

Convergência entre o Seis Sigma e o Lean Manufacturing na ArcelorMittal – FCLatam

*

Daniel Paulo Santos¹

Resumo

Em 2015, a ArcelorMittal iniciou a implementação do Programa Transformar, cuja a essência é o *Lean Manufacturing*, sendo uma filosofia operacional que envolve a análise dos 8 principais desperdícios na linha de produção, visando a eliminação de processos e atividades que não agregam valor para o cliente. Durante a implantação, percebeu-se a oportunidade de fortalecer dois outros alicerces de atuação do Lean, a variabilidade e a inflexibilidade. Neste momento entra o Seis Sigma com o propósito de atuar no desvio do desempenho, bem como na incapacidade de satisfazer as solicitações dos clientes. Este artigo objetiva apresentar os segredos de sucesso na implantação do Seis Sigma como suporte ao Lean.

Palavras-chave: Lean; Seis Sigma; Desperdício; Variabilidade e Inflexibilidade.

Convergence between SixSigma and Lean Manufacturing at ArcelorMittal - FCLatam

Abstract

In 2015, ArcelorMittal began implementation of the Transform Program, having a Lean Manufacturing essence; being an operational philosophy that involved an analysis of the 8 Wastes within the production line, and aiming to eliminate processes and activities that do not add value to the customer. During its implementation, an opportunity to strengthen two other Lean performance principles (variability and inflexibility), was discovered. At this point, Six Sigma entered the with the purpose of acting on performance standard deviation, as well as the inability to satisfy customer requests. This paper aims to present the secrets of success in implementing Six Sigma to support Lean.

Keywords: Lean; Six Sigma; Waste; Variability and Inflexibility.

¹ *Engenharia de Produção e Administração de Empresas, Pós Graduado e Bacharel, Especialista em Melhoria Contínua, Gerência de Transformação e Melhoria Contínua, ArcelorMittal Tubarão, Serra, Espírito Santo, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

Em 2015, a demanda de aço continua a cair e o setor siderúrgico registra um crescente nível de ociosidade. O Instituto Aço Brasil, confirmou em seu Relatório Anual esta situação, conforme o Gráfico A:

CAPACIDADE INSTALADA X PRODUÇÃO X CONSUMO APARENTE
AÇO BRUTO

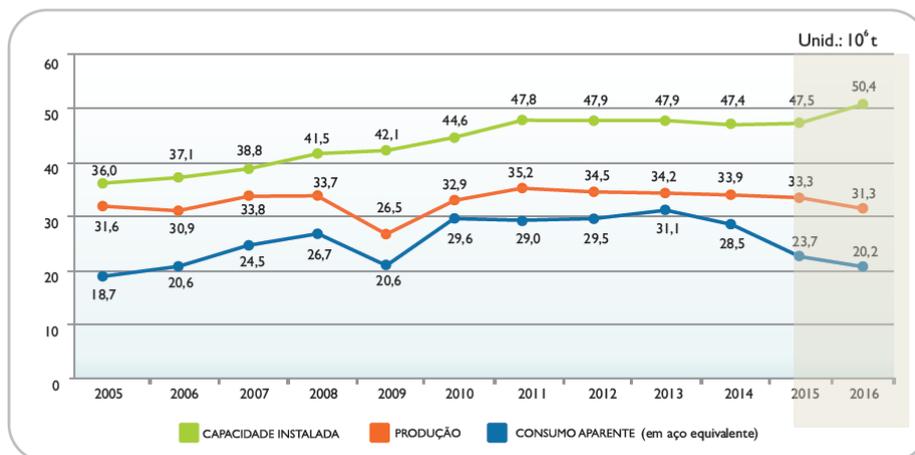


Gráfico A

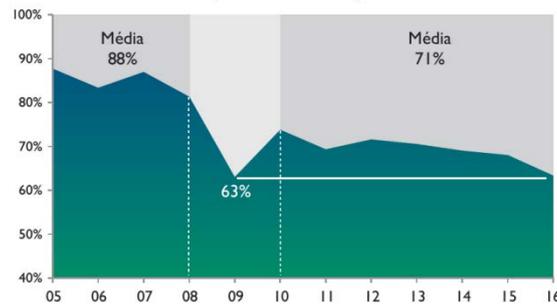
No Gráfico B, pode-se perceber que as vendas de aço do mercado interno foram fortemente impactadas pela queda na demanda dos principais setores.

