

**Estudo de caso: descrição do sistema de qualidade total em uma unidade de laminação a frio de aço**

**Case study: description of the total quality system in a cold steel rolling unit**

**Estudio de caso: descripción del sistema de calidad total en una unidad de laminación en frío de acero**

**Ricardo Luiz Perez Teixeira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2641-4036>

Universidade Federal de Itajubá Campus de Itabira, MG, Brasil

E-mail: [ricardo@unifei.edu.br](mailto:ricardo@unifei.edu.br)

**Cynthia Helena Soares Bouças Teixeira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7436-6564>

Pesquisadora do GPESE da Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: [cyrilet@gmail.com](mailto:cyrilet@gmail.com)

**José Carlos de Lacerda**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7753-1713>

Universidade Federal de Itajubá Campus de Itabira, MG, Brasil.

E-mail: [jlacerda@unifei.edu.br](mailto:jlacerda@unifei.edu.br)

Recebido: 10/08/2018 – Aceito: 15/08/2018

**Resumo**

O objetivo deste trabalho é descrever a implantação do sistema de qualidade total para indústria e a relação deste sistema de qualidade total com o Custo Ideal. Para isso, este trabalho apresenta como metodologia o estudo de caso qualitativo e descritivo, do tipo relato de experiência, dos autores na descrição vivencial da aplicação da qualidade total na unidade de laminação a frio em uma siderúrgica no Brasil desde os anos 1980 até os anos 2010. Conclusão: pelos relatos das experiências dos autores, tem-se que através da implantação do sistema de qualidade total na unidade de laminação a frio, na siderurgia vivenciada, otimizou as capacidades técnicas, resultando, assim, num menor custo de produção, menor investimento com a máxima capacidade produtiva de cada equipamento das linhas de produção, enfim num Custo Ideal. Com esse Custo Ideal, espera-se, no decorrer dos anos, para essa siderúrgica, um maior volume de produção aliada a excelência em qualidade do produto final laminado a frio da siderúrgica. Como o processo de laminação a frio já se

encontra desde antes dos anos 1980 constituído na empresa siderurgica relatada, pode-se estabelecer o benchmark para se obter parâmetros mais realísticos do que seria o Custo Ideal, bem como a utilização de ferramenta de controle DMAIC do Lean Seis Sigma para a resolução de problemas e execução de projetos para o alcance das metas estratégicas da empresa.

**Palavras-chave:** Ferramentas da qualidade; Qualidade total em indústria; Laminação a frio; Siderurgia

### **Abstract**

The main propose of this paper is to show using the case study method to explain how the total quality system was used in the cold rolling mill of a steel industry in Brazil. Conclusions and consequences of this work may be through the implementation of the total quality system, the technical capabilities were optimized, resulting in a lower cost of production, less investment with the maximum productive capacity of each equipment and production lines, in an Ideal Cost. With this Ideal Cost, we expect a greater production volume coupled with the excellence in the quality of the cold rolled product of the steel industry.

**Keywords:** Quality methods; Total quality in industry; Cold rolling; Steel

### **Resumen**

El objetivo de este trabajo es describir la implantación del sistema de calidad total para la industria y la relación de este sistema de calidad total con el Costeo Ideal. Para ello, este trabajo presenta como metodología el estudio de caso cualitativo y descriptivo, del tipo relato de experiencia, de los autores en la descripción vivencial de la aplicación de la calidad total en la unidad de laminación en frío en una siderúrgica en Brasil desde los años 1980 hasta los años En la siderurgia vivida, optimizó las capacidades técnicas, resultando, así, en un menor costo de producción, menor que en el caso de los sistemas de producción, inversión con la máxima capacidad productiva de cada equipo de las líneas de producción, en fin en un Costo Ideal. Con ese Costeo Ideal, se espera, a lo largo de los años, para esa siderúrgica, un mayor volumen de producción aliada a la excelencia en calidad del producto final laminado en frío de la siderúrgica. Como el proceso de laminación en frío ya se encuentra desde antes de los años 1980 constituido en la empresa siderurgica relatada, se puede establecer el benchmark para obtener parámetros más realistas de lo que sería el Costo Ideal, así como la utilización de herramienta de control DMAIC Lean Seis Sigma para la resolución de problemas y ejecución de proyectos para el logro de las metas estratégicas de la empresa.

