

## DESENVOLVIMENTO E IMPLANTAÇÃO DO MODELO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE ESTOQUES DE MRO ATRAVÉS DO LEAN SIX SIGMA NA ARCELORMITTAL TUBARÃO E VEGA\*

Ricardo Rodrigues Grizotti<sup>1</sup>

Marcio Basilio Xavier<sup>2</sup>

Laudelino Cota Fonseca Junior<sup>3</sup>

### Resumo

O projeto tem por objetivo desenvolver a padronização e implantação de um Modelo de Governança de Planejamento e Gestão de Estoques de MRO (Manutenção, Reparo e Operação) bem como um Modelo de Reposição baseado em políticas e modelos quantitativos, estatístico suportado de ferramental sistêmico desenvolvido no ERP SAP da companhia que incorpora Práticas de Planejamento e Gerenciamento, para melhor determinação dos Estoques e Nível de Serviços dos Materiais de Natureza MRO visando a otimização e balanceamento dos níveis de estoque com aumento do nível de serviço; redução do stockout; oportunizar a otimização dos tamanho dos lotes de compras para cada SKU; otimização das políticas de reabastecimento para cada classe de SKU e desenvolver indicadores e desempenho para monitoramento e controle do processo de planejamento e gestão dos estoques de MRO. O desenvolvimento, construção e implantação do projeto foi pautado e realizado através do uso da Metodologia Lean Six Sigma e suas ferramentas advindas do DMAIC - ("Define", "Measure", "Analyse", "Improve" e "Control"), como uma estratégia gerencial planejada, com foco nos resultados de qualidade e financeiros, com o objetivo de promover mudanças significativas na empresa, buscando sempre melhorias nos processos, produtos e serviços oferecidos aos clientes.

**Palavras-chave:** Planejamento e Gestão de Estoques, Estoque, Gestão de Estoques, MRO, Seis Sigma.

### DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF THE MRO INVENTORY PLANNING AND MANAGEMENT MODEL THROUGH LEAN SIX SIGMA AT ARCELORMITTAL TUBARÃO AND VEGA

#### Abstract

The project aims to develop the standardization and implementation of an MRO Inventory Management and Management Model (Maintenance, Repair and Operation) as well as a Replacement Model based on quantitative policies and models, supported by systemic tooling developed in the ERP SAP of the company that incorporates Planning and Management Practices, for better determination of Stocks and Level of Services of MRO Nature Materials aiming at optimizing and balancing stock levels with increased level of service; stockout reduction; optimize the size of the purchase lots for each SKU; optimization of replenishment policies for each SKU class and to develop indicators and performance for monitoring and controlling the planning and management of MRO stocks. The development, construction, and implementation of the project was guided and accomplished through the use of the Lean Six Sigma Methodology and its tools from DMAIC - ("Define", "Measure", "Analyze", "Improve" and "Control"). a planned management strategy, focusing on quality and financial results, with the objective of promoting significant changes in the company, always seeking improvements in processes, products and services offered to customers.

**Keywords:** Inventory Planning, Inventory Management, MRO, Six Sigma.

<sup>1</sup> *Bacharel em Administração/Especialização em Logística, Gerenciamento da Produção Mais Limpa e Gerenciamento de Projetos, Especialista de Suprimentos, Gerência de Inteligência e Suporte Processos de Suprimentos/Diretoria de Suprimentos, ArcelorMittal Tubarão, Vitória, ES, Brasil*

<sup>2</sup> *Bacharel em Logística/Especialização em Gestão de Pessoas, Analista de Suporte a Operações Suprimentos, Gerência de Inteligência e Suporte Processos de Suprimentos/Diretoria de Suprimentos, ArcelorMittal Tubarão, Vitória, Espírito Santo, Brasil*

<sup>3</sup> *Bacharel em Engenharia Elétrica - ênfase em Eletrônica e Telecomunicações pelo INATEL – Instituto Nacional de Telecomunicações, Certificação CRP – Certified Reliability Professional, Especialista em Manutenção e Gestão de Ativos, Gerência de Tecnologia e Confiabilidade de Manutenção, ArcelorMittal Tubarão, Vitória, Espírito Santo, Brasil.*

## 1 INTRODUÇÃO

Percebe-se a existência de um momento favorável às mudanças em função da grande necessidade de racionalizar os estoques em decorrência da recente crise econômica onde a empresa precisa reduzir a Necessidade de Capital de Giro (NCG), visto a oportunidade de alinhamento entre as práticas das Usinas do Segmento de Longos e Planos frente a criação da nova estrutura, Diretoria de Suprimentos. Além disso, vale ressaltar o apoio da alta administração e o engajamento dos gestores. O estabelecimento de uma agenda de trabalho para aprofundamento das propostas e construção do plano do projeto, com a necessária alocação de recursos, irá assegurar o início do processo de captura dos benefícios.

