-se o planejamento e a construção da primeira usina para produção de gases na Vila Carioca, próxima ao bairro do Ipiranga, antigo pólo industrial da capital paulista.

Na década de 1990, ocorrem as mudanças estratégicas, ou seja, como parte desta política, a Oxigênio do Brasil passou a se denominar de Air Liquide Brasil S.A, e assim foram definidas a missão, os valores e as políticas da empresa.

### 1.3.2.4 Air Products

A Air Products Polymers (APP) é uma *joint venture* entre duas conhecidas empresas líderes que atuam no mercado de dispersões de polímeros - Air Products and Chemicals, Inc. (Allentown, EUA) e Wacker-Chemie GmbH (Munique, Alemanha).

A Air Products Polymers é líder mundial na fabricação de dispersões para a indústria têxtil, de não tecidos (*Nonwovens*) e adesivos, assim como, também, para a indústria de tintas e construção civil.

Com cerca de 700 funcionários em todo o mundo, a APP registra vendas anuais de aproximadamente 500 milhões de dólares.

A força de trabalho da empresa excede a 150 colaboradores na Alemanha, onde, também, as unidades de produção encontram-se localizadas. O grupo de tecnologia europeu encontra-se igualmente situado na Alemanha.

No Brasil, a empresa administra instalações para a geração de hidrogênio e monóxido de carbono, plantas de separação de ar para produção de argônio, nitrogênio e oxigênio assim como também várias unidades de enchimento e vendas de gases em cilindros.

Observa-se que desde a sua criação há cerca de 60 anos, a Air Products vem fornecendo soluções inovadoras para atender as necessidades dos clientes especialmente em gases industriais. Na realidade, a Air Products é pioneira em diversos processos e desenvolvimentos que tornaram as plantas de gases industriais uma parte integral da indústria moderna.

Atualmente a Air Products fornece sistemas de geração de gás *On-Site*, no qual é desenvolvido um projeto e feita a instalação direto no cliente, de acordo com a sua necessidade. Nesse portfólio incluem-se pequenos gabinetes membrana, plantas compactas, grandes plantas de separação de ar, hidrogênio/monóxido de carbono/syngas, além de fornecimento de gases industriais por gasodutos.

#### 1.3.2.5 IBG – Indústria Brasileira de Gases

O fundador da empresa IBG é o paulistano Newton de Oliveira, um engenheiro químico, com pós-graduação em administração pela Universidade de Harvard, nos Estados Unidos, e doutorado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), percebeu as carências e as

potencialidades do mercado de gases industriais no Brasil e decidiu ter seu próprio negócio. Em 1991, ele era presidente da filial no México da sueca AGA e em 1992, fundou a empresa IBG - Indústria Brasileira de Gases Ltda. Ele contou com o apoio de um grupo de profissionais com vasta experiência no mercado brasileiro de gases industriais e desde então, vem buscando uma posição cada vez mais consolidada no mercado brasileiro.

A IBG se destaca por ser a única empresa 100% brasileira nesse setor e apesar de ser uma empresa relativamente nova vem expandindo significativamente suas operações pelo Brasil. Esse rápido crescimento tem como modelo de negócio o cliente como prioridade absoluta.

Essa diretriz aliada à inauguração de uma planta fabril nesse mesmo ano, fez com que a empresa praticamente dobrasse a capacidade de produção diária para 600 toneladas. Assim, a IBG conquistou um faturamento de 100 milhões de reais em 2009, com participação concentrada nas regiões Sul e Sudeste em 16 filiais com apenas 300 funcionários.

Com fábricas modernas e um eficiente sistema exclusivo e diferenciado de distribuição, a IBG tem participado decisivamente no fornecimento de gases para hospitais e indústrias. Com isso, é possível oferecer produtos de alta qualidade com preços competitivos e, esse sistema de distribuição diferenciada ajusta-se perfeitamente às necessidades de cada cliente, onde busca-se estabelecer um relacionamento de longo prazo e crescer junto com os clientes. Outro diferencial da IBG é a independência de suas ações, por ser nacional, onde tem-se mais liberdade para realizar investimentos contínuos de forma estruturada com pessoal engajado com os objetivos da empresa.

O resultado de todos os fatos citados anteriormente é que a IBG, segundo a pesquisa publicada pela revista Exame (pequenas empresas grandes negócios) em 2012 estava entre as 250 empresas que mais crescem no Brasil. Considerando que essa empresa emerge em meio às grandes empresas multinacionais já consolidadas no mercado, pode-se dizer que esse resultado é excepcional.

### 1.3.2.6 Empresa Z

A empresa Z, analisada neste trabalho, está entre as 4 maiores contextualizadas anteriormente. Está presente em diversos países do mundo, e, dentre os principais produtos comercializados estão os atmosféricos (oxigênio, nitrogênio e argônio), gás carbônico, acetileno, hidrogênio, misturas para soldagem, gases especiais e medicinais, além de equipamentos e cilindros.

As áreas do negócio da empresa são:

- produção, distribuição e venda de gases industriais e medicinais.
- desenvolvimento, fabricação e comercialização de diversos equipamentos inerentes a área de gases.
- processos e desenvolvimento de aplicações dos gases.

A empresa Z se faz presente em diversos segmentos industriais, tais como: indústria de alimentos e bebidas, no setor metalúrgico, na indústria de papel e celulose, produção de vidro e cerâmica.

Apesar de investimentos maciços em outras áreas, os gases continuam sendo o principal negócio da empresa. Eles se dividem em três segmentos, Gases Industriais, Gases Medicinais e Gases Especiais.

- Industriais: Oxigênio, acetileno, nitrogênio, argônio, hidrogênio, misturas de gases para soldagem, dióxido de carbono, dentre outros.
- Medicinais: Oxigênio, óxido nitroso, óxido nítrico, ar sintético esterilizado, misturas anestésicas e para dosagens em laboratórios.
- Especiais: Gases com controle de contaminantes (gases puros e misturas). São gases e misturas utilizados para uma aplicação específica, como por exemplo, gás de arraste em equipamentos de cromatografia, espectrômetros, uso em mergulho, esterilizações de materiais, aferição e controles para laboratórios, e calibrações diversas.

- Misturas de Gases: Gases para arco submerso em solda elétrica e plasma; gases para amadurecimento e conservação de frutas e alimentos.

### 1.3.3 Metodologia Seis Sigma na indústria de gases

As indústrias de gases movimentam cerca de R\$ 4,3 bilhões por ano no Brasil, o que torna esse mercado bem atraente para investimentos, esperando-se assim, um retorno bem rentável no futuro, e isso, por consequência, aumenta a competitividade entre as empresas do ramo.

Por isso, a empresa líder do mercado precisa se reinventar para se manter na liderança, enquanto que as demais empresas têm que buscar novas formas de trabalho para chegar à liderança. Diante de tamanha competitividade, busca-se a redução de custos, que pode ser trabalhada de diversas formas, sendo muito utilizada em indústrias desse nicho mercadológico, a metodologia Seis Sigma.

Essa metodologia será abordada nesse trabalho com o objetivo de aumentar a fidelidade de seus clientes, através do acompanhamento relacionado à satisfação dos clientes atendidos, buscando desta forma a predominância no mercado de gases especiais.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### *2.1 Da qualidade*

Para o melhor entendimento da metodologia Seis Sigma, faz-se necessário a compreensão dos diversos conceitos que definem a Qualidade. Existem vários conceitos, mas dentre eles pode-se escolher o adotado pela ASQ (Sociedade Americana de Qualidade), onde qualidade é um termo subjetivo, ou seja, para cada pessoa ou setor haverá a sua própria definição de qualidade. Para um uso técnico, a qualidade pode ter dois significados: as características de um produto ou serviço, que dão suporte (ou sustentação), à sua habilidade em satisfazer requisitos especificados ou necessidades implícitas e, ser um produto ou serviço livre de deficiências.

Para melhor entendimento da questão da Qualidade, deve-se analisar a historia da qualidade que é dividida em quatro etapas, ou seja: etapa da inspeção, do controle estatístico, da garantia da qualidade e por fim da gestão da qualidade (SÓCIO, 2009).

Na etapa da Inspeção os custos eram elevados, visto que se inspecionava 100% dos produtos, já que nos primórdios da indústria moderna, era realizada pelo próprio artesão. Nesse aspecto, Carvalho (2005, p. 2) descreve que o artesão era considerado um especialista que detinha o domínio de todo o ciclo produtivo e buscava atender as necessidades de seus clientes, que neste período estavam próximos. Dessa forma o artesão era responsável por todo o processo produtivo, desde recebimento do pedido do produto com todas as suas especificações, a busca da matéria prima, confecção do produto, e a entrega para o cliente, onde essa entrega gerava um retorno direto sobre a qualidade do produto que foi entregue ao cliente.

A partir da denominada Revolução Industrial, foram criadas as linhas de produção, onde cada funcionário era especializado em uma etapa de produção, retirando qualquer responsabilidade do operador sobre a qualidade do produto. Como tentativa de atenuar esse problema, foram criados os supervisores, funcionários encarregados de gerenciar e buscar um padrão de qualidade sobre a linha de produção.

E assim a customização foi substituída pela padronização. Neste período o trabalho foi fragmentado e o cliente se tornou distante de quem produzia, sendo que o foco era o produto.

Na década de 20, o estatístico Walter Shewhart, desenvolveu o que seria os princípios da engenharia de qualidade, técnicas como o controle estatístico de processo (CEP) e ciclo PDCA (*Plan-do-check-action*) (Flemming, 2003)

A primeira técnica baseou-se em uma avaliação de uma determinada característica de um processo produtivo ou serviço, como por exemplo, a espessura de uma caneta em sua linha de produção. Assim, pode-se observar através da coleta de dados do processo de forma contínua, o comportamento e a variabilidade desta característica, em que há duas possibilidades: variação aleatória de processo e variação tendenciosa de processo. Se essa variação for gerada de forma aleatória será devido ao próprio processo cuja causa não possa ser definida, enquanto que, se a variação for tendenciosa, será gerada por uma falha ou perturbação no processo cuja causa é conhecida ou determinada.

A segunda técnica consiste em uma avaliação contínua e cíclica que se divide em quatro etapas para eliminar ou reduzir uma falha de um processo, que são: planejar (*plan*) – planeja as ações tomadas e define as variáveis que serão observadas; executar (*do*) – etapa onde são coletadas as medidas e é feito o acompanhamento do processo em questão; examinar (*check*) - análise de todos os problemas identificados e suas possíveis causas e agir (*action*) – etapa onde é feita a ação sobre os erros buscando eliminar as falhas encontradas. A partir desta etapa o ciclo retorna para o seu início.

Neste contexto, Carvalho (2005) descreveu que foi nesta época que o Controle de Qualidade evoluiu com o desenvolvimento de sistemas de medidas, das ferramentas de controle estatístico de processo e a criação de normas específicas para esta área. Criaram-se técnicas de amostragem, que minimizaram as inspeções em 100%. Neste período, o foco encontrava-se no produto e no processo com indícios de prevenção.

No período da Garantia da Qualidade, segundo aborda em sua análise Sócio (2009), com o término da 2ª Guerra Mundial, estudos comprovaram que 80% dos problemas

relacionados à falta da qualidade eram gerados em função de falhas gerenciais e não por falhas técnicas. Dessa forma, a preocupação não deveria mais ser em relação ao chão de fábrica apenas, mas sim à integração entre as diversas áreas.

Neste novo contexto, Carvalho (2005) descreve que foi na década de 50 que se verificaram as primeiras associações da área da qualidade e seus respectivos impactos nos custos, sendo dessa forma desenvolvida a primeira abordagem sistêmica. Assim, em 1951, Juran publica “*Planning and Practices in Quality Control*”, a qual objetivava apresentar e desenvolver um modelo de planejamento e apuração dos custos da qualidade.

Feigenbaum foi o primeiro a tratar a qualidade de forma sistêmica nas organizações através do sistema da Qualidade Total (TQC) que se resumiu em um conjunto de procedimentos que visam coordenar as ações, com o objetivo de melhorar a qualidade de um produto, serviço e/ou processo. Neste período implantou-se o Modelo Japonês “*Company Wide Quality Control*” por Ishikawa, a partir das ideias de Deming e Juran. Além do TQC, Ishikawa contribuiu com o desenvolvimento do diagrama de causa e efeito, sendo muito utilizado para resolução de problemas. (Flemming, 2003)

Observa-se que este modelo (TQC) apresentava novos aspectos relacionados à participação dos funcionários e da alta gerência como fundamentais para a boa Gestão da Qualidade (NAKAGAMI, 2011).

Em 1987 nasceu o modelo normativo ISO (*International Organization for Standardization*), norma específica para a área de Gestão da Qualidade. Para Sócio (2009), na Era da Gestão da Qualidade todas as atividades administrativas são o que determinam a política da qualidade, enquanto que os objetivos e as responsabilidades são implantados por meios do planejamento, controle, garantia e melhoria da qualidade.

O cerne da questão se baseia em todas as partes interessadas e na eficácia e eficiência do processo. Em 2000 foi realizada a terceira revisão das normas da série ISO 9000 se posicionando por meio de uma visão de Gestão da Qualidade e não mais de garantia, inserindo elementos de gestão por processos, gestão por diretrizes e foco no cliente (Carvalho, 2005).



Observa-se que as características da Gestão da Qualidade moderna recuperam elementos importantes presentes desde o início da própria idade moderna, como por exemplo, a proximidade com o cliente e a produção customizada em escala. Carvalho (2005) ressalta que este resgate da importância dos clientes e a percepção da qualidade como um critério competitivo gerou grandes discussões sobre o impacto estratégico da qualidade e o que atualmente se conhece como desdobramento das diretrizes.

Para Juran (1991, p.16 apud MARINHO, 2007, p.8) “a qualidade pode ser definida como sendo o conjunto das atividades através das quais se atinge a adequação do produto ou do serviço ao uso”. Neste contexto, não importa em que parte da organização estas atividades serão desenvolvidas.

Paladini (1995, apud MARINHO, 2007 p.9) afirma que a estrutura de gestão da qualidade no processo e os métodos para obter redução de desperdícios, falhas ou erros são conseguidos através dos conceitos básicos da qualidade em termos de processos produtivos. Por conseguinte, se houver prioridade e otimização do processo, é possível desenvolver atividades para atender plenamente os objetivos da empresa, ao mesmo tempo em que se empregam os recursos da melhor maneira possível. O referido autor, ao descrever que a Gestão da Qualidade é definida como o direcionamento das ações plenas do processo produtivo para o atendimento do cliente, ressalta que a principal estratégia consiste na melhor organização possível do processo que se concretiza a partir de três etapas (eliminação de perdas, das causas e otimização do processo) (PALADINI, 1995, apud MARINHO, 2007 p. 10).

Tais etapas se desenvolvem de forma evolutiva. Cada uma visa de alguma forma, incrementar a adequação do produto ao uso: eliminados os defeitos, garante-se um produto em condições de ser utilizado; eliminadas as causas, garante-se maior confiabilidade ao produto; otimizando o processo, garante-se um produto com a máxima eficiência. (PALADINI, 1995, p.20)

Para Marinho (2007), a primeira etapa emprega necessariamente ferramentas corretivas, com a finalidade primordial de erradicar as falhas do sistema. A próxima etapa envolve as atividades de prevenção, atuando diretamente nas causas das falhas do sistema. Em relação à terceira etapa, observa-se que a mesma vem consolidar os resultados das fases anteriores, proporcionando um substancial aumento da produtividade e da capacidade

operacional da empresa, apresentando uma melhor alocação e utilização dos recursos disponíveis, podendo ser material ou humano, buscando a racionalização do processo e a necessária adequação dos processos aos projetos.

Assim, para que a Gestão da Qualidade no processo seja aplicada e venha a gerar ganhos efetivos para a organização é necessário que exista um comprometimento de todos os níveis da organização, a qual Campos (1992 apud MARINHO, 2007 p. 1) definem o seguinte:

Todo processo ou sistema deve garantir a qualidade total para o processo seguinte. Para que isso ocorra, deve ser praticado o controle da qualidade (...) eliminar a causa fundamental dos problemas do processo ou sistema (lembrando que problema é qualquer resultado indesejável da qualidade total).