VARIAÇÃO DA PRODUÇÃO DOS PRINCIPAIS
SETORES CONSUMIDORES DE AÇO (%)

	2014/2013	2015/2014	2016/2015
Construção Civil	- 5,7	- 12,7	- 11,8
Bens de Capital	- 9,3	- 25,4	- 11,8
Automotivo	- 16,7	- 25,9	- 11,4
Eletrrodomésticos	- 5,0	- 12,0	- 7,9

Gráfico B

O elevado nível de ociosidade nas plantas leva a uma reflexão e avaliação do modelo da época, na busca de um novo patamar de estabilidade operacional. No Gráfico C, é possível perceber o retorno de patamares da crise de 2018 à 2010.

UTILIZAÇÃO DA CAPACIDADE INSTALADA
(MÉDIA ANUAL)

GráficoC

Fonte: Instituto Aço Brasil

O QUE FAZER?

- Reagir com Foco, Ação e Resultado

Este cenário desafiador, fez com que ArcelorMittal, na busca efetiva de sua sustentabilidade, atuasse no aprimoramento do seu Programa de Melhoria Contínua, implementando o “Programa Transformar”, com essência no *Lean Manufacturing*, que visa otimizar a performance e aumentar a satisfação do cliente, por meio da eliminação de 3 fontes de ineficiência. Confira a figura A:

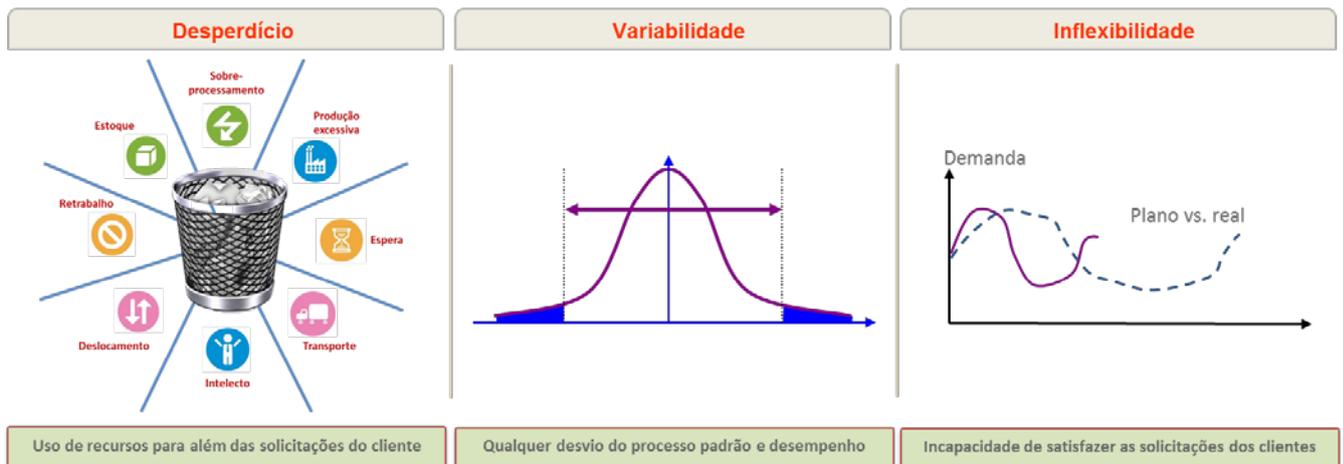


Figura A

Desperdício:

- Produção excessiva: produzir além do necessário;
- Espera: atrasos, aprovações e excessos de reuniões;
- Transporte: movimentação de materiais e equipamentos;
- Processamento excessivo: adicionar mais do que é solicitado;
- Estoque: matéria-prima, de material em processamento WIP e de bens acabados;
- Retrabalho: falha no atendimento às especificações devido a erros ou falhas;
- Movimentação: de pessoas e impactos na ergonomia;
- Intelecto: não utilizar a inteligência coletiva dos funcionários.

Variabilidade:

- Comportamento instável de um processo.
- Os estudos estatísticos possibilitam identificar o quão aberta ou fechada está uma distribuição.

- As medidas de dispersão estatísticas mais comuns são: variância, desvio padrão e amplitude interquartil.

Inflexibilidade

- Hábito: incapacidade da organização adaptar-se às necessidades de negócio;
- Configuração: incapacidade do produto, processo ou rede de atender à demanda;
- Habilidade: incapacidade de fornecer o produto ou serviço que o cliente deseja;
- Capacidade: incapacidade de lidar com requisitos em grande volume ou com *mix*;
- Troca: incapacidade de alterar os processos de modo a atender à demanda do cliente.