Outros fatores como a demanda pelo aço que vem sofrendo forte retração nos últimos anos e, conseqüentemente, a ArcelorMittal Brasil procura adotar diversas ações na redução da NCG e uma destas se dá na Redução racional do nível de estoques. Portanto, a redução de estoques passou a ser um item fundamental para que a empresa procure manter o mais positivo possível o seu *Operational Free Cash Flow* (OFCF).

É no contexto apresentado acima que se insere o objetivo do projeto, o qual está direcionado ao estudo e proposição de um Modelo de Governança de Planejamento e Gestão de Estoques bem como uma Metodologia de Reposição como ferramenta de orientação e suporte ao processo analítico e preventivo de estoques com o alinhamento entre os segmentos de Longos e Planos baseado no uso de métodos de melhoria contínua como o Lean Six Sigma que foi adotado como uma estratégia gerencial planejada, com foco nos resultados de qualidade e financeiros, com o objetivo de promover mudanças significativas na empresa, buscando sempre melhorias nos processos, produtos e serviços oferecidos aos clientes.

## 2 DESENVOLVIMENTO

Atualmente a Gestão de Estoques de MRO (Manutenção, Reparo e Operação) nas unidades da ArcelorMittal Brasil, não possuem “políticas de gestão dos estoques de peças sobressalentes” formalizada, e que são executadas de acordo com a experiência de cada aprovisionar, planejador, pode-se afirmar que de maneira qualitativa, com características que se apoiam no julgamento e na opinião do profissional para fazer a previsão quanto à reposição dos estoques, apesar da companhia possuir ferramental sistêmico e dados estatístico para apoiar nas decisões.

Outros fatores que podem ser citados como dificultadores no processo são a existência de um crescente número de SKU's; classificação de itens não necessariamente apropriada; técnicas e modelos “fracos” para cálculo dos parâmetros de estoque; desbalanceamento entre disponibilidade e nível de estoque; desconhecimento dos custos da cadeia de abastecimento e planejamento integrado de manutenção incipiente. Além disto o modelo de governança do processo também não possui uma definição clara e de aplicabilidade da gestão centralizada e descentralizada dos sobressalentes, visto que pelo modelo atual os sobressalentes de uso comum deveriam estar exclusivamente sob a gestão de suprimentos e os específicos na gestão das áreas usuárias.

O não tratamento destes problemas bem como a definição clara faz com que os níveis de estoque de sobressalentes tenham um crescimento em média de 7% ao ano e o seu giro fique menor que 1 ao ano, acarretando um desbalanceamento (sobre estoques e stockout) nos níveis de estoque com baixo nível de serviço.

Como melhoria o projeto tem por objetivo a padronização e implantação de um Modelo de Governança de Planejamento e Gestão de Estoques de MRO bem como um Modelo de Reposição baseado em políticas e modelos quantitativos, estatístico suportado de ferramental sistêmico desenvolvido no ERP SAP da empresa que incorpora Práticas de Planejamento e Gerenciamento, para melhor determinação dos Estoques e Nível de Serviços dos Materiais de Natureza MRO visando à otimização e balanceamento dos níveis de estoque com aumento do nível de serviço; redução do stockout; oportunizar a otimização dos tamanho dos lotes de compras para cada SKU; otimização das políticas de reabastecimento para cada classe de SKU e desenvolver indicadores e desempenho para monitoramento e controle do processo de planejamento e gestão dos estoques de MRO.

## 2.1 Estratégia de Desenvolvimento

Desta forma utilizamos o roteiro DMAIC (“Define”, “Measure”, “Analyse”, “Improve” e “Control”) que é um componente básico do método Seis Sigma.

Esse método foi desenvolvido na Motorola, na década de 80, e construído sobre programas TQM (Total Quality Management), com foco na redução de variação dos processos. O método Seis Sigma evoluiu ao longo do tempo e atualmente é conhecido como Lean Six Sigma para incorporar ideias de melhoria provenientes do Lean Manufacturing.

Desse modo, existem muitas versões das cinco etapas do roteiro DMAIC no Six Sigma — estas são usadas para a melhoria dos processos existentes. O roteiro DMAIC é estruturado em 5 etapas. Em cada uma delas, devemos concluir um objetivo e, para isso, existem ferramentas que devem ser aplicadas, garantindo a progressão do projeto. O início se dá pela definição do problema (Define), passando por uma medição do estado atual (Measure), pela caracterização da raiz do problema (Analyse), pelo desenvolvimento e pelo teste (Improve) e, por fim, mas não menos importante, pela implementação das mudanças (Control), garantindo que os resultados se manterão no futuro conforme a figura 1.

