

# **Indicadores de Desempenho e ferramentas da Qualidade em uma empresa fabricante de estruturas metálicas**

**Maria da Glória Fernandes Nascimento** (UFCG) - maria.gloria@gmail.com

**Joselia Fernandes Nascimento** (UEPB) - joselyafernandes@hotmail.com

## **Resumo:**

*Neste trabalho é proposta uma metodologia de utilização de indicadores de Qualidade, em conjunto com as ferramentas da qualidade, a fim de obter melhorias no processo produtivo de peças para estruturas metálicas. Pretende-se elevar o nível de controle de Qualidade na entrada dos materiais no estoque e nas principais etapas do processo de beneficiamento de perfis e chapas de aço, visando eliminar gradativamente as não conformidades no produto ao final do processo, por meio dos princípios do controle de qualidade, dando ênfase ao ciclo PDCA. As ferramentas da qualidade podem auxiliar no rastreamento e eliminação das causas de não conformidade ocorridas nos produtos. Estas ferramentas permitem também um acompanhamento dos resultados, a fim de reduzir custos e aumentar a qualidade e confiabilidade dos produtos. Em geral, nas indústrias do setor metalúrgico, ainda são pouco utilizadas, onde aliadas aos princípios e indicadores de qualidade, podem identificar as fontes geradoras de não conformidades no produto final, auxiliando na eliminação incremental dos desperdícios, atrasos e redução de custos na fabricação. Neste trabalho, utilizou-se de uma pesquisa exploratória e descritiva, com abordagem qualitativa e quantitativa, realizando-se um estudo de caso que acompanhou o processo de produção de estruturas metálicas da empresa Vão Livre S/A. Os resultados do estudo mostram que, o uso de indicadores de desempenho da qualidade em conjunto com as ferramentas da qualidade torna possível implantar um fluxo de atividades de controle, que permite rastrear as causas de não conformidade na fabricação das peças metálicas.*

**Palavras-chave:** *Gestão da Qualidade. Ferramentas da qualidade. Indicadores de qualidade.*

**Área temática:** *Métodos quantitativos aplicados à gestão de custos*

## Indicadores de Desempenho e ferramentas da Qualidade em uma empresa fabricante de estruturas metálicas

### Resumo

Neste trabalho é proposta uma metodologia de utilização de indicadores de Qualidade, em conjunto com as ferramentas da qualidade, a fim de obter melhorias no processo produtivo de peças para estruturas metálicas. Pretende-se elevar o nível de controle de Qualidade na entrada dos materiais no estoque e nas principais etapas do processo de beneficiamento de perfis e chapas de aço, visando eliminar gradativamente as não conformidades no produto ao final do processo, por meio dos princípios do controle de qualidade, dando ênfase ao ciclo PDCA. As ferramentas da qualidade podem auxiliar no rastreamento e eliminação das causas de não conformidade ocorridas nos produtos. Estas ferramentas permitem também um acompanhamento dos resultados, a fim de reduzir custos e aumentar a qualidade e confiabilidade dos produtos. Em geral, nas indústrias do setor metalúrgico, ainda são pouco utilizadas, onde aliadas aos princípios e indicadores de qualidade, podem identificar as fontes geradoras de não conformidades no produto final, auxiliando na eliminação incremental dos desperdícios, atrasos e redução de custos na fabricação. Neste trabalho, utilizou-se de uma pesquisa exploratória e descritiva, com abordagem qualitativa e quantitativa, realizando-se um estudo de caso que acompanhou o processo de produção de estruturas metálicas da empresa Vão Livre S/A. Os resultados do estudo mostram que, o uso de indicadores de desempenho da qualidade em conjunto com as ferramentas da qualidade torna possível implantar um fluxo de atividades de controle, que permite rastrear as causas de não conformidade na fabricação das peças metálicas.

Palavras-chave: Gestão da Qualidade. Ferramentas da qualidade. Indicadores de qualidade.

Área Temática: Métodos quantitativos aplicados à gestão de custos.

### 1 Introdução

O ambiente globalizado traduz-se, atualmente, em um mercado onde ações como: o aumento da produtividade, a implantação de inovações tecnológicas, a redução de desperdícios, a racionalização dos processos produtivos se tornam ferramentas estratégicas.

Uma empresa deve ser tratada como um grande processo, que a partir da entrada de insumos, incorpora valor, tendo como resultados produtos, informações e/ou serviços. A importância de se conhecer, controlar e melhorar os processos pode ser atribuída a uma visão moderna de gerenciamento, onde a estrutura da empresa deve ser adaptada aos processos de forma sistematizada e integrada, visando melhor atendê-los.

Para fazer frente a este cenário, as empresas devem obter subsídios para gerar melhores resultados. Na disputa pela preferência do consumidor, para muitos segmentos de mercado, a qualidade acaba por desenvolver caráter tão ou mais relevante que fatores como preço e nível de serviço, representando muitas vezes critério efetivo para a concretização da venda. Além disso, a melhoria da qualidade contribui para a redução de custos, dado que auxilia na redução das perdas e na eliminação de retrabalho.

Com a evolução dos conceitos sobre qualidade surgem às várias técnicas para gerenciar a qualidade do produto e/ou processo. Assim as chamadas “ferramentas da

qualidade” têm no processo da melhoria contínua o seu objetivo principal, ou seja, “identificação de um problema, identificação das causas fundamentais desse problema, análise da situação visando à eliminação ou minimização da causa fundamental, implementação e verificação dos resultados” (CARPINETTI, 2010).