**Palabras clave:** Herramientas de la calidad; Calidad total en industria; Laminación en frío; acería

## 1. Introdução

Num mercado globalizado, busca-se um diferencial de produção local aliado ao alto desempenho, à qualidade com certificação internacional e à reprodutibilidade com baixa ou nenhuma inconformidade nos produtos e serviços nas atividades industriais. Essa busca provoca exigências crescentes de resultados operacionais positivos baseadas em informações precisas, concisas, exatas e rápidas frente às demandas do cliente e do produtor. Um sistema reflexivo ou de qualidade total de gestão da produção pode ser uma resposta a esta demanda quando aliado às melhores práticas produtivas internacionais.

O desenvolvimento e a implantação deste sistema de qualidade total na indústria permitem, além do gerenciamento adequado dos processos com o uso de seus principais indicadores estatísticos, identificar os métodos implantados mais produtivos e eficientes numa visão integrada dos processos, sistemas e recursos disponíveis ou a dispor.

Um sistema de gestão estratégica de controle e redução de custos é uma das ferramentas deste sistema de qualidade total na indústria que objetiva alcançar o custo ótimo ou meta para produção de cada produto ou serviço com a menor demanda de recursos e de energia. Esse custo meta ou target costing, segundo Gama (2018), consiste na aplicação da engenharia de valor na pesquisa de novos materiais, com menores custos e maior disponibilidade para substituir os empregados na produção, assim, produzir ao menor custo possível.

Segundo Oliveira (2002), os diferentes custos associados à fabricação industrial de um produto são importantes nas tomadas de decisão de um sistema estratégico de gestão. O objetivo deste trabalho é apresentar como foi utilizado o sistema de qualidade total na unidade de laminação a frio de uma siderúrgica no Brasil. Através da implantação do sistema de qualidade total se pode otimizar as capacidades técnicas, resultando num menor custo de produção, menor investimento com a máxima capacidade produtiva de cada equipamento das linhas de produção, enfim num Custo Ideal. Com esse Custeio Ideal, espera-se um maior volume de produção aliada a excelência em qualidade do produto final laminado a frio da empresa siderúrgica.

## 2. Metodologia

Neste trabalho de estudo de caso, tem-se um estudo descritivo, do tipo relato de experiência, dos autores para o estudo de caso da implantação do sistema de qualidade total em uma empresa siderúrgica do Brasil. O nome da empresa, neste estudo de caso, foi omitido com o objetivo de tornar este trabalho acessível a todos os leitores em engenharia, administração e ciências contábeis; porém, destaca-se neste trabalho que a empresa é do setor siderúrgico. Este destaque para o setor siderúrgico, justifica-se pelo fato da importância econômica e histórica da siderurgia no desenvolvimento industrial brasileiro, conforme Schneider (2018).

O relato de experiência deste trabalho constitui um tipo de estudo descritivo e temporal apresentando uma reflexão acerca de vivências profissionais em indústria (empresa siderúrgica do estudo de caso), sendo de fundamental importância para o meio acadêmico de engenharia, de administração e de ciências contábeis. Estudos recentes de Souza et al (2018) demonstram a relevância e a contemporaneidade do tema exposto neste trabalho.

O estudo envolveu a vivência em engenharia dos autores deste trabalho em indústria e em serviços desde os anos 1980 até os anos 2010, vivência esta que envolve a implantação de sistema de qualidade total em indústria e a busca pelo custeio otimizado de produção, o Custo Ideal. A análise e a discussão transcritos neste trabalho basearam-se nesses relatos vivenciais e na descrição das atividades, através das lembranças e dos diários pessoais de cada um dos autores na unidade de laminação a frio, sendo transcrito neste trabalho, de forma impessoal, as percepções comuns na implantação do sistema de qualidade total e na busca do Custeio Ideal dessa empresa do relevante setor econômico da siderúrgica brasileira (tema deste trabalho de estudo de caso).

### **3. Da Siderurgia, laminação a frio**

Genericamente, as finalidades do processo de laminação a frio nesta siderúrgica são: obter-se tiras laminadas com acabamento superficial de alta qualidade; obter tiras com espessuras dentro das faixas de tolerância especificadas pelo cliente; obter tiras com alto grau de planicidade e uniformidade. Após a laminação a frio, o material é submetido a outros processos para ajuste de propriedades mecânicas, como recozimento e encruamento. Há linhas específicas acopladas e automatizadas implantadas em fins de 1990 para os processos de limpeza eletrolítica, recozimento, encruamento, apara de borda (quando houver exigência do cliente), inspeção e oleamento de forma contínua, reduzindo o manuseio do material e as

perdas do mesmo, sendo a quantidade de pessoal consideravelmente menor.