## *2.2 Dos Processos*

No início do século XX observa-se que as empresas, influenciadas diretamente pelos resultados da revolução em prol da produtividade decorrente da administração científica, passaram a se organizar em departamentos, denominados de modelo funcional. Com essa nova estruturação, pensava-se que o ótimo de cada parte induziria ao ótimo global. Ressalta-se que este modelo funcionou bem até a década de 1970 (ROTONDARO, 2005, p. 210).

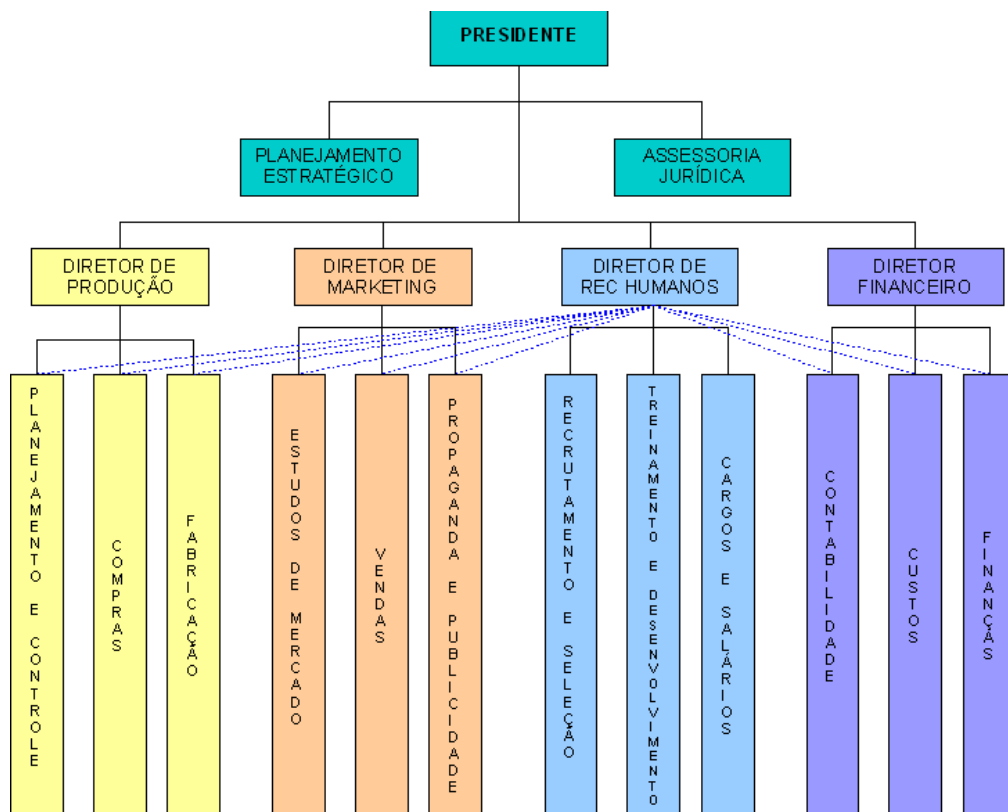
Nos últimos anos, as empresas começaram a sofrer perdas em competitividade e o modelo funcional passou a não ser o mais apropriado e adequado a nova conjuntura. Dessa forma, para poder sobreviver no mundo atual, globalizado e altamente competitivo, observa-se que as empresas precisavam mudar, especialmente em relação à abordagem funcional. Com isso, surge com intensidade a abordagem de processo.

Sabe-se que a geração de um produto ou serviço é realizada por uma cadeia de atividades interligadas. Focar em processo representa dizer que o ótimo de todos prevalecerá sobre o ótimo da parte, sendo o produto do processo mais relevante do que a tarefa individual (ROTONDARO, 2005, p.212).

Nota-se que as empresas com estrutura funcional apresentam-se de forma pesada e rígida que, na sua grande maioria, executam pedaços fragmentados de um processo. Ou seja,

uma empresa se diz organizada de forma funcional quando seus empregados são agrupados e gerenciados de acordo com a sua formação ou função na empresa: recursos humanos, finanças, logística e outras áreas inerentes à empresa (GONÇALVES, 2000 *apud* MARINHO, 2007, p.14).

Assim, a responsabilidade pelos resultados esperados é dividida entre as unidades funcionais, onde as metas individuais não contribuem para o todo de forma eficaz, ressaltando que a mesma é definida como sendo uma estrutura verticalizada. A cadeia de comando nessa estrutura se propaga da gerência até o empregado de forma verticalizada, isto é, até que uma ordem ou mudança que afete o empregado seja executada, esta será propagada por todas as cadeias de comando acima (supervisor, coordenador, gerente). A figura a seguir representa um exemplo de uma estrutura funcional e também verticalizada.



**Figura 2. Estrutura funcional organizacional**

Fonte: Site UNIFESP (2010).

Nessa estrutura, verifica-se que a comunicação entre os departamentos é ineficiente, e assim, o tempo de conclusão da atividade é comprometido em função das transferências de

fluxo de trabalho serem lentas (MARINHO, 2007 p. 24). A forma vertical se apresenta como um obstáculo que dificulta a visualização plena do negócio, apresentando assim, uma visão segmentada (MELLO et al, 2009, p. 36).

O gerenciamento dos processos extrapola as barreiras entre os diferentes departamentos, centralizando-se em metas principais para a organização. Assim, o processo é responsabilidade de um gerente que terá que interagir diretamente com os gestores departamentais para que o resultado seja atingido. Berssaneti (2010, p.13) em sua análise define cinco elementos básicos que devem ser considerados em relação à Cultura de Processo, ou seja:

- a) Agregar valor para os clientes;
- b) “*empowerment*” das pessoas,
- c) Trabalhar em equipe;
- d) Parceria com fornecedores;
- e) Eliminação de barreiras de comunicação.

Conclui-se que a gestão dos processos apresenta a proposta de manter a competitividade das empresas por meio da melhoria contínua e da desfuncionalização estrutural da organização, ou seja, não mais agrupar os funcionários por sua função mas sim por projetos, buscando sempre a qualidade dos produtos e serviços, atribuindo ao mesmo um maior valor para atender as necessidades dos clientes.

### *2.3 Da segurança*

Na indústria de gases industriais, sendo de grande, médio ou pequeno porte, ou ainda de qualquer ramo industrial (petroquímica, têxtil, alimentícia e outras), deve-se ter como responsabilidade o cuidado com a segurança patrimonial, de produtos, de bens e pessoal. Assim, com objetivo de gerenciar devidamente os requisitos legais e de gestão que envolvem as questões de segurança, emprega-se usualmente um modelo integrado de gestão, em conformidade com os requisitos das normas de referência NBR ISO 9001 (Qualidade), NBR ISO 14001 (Meio Ambiente) e OHSAS 18001 (Segurança e Saúde no Trabalho), além da

implantação e acompanhamento do Programa Atuação Responsável promovido pela Associação Brasileira de Indústrias Químicas (ABIQUIM) nas diversas atividades da Empresa.

Ressalta-se que todos os documentos corporativos envolvidos na Gestão de Saúde e Segurança devem ser disponibilizados a todos os colaboradores, dentre eles o Manual de Políticas de Segurança, Sistema de Gestão Integrada, e Normas Técnicas. Assim, as especificidades de cada unidade fabril devem ser documentadas por meio de determinados procedimentos de aplicação e gerenciamento local, em atendimento às diretrizes corporativas.

O denominado Plano de Atendimento de Emergência das Unidades deve estabelecer os programas de simulações e exercícios de resposta à emergência que visem estabelecer os procedimentos de operabilidade do plano de emergência e devem ser realizadas pelo menos uma vez por ano e devidamente documentadas.

Ressalta-se que cada evento deve testar pelo menos um elemento crítico referente ao plano de emergência, ou seja, a título de exemplo cita-se as comunicações internas ou externas, notificação de emergência, processo de evacuação, encontro e contagem dos funcionários, ou interação com atendentes externos e órgãos governamentais.

Em relação à política de proteção contra incêndios, encontra-se estabelecida a necessidade de constar no programa de segurança contra incêndio, a realização de simulados de incêndio e utilização de meios de saída. Ademais, a mesma política pode ser empregada nas exigências para treinamento dos funcionários, fazendo referência sobre a inclusão de treinamentos práticos em uma situação controlada e a condução de simulações de incêndio periódicas, ao menos anualmente.

O avanço tecnológico que vem acontecendo em todo mundo, tem influenciado diretamente no crescimento industrial e desde a tragédia de set/2011, surgiu um grande interesse em segurança de fábrica de produtos químicos. Em consequência, surgiu a primeira resposta a esta necessidade formado por técnicas convencionais de segurança e aplicações de abordagens de projeto inerentemente mais seguras para a segurança de processo químico

(CCPS, 2002; Cunningham, 2002; Margiloff, 2001; Ragan et al, 2002; Hendershot, 2003; EUA GAO, 2003).

Em paralelo, houve um empenho em pesquisa fundamental para o projeto de processos mais seguros (Lou et al., 2003). Note-se que o problema de segurança do processo é fundamentalmente diferente de um problema de segurança do dia a dia, segurança do processo está voltado para as consequências potencialmente catastróficas de ameaças de segurança que não seja provável, mas possível. Como tal, as técnicas de segurança dos processos que dependem de reduzir as probabilidades de ocorrência de acidentes não são suficientes para lidar com problemas de segurança de processo.

Para facilitar a avaliação quantitativa da segurança do processo, Lou et al. (2003) e Uygun et al. (2003, 2004a, b) desenvolveram uma série de ferramentas para análise de nível vulnerabilidade, embora os métodos de análise têm diferenças significativas, ambas focam os resultados de um ataque de segurança criado por um adversário tecnologicamente competente, que pode ganhar controle limitado do processo. Observa-se que nenhum método pode ser eficaz o suficiente para prevenir as consequências de uma bomba a ser lançada sobre as instalações. No entanto, a vulnerabilidade inerente de um processo em casos de sabotagens e acidentes podem ser reduzidos através do desenvolvimento de processos bem concebidos.

### 3. METODOLOGIA SEIS SIGMA

Dentro de um cenário globalizado e competitivo atual, as empresas se vêem obrigadas cada vez mais a analisarem os processos e melhorá-los, visto que, em função da dinâmica de mercado, o aprimoramento da eficiência nas operações e a eliminação do desperdício são vistos como questões de sobrevivência e não diferenciais. Dessa forma, o Seis Sigma é definido como sendo uma ferramenta de gerenciamento que auxilia neste processo.

O *Seis Sigma*, também chamado de *Six Sigma* ou *6-Sigma*, é um modelo de gestão de qualidade originado na década de 80 por Gary Cone, um engenheiro industrial.

Historicamente, o início da utilização da estratégia de Seis Sigma ocorreu em 1987 na Motorola e posteriormente foi adotada por Jack Welch em 1995, quando era alto executivo da *General Electric* (GE) e em seguida pela Sony, AlliedSignal, Asea Brow Boveri dentre outras. O objetivo da aplicação da metodologia na Motorola era a minimização dos defeitos inerentes à fabricação de produtos eletrônicos. Após essa implantação, a *General Electric*, através de seu CEO Jack Welch, adotou e descreveu a metodologia *Seis Sigma* como sendo a mais relevante e importante iniciativa que a *General Electric* havia empreendido até o momento. (BREYFOGLE III, 2003)

Na década de 90 a metodologia Seis Sigma ganha força devido ao sucesso dos resultados divulgados pela *General Electric* e pela Motorola. O sucesso de outras organizações de grande conceito mundial, tais como *Compaq*, *Honeywell*, *Black & Decker* entre outras organizações, estimulou o desenvolvimento de inúmeras pesquisas acadêmicas e científicas sobre a metodologia em questão (PYZDEK, 2003).

Em relação ao Brasil, verifica-se que desde 1999 houve um aumento em relação ao interesse pela metodologia cultural Seis Sigma, fato este que se deve especialmente em função da troca de conhecimentos e conceitos administrativos entre as filiais e matrizes de organizações multinacionais, que ao implantarem este conhecimento, em seus países de origem, começaram a transportar o mesmo para suas filiais (MUDAMBI, 2002).

A busca pela sobrevivência e crescimento no mercado cada vez mais competitivo em função da globalização, produziu uma atmosfera dinâmica, que obrigou algumas organizações a adotarem novas filosofias e implantar tecnologias para o gerenciamento dos negócios, com a finalidade de se obter um maior conhecimento, controle e qualidade.

O objetivo principal do Seis Sigma é a busca da erradicação das principais fontes de variação através da melhoria da qualidade tanto de produtos como de processos, do aumento da satisfação de clientes e consumidores, priorizados como elementos estratégicos pela alta cúpula da empresa, com a finalidade de maximizar a lucratividade e competitividade da corporação. Dessa forma, a meta intrínseca do processo do Seis Sigma é a eliminação do custo referente à denominada “Má Qualidade” que se encontra presente em todos os aspectos de um determinado negócio (WELCH, 2001).

Para Harry (2000), o Seis Sigma pode ser descrito como sendo uma filosofia de negócios que utiliza basicamente uma abordagem passo a passo para minimizar a variação, ampliar a qualidade e a satisfação do cliente e, posteriormente aumentar a sua participação de mercado. Sendo assim, o objetivo do Seis Sigma é alcançar não mais que 3,4 defeitos/erros por milhão de oportunidades, mesmo que este fato venha a envolver o esquema ou produção de um produto, ou um processo de serviço norteado ao cliente (CHUA, 2001).

Pela literatura consultada, pode-se verificar que a metodologia Seis Sigma e o Programa de Qualidade Seis Sigma (PQSS) vêm evoluindo amplamente desde a virada do século e possui uma diversidade de definições (AGUIAR, 2002).

Corroborando com esse posicionamento, Mergulhão e Martins (2008) descrevem que a metodologia Seis Sigma é um programa de melhoria da qualidade objetivando minimizar ou extinguir a variabilidade dos processos mediante a aplicação de métodos estatísticos e ferramentas da gestão da qualidade.

Dessa forma, o Seis Sigma pode ser definido como sendo uma abordagem estatística bem como estratégica e é reconhecida por determinados pesquisadores como sendo uma iniciativa que leva a organização a atingir e manter a excelência operacional e de serviços



(NAKAGAMI, 2011). Ainda pode ser considerada uma estratégia gerencial de mudanças com a intenção de acelerar o aprimoramento em processos, produtos e serviços.

Scatolin (2005) descreve em suas análises que o Seis Sigma é uma nova forma para mensurar o quanto um processo é bom e válido.

Para Pande, Neuman e Cavanagh (2007), Seis Sigma é:

(...) um sistema abrangente e flexível para alcançar, sustentar e maximizar o sucesso empresarial. Seis Sigma é singularmente impulsionado por uma estreita compreensão das necessidades dos clientes, pelo uso disciplinado dos fatos, dados e análise estatística e pela atenção diligente à gestão, melhoria e reinvenção dos processos do negócio.

Franz e Amaral (2005) complementam este posicionamento descrevendo que o Seis Sigma representa a excelência mediante todos os processos administrativos, processos de serviços e processos de fabricação de toda a organização, não se restringindo unicamente à qualidade do produto final, mas abrangendo ainda, todas as mudanças culturais da organização.

O Sigma ( $\sigma$ ) é uma letra grega utilizada pela estatística para mensurar o desvio-padrão de uma população. Em relação ao processo de qualidade, o sigma é uma medida de variabilidade empregada para demonstrar quanto dos dados insere-se nos requisitos do cliente. Assim, quanto maior o sigma do processo, melhores serão os resultados dos produtos ou serviços ou menor o número de defeitos (ELLIOTT, 2003).

Assim, considera-se o sigma como sendo uma medida estatística para mensurar as taxas de falhas e a capacidade do processo de trabalhar livre de falhas. Dessa forma, quando um processo tem Seis Sigma representa dizer que a sua qualidade é excelente e que a probabilidade de produzir defeitos é extremamente baixa (PANDE; NEUMAN; CAVANAGH, 2007).

Folaron (2003) descreve que o Seis Sigma não é uma revolução na forma de pensar muito menos fornece um novo conjunto de ferramentas e técnicas. É considerada uma evolução na forma de entender a melhoria contínua, que agrega inúmeros e melhores elementos do *Total Quality Management* (TQM), de forma rigorosa, disciplinada e clara.

Para Harry e Schroeder (2000) o Seis Sigma pode ser entendido como sendo um processo que possibilita às empresas atingirem altos ganhos financeiros significativos mediante o desenvolvimento e do monitoramento das demais atividades de negócio, minimizando os desperdícios e ampliando a plena satisfação dos clientes.