Nesse sentido percebe-se que existe a necessidade de uma metodologia adequada e eficiente, estruturada em etapas, descritas em um roteiro, a fim de que a análise e melhoria possam ser executadas.

Com o propósito de contribuir para a discussão desse tema, o presente artigo tem como objetivo propor indicadores de desempenho da qualidade no processo de fabricação de peças para montagem de estruturas metálicas numa empresa em Campina Grande, PB. Tendo como objetivos específicos: (i) Detectar os defeitos nos materiais envolvidos no processo de fabricação; (ii) Escolher as ferramentas da qualidade que podem ser utilizadas para melhorar a gestão de qualidade e; (iii) Identificar, mediante indicadores de desempenho da qualidade, os processos que ainda não estão sob controle e que necessitam de acompanhamento para melhorar seu desempenho.

A discussão desenvolve no sentido de buscar uma forma de utilização do uso de sistemas de medição aliada à utilização das ferramentas e princípios da qualidade implantados no ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Action) que possa auxiliar na obtenção de melhorias de forma incremental no processo produtivo de peças para montagem de estruturas metálicas. Esta metodologia possibilitará à empresa estruturar a sequência de atividades a serem desenvolvidas, visando à análise, a simplificação e o aperfeiçoamento dos processos, buscando a eficiência e eficácia na produção.

Quanto à organização do trabalho, este se inicia com esta introdução, e, em seguida, desenvolve-se um referencial teórico abordando a gestão da qualidade e faz referência às ferramentas da qualidade e o ciclo PDCA. Em sequência, relatam-se os procedimentos metodológicos. Depois, o tratamento dos dados, analisando os resultados. Em seguida, apresentam-se as considerações sobre a pesquisa e as referências que fundamentam este estudo.

## **2 Referencial teórico**

### **2.1 Gestão da Qualidade**

Qualidade constitui, em sua essência, um meio para gerenciar a organização. Causa melhoramentos nos negócios, no gerenciamento e nas atividades técnicas para, ao mesmo tempo, permitir que sejam alcançados satisfação dos consumidores, eficiência de recursos humanos e menores custos.

De acordo com Deming (1990), a qualidade deve atender às necessidades do cliente, pois estes buscam produtos cada vez mais diferenciados. Os produtos devem ter sua qualidade alterada constantemente, de forma a garantir a sua melhoria contínua. O autor indica o caminho para que uma organização possa eliminar completamente as causas de defeitos, reduzindo a variabilidade dos produtos e processo, alcançando o mais elevado padrão de qualidade sem defeitos nem desperdícios de material, mão de obra e dinheiro.

Já para Crosby (1992), a Qualidade é a conformidade do produto às suas especificações. As necessidades devem ser especificadas, e a qualidade é possível quando essas especificações são obedecidas sem ocorrências de defeito. Ele ressalta que quando todos os critérios estiverem definidos e explicados, será possível e praticável a mensuração da qualidade.

Para a ISO 9001, o cliente é o centro de todas as atenções para todo o processo produtivo e a qualidade visa à conformidade como o requisito mínimo às especificações do

cliente. Qualidade é o atendimento às especificações previstas, em que não conformidade significa não qualidade e está associada ao processo de produção.

De modo geral, podemos associar Qualidade a um consenso entre os desejos do cliente e os que oferecem produtos e serviços. Portanto, a qualidade só será obtida se todos estiverem envolvidos, e a organização deve reconhecer os esforços para melhoria contínua.

De maneira geral, a gestão da qualidade é definida de forma diferente por diversos autores. Os conceitos existentes definem a gestão da qualidade como uma filosofia, um conjunto de métodos, a melhoria contínua, um serviço e envolvimento da mão-de-obra (PALADINI, 2004). O autor sintetiza os conceitos da seguinte forma:

- Filosofia: a gestão da qualidade compreende estratégias relativas à produção e avaliação da qualidade.
- Conjunto de métodos: a gestão da qualidade envolve ferramentas para dar forma a suas ações. Essas ferramentas destinam-se à definição do melhor modo de atendimento aos clientes, à redução de custos e ao modo de envolver os funcionários em processos de análise e solução de problemas, com ênfase nas ações de planejamento.
- Melhoria contínua: a gestão da qualidade envolve estratégias com o objetivo de definir a melhor maneira de executar ações produtivas.
- Serviço: a gestão da qualidade abrange estratégias que promovem uma análise de como a empresa atende a seus clientes, de modo a desenvolver melhor esse atendimento.
- Envolvimento da mão-de-obra: a gestão da qualidade envolve estratégias que desenvolvem formas sistemáticas de garantir que os funcionários estejam comprometidos com os consumidores, sejam eles internos ou externos.

Desta forma o esforço para agregar qualidade ao processo produtivo deu ênfase à busca das causas e não mais a atenção exclusiva aos efeitos. Sendo assim a viabilidade para a gestão da qualidade no processo produtivo envolve a implantação de três etapas sob a óptica de PALADINI (2004): a eliminação de perdas; a eliminação das causas das perdas; e a otimização do processo.

É importante lembrar que a obtenção para melhorias do processo produtivo e a implantação da gestão da qualidade total é um processo que requer o comprometimento e auxílio de todos os envolvidos na empresa. Sendo assim, o controle de qualidade visa eliminar todas as imperfeições existentes no sistema e no processo de produção. Devendo ser visto como uma atividade permanente com o envolvimento de todos operários na participação efetiva dos programas de melhoria da qualidade.