2 DESENVOLVIMENTO

O racional ilustrado na Figura B, extraído e adaptado do livro “Criando a Cultura Lean Six Sigma”, apresenta a clara convergência entre Lean e o Seis Sigma:

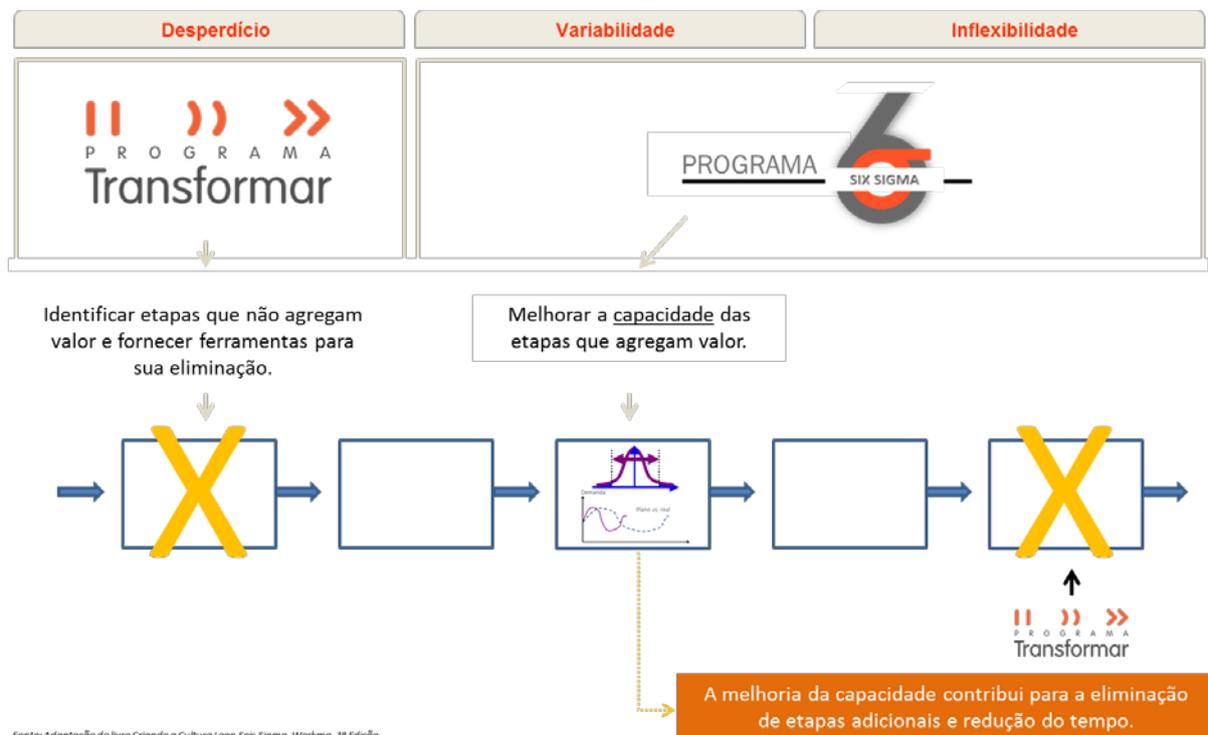
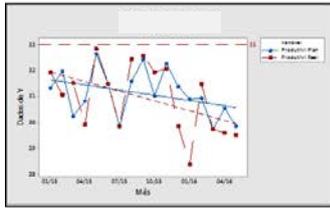


Figura B

Porém, um desafio precisava ser superado: o Seis Sigma já havia sido implementado no passado sem obter o sucesso esperado, devido a um excesso de treinamento e limitada aplicação em projetos. A **ESTRATÉGIA** foi reverter a imagem negativa com resultados positivos. A **AÇÃO** foi ofertar ao corpo gerencial ferramentas estatísticas para o tratamento de problemas crônicos. ⇒ Abaixo um exemplo da aplicação prática do método, visando o aumento de produtividade:

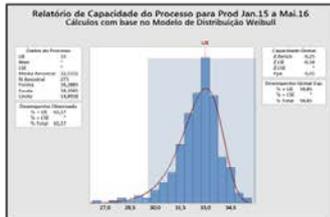
1 - PROBLEMA PRÁTICO



Business Case: aumentar o volume de produção, já que **havia ganho significativo**.

Histórico: produtividade bem abaixo do esperado com tendência de piora = **grande variabilidade do processo**.