O objetivo principal inicial dessa siderúrgica era elevar a eficiência de seus processos operacionais da produção de tiras de laminação a frio, assim a Gerência de Departamento de Laminação a Frio dessa siderúrgica dinamizou à primeira vista as atividades de automação e modernização, a partir de 1980, por um sistema de informações da laminação a frio para o acompanhamento e controle de atividades, tais como: aceite de pedidos de encomendas, programação e controle da produção, controle metalúrgico, despacho de materiais, etc. Contudo, a exigência por parte dos clientes por produtos e serviços de qualidade internacional fez com que essa siderúrgica implantasse um sistema de qualidade industrial com a instalação da linha de galvanização na década de 1990, o que proporcionou um produto de aço mais econômico, seguro e resistente à corrosão aos clientes.

#### **4. Sistema de qualidade total na siderurgia**

O sistema de qualidade total implantado nessa siderúrgica busca apresentar indicadores quantificáveis das características de produtos e processos com o objetivo do controle e melhoria da qualidade e o desempenho dos seus produtos e processos por um período, conforme descrito por Nahmias-Wolinsky (2004). Os indicadores de desempenho são os dados numéricos relativos às atividades da organização que estão submetidas às metas e são classificados em três níveis: estratégico; gerencial, para se avaliar a contribuição dos setores à estratégia e avaliar se os setores buscam a melhoria contínua de seus processos; e operacional, para se avaliar quanto à melhoria contínua dos processos individuais. Conforme Rodrigues (2017), em processos de qualidade deve-se basear em parâmetros mensuráveis, buscando-se a comparação com padrões ou referências internacionais e nacionais.

Nesse sentido de busca de padronização e da excelência na indústria, a siderúrgica buscou também normalizar os processos produtivos a partir da década de 1990 com a implantação de um sistema de conformidade seguindo principalmente as normas ASTM internacionais e normas brasileiras NBR, conforme Tabela 1. Ao produzir esses produtos em conformidade com os padrões estabelecidos pelas normas e os melhorando, a siderúrgica pode desenvolver novos tipos de aço aos clientes com a adição de elementos de liga a valores menos elevados (aços de baixa liga), sem que haja aumento do preço final, conforme inferido em Do Nascimento (2018). Num momento inicial, realizou-se reuniões com tal objetivo com metas de curto e longo prazo, além de estabelecer estudos e análises de possíveis ganhos com as implantações das medidas de qualidade total na indústria, de conformidade com Ladeira

(2012).

Tabela 1. Principais normas da qualidade e aplicações dos produtos laminados à frio.

	NORMAS	APLICAÇÕES
Estampagem	ASTM A-568 620/620-PC ASTM 619	Peças e partes externas de veículos, vagões, refrigeradores e aparelhos de comunicação. Estampagem média, profunda e extra profunda com alta resistência à corrosão Estampagem Média com alta resistência mecânica
Estrutural Soldável	ASTM A-568 607501	Instalações elétricas, máquinas agrícolas, telhas e carrocerias de caminhões
Esmaltagem Vítreo	NBR 6651 QCV/EEV	Peças esmaltadas aplicadas em fogões, fornos, aquecedores de água, lavadoras, secadoras, refrigeradores, etc.
Estrutural	ASTM A-568 611A/611C1 ASTM 366 NBR 664921/664924	Peças e partes externas de veículos, vagões, máquinas, móveis de aço e recipientes em geral. Operações de simples dobramento e estampagem leve.

Na busca da melhoria contínua, seguindo os padrões estabelecidos pelas normas nacionais e internacionais, concluiu-se a modernização do encruamento, colocando-se em operação novas bases de recozimento, utilizando-se atmosfera de H<sub>2</sub>, proporcionando melhor limpeza na superfície da tira. Buscando-se a liderança na participação do mercado nacional de laminados a frio, a siderúrgica investiu em fins da década de 1990 em um tecnologia mais avançada de decapagem em linha contínua, o que possibilitou a geração de bobinas laminadas a frio não recozidas a partir de bobinas laminadas a quente, sem a necessidade de pátios de estocagem entre as etapas de decapagem e laminação a frio, tornando o processo de produção mais seguro, estável e homogêneo. O produto obtido pode ser enviado diretamente à linha de recozimento contínuo, ou para a linha de galvanização. Na redução de custos aplicados aos processos técnicos e administrativos, buscou-se uma comparação com outras empresas siderúrgicas do setor por benchmark, estabelecendo-se parâmetros realísticos para um projeto de Custo Ideal mais realístico, conforme Quadro 1.