## **2.2 Ferramentas da Qualidade**

Grande parte dos problemas existentes em uma empresa pode ser resolvida com o auxílio das Sete Ferramentas de Qualidade. São elas: a) Folha de verificação; b) Fluxograma; c) Histograma; d) Diagrama de Pareto; e) Diagrama de dispersão; f) Causa e Efeito; g) Gráficos de controle. Sendo que não existe uma receita adequada para saber qual a ferramenta que será utilizada em cada fase.

Também denominada as Sete ferramentas do Controle da Qualidade, ou Sete Ferramentas Estatísticas, foram criadas com a finalidade de permitir a manipulação e análise objetivas de informações quantitativas (dados), com a exceção do Diagrama Espinha de Peixe que lida com informações qualitativas (fatos). São ferramentas utilizadas no controle da qualidade, que facilitam a coleta, a organização e a análise de informações. Estas ferramentas viabilizam a tomada de decisão fundamentada em fatos e dados, um dos princípios da Qualidade Total.

O objetivo principal é identificar os maiores problemas e através de análise adequada procurar a melhor solução. Estes métodos devem ser do conhecimento de todos os envolvidos em uma organização, desde a gerência até o chão da fábrica ou funcionários de prestadoras de serviços, e devem fazer parte do programa básico de treinamento da qualidade.

A seguir buscou-se fazer uma apresentação detalhada das ferramentas da Qualidade enfatizadas neste estudo.

#### **a) Folha de Verificação**

Segundo Kume (1993) uma Folha de Verificação é um formulário de papel no qual os itens a serem verificados já estão impressos, de modo que os dados possam ser coletados de forma fácil e concisa. São formulários planejados com os quais os dados coletados são preenchidos de forma fácil e concisa. Registram os dados dos itens a serem verificados, permitindo rápida percepção da realidade e a imediata interpretação da situação, ajudando a diminuir erros e confusões.

Podem ser listados alguns benefícios das folhas de verificação para a coleta de dados como: facilidade para a coleta de dados, visto que já está claro como estes devem ser verificados; evitar a perda destes dados a partir do momento que ficam documentados; evitar o esquecimento da coleta, pois a periodicidade da coleta é estipulada; agilizar a coleta de dados e; organizar os dados coletados simultaneamente com a coleta para que possam ser utilizados facilmente. Contudo, antes de coletar os dados é necessário definir o que se pretende fazer com estes, deve-se estabelecer de forma clara e concisa a finalidade que se tem e de que maneira os dados obtidos serão utilizados.

Para Kume (1993), os objetivos da coleta de dados para o controle de qualidade são: controle e acompanhamento do processo de produção; análise de não conformidades e; inspeção. Após definidos os objetivos, são determinados os tipos de comparações a serem realizadas, identificando os tipos de dados que devem ser coletados, a origem dos dados deve ser claramente conhecida e estes registrados de forma que possam ser facilmente utilizados, a fim de que o tratamento seja feito de forma adequada as necessidades das análises para qualidade.

#### **b) Fluxograma**

O Fluxograma é uma representação gráfica que mostra todos os passos de um processo. Serve para descrever e estudar um processo (atual ou ideal) ou planejar as etapas de um novo. Fundamental, tanto para o planejamento (elaboração do processo) como para o aperfeiçoamento (análise, crítica e alterações) do processo.

Para a elaboração de um Fluxograma é necessário envolver as pessoas que participam do processo, identificar as fronteiras do processo, mostrando o início e o fim, usando sua simbologia adequada e documentar cada etapa do processo, registrando as atividades, as decisões e os documentos relativos ao mesmo.

Um Fluxograma pode ser construído para: identificar o fluxo atual ou o fluxo ideal do acompanhamento de qualquer produto ou serviço, no sentido de identificar desvios; verificar os vários passos do processo e se estão relacionados entre si; na definição de projeto, para identificar as oportunidades de mudanças, na definição dos limites e no desenvolvimento de um melhor conhecimento de todos os membros da equipe; nas avaliações das soluções, ou seja, para identificar as áreas que serão afetadas nas mudanças propostas, etc.

#### **c) Histograma**

Histograma é uma forma de representação gráfica da distribuição de frequência através de colunas ou barras. Para Pimentel (2007), ele tem a finalidade de mostrar e entender como um conjunto de dados se distribui, ilustrando a variabilidade de um processo.

Um Histograma tem como objetivo, para o controle de qualidade, analisar as variações de determinada característica de um processo quanto ao tipo de distribuição e existência de causa especial de variação.

São várias as aplicações dos Histogramas, tais como: verificar o número de produtos não conformes; determinar a dispersão dos valores de medidas em peças; em processos que necessitam ações corretivas; e para encontrar e mostrar através de gráfico o número de unidade por cada categoria.

#### **d) Diagrama de Pareto**

O Diagrama de Pareto é uma ferramenta útil que permite separar os problemas mais importantes, através de uma leitura rápida dos dados, assim permitindo a identificação e priorização. Normalmente a grande maioria das perdas é ocasionada por poucos problemas, denominados de poucos vitais, enquanto que a minoria das perdas é ocasionada por diversos problemas.

A análise de Pareto é uma técnica de apresentação de dados que permite dividir um problema grande num grande número de problemas menores e que são mais fáceis de serem resolvidos. Como o método é baseado sempre em fatos e dados, ele permite priorizar os problemas de qualidade.