2 - PROBLEMA ESTATÍSTICO

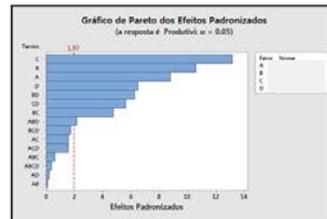


Estudo de Capabilidade de Processo: em **XX%** dos casos iria se **produzir abaixo da meta** nos próximos 6 meses.

Sigma Z st: Calculada a escala.

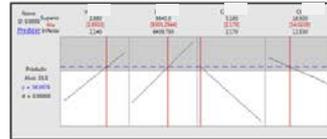
$$[\text{Meta (LIE)} - (\text{Média Def})] * 0,9 = \text{XX Aumento de Produtividade}$$

3 - SOLUÇÃO ESTATÍSTICA

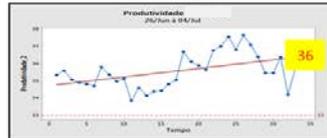


- Variáveis Críticas:**
- 1 - Consumo específico de Gás X
 - 2 - Intensidade de Ignição
 - 3 - Velocidade
 - 4 - Presença de O2

- Principais Causas:**
- Obstrução do sistema de sucção.
 - Má condição selagem (ar falso)



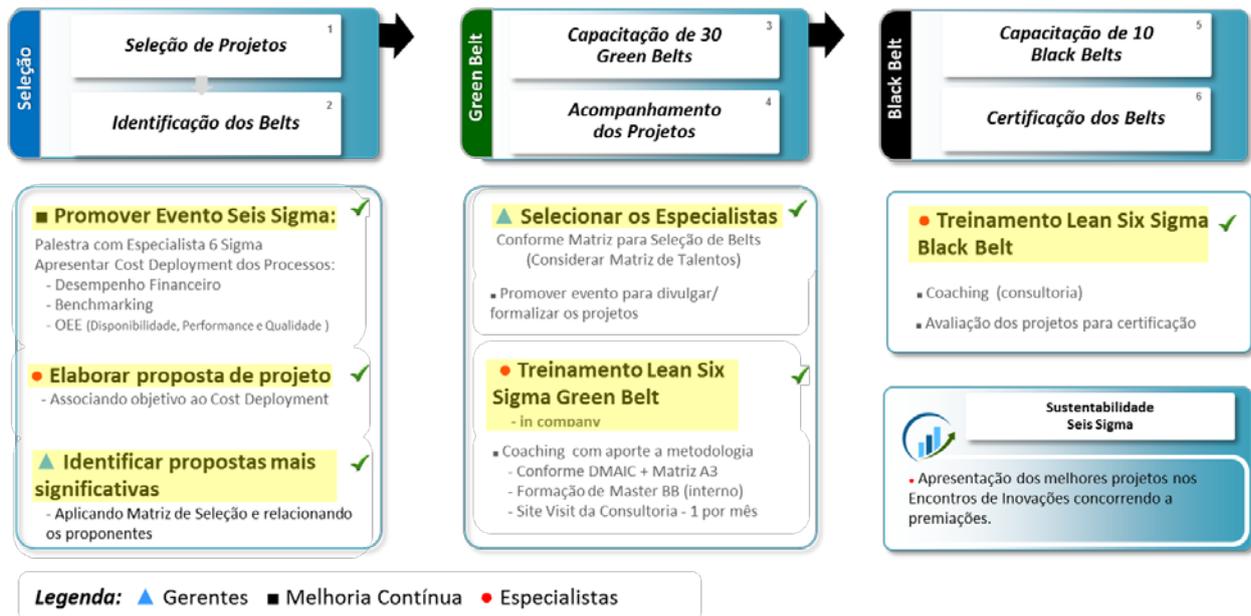
- Principais Ações:**
- garantir a limpeza/desobstrução do sistema de sucção.
 - Instalar sistema para monitoramento da temperatura do sistema de sucção.



- DOE - Delineamento de Experimentos recomendou um curso de ação para alcançar o alvo de produção acima da meta, sendo:

DOE: Vel: XXm/min + Ignição:XX Kcal/m² + Gás: XX k/t + O²: XX % = **Produção > META**

● Devido ao resultado, a Alta Administração determinou a disseminação do método. Um plano de trabalho, contemplando a seleção, capacitação e mentoreamento foi apresentado e aprovado pela Alta Direção, conforme esquema a seguir:



Para garantir que os projetos fossem estratégicos, as propostas tinham como pré-requisito, estarem alinhadas ao Mapa Estratégico e a Eficiência Global (*OEE), através do preenchimento do *Business Case* (abaixo):

* OEE (Overall Equipment Effectiveness): Indicador utilizado para medir (Disponibilidade, Performance e Qualidade).