Pela Figura 3, pode-se verificar a evolução bem como a integração entre as diversas metodologias, técnicas e teorias desenvolvidas a partir da Escola da Administração Científica.

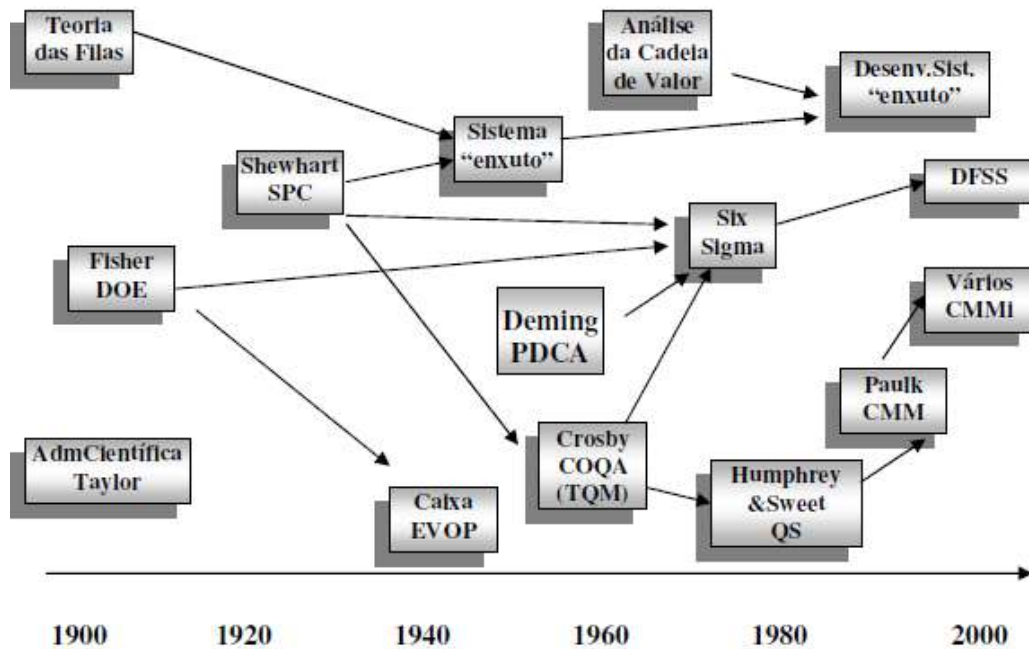


Figura 3. Esquema evolutivo das teorias, metodologias e técnicas no século XX

Fonte: Card (2002).

Ainda em relação às origens do Seis Sigma, Folaron (2003) apresenta uma lista de similaridades e diferenças em relação ao TQM, conforme se verifica pela tabela 1.

**Tabela 1. Semelhanças e Diferenças entre o Seis Sigma e o TQM**

	<b>TQM</b>	<b>SEIS – SIGMA</b>
<b>SEMELHANÇAS</b>	Focado no Cliente Impulsionado por líderes Orientado aos processos Gerenciamento pelos fatos Metodologia definida (PDCA) Trabalho em equipe	Focado no Cliente Impulsionado por líderes Orientado aos processos Gerenciamento pelos fatos Metodologia definida (DMAIC) Trabalho em equipe
<b>DIFERENÇAS</b>	Análise estatística básica Tarefa de todos Projetos identificados de baixo para cima Carteira de ferramentas Custo da má qualidade Desencadeado nos processos	Análise estatística avançada Tarefa de especialistas Projetos identificados pela estratégia empresarial Uso estruturado de ferramentas Viés na linha base Desencadeado por projetos

Fonte: Folaron (2003)

Em conformidade ao posicionamento dado por Card (2002), observa-se que os modelos de maturidade de processos propiciam necessariamente uma abordagem para a execução e o gerenciamento dos processos para a integração das atividades na organização. Por conseguinte, inicia-se a partir da hipótese de que a maturidade é atingida de forma gradual e morosa, passando necessariamente pelos seguintes estágios (KUWABARA, 2009):

- a) **Gerenciamento das atividades:** representa dizer que a organização passa a administrar o que executa;
- b) **Definição das atividades:** determina que a organização passa a executar o que sabe fazer;
- c) **Gerenciamento quantitativo:** demonstra que as decisões passam a ser tomadas fundadas nos fatos e sempre que os dados do processo atinjam determinados patamares ou denotem tendências que justificam esforços de melhoria;
- d) **Melhoria contínua:** significa que a organização passa a promover melhorias de forma contínua e sistemática.

Em relação à metodologia Seis Sigma significa dizer que somente poderão ocorrer 3,4 falhas por milhão, ou 99,9999660% de perfeição. Dessa forma, um sigma baixo (1 ou  $2\sigma$ )

representa dizer que as taxas de falhas são extremamente elevadas, quando o sigma é alto ,5 ou  $6\sigma$ , as falhas são raras e a variação do processo é minimizada e reduzida a quase 50% da tolerância de projeto, conforme se verifica pela Figura 4.

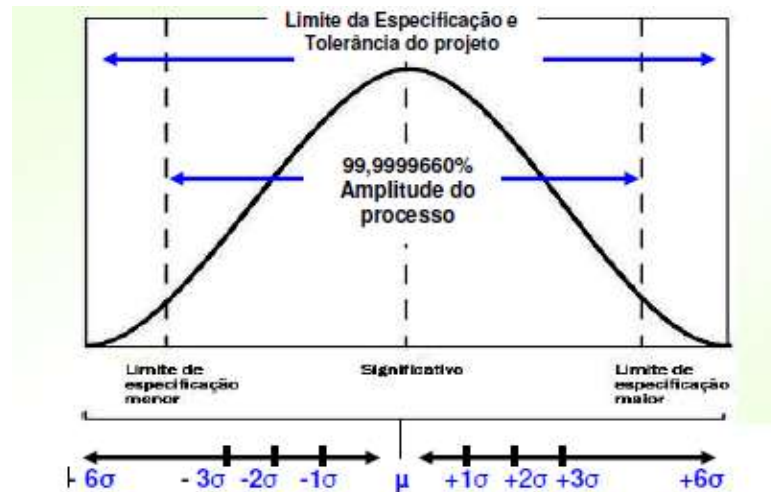


Figura 4. Variação do projeto nos limites de especificação maior e menor e a amplitude do processo nos limites de qualidade “sigma”.

Fonte: Adaptado de Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009)

Em relação à Figura 5, pode-se verificar as variabilidades de distribuição de processo, onde observa-se os limites inferiores e superiores de especificação para um determinado serviço ou produto. Ressalta-se que a amplitude da tolerância máxima representa a especificação Seis Sigma; a intermediária, o Quatro Sigma; e a menor, Dois Sigma (KUWABARA, 2009).

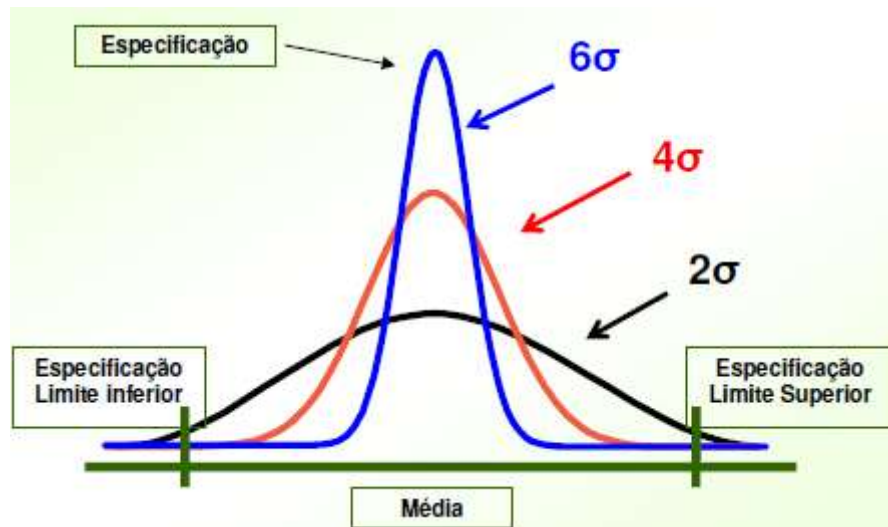


Figura 5. Efeitos da redução de variedade sobre a capacidade do processo.

Fonte: Adaptado de Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009)

Usualmente na metodologia Seis Sigma, a abordagem estatística preserva o foco na quantificação da variação que é realizada em quantidade ( $s$ ) de desvio ( $s$ ) padrão ( $s$ ) relacionado a uma variável aleatória de interesse na análise de um processo crítico (KUWABARA, 2009).

Verifica-se que essa visão está amplamente relacionada aos conceitos de controle estatístico de processos (CEP), evidentemente, na literatura se verifica a presença de inúmeras referências ao Seis Sigma as quais descrevem a relação dos índices de capacidade de processo com o padrão Seis Sigma bem como o devido entendimento sobre a origem do valor 3,4 PPM (partes por milhão) como sendo um valor descritivo da quase perfeição e do padrão de qualidade Seis Sigma (SANTOS e MARTINS, 2008).

No Brasil verifica-se ainda a existência de uma predominância da Gestão da Qualidade Total (TQM). Entretanto, empresas como Brasmotor, Belgo Mineira, Ambev, Votorantin, ABB, Votorantim, Telemar e Johnson & Johnson já aderiram ao Seis Sigma (SIX SIGMA BRASIL, 2012).

### 3.1 A estrutura organizacional do Seis Sigma

Para que o sucesso esperado seja obtido, destaca-se que um programa Seis Sigma é definido como sendo uma "estratégia de ruptura" que depende necessariamente de uma das pessoas que administram a organização (*top-down*), da presença de especialistas (*belts*) e da conscientização e aceitação de todos os colaboradores (HOERL, 1998).

Dessa forma, a filosofia do Seis Sigma é buscar resultados rápidos através da mobilização plena de pessoas e funções (ROTONDARO, 2002).

Nesse contexto, descreve-se que as posições chaves e elementos primordiais no processo são os seguintes:

- a) **Executive leader (líder executivo)**: elemento principal e interessado no sucesso do Seis Sigma, tem como principal função o comprometimento da Alta Direção e estabelecer objetivos do Seis Sigma para a organização, além de verificar o seu cumprimento. Normalmente é um membro da alta administração que tem a responsabilidade e comprometimento na obtenção do sucesso da implantação da referida metodologia, além de conduzir, incentivar e supervisionar as iniciativas em toda a empresa. Em determinadas empresas esta função pode-se fundir com a de campeões (*Champion*);
- b) **Champion (Campeão, Mentor de equipe)**: é representante da Alta cúpula administrativa, sendo diretamente responsável pela liderança junto aos executivos da organização. Este elemento, deve necessariamente pertencer ao círculo de decisões, quando não o "número 1" da empresa. É detentor do cargo de gestor, cuja finalidade é apoiar os projetos, derrubando quando possível as dificuldades para o desenvolvimento dos mesmos. Organiza e direciona o início, o desdobramento e a implementação da metodologia e define as pessoas que irão disseminar o conhecimento sobre a metodologia.
- c) **Master Black Belt (MBB), Coordenadores de área**: é o elemento responsável por trabalhar os aspectos conceituais (lançamento das ideias) e facilitar a implementação dos projetos Seis Sigma nas diversas unidades da organização; é definido como sendo o Profissional que auxilia a introduzir a metodologia

Seis Sigma. Deve ter a credibilidade e competência técnica reconhecida entre os colaboradores da empresa. É diretamente responsável pelo treinamento de BBs e GBs. É necessária a dedicação integral de seu tempo ao programa;

- d) **Black Belt (BB), Líder de equipe:** esse elemento é de grande relevância, visto que efetivamente implementam os projetos Seis Sigma; a sua atribuição é de liderar o projeto e está diretamente envolvido no processo de mudança e desenvolvimento organizacional. É necessária dedicação integral de seu tempo ao programa. Definido como sendo o elemento-chave do sistema, assim como ocorre com o *Green Belt*. Este indivíduo da equipe trabalha sob a ordem do *Master Black Belt* e deve ter determinadas características como: iniciativa, entusiasmo, habilidades de relacionamento interpessoal e comunicação. É necessária a presença de grande motivação para obter os resultados esperados e ser o agente de mudanças. Ademais é este elemento que aplica o treinamento ao *Green Belt* e o direciona na condução dos diversos grupos;
- e) **Green Belt (GB), Membro de equipes:** estes elementos auxiliam os *black belts* na coleta de dados e desenvolvimento dos experimentos para os projetos Seis Sigma. Ele é o Líder do projeto Seis Sigma devendo ter a capacidade de formar e facilitar as equipes e administrar os projetos, do conceito à conclusão. Deve ter dedicação parcial de seu tempo ao programa, uma vez que mantém suas atribuições funcionais originais. Usualmente, é selecionado entre a média chefia da organização e executa o Seis Sigma como parte de suas atribuições diárias. Tem duas tarefas principais: auxiliar o *Black Belt* na coleta de dados e no desenvolvimento de experimentos; e liderar pequenos projetos de melhoria em sua área de atuação.
- f) **White Belt (WB), Membro da linha operacional.** Elemento da linha operacional que executa os trabalhos de base e subsidia as informações para os *Green Belt*.

Fundamentalmente, os *Black Belt (BB)* e os *Green Belt (GB)* se ocupam necessariamente em liderar os projetos de Seis Sigma. A não ser pelos dois primeiros, os demais níveis não necessita possuir posição hierárquica formal estabelecida. Observa-se que estas divisões podem mudar sensivelmente de uma empresa para outra, mas, essencialmente

todas buscam obter sucesso e a mudança de cultura, cujas decisões são fundamentadas em fatos e dados, e não em sentimentos.

Conforme se verifica, os procedimentos operacionais que envolvem a implantação de uma metodologia Seis Sigma demandam o envolvimento de ações atendidas em um Programa de Qualidade Seis Sigma (PQSS), com inclusão de ferramentas como o DMAIC um dos mais conhecidos.

### 3.2 O método DMAIC

Vislumbrando aprimorar os processos, a metodologia Seis Sigma é baseada na estratégia de qualidade DMAIC. Esta nomenclatura representa as cinco fases: *Define* (definir), *Measure* (medir), *Analyse* (analisar), *Improve* (melhorar) e *Control* (controlar). A metodologia de implementação do Seis Sigma busca, por meio destes passos, estabelecer uma forma sistemática de realizar melhoria contínua de forma objetiva, com auxílio de técnicas e ferramentas estatísticas (AMADO e ROZENFELD, 2006).

Segundo Rechulski e Carvalho (2004), a metodologia DMAIC é uma versão do Seis Sigma para processos, com base na ISO 9000 e no TQM.

O ciclo DMAIC é usualmente denominado como sendo a metodologia básica do Seis Sigma, consiste basicamente no desenvolvimento de um conjunto de etapas direcionadas para a solução de problemas. A mesma centraliza a utilização de métodos que garantem evidentemente a redução da taxa de defeitos e falhas nos produtos, serviços e processos existentes (MARTINS *et al.*, 2006).

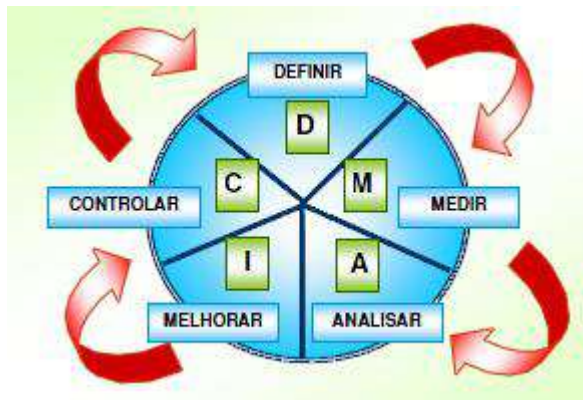
Andrietta e Miguel (2003) descrevem que para a implantação do Seis Sigma existem duas metodologias que também garantem o desempenho desta ferramenta. Inicialmente, a mesma consiste em buscar o devido entendimento dos denominados Requisitos Críticos para a Qualidade (RCQ), que são os requisitos de desempenho definidos pelo cliente para um produto ou serviço. Nesse contexto, ressalta-se que um RCQ pode ser um atributo ou um processo devidamente articulado pelo cliente, no qual é primordial para obtenção o sucesso de



um produto ou serviço, bem como é necessário o estabelecimento dos objetivos pelo cliente e deve ter as seguintes características, ou seja: ser mensurável e apresentar as especificações com tolerância permissível.