O diagrama de Pareto pode ser usado para: (a) Identificar o problema; (b) detectar as causas que atuam em um defeito; (c) encontrar problemas e causas; problemas (erro, falhas, gastos, retrabalhos) causas (operador, equipamento, matéria-prima, entre outros); (d) melhor visualização da ação; (e) priorizar a ação; (f) confirmar os resultados de melhoria; (g) verificar a situação antes e depois do problema, devido às mudanças efetuadas no processo; (h) detalhar as causas maiores em partes específicas, eliminando a causa (i) estratificar a ação, podendo evoluir de uma estrutura hierárquica para um diagrama de relações que apresenta uma estrutura mais complexa, não hierárquica.

Quanto à classificação, existem dois tipos de Diagrama de Pareto. Definidos da seguinte forma: Diagrama de Pareto por efeitos: este é utilizado para descobrir qual é o maior problema entre os resultados indesejáveis. Bastante utilizado para estratificar problemas de qualidade (defeitos, reclamações), custo (gastos, montantes de perdas), entrega (atrasos, falta de estoques) e segurança (acidentes); e Diagrama de Pareto por causas: este se refere às causas no processo. É utilizado para descobrir qual é a maior causa do problema, como: operador (turno, grupo, idade), máquina (equipamentos, ferramentas), matéria-prima (fabricante, fábrica, lote) e método de operação (condições, ordens, preparativos).

#### **e) Diagrama de Dispersão**

O diagrama de dispersão é a etapa seguinte do diagrama de causa e efeito, pois se verifica se há uma possível relação entre as causas, isto é, nos mostra se existe uma relação, e o grau de intensidade.

Existem muitos tipos de padrões de dispersão, podendo haver ou não correlação entre os dados. Esse tipo de avaliação é dado a partir de um diagrama montado de forma correta e também através da covariância, que é um indicador do grau e do sinal da correlação ou do chamado coeficiente de correlação linear de Pearson. Em alguns casos a correlação entre as variáveis é tão aparente que a simples observação do diagrama já permite que as conclusões sejam tiradas.

#### **f) Diagrama de Causa e Efeito**

Kume (1993) ressalta que um processo é composto dos 5M's (mão de obra, máquina, material, método e medição). Esses fatores podem ser organizados segundo uma relação de causa e efeito. Para estabelecer uma organização metodológica entre os fatores que

desencadeiam um efeito principal e quais os que desencadeiam as causas, usa-se o Diagrama de Causa e Efeito.

Esta ferramenta foi desenvolvida em 1943 pelo Dr. *Kaoru Ishikawa* na Universidade de Tóquio. Ele usou isto para explicar como vários fatores poderiam ser comuns entre si e estar relacionados. Também chamado de diagrama de espinha de peixe, devido ao seu formato, ou diagrama de *Ishikawa*, em homenagem ao seu criador. Mostra-nos as causas principais de uma ação, que dirigem para o resultado final ou problema.

**g) Gráficos de Controle**

. Um Gráfico de Controle consiste de uma linha central, um par de limites de controle, um acima e outro abaixo da linha central, chamados limite superior e limite inferior respectivamente e valores plotados representando o estado de um processo.

A importância de um Gráfico de Controle está em verificar se o processo está sob controle, ou seja, dentro dos limites preestabelecidos. Assim controlar a variabilidade do processo, ou o grau de não conformidades. Exigindo conhecimentos básicos de estatísticas para poder utilizar e escolher o tipo mais adequado para cada situação.

Esses gráficos são, na verdade, esquemas visuais com o uso de uma bem elaborada fundamentação estatística, transparentes ao usuário, que usam análises mensuráveis das variações determinando limites dentro dos quais as medidas amostrais são plotadas (PALADINE, 2002).

Um processo é dito sob controle quando os valores marcados encontram-se todos dentro dos limites especificados e quando não existe tendência especial nos valores. Nesse caso a distribuição dos dados plotados no gráfico é aleatória e distribuída randomicamente, indicando que devem existir somente causas comuns para essa variação. Desta forma, os gráficos de controle indicam se o processo está ou não sob controle, demonstrando a necessidade de se investigar as causas de condições anormais.

**h) Ciclo PDCA**

O PDCA é um método que visa controlar e conseguir resultados eficazes e confiáveis nas atividades de uma empresa, podendo ser usado de forma contínua para o gerenciamento das atividades de uma organização. Consiste em uma sequência de procedimentos lógicos, baseados em fatos e dados. É um eficiente modo de apresentar melhorias no processo, padronizando as informações do controle da qualidade e tornando-as mais fáceis de manusear; também é uma maneira muito eficaz de manter melhorias alcançadas.