Elementos do Business Case de um Projeto SEIS SIGMA

PROPOSTA DE PROJETO SEIS SIGMA 2018 - BUSINESS CASE

Título: Redução em emissões de óxidos de nitrogênio do despoejamento secundário com consumo de diferentes misturas na sinter.

Sigla do Órgão: KQ **Gerente Mediano:** João Bosco Moraes **Nome:** **Telefone:** 071-9120-2142

Candidato: Dênisson Tonali de Menezes

Declaração do Problema / Melhorias no Processo:
Variação da concentração de material particulado total (MPT) das chamimé do despoejamento secundário, ficando as emissões mais próximas da limite de 50mg/Nm³ no dia 01/07/2018 (no dia 01/07/2018) e no novo limite a ser estabelecido pelo (EMA), bem como, aumento da visibilidade das pluma da chamimé e cabas de transferência, de corais para paroladoras. Se observa a necessidade de buscar uma ferramenta adicional para contribuir na definição de ações de controle para evitar a perda do limite de emissão e redução da visibilidade da pluma e emissões fugitivas em cabas de transferência.

KPI que será melhorado: Síntese Particulação da Chamimé do Precipitador Secundário

Resultado Atual (Unidade de Medida)	Resultado Futuro (Unidade de Medida)
46 mg/Nm³	44 mg/Nm³

O projeto está associado a qual ou quais dimensões do Mapa Estratégico (Mandato)? (Peso 20)

Tomar o aço mais sustentável **Explicar como:**
Maximizar ações que tragam melhoria na performance do precipitador eletrostático secundário para possibilitar a operação da planta dentro dos limites estabelecidos.

Governança Transparente
 Enriquecer nossas comunidades
 Investir em nosso pessoal

O projeto está associado a qual ou quais dimensões do OEE (se for processo produtivo)? (Peso 20)

Disponibilidade **Explicar como:**
Evitar paradas da máquina de sinter para controle de emissão de material particulado no chamimé do despoejamento secundário.

Performance
 Qualidade

Haverá aumento da satisfação dos clientes (interno / externo). Explique:
Sim, reclamações quanto as emissões relacionadas as emissões fugitivas na chamimé e cabas de transferência.

Haverá retorno financeiro. Qual é a estimativa (básico)? (Peso 10)
Sim, maiormente, redução de frequência de limpeza / queda de material.

Dados e são disponíveis para estudo (fatores que influenciam o desempenho do KPI)? (Peso 10)

Totalmente **Explicar como:** Alguns fatores que influenciam no desempenho não são de fácil acesso, tais como: informações sobre a característica do material particulado.
 Parcialmente
 Não disponível

O projeto pode agregar em outros processos (outras áreas)? (Peso 10)

Muito **Como:** Projeto poderá ajudar outras plantas com o mesmo problema.
 Médio
 Pouco

Quanto a complexidade do Projeto, precisa-se usar mesmo a estatística? (Peso 10)

Alta **Explicar como:** Simulação de dados as condições do processo e correlação com a eficiência do precipitador esta a ser feita.
 Média
 Baixa

GUT - Gravidade x Urgência x Tendência (Peso 10)

Gravidade: O que pode ocorrer é Muito importante, Mais ou menos importante, Pouco importante.

Urgência: Benefícios que devemos fazer Imediatamente, Podemos aguardar, Não há pressa.

Tendência: a situação está Melhorando, Estável, Permanecendo, Melhorando.

Com o consumo de matérias primas e materiais reciclados a tendência é que a concentração de particulado aumente.

KPI que será melhorado Emissão Particulação da Chamimé do Precipitador Secundário

Resultado Atual (Unidade de Medida)	46 mg/Nm³	Resultado Futuro (Unidade de Medida)	44 mg/Nm³
-------------------------------------	-----------	--------------------------------------	-----------

O projeto está associado a qual ou quais dimensões do Mapa Estratégico? (Peso 20)

Tomar o aço mais sustentável **Explicar como:**
Maximizar ações que tragam melhoria na performance do precipitador eletrostático secundário para possibilitar a operação da planta dentro dos limites estabelecidos.

Governança Transparente
 Enriquecer nossas comunidades
 Investir em nosso pessoal

O projeto está associado a qual ou quais dimensões do OEE (se for processo produtivo)? (Peso 20)

Disponibilidade **Explicar como:**
Evitar paradas da máquina de sinter para controle de emissão de material particulado no chamimé do despoejamento secundário.