A segunda se refere à utilização da metodologia do processo de melhoria, denominada de DMAIC, sendo este um modelo empregado para a melhora da *performance* com o emprego de determinadas ferramentas e métodos estatísticos para *definir* os problemas e situações a serem aprimoradas, *medir* para obter a informação e os dados necessários, *analisar* a informação obtida, *incorporar* e aplicar as melhorias nos processos e *controlar* os processos ou produtos existentes (BABA, 2008; SANTOS, 2006; TILMANN, 2006; RIOS, 2006; COSTA, 2006).

A Figura 6 demonstra o esquema das principais atividades do DMAIC.



**Figura 6. Diagrama representativo das principais atividades DMAIC da pesquisa.**

**Fonte: Pande, Newman, Cavanagh (2007).**

Sendo identificado o processo a ser aprimorado, pode-se concluir que está identificado um “Projeto Seis Sigma”. Dessa forma, deve ser verificada a viabilidade econômica do “projeto” e fazer uma previsão dos benefícios (financeiros inclusive) que podem ser alcançados.

Nessa análise os passos clássicos são os seguintes:

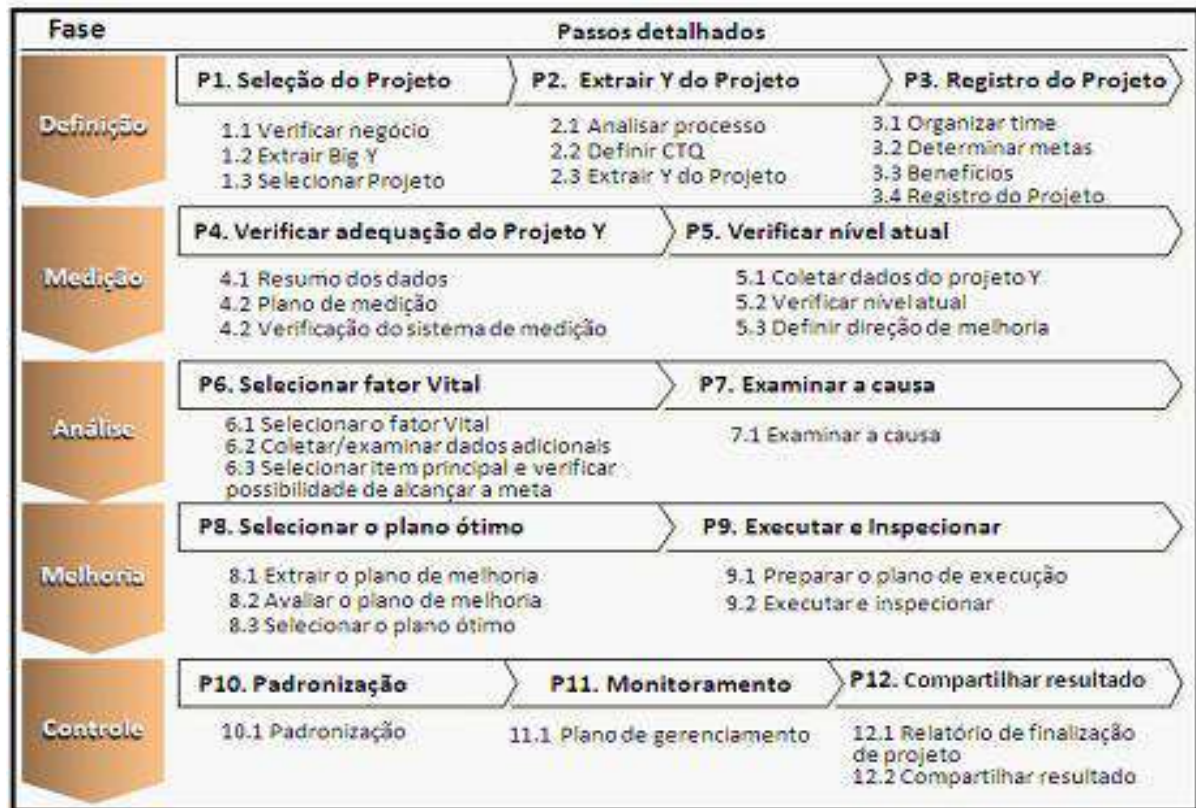


Figura 7. Fases detalhadas do DMAIC.

Fonte: QSC Brasil (2012).

Scatolin (2005) ressalta que diversas razões justificam a adoção do DMAIC, visto que muitos modelos de esforços de melhoria são decorrentes do PDCA (Planejar, Executar, Checar, Agir: ciclo de melhoria Shewart).

Dessa forma, podem-se apresentar uma relação contendo determinadas vantagens na sua utilização, que são demonstradas por Scatolin (2005):

- a. **Recomeço.** No caso o modelo atual é percebido como parte de iniciativas de qualidade fracassadas ou desacreditadas.
- b. **Oportunidade.** Nova oportunidade de aprender com as ferramentas já conhecidas e acrescentar outras novas.
- c. **Opção decisiva.** Deve-se criar e adotar de forma consistente o modelo único de estratégia de melhoria é positivo para a implementação do Seis Sigma.
- d. **Priorização de indicadores de Medição e Controle.** O DMAIC possibilita agregar a validação das necessidades dos clientes (internos e externos) na fase

*Definir*, obtendo a devida eficácia no plano de controle de variáveis que vem da troca de responsabilidade entre a liderança do projeto e o executor do processo, no momento do fechamento do projeto.

- e. **Determinação eficaz do *entitlement***. É um conceito essencial do Seis Sigma que pode ser mensurado como “o ideal” e “o melhor possível”. É definida como sendo a melhor resposta possível de um processo em termos de rendimento, qualidade, velocidade e desempenho. Existem três formas de se determinar o valor de *entitlement*, ou seja: foco tecnológico: a resposta do processo segundo os fabricantes dos equipamentos isenta de qualquer defeito; foco histórico: a melhor resposta do processo ao longo dos anos; e foco externo: a melhor resposta do processo, comparando-se com o melhor desempenho de processos semelhantes dos concorrentes. Segundo Kuwabara (2009) o uso da ferramenta *Thought Process Map* (TMAP ou Mapeamento do Processo de Pensamento), estabelece de forma lógica as etapas necessárias a serem seguidas para o desenvolvimento do projeto e auxilia amplamente na comunicação entre o coordenador do projeto e a alta administração.

Dessa forma, a mesma deve contemplar todas as etapas do projeto com a metodologia DMAIC, possibilitando identificar as diferentes etapas do projeto, observando os seguintes itens: principais atividades do processo; variáveis, criticidade e restrições do processo; retrabalho e subprocessos; fornecedores; clientes; e saídas do processo.

### 3.2.1 Fase DEFINIR

Nesta fase são definidas as metas das atividades de melhoria. As mesmas serão os objetivos estratégicos da organização, tais como maior participação no mercado e retornos sobre o investimento mais elevado. Em relação ao âmbito operacional, uma meta possível seria o aumento de produção de determinado departamento. Sobre a questão de projetos, as metas poderiam ser a minimização do nível de defeitos e o aumento de produção. Aplicam-se os métodos de *datamining* para identificar oportunidades de melhorias potenciais.

Ocorre nesta fase a aplicação da metodologia bem como o início de um exame minucioso dos aspectos relacionados com um determinado problema ou um conjunto de processos. São consideradas as atividades relacionadas às necessidades dos clientes (DETONI, 2005).

A tabela 2 apresenta as atividades associadas a esta fase:

**Tabela 2. Passos da fase DEFINIR.**

	<b>Passo do Processo</b>	<b>Tradução Prática</b>
<b>Desenvolvimento da Carta de Projeto</b>	Definição do Problema/Oportunidade	Qual o defeito ?
	Determinação da meta com métricas de sucesso	Definição sucinta de quais medidas serão impactadas ? Por quanto ? Quando ?
	"Business Case"	Melhor estimativa dos benefícios financeiros comprometidos - validação com a área financeira.
	Escopo do projeto	Defina os limites do projeto.
	Equipe e papéis	Identifique os participantes da equipe , seus papéis e habilidades.
	Identifique os marcos do projeto	Estime o que vais ser entregue, quando, por quem. Os marcos do ciclo DMAIC são significativos.
	Plano de Comunicação e Logística	Plano inicial descrevendo quem necessita ouvir sobre o quê, quando, como e de quem.
	Oportunidade financeira total	Oportunidade financeira total, superior aos benefícios comprometidos.
<b>Entenda Clientes e Contexto</b>	Revisão/construção dos objetivos de aprendizagem	Dados as metas, escopo e medições, o que a equipe precisa aprender sobre exigências potenciais, valor e risco ?
	Identifique os "atores" no escopo do projeto	Quem são os clientes, "stakeholders" e organizações ou sistemas que fornecerão exigências e atenção sobre os resultados ?
	Recolha dados sobre a VOC ("Voice of Customer") - cliente, processo, negócio, tecnologia	Antes de ir a fundo nos detalhes do processo, busque o entendimento das capacidades gerais dos diversos processos.
		Para cada processo chave, em um nível macro, de quais resultados os clientes dependem ? Os fornecedores dependem de que entradas ?
		Se mapas de processo e modelos fornecerão informações úteis no contexto de projeto, recolha os dados para apoiá-los. Não faça entrevistas à toa. Bons dados exigem habilidades especiais em Seis Sigma.
Dados da VOC ("Voice of Customer") - construindo "visões" úteis	Construa mapas de processo e modelos, utilizando os dados coletados acima. Caso necessário, utilize o diagrama de afinidade.	
<b>Defina exigências e medições</b>	Descreva as exigências chave de processo e do cliente em termos mensuráveis	

Observa-se que nesta fase sugere-se a construção de um *Business Case*, ou seja, um Caso de Negócio, que deverá necessariamente estabelecer as diretrizes para a formação do grupo de trabalho e desenvolvimento do projeto. Neste caso as questões inicialmente colocadas no pré-estudo devem ser debatidas novamente e respondidas com maior segurança pelo grupo do projeto estabelecido (CLETO e QUINTEIRO, 2011).

### 3.2.2 Fase MEDIR

Deve-se estabelecer as métricas válidas e confiáveis para auxiliar na monitoração do progresso rumo às metas definidas no passo anterior. Deve iniciar pela determinação do ponto de partida atual. Emprega-se dessa forma a análise de dados exploratória e descritiva no auxílio da busca do entendimento dos dados.

Rocha (2006) leciona que nesta fase as ações de melhoria devem ser feitas com o foco adequado e objetivando a priorização das exigências dos clientes.

**Tabela 3. Passos da fase MENSURAR**

	Passo do Processo	Tradução Prática
<b>Plano de Medição de Resultados</b>	Definição operacional das medições dos resultados.	Refine, em termos práticos, as medições chave do projeto.
	Defina os padrões de performance dos resultados.	Quais são as metas de performance (e atuais "baselines") para as medições chave ?
<b>Plano de Coleta de Dados</b>	Identifique a segmentação natural para os Y's.	Como estão os dados de segmentação em termos de disponibilidade ? Ao invés de medir tudo em toda a parte, foque em alguns segmentos com maior oportunidade.
	Identifique os fatores potenciais que possam influenciar (x's)	Que fatores podem influenciar Y ?
	Definição operacional das medições dos fatores x's.	Como, passo a passo, cada fator será medido ? Como classificações podem ser definidas ?
	Construa o plano de amostragem de dados.	Quantos dados serão coletados ? Onde ? Quando ? Como ? Por quem ?
<b>Colete e quantifique os dados</b>	Colete os dados.	Inicialmente colete os dados que estejam disponíveis, e mais tarde revise este passo se mais dados forem necessários.
	Avalie a distribuição dos dados e sua integridade.	Os dados estão completos ? Fazem sentido ?
	Cheque para problemas inesperados ou oportunidades.	Na primeira revisão, algumas oportunidades não esperadas foram identificadas ? Caso positivo, crie um plano de contingência.

### 3.2.3 Fase ANALISAR

Nesta fase o processo principal relativo ao problema abordado no projeto já foi identificado e mensurado por meio de um determinado conjunto de indicadores. Dessa forma, passa-se, então, à fase de análise das informações, objetivando-se a determinação das causas fundamentais do problema identificado.

Para identificar formas de eliminar a lacuna entre o desempenho atual do sistema ou processo e a meta desejada, são aplicadas ferramentas estatísticas para orientar esta análise.

Novamente algumas perguntas devem ser respondidas ou ações executadas.

**Tabela 4. Passos da fase ANALISAR**

	<b>Passo do Processo</b>	<b>Tradução Prática</b>
<b>Avalie a capacidade atual</b>	Documente a performance da "baseline" atual.	O que os dados mostram sobre a efetividade do processo atual com respeito às metas de performance ?
	Reveja/refine as metas de melhoria.	Se os dados sugerem que as metas de projeto devem ser reconsiderados, atualize as expectativas.
<b>Caracterize os Efeitos dos Fatores nos Y's do Projeto</b>	Estratifique os dados.	Que padrões e contrastes aparecem quando segmentos dos dados são comparados ?
	Identifique padrões significantes e contrastes.	Que idéias podem ser extraídas a partir destes padrões e contrastes e qual será o próximo foco da equipe ?
	Identifique os fatores causais mais fortes (x's).	Aprofunde-se nas áreas problemáticas e identifique causas possíveis para os problemas.
<b>Avalie o Impacto dos Fatores Críticos</b>	Verifique a influência dos fatores significantes (x's).	Para os fatores que parecem ser os mais significantes, recolha dados (novos, se necessário) para verificar e quantificar os impactos no Y(s).
	Atualize a previsão dos resultados.	Refine o benefício financeiro previsto baseado no que foi aprendido.

### 3.2.4 Fase IMPLEMENTAR

Tem como objetivo, reduzir as falhas observadas e quantificadas na fase medir, de forma mais econômica ou mais rápida, através de alterações ou inovações nos processos analisados. Para isso, utiliza-se o gerenciamento de projetos e outras ferramentas de planejamento para programar a nova abordagem. Devem ser utilizados os métodos estatísticos para validar a melhoria do processo.



Tabela 5. Passos da fase IMPLEMENTAR

	Passo do Processo	Tradução Prática
<b>Desenvolva e Compare Alternativas de Solução</b>	Gere idéias.	Gere opções e idéias que possam contribuir para uma solução.
	Desenvolva soluções alternativas.	Desenvolva duas ou mais soluções candidatas - a construa uma decisão guiada por dados para selecionar a mais promissora.
	Avalie soluções alternativas.	Documente a conexão e o relacionamento de entradas e saídas no contexto da candidata principal.
	Consolide as alternativas chave de solução.	
<b>Selecione e Ajuste a Melhor Solução</b>	Selecione a melhor solução.	Pondere as soluções candidatas principais, usando fatos e dados para chegar a uma selecionada "melhor" solução (algumas vezes, um híbrido entre candidatos).
	Ajuste a detalhe a solução.	Realize avaliação crítica na melhoria e garanta que a mesma não vai afetar negativamente nada mais.
<b>Realize um Teste Piloto da Solução</b>	Torne a solução à prova de erros.	Para a solução escolhida, considere "o que poderia sair errado?", priorizando "gaps" e removendo-os.
	Realize o teste piloto utilizando as medições definidas anteriormente.	Cheque os resultados e efeitos colaterais.
	Avalie a performance do teste piloto.	Mostre os trabalhos referentes à solução escolhida (documentação e medições) - cheque efeitos colaterais (não conserte uma coisa e quebre outra).
	Refine a solução para implementação.	Baseado no aprendizado resultante do piloto, a solução está pronta para funcionar.

### 3.2.5 Fase CONTROLAR

Nesta fase deve-se institucionalizar o sistema aprimorando e modificando os sistemas de remuneração e incentivos, política, procedimentos de planejamento das necessidades de material, orçamentos, instruções operacionais e outros sistemas de gerenciamento.

Ocasionalmente podem ser aplicados determinados sistemas como ISO 9000 para assegurar que a documentação esteja correta.