Quadro 1. Objetivos e Critérios para o projeto de Custo Ideal.

OBJETIVOS	CRITÉRIOS ESTABELECIDOS
-----------	-------------------------

- Elevação da capacidade produtiva de cada equipamento.	- Diminuição da contribuição percentual dos custos fixos pela quantidade produzida.
- Controle de gastos e busca pela eliminação de desperdícios	- Implantação de controle e monitoramento do consumo de insumos.
- Diminuir os custos das perdas por não conformidades.	- Normalização e melhoria dos processos

## 5. Considerações finais

As definições gerenciais sobre as ações a serem tomadas em conjunto com os representantes da contabilidade deram suporte ao corpo administrativo gerencial com as informações confiáveis para o repasse de preços, custos e comparativos do Custo Ideal para a siderúrgica. A utilização de Lean Manufacturing na identificação e eliminação dos desperdícios nos processos tais como: inconformidades, excesso de produção, grandes estoques de semiacabados, processamento, espera e movimentação desnecessária (de pessoas e de mercadorias) serviu como sustentação ao equacionamento do Custo Ideal, segundo Piva (2017). O Seis Sigma, aplicado também ao processo, buscou eliminar a variação e gerenciar a complexidade num processo melhor descrito como Lean e Seis Sigma, ambos são necessários junto ao TOC para se chegar ao Custo Ideal, segundo De Jesus Pacheco (2017).

Conforme Werkema (2017), a metodologia Lean Seis Sigma possui a ferramenta de controle DMAIC para resolução de problemas e execução de projetos para o alcance das metas estratégicas da empresa. Contudo, o modelo DMAIC é para aplicações em processos já existentes, sendo utilizado outro modelo para novos processos, como o DMADV.

## Referências

GAMA, Mailson Junior Nascimento; NEGREIROS, Miguel Carlos Viana; DE SOUZA, Arnaldo Donisete. **Orçamento empresarial: O Beyond Budgeting (BB) como ferramenta de gestão global da organização com ênfase nos aspectos financeiros.** Revista de Contabilidade, Ciência da Gestão e Finanças, v. 5, n. 2, p. 66-84, 2018.

OLIVEIRA, Marcelle Colares. **Análise dos periódicos brasileiros de contabilidade.** Revista Contabilidade & Finanças, v. 13, n. 29, p. 68-86, 2002.

NAHMIAS-WOLINSKY, Yael. **Models, numbers, and cases: methods for studying international relations**. University of Michigan Press, 2004.

SCHNEIDER, Ronald M. **Brazil: culture and politics in a new industrial powerhouse**. Routledge, 2018.

SOUZA, Wellington Rodrigues Silva et al. **Twenty-one years without monetary correction in Brazil: impacts on the comparability of the accounting information of siderurgical and metallurgical companies**. Revista Contabilidade & Finanças, n. AHEAD, 2018.

RODRIGUES, Alyson Da Luz Pereira et al. **A utilização do ciclo PDCA para melhoria da qualidade na manutenção de shuts**. Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, v. 9, n. 18, p. 48-70, 2017.

DO NASCIMENTO, Adelson Pereira et al. **A estratégia da qualidade ou a qualidade da estratégia? Uma avaliação da adoção da gestão estratégica na norma ABNT NBR ISO 9001**: 2015. Sistemas & Gestão, v. 12, n. 1, p. 57-69, 2017.

LADEIRA, Marcelo Bronzo et al. **Gestão de processos, indicadores analíticos e impactos sobre o desempenho competitivo em grandes e médias empresas brasileiras dos setores da indústria e de serviços**. Gestão & Produção, v. 19, n. 2, p. 389-404, 2012.

PIVA, Allan Michel Simões; PRANDO, Gerson; MORILLA, José Carlos. **Comparative study between methodology types Lean Manufacturing and Lean Six Sigma**. Unisanta Science and Technology, v. 5, n. 2, p. 96-103, 2017.

WERKEMA, Cristina. **Ferramentas Estatísticas Básicas do Lean Seis Sigma Integradas: PDCA e DMAIC**. Elsevier Brasil, 2016.

DE JESUS PACHECOA, Diego Augusto. **Teoria das Restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigma: limites e possibilidades de integração**. Production, v. 24, n. 4, p. 940-956, 2014.