Performance
 Qualidade

Trintaprojetos então foram selecionados para o Programa, e os Especialistas respectivos iniciaram a capacitação (*Green Belt*: 80h e *Upgrade Black Belt*: +80h). O plano de trabalho definido, foi implementado. As ações foram registradas e divulgadas nos veículos de comunicação internos (Figura C), objetivando dar o **Valor**, o **Reconhecimento** e o **Senso de Responsabilização**, para os envolvidos.

Campanha Vias Limpas

As boas práticas no transporte de cargas em vias internas geram inúmeros benefícios como a redução das emissões atmosféricas, do risco de acidentes materiais e pessoais, do impacto ao meio ambiente, do custo de logística e transporte, do desperdício de gerenciamento ambiental, do consumo de água, da construção e acionamento das redes de drenagem. No entanto, se o transporte de cargas nas vias internas da empresa não for realizado de maneira correta, pode produzir ruído, gerar custos e colocar em risco a nossa saúde. Se você perceber derramamento de material ao longo das vias internas, entre em contato pelos telefones de AHP: 3348-1132 (Central) / 99292-1240 (Supervisão) ou da FSA: 99292-2996 (Plantão) e contribua para tornar nosso ambiente de trabalho cada vez melhor, com mais saúde e segurança para todos.

6 Sigma em Tubarão e Vega

O uso de métodos estatísticos em Tubarão e em Vega racionaliza o tempo, complementam a leitura, aumentando dos processos operacionais. Os 27 reuniões Sigmas em além de ger Metalurgia de os coordenados

Em busca da melhoria contínua

Nova ferramenta de medições físicas

Na próxima segunda-feira, dia 11, o SharePoint será desativado, as medições passarão a ser exclusivamente no BRO, no de gestão de medições físicas, orientação é que a aprovação de medições no SharePoint se nesta sexta-feira, dia 11, as que não foram aprovadas serão refeitas no novo sistema, dias 25 de julho e 4 de agosto, treinados 79 usuários em treinamento, os participantes mais sobre as formas de inserção de medições, as as reprovações, além de acompanhamento das informações de dúvidas, entre equipe da SXP.

Especialistas recebem certificação

Projeto são apresentados para a diretoria

Certificação no Programa 6 Sigma

Na última terça-feira, dia 5, aconteceu o evento de Certificação 6 Sigma, que certificou 22 especialistas/analistas no nível Green Belt, por atenderem aos requisitos da consultoria/certificadora Seta Desenvolvimento Gerencial. O gerente Geral de Estratégia Industrial e Metalurgia, Emilio Zanotti, fez a abertura da certificação, seguida de apresentação dos resultados (previstos e realizados) pelo coordenador do 6 Sigma, Daniel Paulo Santos. Os especialistas também apresentaram os projetos informando as melhorias alcançadas, como redução do percentual de devios e ganhos técnicos refletidos no Value Plan. O encerramento foi feito pelo gerente Geral de Recursos Humanos, Renato Penha, com entrega de certificados e de um cubo de cristal de reconhecimento aos especialistas.

Requisitos para Certificação Green Belt - capacitação técnica de 80 horas, com obtenção de média superior a 7,0 nas provas, e conclusão de um projeto de melhoria com impacto para a empresa.

Aporte esporádico de final de ano

Até o dia 15 de dezembro, poderão ser realizados aportes na Previdência Privada Complementar, de forma a abater na Declaração de Imposto de Renda relativa ao ano base de 2017. Segundo os regimes tributários específicos do Plano de Previdência, quem investir até 12% de sua renda bruta anual no Plano de Previdência, poderá abater o valor equivalente de sua base para cálculo de IR. Mesmo se investir mais do que isso, o benefício fiscal continuará limitado aos 12%. Para realizar o aporte, basta entrar em contato no ramal 1210 ou pelo e-mail funssset@arcelormittal.com.br.

“O 6 Sigma é parte estratégica para nos inspirarmos e alcançarmos a meta de ser a melhor planta produtiva de aço do mundo”.