Tabela 6. Passos da fase CONTROLAR

	Passo do Processo	Tradução Prática
<b>Assegure a Entrega de Resultados Estáveis</b>	Padronize e documente a melhoria para a transição.	
	Defina e valide o "Sistema de Monitoração e Controle".	Mostre aos donos de processo de longo prazo da "melhoria instalada" como monitorar os fatores de controle (X's) e as medições de resultados (Y's).
	Verifique os resultados entregues.	Baseado no que foi aprendido no teste piloto, refine a solução para torná-la pronta para expansão e utilização de longo prazo.
<b>Transfira o Controle</b>	Verifique a capacidade do dono do processo para a transferência.	Faça a mudança durar: evite que a organização volte aos tempos antigos.
	Faça o "sign off" do controle para os donos do processo.	Formalize a transferência aos donos de processo ou produto.
<b>Feche o Projeto</b>	Identifique lições aprendidas.	Devem ser documentadas para a equipe, interessados e patrocinador.
	Arquive os ensinamentos do projeto.	Coloque os dados do projeto e os aprendizados chave em um formato que possa ser prontamente localizado e usado por outros.



## 4. ESTUDO DE CASO

Neste trabalho foram aplicadas algumas ferramentas de qualidade, requeridas pela metodologia Seis Sigma, com objetivo de estudar pontos de melhorias na empresa de gases industriais Z.

Para o estudo em questão foi escolhido o segmento de Gases Especiais da empresa Z. Este segmento é importante visto que trata-se de uma área em que os produtos fornecidos são específicos para atender um mercado também específico, e que, por esse motivo, possuem um alto valor agregado.

Esse segmento é assim chamado pois existem em todos os produtos um determinado controle de contaminantes específicos para atender às diversas aplicações que são exigidas pelos clientes, e os cilindros recebem um tratamento interno específico para garantir esse controle. Há duas linhas de gases: gases puros e misturas especiais. A maior parte dos gases puros são de prateleira, ou seja, os gases são produzidos em batelada de cilindros e se trata de apenas um componente químico com determinado grau de pureza. A maior parte das misturas são direcionadas para atendimento pontual de cada cliente, de acordo com a necessidade específica de componentes e composições adversas. Nesse último caso, a confecção dos gases se dá de forma artesanal, na qual os gases são confeccionados sob encomenda.

Será feita uma análise do processo geral da empresa estudada e em seguida aplicada a metodologia DMAIC fase por fase.

### *4.1 Processo de fornecimento de gases*

O processo geral de compra e venda entre um fornecedor e um comprador no segmento de indústrias de gases encontra-se destacado na figura 8 abaixo. Nesse processo existem algumas etapas que necessitam de uma avaliação mais detalhada quando pensa-se em atingir um grau de satisfação ótimo junto aos clientes, como por exemplo, a entrega do produto com sucesso dentro do prazo.

A seguir será mostrado o panorama de todo esse processo, etapa por etapa, da figura 8.



**Figura 8. Gestão de atendimento ao cliente**

### 1ª Etapa: Propostas/Cotações

O cliente entra em contato com o fornecedor (empresa Z) solicitando a cotação para os gases que necessita. Caso o gás não esteja listado no catálogo da empresa, esta solicitação terá que passar por uma análise dos químicos responsáveis pela produção no laboratório para que seja verificada a possibilidade de confecção do gás solicitado.

Após essa verificação o fornecedor envia a proposta comercial dos gases para o cliente, com as condições comerciais da venda e os prazos de entrega.

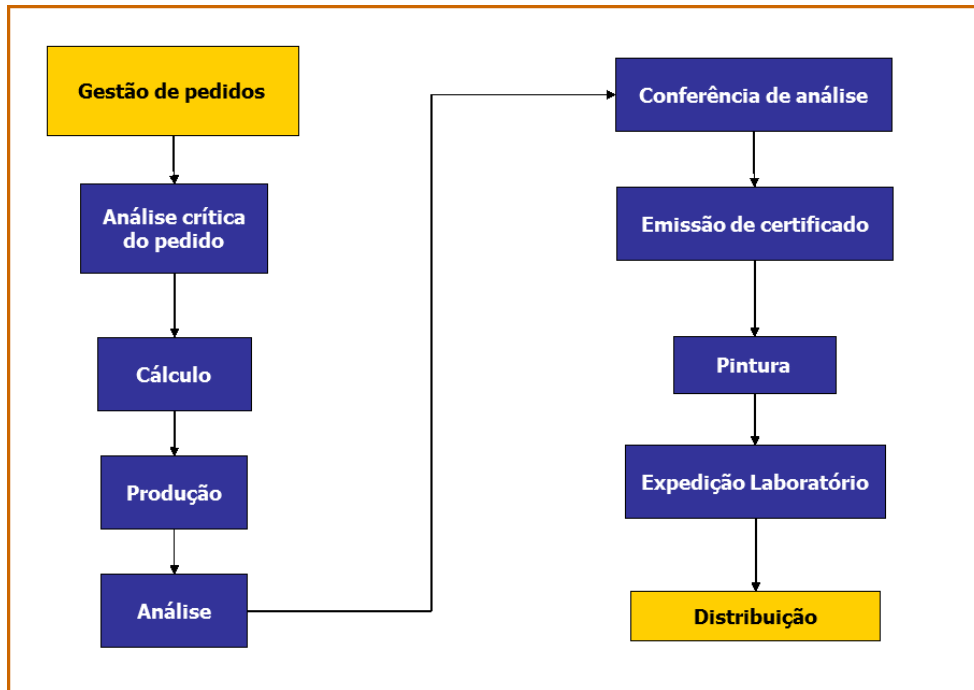
### 2ª Etapa: Gestão de pedidos

O cliente envia para o fornecedor o seu pedido de compra, ou seja, o pedido formal para a aquisição dos gases cotados. A central de relacionamentos da empresa Z é responsável pela inclusão do pedido do cliente no sistema e a partir disso, inicia-se o processo da cadeia produtiva do gás dentro da empresa.

### 3ª Etapa: Produção

Visando a garantia da qualidade em seu fornecimento de gases, a empresa Z possui vários procedimentos internos específicos nesta etapa. Para o desenvolvimento desse estudo de caso foi abordado apenas a visão macro dessa etapa por questões de restrições de

informações confidenciais da empresa Z. Os passos dessa cadeia produtiva dos gases da empresa Z podem ser observados no fluxograma mostrado na figura 9 abaixo.



**Figura 9. Cadeia produtiva dos gases**

Após o recebimento do pedido formal do cliente, a empresa Z abre uma ordem de serviço (OS) que é direcionada ao laboratório para iniciar o preparo do gás ou mistura. O laboratório faz uma validação entre o pedido incluso e o pedido de compra do cliente. Caso haja algum erro, o cliente é contatado para confirmação, retornando à etapa anterior.

Seguindo o fluxo de produção, faz-se cálculos químicos de volume versus pressão de acordo com o tipo de gás solicitado, para então seguir com o processo de enchimento do gás nos cilindros já previamente tratados. Após o gás confeccionado já estar estabilizado, faz-se uma análise, e por garantia da qualidade uma conferência da análise para que posteriormente possam ser emitidos os certificados de qualidade dos gases com indicadores de grau de incerteza da medição, entre outros.

A última fase é a pintura <sup>2</sup>do cilindro, em que cada tipo de gás recebe uma pintura específica, caracterizada de acordo com a norma de segurança brasileira padrão NBR 12176.

Há um contínuo monitoramento da segurança no processo, visto que, nos laboratórios há a manipulação de compostos químicos tóxicos e corrosivos, além da segurança no manuseio dos cilindros que estão cheios sob pressão (em geral acondicionados à pressão máxima de 200 kgf/cm<sup>2</sup>).

Após as fases da produção, segue-se com a logística de entrega até o cliente (distribuição).

#### 4ª Etapa: Distribuição / Satisfação

Na unidade da empresa no qual foi realizado o enchimento dos cilindros há espaços reservados para distribuição de diferentes locais. Os produtos que são direcionados para outras unidades, seguem via transferência entre unidades e os produtos dos clientes locais são direcionados para a entrega no dia seguinte. A central de logística da empresa Z reconhece o pedido pendente de entrega e programa a entrega para uma das rotas dos caminhões que farão entrega no dia seguinte.

Em todas as etapas do processo descritas acima há um rígido controle de qualidade e segurança no manuseio de produtos, todos regidos de acordo com as normas de Qualidade ISO 9001 e normas de Segurança da empresa, baseadas nas normas NBR. Esses quesitos são pontos fundamentais para a empresa Z, que preza muito pela garantia da qualidade de seus produtos fornecidos.

O grau de satisfação do cliente dependerá direta e indiretamente de todo esse processo explicitado. A seguir será apresentada a aplicação da metodologia Seis Sigma aplicada nesse estudo de caso, fase por fase.

---

<sup>2</sup> A pintura nos cilindros não é uma etapa obrigatória, e só é feita mediante uma avaria grande na tintura já existente do cilindro do gás que será produzido ou se houver mudança no tipo de gás que determinado cilindro está sendo produzido.

## *4.2 Aplicação do método Seis Sigma*

Após o recebimento de várias reclamações de clientes do segmento de Gases Especiais da empresa Z, resolveu-se montar este estudo de caso para identificar pontos de melhoria no processo da empresa neste setor.

Ao garantir a satisfação do cliente possibilita-se a fidelização dele, e assim, conseqüentemente o crescimento e expansão no mercado da empresa. Isso torna-se possível mediante a boa qualidade em seus produtos e serviços prestados em todos os quesitos da cadeia produtiva.

Após uma análise da visão geral do processo da empresa Z, pode-se notar alguns pontos em potencial para geração de insatisfação do cliente, tais como falha/atraso no envio de propostas comerciais, falha sistêmica, atraso do prazo final de entrega do produto, falha humana/equipamento no laboratório químico, dentre outros. Visando a melhoria desses possíveis pontos de falhas, dá-se início à aplicação do método Seis Sigma através da fase definir abaixo.

### 4.2.1 Fase DEFINIR

Na visão do cliente, de modo geral, o ponto fundamental para garantir a sua satisfação com o fornecimento dos produtos ofertados é a entrega do produto no prazo estipulado com a garantia da qualidade e segurança adequadas. Para tanto, faz-se necessário avaliar toda a cadeia produtiva desde a solicitação inicial do produto até a chegada do produto no cliente final.

Nesta fase inicial são definidos a base do projeto que será desenvolvido, os direcionamentos que serão tomados, bem como o levantamento de ideias para o desenvolvimento do projeto, indicando todos os pontos de criticidade para a melhor satisfação do cliente. Para tanto, as ferramentas escolhidas para aplicação do método nessa fase foram a carta de projeto, fluxograma de processo, SIPOC e VOC, que serão detalhadas a seguir.

#### **4.2.1.1 Carta de Projeto**

Como meio de iniciar a documentação para o projeto é elaborado uma carta de projeto (*process charter*), que funciona como um contrato entre a alta gerência ou líder do projeto e os demais participantes. Define-se assim o escopo (nome e objetivo), os integrantes, o modelo de avaliação (quantificação de erro, custo, tempo de ciclo ou capacidade do processo), bem como o prazo esperado para as diversas etapas do projeto.

A carta de projeto direcionada para esse estudo de caso encontra-se no anexo I.

#### **4.2.1.2 Fluxograma do processo**

A empresa Z possui várias etapas em seu processo interno, conforme figura 10, onde pode-se observar a representação de cada uma para o fluxo de um pedido de gás puro ou mistura de Gases Especiais. Através desse panorama do processo, é possível visualizar de forma geral, todos os possíveis pontos de falha no processo que causariam atraso na entrega desde a negociação de proposta até a entrega ao cliente, facilitando a avaliação e entendimento de todas as pessoas envolvidas neste projeto Seis Sigma (Green belts, Black belts e Master belts).

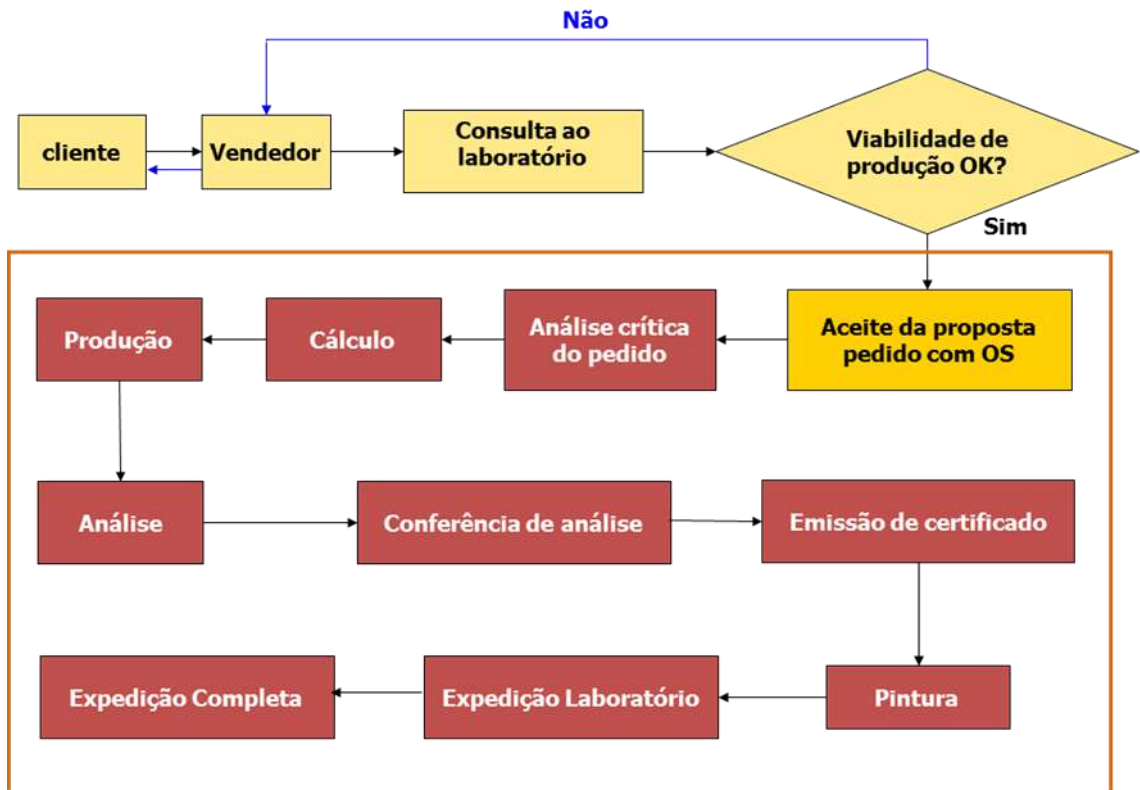


Figura 10. Fluxograma do processo de compra e venda

#### 4.2.1.3 VOC (Voice of Client)

A ferramenta VOC, aplicada nesse estudo de caso, indica quais são os itens que aumentam a satisfação do cliente, já que leva em consideração a visão crítica de importantes indicadores pela perspectiva do próprio cliente. Esses indicadores principais são:

- Entrega dos cilindros em condições adequadas (segurança);
- Identificação dos cilindros e aspecto do cilindro;
- Entrega do produto com o certificado de qualidade;
- Liberação dos pedidos emergenciais em tempo menores;

- Entrega no tempo previsto;
- Melhor atendimento na área técnica;
- Melhor atendimento na área de negócios.

#### **4.2.1.4 SIPOC (Supply – Input –Process – Output – Client)**

Como meio de identificar alguns itens críticos para qualidade (CTQs), correlacionadas às áreas executantes e responsáveis por estes itens, foi utilizada a ferramenta SIPOC, que de forma visual facilita o mapeamento das variáveis de processo críticas com seus responsáveis diretos.

Pode-se observar na tabela 7 algumas variáveis críticas mapeadas para este estudo de caso em questão, onde cada coluna representa uma letra da ferramenta.

A primeira coluna do quadro, “S” originada do termo em inglês *Supply*, representa o fornecedor, ou seja, a empresa Z. A segunda coluna “I” (*Input*), se refere a todas as características críticas ao processo analisado, isto é, todas as características que podem ser significativas direta ou indiretamente à satisfação do cliente. Na terceira coluna “P” (*Process*) há a representação da área do processo que está interligado com as variáveis de processos levantadas na coluna do *Input*. Já na coluna “O” (*Output*) disponibilizam-se as condições ótimas que procura-se obter quando todas as características desejadas são atendidas. Para fechar a ferramenta SIPOC, temos a última coluna “C” (*Client*), que representa o cliente, que é a ponta final do processo.