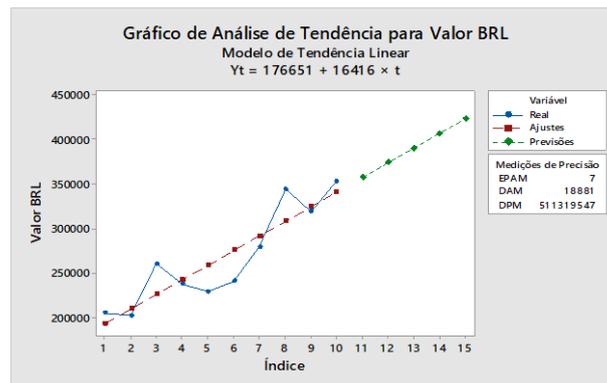
## Fases do roteiro DMAIC



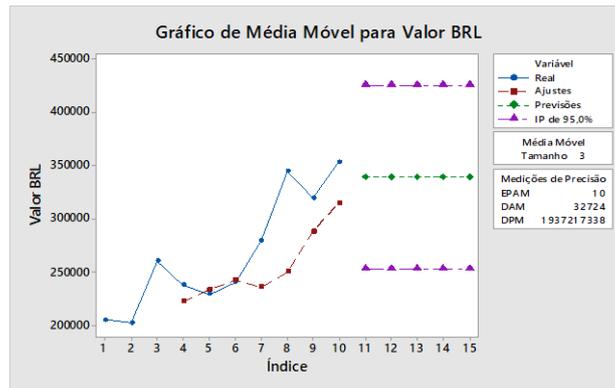
Fonte: Gerenciamento do Projeto ArcelorMittal Brasil  
**Figura 1** – Representação das Fases do DMAIC

### 2.2 Processo de Execução

Seguindo as fases do DMAIC iniciou-se o desenvolvimento do projeto na fase do Define, que tem por objetivo a definição o escopo do projeto. O preenchimento do contrato de melhoria que é essencial para garantir que objetivos, metas, pessoas envolvidas, prazos e restrições estejam definidos, claros e alinhados por todos os interessados, utilizando de ferramentas qualitativas como análises de Stakeholders e Voz do Cliente. Neste momento também já iniciamos o uso de uma análise quantitativa, análises de tendência com o uso da ferramenta estatística Minitab, visando corroborar os pontos já apresentados anteriormente que se nada for feito tudo indica que os resultados apontem continuidade no crescimento, e contribuindo para o desequilíbrio, evolução da conta de estoque de sobressalentes conforme as representações no gráfico 1 e 2:

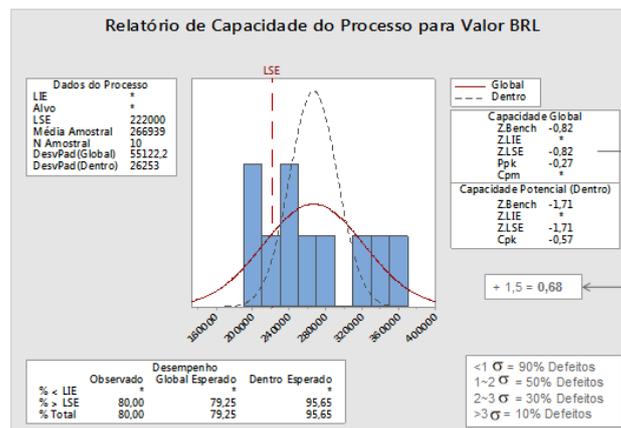


Fonte: Gerenciamento do Projeto ArcelorMittal Brasil - Minitab  
**Gráfico 1** – Análise de Tendência Evolução dos Estoques MBRL