Jorge Luiz Ribeiro de Oliveira
Vice-Presidente de Operações

Senso de Responsabilização

Figura C



Até o momento, o Programa obteve 10% de abrangência dos Empregados de Nível Superior. Foi definido como meta 30% deste público até 2021. A gestão dos Projetos é feita com suporte do Software Power BI. Abaixo apresenta-se um resumo da situação dos projetos:



Tela do Power BI – Programa Seis Sigma Dashboard

Objetivando a implementação das ações necessárias em tempo adequado, foi elaborado um Cronograma de Projeto (Figura para gerenciamento das ações, conforme DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar). Cada Belt atualiza seu cronograma até o 5º dia útil, e o Master Black Belt consolida os resultados, para serem apresentados na reunião de performance da Gerência de Transformação e Melhoria Contínua. Confira abaixo um modelo de cronograma:

Título (alterar na célula "Título" em "Nome da Atividade")

Planejado Real Real (além do plano)
 % Concluído % Concluído (fora do planejado)

Visualização
 Atividades Farol Marcos Fim de semana
 Pacotes Ativ. Recursos Duração Caminho crítico
 Comentários Dados Status Título

Add Atividade Add Pacote
 Del Atividade Del Pacote

Início do Projeto: 30/04/2018
 Fim do Projeto: 14/11/2018
 Destaque: Hoje

Escala
 Diária
 Semanal
 Mensal

DMAIC	EAP	FAROL	NOME DA ATIVIDADE	DATA INÍCIO PREVISTA	DATA INÍCIO REAL	DATA TÉRMINO PREVISTA	DATA TÉRMINO REAL	DURAÇÃO PREV	DURAÇÃO REAL	% CONCLUSÃO	STATUS
			Título (alterar na célula "Título" em "Nome da Atividade")	30/04/2018		14/11/2018		199		0%	
Define	1.0			30/04/2018		14/05/2018		15		0%	Início atrasado
Define	1.1	●	Atualizar contrato (título, descrição, escopo, KPI e equipe) Fonte = Business Case	30/04/2018		07/05/2018		8		0%	Início atrasado
Define	1.2	○	Calcular a Métrica KPI	08/05/2018		14/05/2018		7		0%	A Iniciar
Define	1.3	○	Estabelecer Ganhos (Financeiros/Outros) para a Organização	08/05/2018		14/05/2018		7		0%	A Iniciar
Measure	2.0			15/05/2018		14/07/2018		61		0%	A Iniciar
Measure	2.1	○	Identificar potenciais fontes de variação (potenciais X's)	15/05/2018		22/05/2018		8		0%	A Iniciar
Measure	2.2	○	Priorizar potenciais fontes de variação (potenciais X's)	23/05/2018		29/05/2018		7		0%	A Iniciar
Measure	2.3	○	Elaborar o MAE - Mapa de Análise Estatística	30/05/2018		06/06/2018		8		0%	A Iniciar
Measure	2.4	○	Realizar os estudos estatísticos	07/06/2018		14/07/2018		38		0%	A Iniciar
Analyse	3.0			15/07/2018		14/08/2018		31		0%	A Iniciar
Analyse	3.1	○	Encontrar os poucos X's vitais que afetam significativamente a variação do processo	15/07/2018		22/07/2018		8		0%	A Iniciar
Analyse	3.2	○	Estudar as causas dos X's vitais	23/07/2018		14/08/2018		23		0%	A Iniciar
Improve	4.0			15/08/2018		15/10/2018		62		0%	A Iniciar
Improve	4.1	○	Tomar as ações sobre o Processo (Plano de Ação)	15/08/2018		30/09/2018		47		0%	A Iniciar
Improve	4.2	○	Confirmar que o Processo melhorou (Teste de Hipótese do Base Line x Período Melhorado)	01/10/2018		08/10/2018		8		0%	A Iniciar
Improve	4.3	○	Validar os benefícios para a Organização	09/10/2018		15/10/2018		7		0%	A Iniciar
Control	5.0			16/10/2018		14/11/2018		30		0%	A Iniciar
Control	5.1	○	Estabelecer os Controles para manter as Melhorias feitas no Processo	16/10/2018		14/11/2018		30		0%	A Iniciar