O ciclo PDCA é composto de quatro fases: Planejar, Executar, Verificar e Atuar corretivamente. Para isso no giro PDCA deve-se coletar dados, medir resultados, compará-los com a meta prevista e adotar as medidas corretivas mais adequadas. Portanto, será necessária a utilização de ferramentas para a coleta, o processamento e a disposição de dados a fim de que sejam tomadas as devidas ações corretivas. As quatro fases do ciclo PDCA serão evidenciadas a seguir na Figura 1:

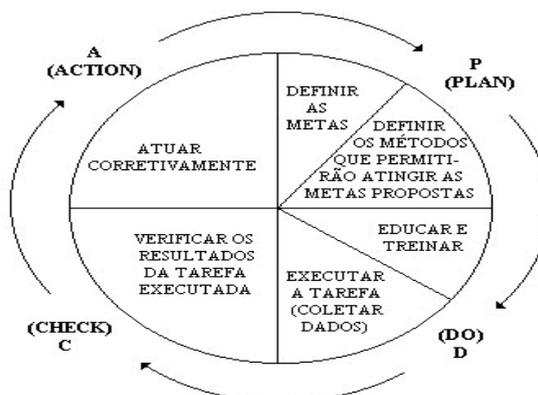


Figura 1 - Ciclo PDCA de controle de processos. Fonte: Campos (1990)

### i) Indicadores de Desempenho de Qualidade

O desempenho de uma empresa pode ser melhorado através da implementação de sistemas de medição e avaliação do processo. Essa medição deve ser realizada como parte integrante do sistema gerencial da empresa, constituindo um sistema de apoio para planejamento, solução de problemas, controle, desenvolvimento de melhorias e motivação dos recursos humanos.

Para PALADINI (2002), indicadores são elementos básicos da avaliação da qualidade que envolve: (a) O planejamento da coleta; (b) A organização dos dados obtidos; (c) A classificação das informações, sobretudo em termos de sua representatividade, confiabilidade e importância; (d) A veiculação, seguindo um fluxo que favoreça a análise de valor de cada informação, em cada momento e em cada contexto considerado.

Um indicador pode ter a função de visibilidade, ou seja, demonstrar os desempenhos atuais de uma organização, indicando seus pontos fortes ou fracos, ou chamando a atenção para suas disfunções. Desta forma, pode estabelecer prioridades em programas de melhoria da qualidade, indicando os processos nos quais as intervenções são mais importantes ou viáveis. Além de poder ser utilizados para medir os resultados de ações realizadas, buscando visualizar desvios que possam ocasionar problemas de não qualidade, retrabalhos, não conformidades, desperdícios, que devem ser verificados, analisados e solucionados.

Para análise dos aspectos de preenchimento dos itens de formulação de um indicador através de estudos realizados, montou-se o Quadro 1:

**Quadro 1 - Critérios para Formulação dos Indicadores**

ITEM	ASPECTOS A SEREM CONSIDERADOS
Nome do Indicador	O nome associado ao indicador deve ser simples de ser compreendido, representar o que se deseja e se possível estar associado a uma sigla simples de ser lembrada por ter associação com o nome.
Objetivo	Deve determinar exatamente o que é esperado na utilização do indicador. Deve indicar o que está sendo analisado e qual a finalidade, direcionando a ação da avaliação.
Justificativa	Além da justificativa implícita de desenvolver a avaliação da qualidade, o indicador deve ter associado a si um conjunto de justificativas específicas que determinem a importância ou motivo pelo qual deve-se utilizá-lo.
Ambiente	O indicador deve estar associado a uma estrutura conceitual, definindo o ambiente da produção em que está inserido e qual esforço pela qualidade está relacionado.
Meta	Deve proporcionar a comparação mensurável do resultado obtido. A meta associada a um indicador deve ser possível de ser alcançada.
Equação	Deve ser preferencialmente, simples na obtenção dos valores para o cálculo e também para ser calculada. Deve ser associada a taxas e não a números absolutos para que se possa obter comparações de forma clara.
Elemento	Deve definir de forma objetiva as fronteiras que definem a validade, aplicação ou utilidade.
Responsável pela coleta	Deve restringir os profissionais que podem realizar as avaliações pertinentes e a coleta de dados.
Responsável pela análise de dados	Deve definir os profissionais capacitados a analisar os dados fornecidos pelo indicador.
Fator	Deve combinar os componentes relacionados ao indicador, formando um elemento único.
Medida	Deve indicar quais as unidades de medida podem ser utilizadas pelo indicador.

Fonte: Adaptado dos conceitos para elaboração de indicadores de Paladini (2002).

### 3 Metodologia

Este trabalho se apresenta, quanto aos seus objetivos, como uma pesquisa exploratória e descritiva, pois buscou uma maior familiaridade com o processo produtivo da empresa, na qual foram descritas as características do processo observado como objetivo propor indicadores de desempenho da qualidade no processo de fabricação de peças para montagem de estruturas metálicas.

Segundo Gil (1996), a pesquisa exploratória pretende possibilitar maior familiaridade com o problema, objetivando tornar os resultados mais explícitos ou construir hipóteses. E sobre a pesquisa descritiva, de acordo com Silva (2006), visa descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Ela observa, registra, analisa e faz a correlação de fatos ou fenômenos sem manipulá-los (CERVO; BERVIAN,2002).

Quanto aos procedimentos, caracteriza-se como um estudo bibliográfico e estudo de caso. A pesquisa bibliográfica utiliza-se de materiais já publicados, como livros, artigos e documentos e também informações disponibilizadas na internet, realizando-se um levantamento e análise do que se relaciona e do que já tem produzido sobre o tema da pesquisa. O estudo de caso trata-se de uma abordagem metodológica de investigação especialmente adequada quando procuramos compreender, explorar ou descrever acontecimentos e contextos complexos, nos quais estão simultaneamente envolvidos diversos fatores.

Quanto à abordagem, a pesquisa de campo apresentou uma abordagem qualitativa e quantitativa. Caracteriza-se como qualitativa, pois busca descrever a natureza do problema de estudo, através da observação e descrição, e quantitativa por utilizar-se de procedimentos estatísticos para análise de tal problema.