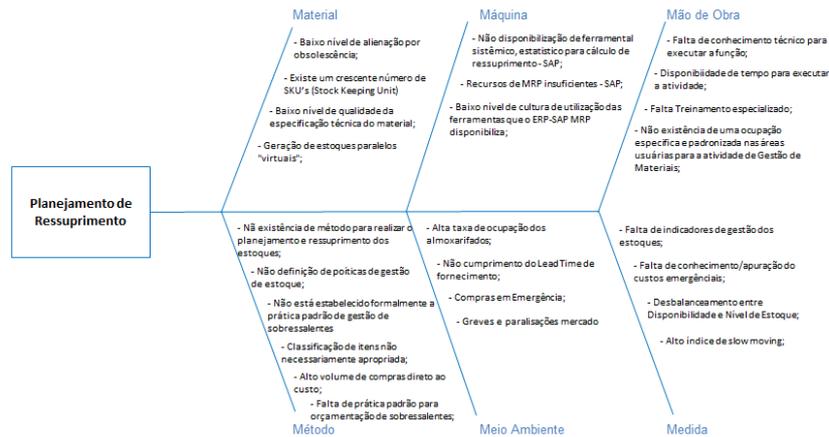
Fonte: Gerenciamento do Projeto ArcelorMittal Brasil - Minitab  
**Gráfico 2** – Análise da Média Móvel Evolução dos Estoques MBRL

Além disto, também executamos uma análise de capacidade do processo, visando identificar o percentual de defeitos fora da especificação que ficou em 79,2% e um nível sigma de 0,68. De posse destas informações conseguimos estipular a meta financeira para o projeto.



Fonte: Gerenciamento do Projeto ArcelorMittal Brasil - Minitab  
**Gráfico 3** – Relatório de Capacidade do Processo MBRL

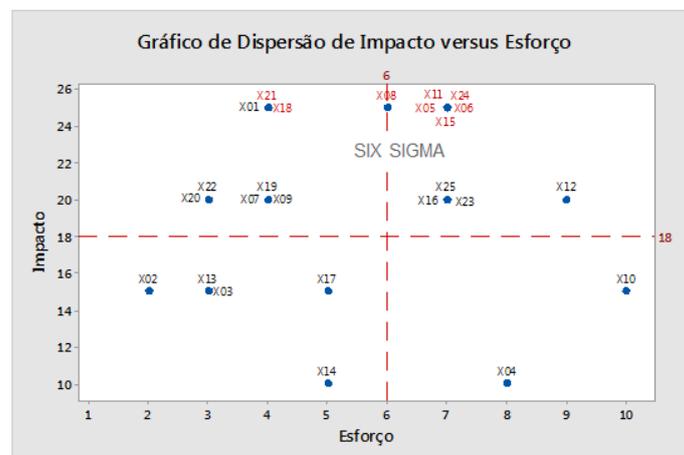
Seguindo as fases do DMAIC passamos para a etapa de Medição onde conhecemos e observamos como estão as coisas no presente momento. Nessa etapa, é necessário levantar as circunstâncias potenciais do problema e analisar o total da base de dados. Para tal utilizamos a ferramenta espinha de peixe, diagrama de Ishikawa para identificação dos X's do processo conforme figura 2 abaixo:



Fonte: Gerenciamento do Projeto ArcelorMittal Brasil - Minitab  
**Figura 2**– Representação da Espinha de Peixe

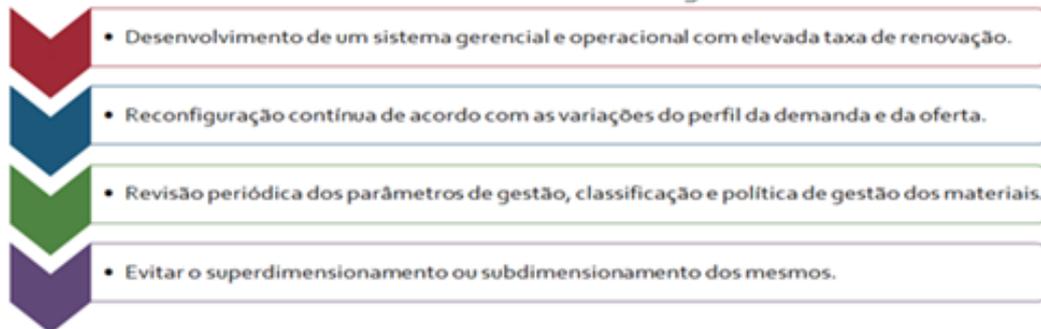
Através da espinha de peixe foi elencado os X's, variáveis o qual plotamos e utilizamos a matriz esforço x impacto. Esse instrumento aprecia suas variáveis de entrada sob a ótica das variáveis de esforço para suas análises e mudanças, além do impacto na variável de saída, e através deste definimos as variáveis críticas em estudo conforme descritas abaixo e representada no gráfico 4:

- X05-Não existência de método para realizar o planejamento e ressuprimento dos estoques;
- X06-Não definição de políticas de gestão de estoque;
- X08-Classificação de itens não necessariamente apropriada;
- X11- Não disponibilização de ferramental sistêmico, estatístico para cálculo de ressuprimento - SAP;
- X15-Não cumprimento do Lead Time de fornecimento;
- X18-Falta de conhecimento técnico para executar a função;;
- X21-Não existência de uma ocupação específica e padronizada nas áreas usuárias para a atividade de Gestão de Materiais;
- X24-Desbalanceamento entre Disponibilidade e Nível de Estoque;