Tabela 7. Diagramação do SIPOC

S	I	P	O	C
Empresa Z	Contato com a área de vendas Prazo para envio de cotação Prazo de inclusão de pedido	Comercial	Efetivação do pedido e disponível no sistema	Cliente
	Prazo de início da confecção Prazo de início de tratamento interno do cilindro Disponibilidade de matéria-prima e mão de obra Tempo de pintura Tempo de produção Emissão de certificado de qualidade Erro na inclusão do pedido (composição de misturas)	Produção	Produção concluída e produto no cilindro	
	Prazo de transferência para o local de entrega Programação da entrega pelo centro de logística Disponibilidade de caminhão Falha no carregamento do caminhão no dia da entrega Extravio de cilindros Envio de certificado junto com produto	Logística	Produto entregue ao cliente	

#### 4.2.2 Fase MEDIR

Nesta fase faz-se a coleta de dados e a sua análise visando encontrar as variáveis de processo que cabem dentro do escopo do estudo realizado. Dessa forma, é elaborado um plano de medição desses resultados, sempre priorizando os fatores principais que são exigidos pelos clientes.

Visando buscar essas prioridades de forma detalhada e organizada, fez-se uma pesquisa de satisfação de clientes com os 108 maiores clientes do segmento abordado, Gases Especiais, da empresa Z.

Essa pesquisa foi realizada de duas formas: através da entrevista presencial de alguns clientes durante uma exposição no evento que ocorre de dois em dois anos em São Paulo (a Feira Analítica) e também, através de telemarketing ativo (telefone). Esta contém 24 perguntas na qual foi desenvolvida estrategicamente pela área de Pesquisa da empresa Z, com

certa riqueza de detalhes, para garantir a possibilidade de identificação precisa dos setores que mais precisam receber melhorias em seu processo.

Dessa forma, a pesquisa forneceu subsídios importantes para a realização de medição de muitas variáveis de processo desse estudo de caso, que estão relatadas nesta fase.

A partir dos resultados obtidos nessa pesquisa de satisfação, foram aplicadas algumas ferramentas de qualidade tais como folha de verificação e pareto, para uma simulação da aplicação do método Seis Sigma na empresa Z, onde as fases iniciais (definir, medir e analisar) foram de fato realizadas e as etapas posteriores (implementar e controlar) foram apenas sugeridas pois não houve até o presente momento um projeto real na empresa Z sobre isso.

#### 4.2.2.1 Folha de Verificação

A ferramenta de qualidade folha de verificação, também conhecida por escala likert, é a ferramenta mais utilizada para coleta de dados onde tem-se uma flexibilidade para se criar um formato adequado ao tipo de resultado que se tem para analisar.

No anexo II foram listadas todas as 24 perguntas desenvolvidas nessa pesquisa de satisfação, com suas respectivas opções de respostas. Como se pode observar, as perguntas 1 e 12 não estão contextualizadas dentro do processo descrito até o presente momento, e, por essa razão foram desconsideradas. Todas as demais perguntas respondidas com a escala de 1 à 6 foram analisadas por esta ferramenta.

Objetivando-se obter um resultado consolidado para uma avaliação mais assertiva, optou-se por agrupar em duplas as classificações das respostas obtidas em cada pergunta. Ou seja, as respostas “Muito Insatisfeito” foram somadas às “Insatisfeito”; enquanto que as “Muito Satisfeito” foram somadas às “Satisfeito”. Além disso, as classificações neutras (“Nem Satisfeito, nem Insatisfeito”) e “Não sabe avaliar” também foram somadas. Na tabela 11, segue um exemplo do modelo de matriz de resultados que foi adotado para avaliar as respostas obtidas através da pesquisa de satisfação.

**Tabela 8. Modelo das matrizes obtidas e consolidadas da pesquisa de satisfação.**

Matriz de Pesquisa REALIZADA:					→	Matriz de Pesquisa TRANSFORMADA:				
	PERGUNTAS						PERGUNTAS			
CLIENTE	P1	P2	P3	...	CLIENTE	P1	P2	P3	...	
A	4	1	5		A	-1	+1	-1		
B	6	2	4		B	0	+1	-1		
C	3	1	2		C	0	+1	+1		

As respostas 1 e 2 (relacionadas à satisfação) foram classificadas como +1 na matriz. Da mesma forma, as respostas 4 e 5 (insatisfação) tornaram-se -1 e as neutras 0 (zero). Assim, após resumir as respostas, fez-se um resumo das perguntas, agrupando-as em blocos principais. Para fins de análise dos resultados obtidos em escala de base 100, traduziu-se os resultados obtidos em pontos de folha de verificação em percentual, que pode ser visto nessa tabela 9.

**Tabela 9. Resultados da Folha de Verificação.**

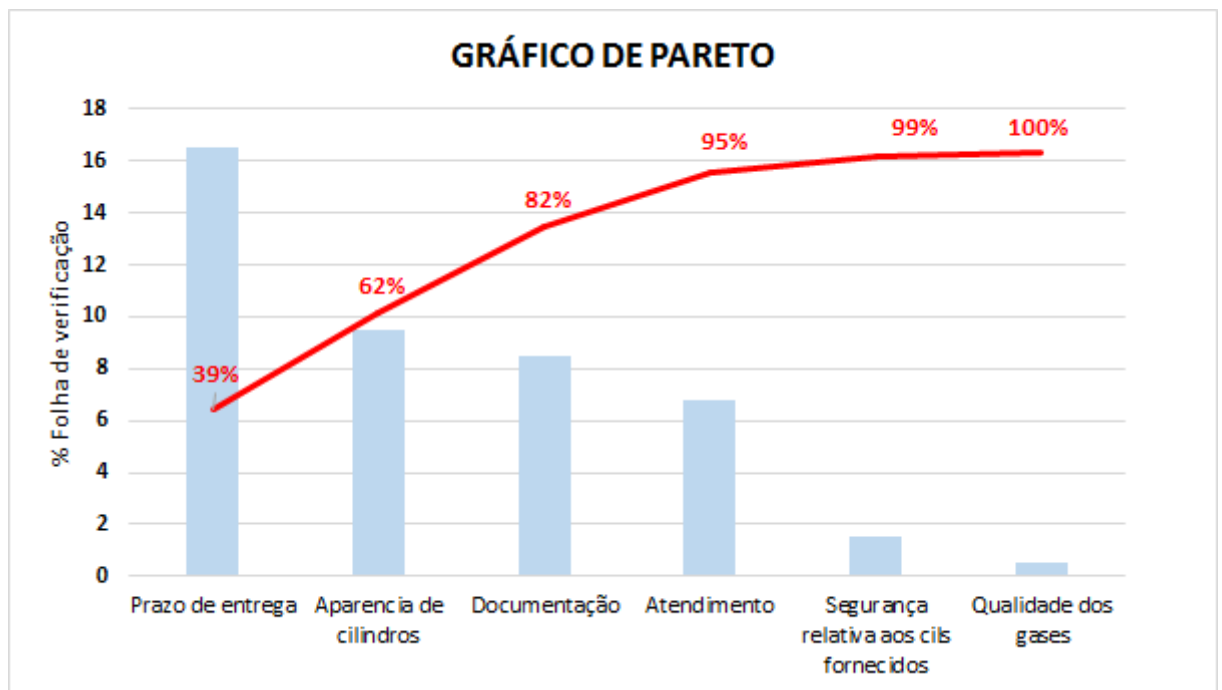
ITENS AGRUPADOS	INDICADORES (%)		
	+1	0	-1
Qualidade (gases puros e misturas)	89	11	1
Aparencia de cilindros (gases puros e misturas)	78	13	10
Segurança relativa aos cils fornecidos (gases puros e misturas)	85	14	2
Documentação (gases puros e misturas)	71	21	9
Prazo de entrega	76	8	17
Atendimento (comercial, técnico, e 0800)	80	13	7

A partir dos resultados acima, pode-se verificar que existem poucos itens com resultado de insatisfação muito relevantes, caracterizando-se assim, útil a análise de um gráfico de pareto, que será descrito a seguir.

#### 4.2.2.2 Gráfico de Pareto

Em busca de uma análise detalhada de nossas causas mais críticas ao processo, optou-se por refinar os resultados obtidos anteriormente com a folha de verificação, caracterizadas como -1, ou seja, medição do grau de insatisfação dos clientes pesquisados.

Para tanto, uma ferramenta interessante para essa análise é o gráfico de Pareto, que revela, conforme a lei de Pareto, que 80% das consequências estão em 20% das causas. Essa técnica visa quantificar e visualizar graficamente esses dados obtidos da pesquisa de satisfação, distribuindo os CTQs mais importantes como sendo as variáveis desse projeto.



**Figura 11. Gráfico de Pareto**

A figura 11 apresenta apenas os resultados obtidos com a folha de verificação relativos à insatisfação de clientes aliada à técnica do Pareto. Nota-se que os itens prazo de entrega, aparência de cilindros e documentação sozinhos correspondem à 82% do total de insatisfação dos clientes, ou seja, se otimizarmos o processo em prol de melhorias nesses itens especificamente, haverá redução de mais de 80% no índice de reclamações demonstrados pela pesquisa de satisfação.

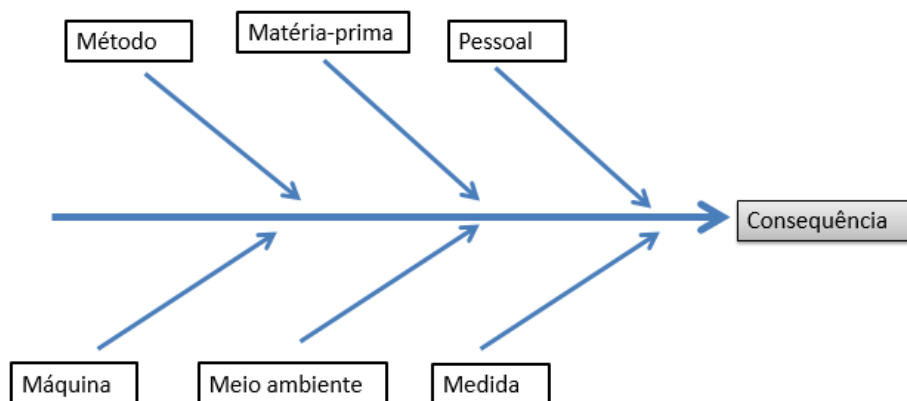
Esses itens ressaltados pelo pareto, por entendimento de serem as consequências mais críticas para o estudo de caso em questão, serão abordados na fase analisar deste trabalho.

#### 4.2.3 Fase ANALISAR

Esta fase, como o próprio nome diz, tem como objetivo avaliar as causas possíveis para a ocorrência de cada falha/defeito apontados na fase medir, ou seja, as mais críticas para o cliente. Assim, faz-se necessário o uso de ferramentas que reconheçam essa relevância entre causa e efeito, e neste estudo de caso foi escolhido o diagrama de Ishikawa.

##### 4.2.3.1 Diagrama de Ishikawa

Esta ferramenta é muito utilizada para mapear quais são as principais causas para ocasionar o defeito a ser estudado, sendo subdivididas em 6 tipos de causas (máquina, material, método, medidas, pessoal e matéria-prima), conforme destacado na figura 12. Cada uma dessas causas é desmembrada em novas causas buscando o aprofundamento de mais detalhe do processo para que seja possível chegar mais próximo da causa raiz.



**Figura 12. Diagrama de Ishikawa geral**

A partir da ideia geral do diagrama explicitado na figura 12, foi feito um estudo tendo como consequências as três falhas críticas já identificadas na fase medir. Para tanto, analisou-se cada processo separadamente visando o levantamento de todas as possíveis falhas

interligadas à cada uma das causas gerais, descritas nesse diagrama geral. As consequências analisadas foram: prazo de entrega, aparência de cilindros e documentação.

PRAZO DE ENTREGA

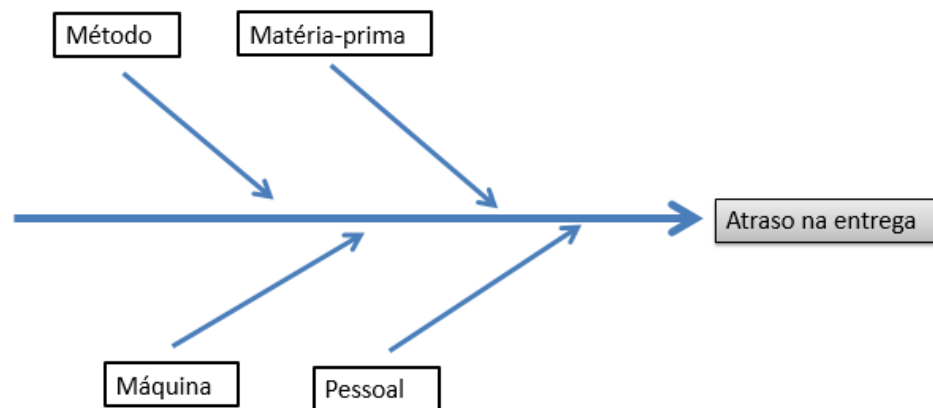


Figura 13. Diagrama de Ishikawa - Atraso na entrega

**Método:** - Roteirização de entregas;

- Sistemática de todo o processo (da cotação até a entrega) – conforme fluxograma descrito na figura 10.

**Pessoal:** - Comprometimento da empresa terceirizada com a entrega ao cliente;

- Treinamento dos funcionários envolvidos com a logística e distribuição;

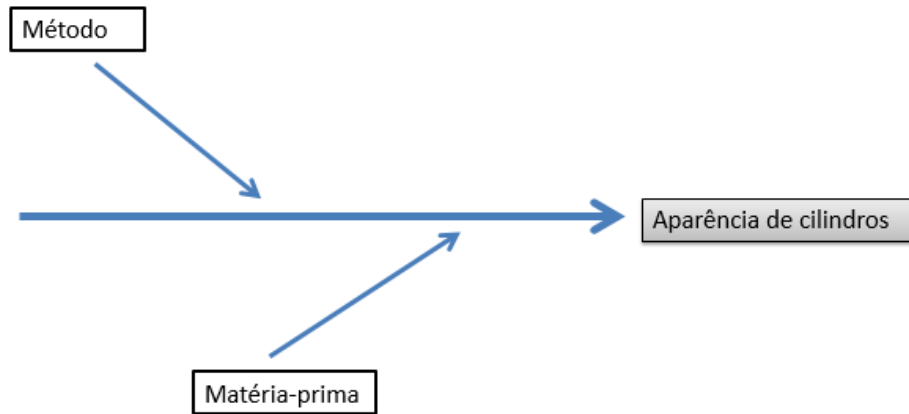
- Números de pessoas envolvidas na área de logística e distribuição.

**Máquina:** - Tipo de caminhão utilizado;

- Manutenção de caminhões utilizados.

**Matéria-prima:** - Disponibilidade de cilindros;

APARÊNCIA DE CILINDROS



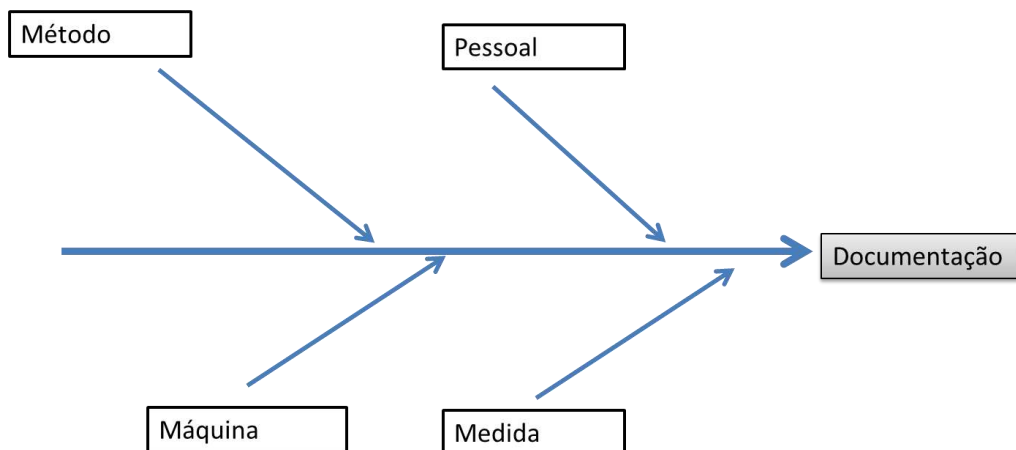
**Figura 14. Diagrama de Ishikawa - Aparência de cilindros**

**Matéria prima:** - Escolha de tintas mais resistentes.

**Método:** - Processo de pintura;

- Condição de armazenamento e transporte dos cilindros.