Neste trabalho, a amostra estudada é representada pela empresa Vão Livre S/A, líder em estruturas metálicas no Norte e Nordeste do Brasil, localizada na cidade de Campina Grande-PB, que é a segunda mais populosa do estado da Paraíba e considerada um dos principais pólos industriais e tecnológicos da Região Nordeste do Brasil.

Para o procedimento da coleta de dados foi realizadas análise de relatórios de inspeções e entrevistas. Inicialmente foi realizada uma pesquisa sobre a situação atual da qualidade na empresa em aspectos como: gestão, modelo adotado, concepção empresarial, agentes de qualidade e equipe. A seguir, houve a verificação de quais medidas poderiam ser adotadas a fim de melhorar a qualidade no processo produtivo.

A pesquisa buscou a verificação de não conformidades no processo produtivo. As verificações pertinentes quanto às não conformidades também podem ser observadas no diagnóstico da situação atual do processo produtivo servindo como critérios para avaliação do que constitui um item não conforme nesse processo.

Nesse sentido, para contribuir com a verificação e controle de não conformidades, foram determinadas as ferramentas da qualidade que pudessem ser utilizadas em conjunto com os indicadores. A maior ênfase vai para a elaboração de fichas de verificação, obtidas mediante entrevistas com os inspetores e análise de documentos informais. Essas fichas são usadas como suporte para a elaboração dos indicadores e das outras ferramentas da qualidade.

A análise e avaliação do processo de beneficiamento das peças metálicas também fomentaram a determinação de indicadores de qualidade que incluídos no ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Action) estabelecem formas de se analisar, identificar e avaliar quais ferramentas de controle de qualidade será eficaz para a eliminação gradativa das perdas no processo produtivo. Para isso, o método do ciclo PDCA foi estudado, verificando seus princípios e a forma como este poderia ser implantado em empresas de construções com base em estruturas metálicas.

#### 4 Apresentação e análise dos resultados

Os indicadores da qualidade podem ser utilizados para medir os resultados de ações realizadas, buscando visualizar desvios que possam ocasionar problemas de não qualidade e que devam ser verificados, analisados e solucionados. Cada indicador fornece uma meta para ser atingida, que pode ser o valor ideal, situação em que os indicadores de não qualidade tivessem como resultado zero ocorrências de defeitos e falhas. Por vezes esse valor ideal está longe de ser obtido, então pode gerar o valor da meta com bases estatísticas, a partir de resultados anteriores e proceder às melhorias através do acompanhamento dos resultados.

O período de tempo de coleta e organização dos dados de forma que possam ser acompanhados e analisados, deve ser apropriado para cada caso, de modo que não seja longo demais, inviabilizando a intervenção para melhoria do processo e não seja um período demasiadamente curto, de forma que os dados não sejam significativos para análise. Desse modo, cada indicador terá um período próprio para sua avaliação.

Após serem feitas as verificações, com o auxílio dos indicadores da qualidade, de que um processo está fora de controle, às causas destes distúrbios devem ser identificadas com a ajuda das ferramentas da qualidade. Estas possuem recursos visuais, que facilitam o entendimento por parte de todos os envolvidos no processo dos números gerados pelos indicadores. As ferramentas da qualidade mostram-se úteis na verificação de problemas da indústria em geral e são muitas vezes utilizadas sem a devida formulação teórica. Quando utilizadas de forma correta elas podem ser proveitosas para a estratificação das causas de não conformidades e suas origens, auxiliando na eliminação destas.

O Fluxograma do processo produtivo, contendo a sequência do processo e inspeções entre as etapas, mostra em que pontos podem ser necessários os indicadores para o acompanhamento dos resultados de entrega de insumos e para o controle de não conformidades relacionadas às peças em execução e acabadas. As folhas de verificação deverão ser utilizadas para anotação das ocorrências de não conformidades e têm por objetivo documentar os incidentes a fim de que estes dados possam ser utilizados por outras ferramentas da qualidade, assim como pelos indicadores da qualidade.

Dever haver uma delimitação de uma meta ou meta ideal para o processo, podendo ser gerado um valor para a meta com base em um Gráfico de Controle e considerações sobre o que deveria ocorrer para a melhoria do processo. Sendo assim, antes da análise do indicador, seria usada a ferramenta do Gráfico de Controle para o auxílio na obtenção da meta. Em seguida esta meta será comparada com o resultado obtido e se o processo estiver fora de controle, serão verificadas soluções para que o mesmo volte a seu estado normal.

Essa verificação é realizada através da estratificação, para a separação por motivos que levaram as ocorrências destas não conformidades. Desta forma esses casos devem ser estratificados a fim de verificar quais das causas devem ser tratadas com prioridade. A estratificação dos tipos de não conformidades pode ser visualizada de forma rápida por um Diagrama de Pareto, sinalizando assim as causas que devem ter prioridade em serem sanadas, por terem maior incidência ou por serem mais prejudiciais ao processo.

Em seguida as possíveis causas para esses eventos podem ser mapeadas através de um diagrama de causa e efeito. O Diagrama de Causa e Efeito conduz a uma grande quantidade de causas, sem estabelecer exatamente quais as raízes do problema. É uma ferramenta útil para o levantamento de direcionadores e para estabelecimento da relação entre o efeito e suas causas, contudo não indica necessariamente as causas que devem efetivamente ser atacadas.