Fonte: Gerenciamento do Projeto ArcelorMittal Brasil - Minitab  
**Gráfico 4** – Gráfico de Dispersão Matriz de Esforço x Impacto

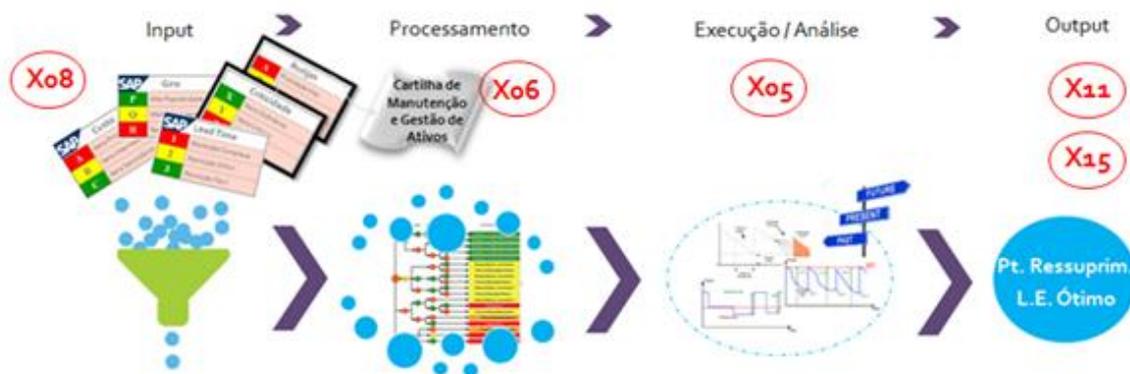
Tendo identificado e categorizado as variáveis passamos para a fase de Análise, e como primeiro ponto trabalhou-se na identificação e definição de uma metodologia para classificação e definição de políticas de estoques bem como o aprimoramento do ferramental sistêmico e estatístico para suportar na atividade de planejamento e ressurgimento dos estoques no ERP SAP da empresa. Neste momento definiu-se os vetores para o conceito da metodologia conforme figura 3, e partiu-se para a construção da metodologia de classificação e definição de políticas de estoque.



Fonte: Gerenciamento do Projeto ArcelorMittal Brasil

**Figura 3** – Representação dos vetores para o conceito da metodologia

O desenvolvimento da metodologia de classificação e definição de políticas foi baseado na metodologia de Gasnier (2008), como valores de entrada à: Classificação ABC (Valor de consumo, desembolso); Classificação XYZZZ (Criticidade); Classificação PQR (Apanhes); Classificação 123 (Aquisição – Lead Time), o qual teriam como processamento a sua concatenação e probabilidade as políticas, métodos estatísticos como execução (Mínimo e Máximo, Ressurgimento Manual e Automático, Gestão Estatística, Segurança Operacional, Poisson e La Place, estas duas desenvolvidas no ERP SAP da empresa) conforme representação na figura 4. Uma vez definida esta política o cálculo dos parâmetros de ressurgimentos também passaram a ser calculadas e sugeridas de forma sistêmica:



Fonte: Gerenciamento do Projeto ArcelorMittal Brasil

**Figura 4** – Representação do Modelo de Planejamento e Reposição x Políticas de Estoque de MRO

Vale destacar no desenvolvimento do modelo o alinhamento e inserção da definição da Criticidade, Riscos dos Sobressalentes advinda da Metodologia do Plano Diretor de Gestão de Ativos atrelados sistemicamente no BRO (Business Rules Organizer) SAP com a validação, workflow de aprovação pelo Especialista de Confiabilidade

das unidades. Outro ponto que merece destaque é com relação ao cálculo do Lead Time, que passou ser realizado sistemicamente e sendo composto pelo (Tempo de Colocação do Pedido + Tempo de Prazo de Entrega Previsto + Tempo Entrada da Mercadoria). Todas estas informações após o cálculo passaram a ser armazenadas no mestre de material param concatenação as demais e consultas gerais.