DOCUMENTAÇÃO



**Figura 15. Diagrama de Ishikawa - Documentação**

**Método:** - Sistemática para emissão de certificado e notas fiscais.

**Máquina:** - Software utilizado para geração do certificado e impressão de nota fiscal,

**Pessoal:** - Treinamento das pessoas responsáveis pela emissão de documentos (certificados e notas fiscais);

- Número de pessoas capazes para realizar o serviço.

**Medida:** - Remissão de notas fiscais ocasionadas por falha humana.

Avaliando esses itens críticos, nota-se que o quesito aparência do cilindro é o menos crítico dentre eles e o mais fácil de se adaptar para aumentar a satisfação do cliente. Entretanto, necessita-se de uma avaliação quanto ao custo necessário versus retorno esperado, podendo ser este um recurso desnecessário e/ou desfavorável para a empresa Z.

Já os outros itens, documentação e prazo de entrega, necessitam de uma maior preocupação e uma melhor gestão de recursos, visto que ambos impactam diretamente no faturamento adquirido pela empresa Z.

Nota-se que referente à documentação muitas das reclamações são baseadas em erros de emissão de notas fiscais, ocasionando perda de tempo para a empresa, gerado pelo retrabalho desnecessário de acerto dessa falha, e, em contrapartida, o cliente acaba se desgastando com cobranças de acertos dessas notas e perda de tempo. Além desses pontos citados, o mais impactante do ponto de vista da empresa Z é a perda de faturamento que passa despercebido quando a emissão de nota é feita com valor menor do que foi negociado e o cliente, de forma oportunista, não se manifesta sobre o erro de emissão. Assim, cliente se beneficia do erro da empresa e a esta perde dinheiro.

Avaliando-se ainda a consequência de documentação, têm-se outras causas consideradas importantes que são a quantidade de pessoas treinadas e capacitadas para realizarem as tarefas de emissão, bem como o software utilizado para a emissão do certificado e da nota fiscal e a sistemática para todo esse processo. Outro erro muito comum, é o extravio do certificado de qualidade que acompanha o cilindro, ocasionando reclamação dos clientes e novamente desgastes com os mesmos.

Por último, e o de maior criticidade na visão do cliente, é a entrega dos cilindros no prazo estabelecido. Além de ser o mais crítico, é também e o de maior complexidade por abranger direta e indiretamente todo o processo produtivo descrito no fluxograma da figura



10, já que qualquer falha de qualquer uma das etapas resulta diretamente no atraso da entrega final ao cliente, podendo ser falha humana, sistêmica, processo, entre outros.

Este é considerado o mais crítico de todos pois a consequência direta dessa falha impacta na perda do cliente para o concorrente, visto que cliente quer um fornecedor em que possa confiar. Sucessivos atrasos de entrega resultam em perda da credibilidade da empresa Z e a perda de faturamento no cliente devido produção parada por falta do gás, logo perde-se o cliente.

Identificam-se possíveis problemas com a disponibilidade de cilindros para enchimento, não programação de pedidos para uma determinada data, solicitações de pedidos emergenciais, que passam à frente de pedidos incluídos anteriormente, o contrato com a empresa terceirizada responsável pelas entregas aos clientes (onde fica estabelecido o número de caminhões disponíveis, bem como a capacidade de transporte de cada caminhão) e o número de pessoas envolvidas nas operações de logística. Além disso, a logística utilizada para realizar as entregas é de vital importância já que a rota designada definirá o tempo necessário para as entregas.

Após a fase analisar, tem-se as fases implementar e controlar seguindo o método DMAIC. Tendo em vista que este estudo de caso não foi de fato trabalhado na empresa Z analisada, não foi possível determinar as fases implementar e controlar exatamente como deveria ser em um projeto real. Para fins de conclusão deste projeto, fez-se um levantamento de hipóteses possíveis para se desenvolver nessas fases baseado em suposições mais assertivas possíveis que os autores entenderam como correto, como pode ser visualizado a seguir.

#### 4.2.4 Fase IMPLEMENTAR

A fase implementar consiste em implementar melhorias na empresa Z através de geração de ideias e desenvolvimento de novas alternativas visando reduzir as falhas ressaltadas anteriormente.

Após avaliar os resultados dos itens obtidos nas fases definir, medir e analisar, foi possível determinar um conjunto de melhorias observando-se a visão estratégica da empresa

bem como a redução da insatisfação do cliente, as quais serão listadas e justificadas em seguida.

Ao implementar melhorias, deve-se avaliar os custos de implementação e o impacto na satisfação do cliente. Além disso, em uma situação de aplicação real destas melhorias, faz-se necessária uma revalidação constante quanto às mudanças na empresa a ser estudada.

Identificadas as possíveis causas-chaves das falhas apontadas na fase medir, desenvolve-se um plano de ações preventivas de modo que novas falhas não venham a se repetir ou que possam ser reduzidas a níveis mais aceitáveis. Tais alterações são avaliadas medindo-se o custo gerado em relação ao lucro que se espera no fim do processo, em outras palavras, toma-se o cuidado para não investir mais do que o retorno que pode ser obtido. Alguns exemplos de mudanças poderiam ser: criação ou modificação de procedimentos, cursos e treinamento para o grupo de trabalho envolvido nos setores críticos, compra de máquinas ou peças dentre outros.

Para o estudo de caso em questão, após análises de falhas, processos e variáveis existentes, observam-se abaixo algumas sugestões de melhorias baseadas nas principais falhas apontadas na fase anterior.

#### 4.2.4.1 Novo plano de coleta de dados

A pesquisa de satisfação é um meio eficaz de medir o nível de satisfação do cliente. Por isso, como primeiro passo, foi definido que a pesquisa será realizada uma vez por semana com um grupo de clientes selecionados por região e por faturamento, sendo esta coleta realizada apenas eletronicamente através do envio dessa pesquisa por e-mail. Esse novo plano de coleta será baseado na avaliação realizada na feira analítica e que serviu de base de dados para este projeto. Desta forma será gerado um acompanhamento mais eficaz e de forma contínua dos clientes mais importantes da empresa Z, e não somente de forma esporádica como tem sido aplicado até o momento da realização deste estudo.

#### 4.2.4.2 Controle de estoque de cilindros

Um dos problemas críticos identificados na fase analisar é a indisponibilidade de cilindros para enchimento, ou seja, a falta de cilindros vazios disponíveis na produção para realizar enchimento de cilindros em batelada. Isso ocorre quando há um empréstimo exacerbado de cilindros para clientes e essa quantidade não é recomposta na empresa. Para tanto, é necessário um alto investimento da empresa Z na compra de mais cilindros, que podem ser compensados através da cobrança direta de locação desses bens nos clientes.

#### 4.2.4.3 Controle sistemático de entrada e saída de cilindros na unidade da empresa

Outro problema é a necessidade de rastreabilidade dos cilindros com maior eficácia da empresa Z, visto que este problema impacta diretamente no atraso da entrega ao cliente, que depende da malha de transferência interna de filial para filial até o local de destino final. O segmento de Gases Especiais em estudo possui em seu portfólio um tipo de cilindro bem pequenos, de 30 centímetros de altura por exemplo, e quando não há rastreabilidade eficaz, tem-se uma grande possibilidade de extravio desse cilindro.

Como meio de impedir essa falha crítica, propõe-se usar um tipo de marcador no cilindro da empresa Z, podendo ser uma marcação tipada em alto-relevo, um código de barras, tarja magnética ou mesmo uma marcação mais sofisticada como um modelo de chip de rastreamento.

Na primeira hipótese apenas se adequaria aos cilindros que forem fabricados a partir da aplicação deste item de melhoria. Quanto ao marcador eletrônico, espera-se todos os benefícios descritos acima, porém estima-se um custo maior para implantação devido à tecnologia envolvida. Já o uso de código de barras ou tarja magnética seria aplicado tanto para novos quanto para cilindros já existentes nas plataformas da produção. Este método de rastreabilidade facilitaria quanto ao registro dos cilindros, havendo um controle automatizado quanto a chegada de cilindros vazios e saída dos cilindros para a entrega aos clientes estabelecidos.

#### 4.2.4.4 Redução de falhas de emissão de notas fiscais

Foi constatado que em boa parte das entregas há falha da empresa prestadora de serviço de entregas, onde o funcionário responsável pela entrega emite notas fiscais com valor errôneo. Isso ocorre, pois a emissão da nota fiscal é atrelada ao código do produto que está sendo comercializado, e, como nesse setor não há possibilidade de criação de infinitos códigos de produto<sup>3</sup>, estes erros ocorrem com frequência e não há possibilidade de acompanhamento manual já que o volume de entregas é grande.

Essa falha impacta, muitas vezes, no valor de faturamento da empresa quando cliente não informa a empresa Z sobre o erro cometido. Complementando ainda a ideia implementada anteriormente do código de barras, sugere-se o desenvolvimento de um software capaz de interligar esse código à nota fiscal emitida. Dessa forma, será possível atrelar o preço correto da mistura especificada no pedido do cliente com o código de barras criado para aquele cilindro específico, e reduzir significativamente os erros de preços das misturas solicitadas pelos clientes.

#### 4.2.5 Fase CONTROLAR

Definidas quais melhorias indicadas na fase implementar entrariam em vigor na empresa Z, se faria necessário o uso de um sistema de controle que validaria a continuidade desta implementação proposta e justificasse o investimento aplicado, além de criar um monitoramento contínuo quanto ao impacto no cliente. Este monitoramento poderia ser realizado através da elaboração de uma carta de controle usando como parâmetros de avaliação, o grau de satisfação gerado pela pesquisa de satisfação de clientes,

---

<sup>3</sup> Não é possível criação de infinitos códigos de produtos pois cada mistura é confeccionada sob encomenda, ou seja, cliente pode solicitar uma mistura de “1% Oxigênio + 99% Nitrogênio” ou pode solicitar outra mistura de “1,5% Oxigênio + 98,5% Nitrogênio”, e dessa forma, há infinitas combinações de composição, componentes e tamanhos de cilindros diferentes.

#### 4.2.5.1 Carta de controle

Objetivando-se validar e dar continuidade aos processos de melhorias, estipulam-se valores limites que serão considerados no controle desenvolvido: limite inferior (LIC), limite superior (LSC) e valor médio de controle.

O limite inferior refere-se ao valor indesejado, que deverá ser evitado, pois demonstra que o método não atende à expectativa. O limite superior refere-se ao valor almejado, caracterizando-se pelo alcance das melhorias implementadas em conjunto. Como o valor referencial de partida, tem-se o valor médio, que representa o valor indicado pela pesquisa de satisfação desse estudo de caso.

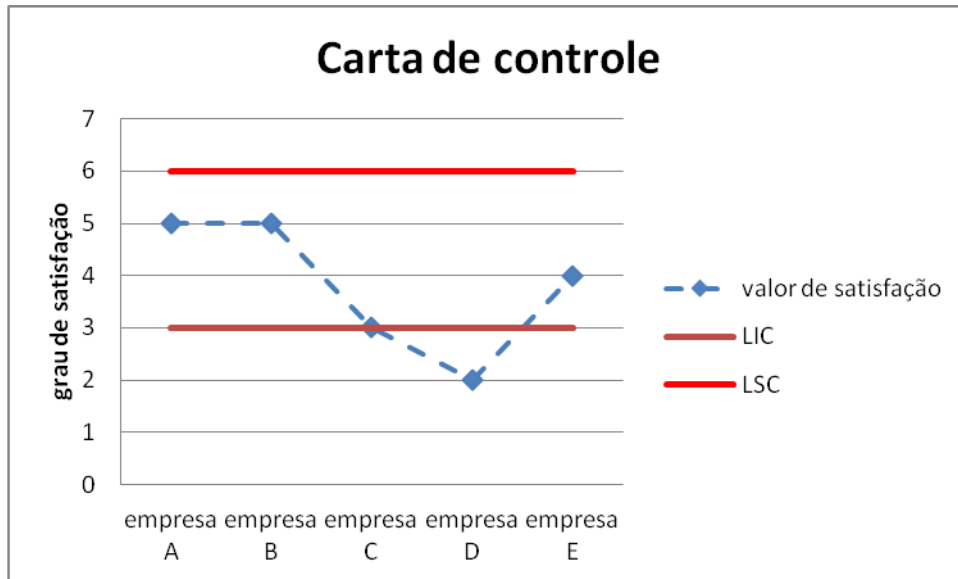
O método para esta análise de dados ocorrerá pelo recebimento dos índices gerados pela pesquisa de satisfação do cliente, e alocados de forma sequencial, isto é, a área comercial quando receber a resposta da pesquisa de satisfação de cada cliente registrará o índice em uma tabela para cada item crítico de qualidade, conforme exemplificado na tabela 10.

Nesse exemplo de carta de controle desenvolvido, considerou-se uma escala de 1 à 6, tendo valor 3 como valor médio, sendo abaixo de 3 valores indesejados e acima de 3 valores esperados.

**Tabela 10. Exemplo de carta de controle para indicador prazo de entrega.**

<b>CLIENTE</b>	<b>NOTA Semana 1</b>
A	5
B	5
C	3
D	2
E	4

Baseado nesta planilha, conforme periodicidade semanal estipulada na fase implementar para obtenção de notas de clientes na escala estipulada de 1 a 6, consegue-se fazer um acompanhamento evolutivo do grau de satisfação dos clientes em cada uma das melhorias, que convertido em visão gráfica, pode ser observada na figura 16 abaixo.



**Figura 1616. Carta de controle para indicador prazo de entrega**

Após análise semanal dessas cartas de controle que serão preparadas para cada item de melhoria, aplicam-se novas medidas de melhoria caso se façam necessárias, sucessivamente, até que o objetivo do método Seis Sigma seja alcançado.

## 5. CONCLUSÃO

O Seis Sigma é uma ferramenta de extrema versatilidade e aplicabilidade que trouxe benefícios a inúmeras empresas em todo o mundo. Dentre outros fatores, a busca por redução de custos é o fator essencial que impulsiona as empresas a investir na aplicação de uma metodologia como o Seis Sigma. Então, no mercado de gases industriais abordado neste trabalho não é diferente. A empresa Z investe em qualificação de pessoas para que sejam desenvolvidos projetos em seus setores resultando em redução de custos, fidelização e ampliação de mercado, com garantia de satisfação do seu cliente.

Embora o estudo de caso em questão não tenha sido um projeto real da empresa Z, conclui-se que seria viável a realização deste na prática pois foram identificados alguns pontos críticos de falha que precisam ser reparados para que a empresa se mantenha competindo no mercado. Os dois principais foram o erro de emissão de notas fiscais, que gera reclamações de clientes e/ou perda de faturamento da empresa Z e o prazo de entrega, que gera insatisfação do cliente e perda do cliente.

Essas falhas foram descobertas mediante aplicação eficaz do método DMAIC, onde foi feita de forma organizada a explicação do processo e sua análise detalhada através do uso de ferramentas de qualidade nas fases definir, medir e analisar. As ferramentas utilizadas na fase definir serviram para mostrar como funciona o processo da empresa e como seria desenvolvido mais a diante. Já na fase medir a folha de verificação sintetizou de forma clara e objetiva o nível de satisfação dos clientes avaliados pela pesquisa de satisfação apresentada, o gráfico de pareto canalizou este estudo para as principais falhas e o diagrama de Ishikawa revelou as causas que precisam ser trabalhadas para viabilizar o objetivo da metodologia estudada.

Neste trabalho não foi possível concluir de fato se a aplicação da metodologia Seis Sigma foi um sucesso ou não pois não houve condições de implementar melhorias na prática e aplicar mais ferramentas a fim de acompanhar o andamento do projeto. Para tanto, foram sugeridas ações de melhorias e meios de controle para o estudo feito, e com base no exposto, pode-se deduzir que há grande chance de se obter sucesso já que as sugestões mostradas são simples e estima-se que não serão necessários altos valores de investimentos para a realização dos mesmos.

Analisando-se este trabalho em linhas gerais, o resultado obtido foi satisfatório e compatível com o esperado, sendo abordada a teoria da metodologia Seis Sigma e a realização de sua aplicação de forma assertiva, culminando no aumento do nível de satisfação de clientes por estimativa dos autores.