Já o Histograma fornece o acompanhamento sistemático dos resultados alcançados. Pode ser utilizado para demonstrar graficamente a incidência de não conformidades no momento da entrada dos materiais ao longo dos meses, a fim de se acompanhar se estas estão aumentando, diminuindo ou se estão no mesmo nível. Os pedidos que forem entregues com defeitos ou atraso por responsabilidade do fornecedor devem ter acompanhamento periódico

para verificar se esses tendem a aumentar. Isso pode ser acompanhado por meio de um histograma para visualizar de forma rápida como esses valores se comportam ao longo dos períodos estipulados para a análise de cada fornecedor como também das peças em execução ou acabadas. Os dados obtidos com os indicadores podem ainda ser tratados de forma conjunta através de um Diagrama de Dispersão a fim de verificar se existe correlação significativa entre eles.

## 4.1 Acompanhamento do Processo Produtivo

### 4.1.1 Entrada de Materiais

O processo produtivo analisado tem seu início na fase de elaboração e detalhamento do projeto. É nesta fase que são colocados no papel os propósitos e expectativas dos clientes, baseados no projeto arquitetônico fornecido. A seguir vem à etapa de detalhamento dos insumos a serem utilizados, que é importante para o cumprimento do cronograma da forma como foi planejado. Por isso a importância do estado do material em estoque, devidamente inspecionado e dentro das especificações das Normas e legislações.

Referentes às matérias-primas não conformes, propõe-se utilizar o indicador INC em (Indicador de não conformidades na entrada de material), definido no Quadro 2. Este indicador irá analisar se o fornecedor encontra-se em conformidade estabelecida pelo controle estatístico de processos ou se serão necessárias intervenções para melhorias no processo de recebimento de materiais.

**Quadro 2 - Indicador de não conformidades na entrada de material**

<b>INCem</b>	Indicador de Não conformidades na entrada de material
<b>Objetivo</b>	Mensurar as não conformidades do na entrada de material
<b>Processo em que está inserido</b>	Entrada de material no estoque
<b>Periodicidade</b>	Mensal
<b>Responsável pela coleta</b>	Inspetor de Entrada de material
<b>Equação do Indicador</b>	<b>INCem:</b> $\frac{\sum \text{não-conformidades}}{\text{totalproduzido}} \times 100$

Fonte: Elaboração Própria

Avaliando o resultado do indicador perante a sua meta, pode-se verificar se o processo de inspeção realizado na entrada dos materiais está ou não sob controle. Se o mesmo estiver sob controle os dados devem ser armazenados para futuras implementações nos gráficos de controle, a fim de gerar valores atualizados para a meta, objetivando melhorias do processo de controle. Se o processo não estiver sob controle, os dados devem ser usados num Diagrama de Pareto para descobrir quais são as não conformidades com maior incidência nos materiais. Desta forma fica fácil observar qual o maior problema e tentar descobrir suas causas. Para a obtenção das causas utiliza-se o Diagrama de Causa e Efeito, a fim de tentar listar todos os motivos, ou os mais significativos.

### 4.1.2 Etapa de Corte e Furação das Chapas e Perfis

Nesta etapa, onde é permitida a alimentação da máquina de corte e furação de perfis e chapas, através de uma análise dimensional podem ser encontradas as seguintes não conformidades: falha no espaçamento dos furos; tamanho incorreto dos furos e tamanho incorreto da espessura da chapa. Com o intuito de calcular a frequência destas não conformidades recomenda-se a utilização do indicador mostrado no Quadro 3:

**Quadro 3 - Indicador de não conformidades de corte e furação**

<b>INCcf</b>	Indicador de Não conformidades de Corte e Furação
<b>Objetivo</b>	Mensurar as não conformidades do processo de corte e furação
<b>Processo em que está inserido</b>	Processo corte e furação
<b>Periodicidade</b>	Mensal
<b>Responsável pela coleta</b>	Inspetor de Corte e furação
<b>Equação do Indicador</b>	$\text{INCcf} : \frac{\sum \text{nãoconformidades}}{\text{totalproduzido}} \times 100$

Fonte: Elaboração Própria

Mensurado este indicador torna-se fácil identificar as principais fontes do retrabalho existentes no processo de corte e furação, buscando soluções para minimizar as perdas recorrentes neste processo. Se este indicador estiver dentro do valor estipulado para a meta, seus dados devem ser armazenados para futuras implementações nos gráficos de controle.

#### 4.1.3 Armação e Montagem das Chapas e Perfis

Na etapa ocorre a união dos componentes das chapas cortadas com o perfil cortado mediante utilização da solda elétrica com eletrodo revestido, sendo denominado de setor de Armação ou montagem de componentes que consiste em posicionar e fixar todos os componentes de determinada peça. No processo de armação, após a inspeção visual e dimensional podem ser observados os seguintes defeitos: abertura de chanfro; abertura entre uma solda e outra; ponteamto e alinhamentos incorretos. Objetivando verificar a frequência em que ocorrem tais defeitos no processo propõe a implantação do indicador representado no Quadro 4:

**Quadro 4 - Indicador de não conformidades de armação**

<b>INCa</b>	Indicador de Não conformidades de Armação
<b>Objetivo</b>	Mensurar as não conformidades do processo de armação
<b>Processo em que está inserido</b>	Processo de armação
<b>Periodicidade</b>	Mensal
<b>Responsável pela coleta</b>	Inspetor de armação
<b>Equação do Indicador</b>	$\text{INCa} : \frac{\sum \text{nãoconformidades}}{\text{totalproduzido}} \times 100$

Fonte: Elaboração Própria

Com base na análise deste indicador observa as incidências de não conformidades nesta etapa, viabilizando a busca por soluções para minimizar estas ocorrências, aumentando assim o grau de eficiência do processo. Visto que a qualidade no processamento desta etapa impacta totalmente no desempenho da etapa seguinte, a soldagem das peças.