CURVA S DO PROJETO - Prazo

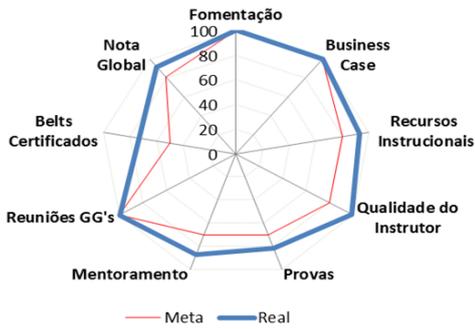
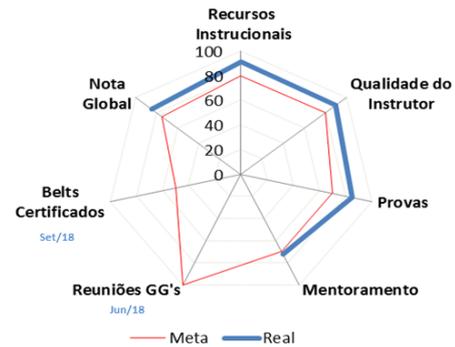
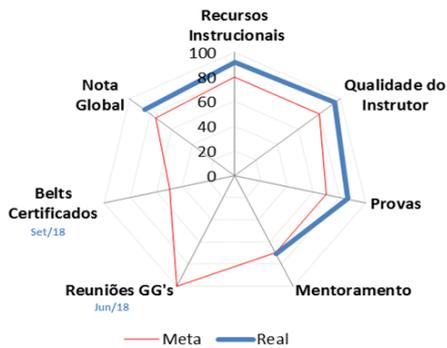
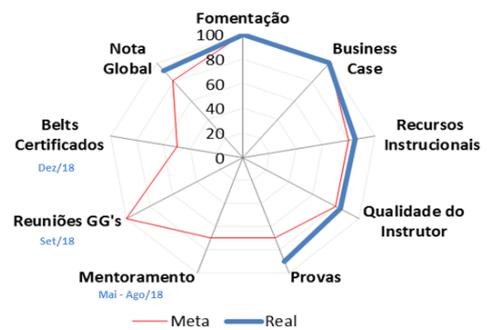
⇒ Por meio de uma macro o cronograma geral é gerado e uma curva S demonstra o andamento da onda do Seis Sigma.

Para o gerenciamento no nível tático, foi elaborado um conjunto de KPI's, que podemos conhecê-los, conforme tabela A:

Dimensão	KPI's	Fórmula	Critério
Seleção	Nível de Fomentação - Tático (Participação Kick off 6 Sigma)	Qtd.presentes / Qtd.vagas	> 5 = 100 < 5 = Regra de três simples
	Nível de Reação - Tático (Elaboração de Business Cases)	Qtd.propostas / Qtd.vagas (conforme cotas)	> 1 = 100 < 1 = Aplicar percentual
Capacitação	Qualidade dos recursos instrucionais	-	Considerar o percentual de notas 7 (Ótimo), conforme avaliação de satisfação dos alunos.
	Qualidade do Instrutor	-	Considerar o percentual de notas 7 (Ótimo), conforme avaliação de satisfação dos alunos.
	Aproveitamento nas Provas	-	Resultado médio das provas, conforme avaliação do instrutor.
Produção	Índice de Mentoreamento	Qtd. de Horas Utilizadas / Disponíveis	Aplicar percentual médio das Etapas DMAIC
	Nível de Fomentação - Estratégico (Promoção de reuniões com GG's)	Qtd. Reuniões Realizadas / Previstas	Aplicar percentual conforme Wave
Certificação	Belts Certificados	Qtd. Bels Certificados / Belts no Programa	Aplicar percentual conforme Wave
Global	NOTA GLOBAL	Média simples	-

Tabela A

Os resultados dos KPIs táticos demonstram o andamento esperado do Programa Seis Sigma, conforme gráficos abaixo:

Turma 1 GB**Turma 1 BB****Turma 1 Rec****Turma 2 GB**

3 CONCLUSÃO

A integração entre o Lean e o Seis Sigma na ArcelorMittal foi natural e eficiente. No momento a empresa usufrui de ambas as estratégias. Enquanto o Lean enfatiza a melhoria da velocidade dos processos e a redução do lead time, aumentando a produtividade, o Seis Sigma soma como um método estruturado e profundo de solução de problemas, utilizando ferramentas estatísticas para lidar com a variabilidade dos processos. Desta forma, os resultados obtidos são maiores, melhores e muito mais significativos. Segundo o Professor Alberto Pezeiro, uma das grandes mensagens da metodologia Seis Sigma, é que a variabilidade do processo precisa ser entendida e controlada, e a maneira mais eficiente de se fazer esta análise é através da estatística. Cabe enfatizar que não existe uma forma padrão: cada empresa deve adotar o procedimento mais adequado à sua cultura, desde que sejam respeitados os requisitos básicos do Lean e do Seis Sigma.

Agradecimentos

A todos os envolvidos, em especial, o Vice-Presidente de Operações, Jorge Luiz Ribeiro de Oliveira, por acreditar e patrocinar o Programa Seis Sigma.

REFERÊNCIAS

- 1 Pezeiro, Alberto. Gestão de Processos e Projetos - Levando a organização para um novo patamar de desempenho. 2016
- 2 Cristina Werkma. Criando a Cultura LeanSixSigma. 3ª Edição. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2012
- 3 Relatório Aço e Economia 2017 - Instituto Aço Brasil.