A seguir consta alguns dos itens da metodologia de planejamento e gestão de estoques desenvolvidas no sistema ERP-SAP da ArcelorMittal Brasil para representação:

Política de Gestao x Tipo de MRP SAP									
Política Gestão	Descrição	Tipo MRP	Descrição	Ponto Abastecimento	Tam.Lote	Estoque Máx	Lote Mín.	Estoque Secur.	Grau Atendimento %
1	Estoque Zero - Inclusão	PD	MRP determinista	N N.A. (Não se ...	EX	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,0
2	Segurança Operacional	V1	Pto.reabast.manual c/nec.ext	M Manual	EX	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	95,0
3	Just In Time	YD	MRP determinista -SUPRI ST00	N N.A. (Não se ...	EX	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	75,0
4	Ponto de Reabastec. LaPlace	ZL	MRP Laplace Ponto Reabastecim.	A Automático	FX	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	85,0
5	Estoque Mínimo/Máximo	V1	Pto.reabast.manual c/nec.ext	M Manual	HB	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	85,0
6	Pt Reab Autom e Lt Tam Exato	V2	Pto.reabast.autom.c/nec.ext.	A Automático	EX	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,0
7	Política Reparo	AD	Estoque Zero-Inclusão	N N.A. (Não se ...	EX	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,0

Fonte: ERP SAP ArcelorMittal Brasil

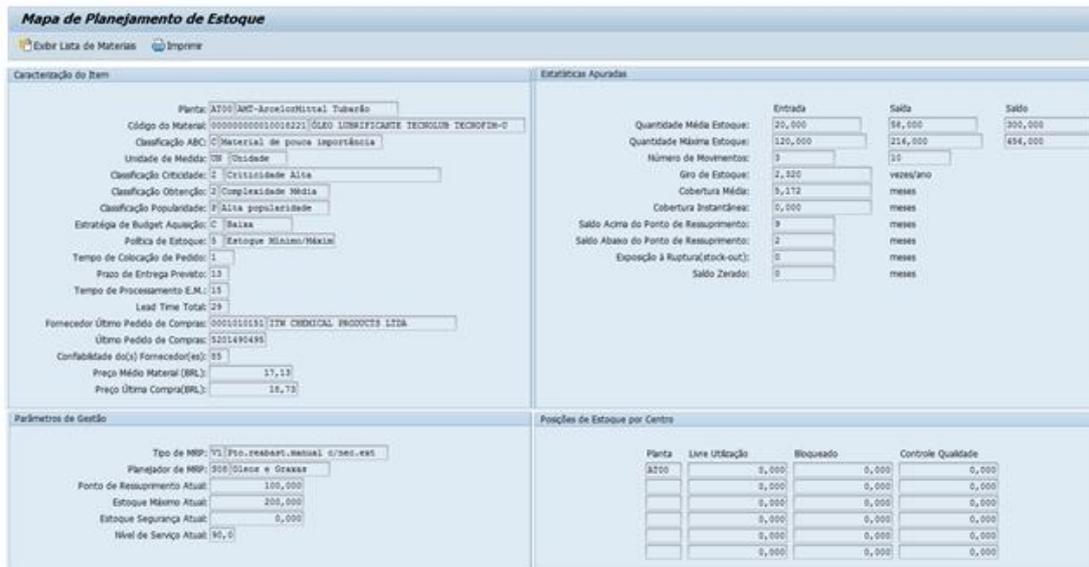
**Figura 5** – Representação das Políticas Gestão Estoque x MRP SAP

Árvore de Encaminhamento x Política Gestão						
Popularidade	ABC	Criticidade	Complex. Aquisição	Nº Política Gestão	Descrição	
N Sem movimentação	A	X	1 Complexidade Alta	3	Just In Time	
N Sem movimentação	A	X	2 Complexidade Média	3	Just In Time	
N Sem movimentação	A	X	3 Complexidade Baixa	3	Just In Time	
N Sem movimentação	A	Y	1 Complexidade Alta	2	Segurança Operacional	
N Sem movimentação	A	Y	2 Complexidade Média	2	Segurança Operacional	
N Sem movimentação	A	Y	3 Complexidade Baixa	3	Just In Time	
N Sem movimentação	A	Z	1 Complexidade Alta	2	Segurança Operacional	
N Sem movimentação	A	Z	2 Complexidade Média	2	Segurança Operacional	
N Sem movimentação	A	Z	3 Complexidade Baixa	3	Just In Time	
N Sem movimentação	A	ZZ	1 Complexidade Alta	2	Segurança Operacional	
N Sem movimentação	A	ZZ	2 Complexidade Média	2	Segurança Operacional	
N Sem movimentação	A	ZZ	3 Complexidade Baixa	2	Segurança Operacional	
N Sem movimentação	B	X	1 Complexidade Alta	3	Just In Time	
N Sem movimentação	B	X	2 Complexidade Média	3	Just In Time	
N Sem movimentação	B	X	3 Complexidade Baixa	3	Just In Time	
N Sem movimentação	B	Y	1 Complexidade Alta	3	Just In Time	
N Sem movimentação	B	Y	2 Complexidade Média	3	Just In Time	
N Sem movimentação	B	Y	3 Complexidade Baixa	3	Just In Time	
N Sem movimentação	B	Z	1 Complexidade Alta	2	Segurança Operacional	