Sabendo-se que em um mercado competitivo as empresas não podem ficar estagnadas, além da aplicação da metodologia Seis Sigma que foi trabalhada nesse estudo, deve-se buscar a continuidade de melhorias na empresa. Sendo assim, os autores sugerem para trabalhos futuros as seguintes ideias:

- i) Aplicar a metodologia Lean acoplada à Seis Sigma na empresa Z. Com essa junção, continua-se buscando as melhorias nos processos porém com foco na redução de custos através da otimização dos seus recursos (pessoas, máquinas, etapas de processo e espaço) evitando-se desperdícios.
- ii) Utilizar a metodologia Seis Sigma diretamente nos itens críticos à qualidade determinados na fase medir (emissão de notas, prazo de entrega e pintura de cilindros), especificando desta forma em novos projetos Seis Sigma.



## 6. BIBLIOGRAFIA

**AGUIAR, S.** Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA a ao programa Seis Sigma. Belo Horizonte: Editora DG, v.1, 2002.

**ALMQVIST, E.** “History of Industrial Gases”. Kluwer Academic/ Plenum Publishers, Nova York, 2003.

**ANDRIETTA, J. M, MIGUEL, P.** Aplicação do programa *Six Sigma* no Brasil: resultados de um levantamento tipo *survey* exploratório-descritivo e perspectivas para pesquisas futuras. Gestão da Produção, volume 14, número 2, páginas 203-219, São Carlos, 2007.

**BARSANTE, C. E;** “A História da White Martins”. Bloch Editores, Rio de Janeiro, 1987.

**BERSSANETI, F.** Máscaras e Formulários para o Gerenciamento por Processos. São Paulo: Fundação Vanzolini, 2010b.

**BREYFOGLE III, F. W.;** **CUPELLO, J.M.;** **MEADOES,B.** managing six sigma: a practical guide to understanding, assessing, and implementing strategy that yields botton-line sucess. New York: John Wiew, 2001.

**CARVALHO, M. M.** Gestão da Qualidade: Teoria e Casos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005, 7ª impressão, cap.1.

**CROSBY, Philip B.** Qualidade: Falando Sério. São Paulo: McGraw-Hill, 1990.

**ECKES, George.** A Revolução Seis Sigma – O Método Que Levou a GE e Outras Empresas a Transformar Processos em Lucros. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2001.

**FLEMMING, D.** tese de mestrado – seis sigma: um estudo aplicado ao setor eletrônico, 2003.

**HARRY, M.;** **SCHROEDER, R.** Six sigma, the breakthrough managent strategy revolutionizing the world’s top corporation. 1 ed. New York: Currency, 2000.

**JURAN,J. M.** A history of managing for quality – the evolution, trends and future directions of managing for quality. 1 ed. Milwaukee: Quality Press, 1995

**MARINHO, F. L. B.** O Gerenciamento de Processos: Implantação do Método no SENAC Tecnologias da Informação. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2007

**MELLO, C. H. P.** et al. ISO 9001:2008: Sistema de Gestão da Qualidade para Operações de Produção e Serviço. São Paulo: Editora Atlas, 2009.

**MERGULHÃO, R. C.; MARTINS, R. A.** Relação entre sistemas de medição de desempenho e projetos Six Sigma: estudo de caso múltiplo. *Produção*, volume 18, número 2, pages 342 – 358, 2008.

**PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R.** The six sigma way: how GE, Motorola, and other top companies are honing their performance. New York: McGraw- Hill, 2000.

**PYZDEK, T.** The Six Sigma Handbook: A complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Managers at All Levels. New York: McGraw-Hill, 2003.

**ROTONDARO, R. G.** Gestão da Qualidade: Teoria e Casos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005, 7ª impressão, cap.7. –

**SANTOS, B. ADRIANA; MARTINS F. MANOEL,** “A implementação dos projetos seis sigma contribuindo para o direcionamento estratégico e para o aprimoramento do sistema de medição de desempenho”, *Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção*, n.1, p. 1-14, dez.2003

**SCATOLIN, ANDRÉ C.** Aplicação da metodologia seis sigma na redução das perdas de um processo de manufatura. São Paulo, 2005.

**SMITH, B. & ADAMS, E.** LeanSigma: advanced quality. Proc. 54th Annual Quality Congress of the American Society for Quality, Indianapolis, Indiana, mai./00.

**SÓCIO, M.** Garantia da Qualidade . Apostila estudo de caso. São Paulo: Fundação Vanzolini, 2009, 2ª revisão.

**WATSON, G.H.** Cycles of learning: observations of Jack Welch. *ASQ Publication*, 1, (1): 45-58, nov./01.

**WELCH JR., J. F. ; IMMELT, J. R.; DAMMERMAN, D.; WRIGHT, R. C.** General electric, to our customers, share owners and employees. *Six sigma Forum Magazine*. Milwaukee, v.1, n.1, p. 56, nov. 2001.

**CHEMICAL WEEK**, acesso aos dados da Revista Chemical Week na internet. Disponível em: < <http://www.chemicalweek.com>> Acessado em dezembro de 2011.

**LINDE BRASIL**, relatórios e apresentações corporativas na internet. Disponível em: <<http://www.br.linde.com>.> Acessado em dezembro de 2013 e janeiro de 2014.

**AIR LIQUIDE**, relatórios e apresentações corporativas na internet. Disponível em: < <http://www.airliquide.com>>. Acessado em dezembro de 2013 e janeiro de 2014.

**AIR PRODUCTS**, relatórios e apresentações corporativas na internet. Disponível em: <<http://www.airproducts.com>>. Acessado em dezembro de 2013 e janeiro de 2014.

**IBG**, relatórios e apresentações corporativas na internet. Disponível em: <<http://www.ibg.com.br>>. Acessado em dezembro de 2013 e janeiro de 2014.

**WHITE MARTINS**, relatórios e apresentações corporativas na internet. Disponível em: <<http://www.whitemartins.com.br>.> Acessado em dezembro de 2013 e janeiro de 2014.

[http://dgi.unifesp.br/seplan/templates/docs/seplanmodelos\\_de\\_estruturas\\_organizacionaismaterial.pdf](http://dgi.unifesp.br/seplan/templates/docs/seplanmodelos_de_estruturas_organizacionaismaterial.pdf), acessado em 12 de maio de 2013.

<http://followscience.com/content/441150/monografia-fabiola-t38>, acessado em 20 de junho de 2013.

[http://www.uninove.br/PDFs/Mestrados/Engenharia/Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_22\\_02\\_13\\_final\\_Jos%C3%A9%20Carlos.pdf](http://www.uninove.br/PDFs/Mestrados/Engenharia/Disserta%C3%A7%C3%A3o_22_02_13_final_Jos%C3%A9%20Carlos.pdf), acessado em 12 de maio de 2013.

[http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2011\\_3\\_Douglas.pdf](http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2011_3_Douglas.pdf), acessado em 12 de maio de 2013.

## ANEXO I – CARTA DE PROJETO

**CARTA DE PROJETO****1- Descrição / Nome projeto:**

Análise de “gargalos” no processo de Gases Especiais que impactam diretamente a qualidade dos produtos e serviços prestados pelo segmento.

**2- Objetivo do projeto:**

Melhorias no segmento de Gases Especiais visando a redução do grau de insatisfação de clientes da empresa Z.

**3- Participantes**

Nome	Função
- Suzana Borschiver	Master Black Belt
- Leonardo Rodrigues	Black Belt
- Tatiana Hirota	Black Belt

**4- Modelo de medição do projeto**

ppm (quantidade de erros por milhão)

Custo

Tempo de ciclo

Capacidade do processo ( Cp/Cpk)

**5 – Datas para execução das fases do projeto**

<u>Etapa</u>	<u>Data Prevista</u>	<u>Data Realizada</u>
Definir	Abril/2014	Abril/2014
Medir	Abril/2014	Abril/2014
Analisar	Maió/2014	Maió/2014
Implementar	Junho/2014	Junho/2014
Controlar	Junho/2014	Junho/2014

**Elaboração: Abril/2014**

**Conclusão: Junho/2014**

## ANEXO II – QUESTIONÁRIO DA PESQUISA DE SATISFAÇÃO

PERGUNTAS	RESPOSTAS
1. Além da White Martins, você consome Gases Puros ou misturas de outros fornecedores?	Sim ou Não? Qual?
<b>Grau de satisfação relativo à GASES PUROS:</b>	
2. Qualidade dos gases puros	Escala de 1 à 6
3. Aparência dos cils de gases puros	Escala de 1 à 6
4. Segurança relativa aos cils fornecidos	Escala de 1 à 6
<b>Grau de satisfação relativo à MISTURAS:</b>	
5. Qualidade dos gases puros	Escala de 1 à 6
6. Aparência dos cilindros de gases puros	Escala de 1 à 6
7. Segurança relativa aos cilindros fornecidos	Escala de 1 à 6
<b>Grau de satisfação relativo à DOCUMENTAÇÃO:</b>	
8. Documentação Gases Puros	Escala de 1 à 6
9. Documentação Misturas	Escala de 1 à 6
<b>Grau de satisfação relativo à ENTREGA DE CILINDROS:</b>	
10. Cumprimento dos prazos acordados para entrega de cilindros de Gases Especiais	Escala de 1 à 6
11. Entrega dos cilindros de Gases Especiais em caso de emergência	Escala de 1 à 6
12. Solicitou algum gás puro ou mistura fora do catálogo da WM?	Sim ou Não? Porque?
<b>Grau de satisfação relativo ao ATENDIMENTO:</b>	
13. Facilidade de contactar área de vendas	Escala de 1 à 6
14. Capacidade de entender necessidade dos clientes	Escala de 1 à 6
15. Frequência de visitas por parte da área de vendas	Escala de 1 à 6
16. Resolução de problemas em tempo hábil (área comercial)	Escala de 1 à 6
17. Entendimento técnico das necessidades do cliente	Escala de 1 à 6
18. Resolução de problemas em tempo hábil (área técnica)	Escala de 1 à 6
19. Utiliza com frequência a central de relacionamentos 0800 para pedidos / dúvidas? <i>Em caso de resposta positiva, continua na pergunta 20. Negativa, pergunta 24.</i>	Sim ou Não?
<b>Grau de satisfação relativo à CENTRAL DE RELACIONAMENTO:</b>	
20. Facilidade de contato	Escala de 1 à 6
21. Tempo de espera para ser atendido	Escala de 1 à 6
22. Cordialidade no atendimento	Escala de 1 à 6
23. Qualidade geral do atendimento	Escala de 1 à 6
24. Grau de satisfação da empresa como fornecedora de Gases Puros e Misturas	Escala de 1 à 6
<b><u>Legenda das opções de respostas:</u></b>	
1 - Muito Satisfeito	4 - Insatisfeito
2 - Satisfeito	5 - Muito Insatisfeito
3 - Nem Satisfeito, nem Insatisfeito	6 - Não sabe avaliar

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVO .....	1
1.2 JUSTIFICATIVA E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	1
1.3 CONTEXTUALIZAÇÃO .....	3
1.3.1 <i>Visão geral das principais indústrias de gás industrial</i> .....	3
1.3.2 <i>Maiores empresas no Brasil</i> .....	5
1.3.2.1 White Martins .....	5
1.3.2.2 Linde Gás .....	6
1.3.2.3 Air Liquide .....	7
1.3.2.4 Air Products .....	7
1.3.2.5 IBG – Indústria Brasileira de Gases .....	8
1.3.2.6 Empresa Z .....	10
1.3.3 <i>Metodologia Seis Sigma na indústria de gases</i> .....	11
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>12</b>
2.1 DA QUALIDADE .....	12
2.2 DOS PROCESSOS .....	16
2.3 DA SEGURANÇA .....	18
<b>3. METODOLOGIA SEIS SIGMA .....</b>	<b>21</b>
3.1 A ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DO SEIS SIGMA .....	28
3.2 O MÉTODO DMAIC .....	30
3.2.1 <i>Fase DEFINIR</i> .....	33
3.2.2 <i>Fase MEDIR</i> .....	35
3.2.3 <i>Fase ANALISAR</i> .....	35
3.2.4 <i>Fase IMPLEMENTAR</i> .....	36
3.2.5 <i>Fase CONTROLAR</i> .....	37
<b>4. ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>39</b>
4.1 PROCESSO DE FORNECIMENTO DE GASES .....	39
4.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO SEIS SIGMA .....	43
4.2.1 <i>Fase DEFINIR</i> .....	43
4.2.1.1 Carta de Projeto .....	44
4.2.1.2 Fluxograma do processo .....	44
4.2.1.3 VOC (Voice of Client) .....	45
4.2.1.4 SIPOC (Supply – Input – Process – Output – Client) .....	46
4.2.2 <i>Fase MEDIR</i> .....	47
4.2.2.1 Folha de Verificação .....	48
4.2.2.2 Gráfico de Pareto .....	50
4.2.3 <i>Fase ANALISAR</i> .....	51
4.2.3.1 Diagrama de Ishikawa .....	51
4.2.4 <i>Fase IMPLEMENTAR</i> .....	55
4.2.4.1 Novo plano de coleta de dados .....	56
4.2.4.2 Controle de estoque de cilindros .....	57

4.2.4.3 Controle sistemático de entrada e saída de cilindros na unidade da empresa.....	57
4.2.4.4 Redução de falhas de emissão de notas fiscais .....	58
4.2.5 Fase <i>CONTROLAR</i> .....	58
4.2.5.1 Carta de controle .....	59
5. CONCLUSÃO .....	61
6. BIBLIOGRAFIA.....	63

## Índice de Figuras

FIGURA 1. <i>MARKET SHARE</i> DE GASES INDUSTRIAIS .....	4
FIGURA 2. ESTRUTURA FUNCIONAL ORGANIZACIONAL.....	17
FIGURA 3. ESQUEMA EVOLUTIVO DAS TEORIAS, METODOLOGIAS E TÉCNICAS NO SÉCULO XX.....	24
FIGURA 4. VARIAÇÃO DO PROJETO NOS LIMITES DE ESPECIFICAÇÃO MAIOR E MENOR E A AMPLITUDE DO PROCESSO NOS LIMITES DE QUALIDADE “SIGMA” .....	26
FIGURA 5. EFEITOS DA REDUÇÃO DE VARIEDADE SOBRE A CAPABILIDADE DO PROCESSO. ....	27
FIGURA 6. DIAGRAMA REPRESENTATIVO DAS PRINCIPAIS ATIVIDADES DMAIC DA PESQUISA. ....	31
FIGURA 7. FASES DETALHADAS DO DMAIC. ....	32
FIGURA 8. GESTÃO DE ATENDIMENTO AO CLIENTE.....	40
FIGURA 9. CADEIA PRODUTIVA DOS GASES .....	41
FIGURA 10. FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE COMPRA E VENDA .....	45
FIGURA 11. GRÁFICO DE PARETO .....	50
FIGURA 12. DIAGRAMA DE ISHIKAWA GERAL .....	51
FIGURA 13. DIAGRAMA DE ISHIKAWA - ATRASO NA ENTREGA.....	52
FIGURA 14. DIAGRAMA DE ISHIKAWA - APARÊNCIA DE CILINDROS.....	53
FIGURA 15. DIAGRAMA DE ISHIKAWA - DOCUMENTAÇÃO .....	53
FIGURA 16. CARTA DE CONTROLE PARA INDICADOR PRAZO DE ENTREGA .....	60

## Índice de Tabelas

TABELA 1. SEMELHANÇAS E DIFERENÇAS ENTRE O SEIS SIGMA E O TQM.....	25
TABELA 2. PASSOS DA FASE DEFINIR. ....	34
TABELA 3. PASSOS DA FASE MENSURAR .....	35
TABELA 4. PASSOS DA FASE ANALISAR.....	36
TABELA 5. PASSOS DA FASE IMPLEMENTAR.....	37
TABELA 6. PASSOS DA FASE CONTROLAR.....	38
TABELA 7. DIAGRAMAÇÃO DO SIPOC .....	47
TABELA 8. MODELO DAS MATRIZES OBTIDAS E CONSOLIDADAS DA PESQUISA DE SATISFAÇÃO.....	49
TABELA 9. RESULTADOS DA FOLHA DE VERIFICAÇÃO.....	49
TABELA 10. EXEMPLO DE CARTA DE CONTROLE PARA INDICADOR PRAZO DE ENTREGA. ....	59

## Índice de Anexos

ANEXO I – CARTA DE PROJETO.....	66
ANEXO II – QUESTIONÁRIO DA PESQUISA DE SATISFAÇÃO.....	67