Entrada 1 de 144

Fonte: ERP SAP ArcelorMittal Brasil

**Figura 6** – Representação da Árvore de Encaminhamento

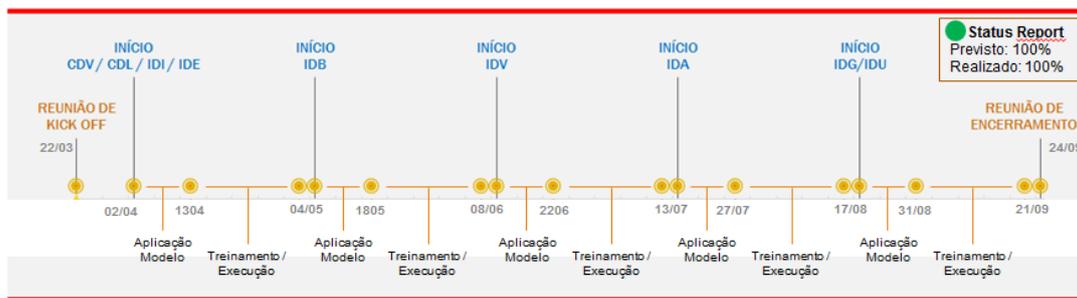


Fonte: ERP SAP ArcelorMittal Brasil

**Figura 7** – Representação do Mapa de Planejamento de Estoques

Este último trata-se de um dos relatórios desenvolvidos que é dividido em 4 quadrantes, sendo o primeiro no alto do lado esquerdo a Caracterização do Item, onde consta todos os dados de cadastro, relevantes a gestão de estoque dos itens, o segundo abaixo no lado esquerdo com os dados dos parâmetros de MRP-SAP definidos, em terceiro no alto do lado direito as estatísticas e indicadores dos últimos 12 meses de movimentação do item e por último abaixo no lado direito a posição do estoque nas usinas visto os cadastro de material ser unificado ArcelorMittal Brasil.

Dando sequencia ao projeto partimos para a fase de implementação através de planejamento por departamento, unidade produtiva no segmento de Planos durante o ano de 208 conforme representação abaixo na figura 8:



Fonte: Gerenciamento do Projeto ArcelorMittal Brasil

**Figura 8** – Macro Plano de Implementação no Segmento de Planos

Além disto, nesta fase executamos a Análise de Capacidade dos Itens de Controle, conforme a figura 9 para aferição da variação, redução do numero de defeitos e do nível sigma conforme a imagem da figura 10:

ITEM	ANTES	DEPOIS
Prática Padrão Administrativa - PPA	ÑOK	OK
Cartilha de Planej. e Gestão Estoque	ÑOK	OK
Metodologia Planej. e Gestão Estoque - "Classificações, Políticas, MRP e LEC"	ÑOK	OK
Plano Diretor de Gestão de Ativos	OK	OK
BRO-SAP "Criticidade Sobressalentes - Gestão de Ativos"	ÑOK	OK
Políticas Estoque "Portal de Supr. - SAP SRM e ARMP-SAP Manutenção"	ÑOK	OK
Modelo de Governança Centralizado	ÑOK	ÑOK
Orcamentação de Sobressalentes - Modelo Gestão de Ativos	ÑOK	ÑOK

Fonte: Gerenciamento do Projeto ArcelorMittal Brasil

**Figura 9** – Tabela dos Itens de Controle

Antes										
Defeitos	Unidades	Oport	Total Oport	DPU	DPO	DPMO	Shift	Capabilidade Long Term	Sigma	
D	U	OP	TOP	DBU	DBO	DPMO	Shift	Z <sub>LT</sub>	Z <sub>ST</sub>	
7		8	1	8	0,8750	0,875000	875000	1,5	-1,12	0,38
7				8		0,875000	875000	1,5	-1,12	0,38

Depois										
Defeitos	Unidades	Oport	Total Oport	DPU	DPO	DPMO	Shift	Capabilidade Long Term	Sigma	
D	U	OP	TOP	DBU	DBO	DPMO	Shift	Z <sub>LT</sub>	Z <sub>ST</sub>	
2		8	1	8	0,2500	0,250000	250000	1,5	0,67	2,17
2				8		0,250000	250000	1,5	0,67	2,17

Fonte: Gerenciamento do Projeto ArcelorMittal Brasil

**Figura 10** – Cálculo de Análise da Capabilidade Antes e Depois

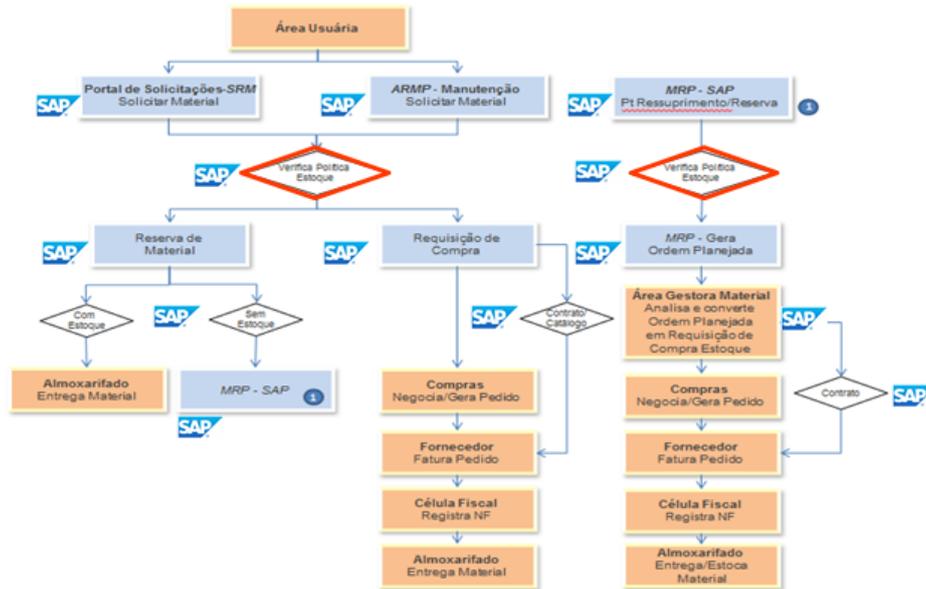
E neste momento de implementação também demos uma atenção especial à padronização, à documentação e ao treinamento dos novos moldes de trabalho, visando monitorar, as resoluções obtidas para garantir que os resultados esperados realmente estão sendo alcançados já entrando na última fase do DMAIC – Controle. A figura 11 representa o mapa funcional do processo em controle:



Fonte: Gerenciamento do Projeto ArcelorMittal Brasil

**Figura 11** – Mapeamento Funcional do Processo de Planejamento e Gestão dos Estoques de MRO

Nesta etapa de controle vale destacar a verificação e acompanhamento do fluxo do processo e sistêmico definido e implementado visando garantir que as entradas e saídas no processo estivessem condizentes com o especificado conforme a figura 12:



Fonte: Gerenciamento do Projeto ArcelorMittal Brasil

**Figura 12** – Macro Fluxo do Processo de Planejamento e Gestão de Estoques de MRO

E por último na fase de controle temos o desenvolvimento dos KPI's, para acompanhamento e gestão dos estoques para todas as áreas da empresa envolvidas no processo conforme representação na figura 13:



Fonte: Power BI ArcelorMittal Brasil

**Figura 13** – KPI's de Acompanhamento do Planejamento e Gestão de Estoques

### 3 CONCLUSÃO

Dado o exposto podemos concluir que o sucesso do desenvolvimento e implementação do projeto é muito devido as utilização de ferramentas robustas como o Lean Six Sigma, que oportunizaram a elevação do nível de qualidade

partindo da premissa de que processos mais eficientes geram produtos, resultados melhores, padronização dos processos, diminuição do desperdício de tempo e recursos buscando otimizar os processos em toda a cadeia, engajamento das equipes de trabalho face a necessidade de conhecimento mais profundo, técnico e por último a oportunidade de redução, otimização de custos, ou seja, processos otimizados reduzem os problemas e as não-conformidades, fazendo com que tudo caminhe da maneira programada, menos atrasos, menos desperdícios, menos custos. No plano do projeto é previsto uma curva de maturidade e continuidade em algumas ações de melhorias visando a continuidade, aprimoramento do processo e sustentabilidade dos ganhos previstos.

## REFERÊNCIAS

- 1 GASNIER, Daniel Georges. **A Dinâmica dos Estoques**. São Paulo: IMAM, 2002.
- 2 WERKEMA, Cristina. **Criando a Cultura Seis Sigma**. São Paulo: Campus Elsevier, 2012.
- 3 PYZDEK, Thomas; KELLER, Paul T. **Seis Sigma Guia do Profissional**. São Paulo: Atlas Book, 2013.