Neste momento é verificado se o valor obtido encontra-se dentro da meta estipulada. Se este valor estiver acima da meta, pode ser feito um gráfico de Pareto, a fim de visualizar de forma rápida quais os defeitos mais frequentes nas peças e a partir daí utilizar o diagrama de causa e efeito para tentar descobrir quais as causas que levaram aos maiores índices de não conformidades.

#### 4.1.4 Soldagens das Peças

Esta etapa é caracterizada pela soldagem ou preenchimento com solda do chanfro da peça. As maiores não conformidades estruturais encontradas são: trincas; poros; deposição

excessiva; falta de deposição e mordeduras. Para tanto, com a finalidade de mensurar o índice de não conformidades formulou-se o indicador mostrado a seguir.

**Quadro 5 - Indicador de não conformidades de Soldagem**

<b>INCs</b>	Indicador de Não conformidade na Soldagem
<b>Objetivo</b>	Avaliar o índice de retrabalho verificado na soldagem
<b>Processo em que está inserido</b>	Soldagem
<b>Periodicidade</b>	Mensal
<b>Responsável pela coleta</b>	Inspetor de soldagem
<b>Equação do Indicador</b>	$\text{INCs} : \frac{\sum \text{não-conformidades}}{\text{totalproduzido}} \times 100$

Fonte: Elaboração Própria

Caso o resultado do indicador INCs (Indicador de não conformidades solda) esteja fora do padrão estipulado como meta, os resultados devem ser analisados para que possam ser descobertas quais as causas deste desvio. Essa avaliação deve ser feita primeiramente elaborando um Gráfico de Pareto, para a melhor visualização dos tipos de defeitos encontrados nas armaduras prontas e em seguida deve verificar quais destes devem ser acompanhados com o auxílio de outras ferramentas da qualidade.

Depois de determinados quais são os defeitos mais relevantes a serem verificados e solucionados, para diminuir a quantidade de defeitos, deve ser realizado um Diagrama de Causa e Efeito, com o propósito de detalhar todas as possíveis causas de geração das não conformidades.

#### 4.5 Tratamento de Superfície

Neste processo de limpeza através de escova de aço, a inspeção é realizada de forma visual e as não conformidades que surgem com mais frequência são: rebarbas da solda, traço de óleo, aparecimento de graxa entre outros contaminantes encontrados na superfície da estrutura metálica, deixando a peça pronta para a pintura.

<b>INCs</b>	Indicador de Não conformidades de Tratamento de Superfície
<b>Objetivo</b>	Mensurar as não conformidades do tratamento de superfície
<b>Processo em que está inserido</b>	Processo de tratamento de superfície
<b>Periodicidade</b>	Mensal
<b>Responsável pela coleta</b>	Inspetor de Tratamento de superfície
<b>Equação do Indicador</b>	$\text{INCs} : \frac{\sum \text{não-conformidades}}{\text{totalproduzido}} \times 100$

**Quadro 6 - Indicador de não conformidades de tratamento de superfície**

<b>INCs</b>	Indicador de Não conformidades de Tratamento de Superfície
<b>Objetivo</b>	Mensurar as não conformidades do tratamento de superfície
<b>Processo em que está inserido</b>	Processo de tratamento de superfície
<b>Periodicidade</b>	Mensal
<b>Responsável pela coleta</b>	Inspetor de Tratamento de superfície
<b>Equação do Indicador</b>	$\text{INCs} : \frac{\sum \text{não-conformidades}}{\text{totalproduzido}} \times 100$

Fonte: Elaboração Própria

Ao ser detectada uma não conformidade, está será anotada na Folha de Verificação, para avaliação dos valores encontrados ao final da inspeção. Pode ser feito um Gráfico de Pareto, a fim de visualizar de forma rápida quais os defeitos mais frequentes nas peças e a partir daí utilizar o Diagrama de Causa e Efeito para tentar descobrir quais as causas que levaram aos maiores índices de não conformidades.

#### 4.1.6 Pintura das Peças Metálicas

Na última etapa do processo produtivo, antes de serem encaminhadas para o estoque de peças acabadas, todos os dados devem ser considerados, destacando-se o ambiente, substrato, a preparação de superfície, as tintas, a sequência de aplicação, o número de demãos, as espessuras, os tipos de aplicação e as condições de trabalho a que estará submetida à superfície. Com objetivo de mensurar a ocorrência de falhas após o processo de pintura, indica-se a utilização do indicador do Quadro 7:

**Quadro 7- Indicador de não conformidades de pintura**

<b>INCp</b>	Indicador de Não conformidades de pintura
<b>Objetivo</b>	Mensurar as não conformidades de pintura
<b>Processo em que está inserido</b>	Processo de pintura
<b>Periodicidade</b>	Mensal
<b>Responsável pela coleta</b>	Inspetor de Pintura
<b>Equação do Indicador</b>	$\text{INCp: } \frac{\sum \text{naoconformidades}}{\text{totalproduzido}} \times 100$

Fonte: Elaboração Própria

Após o término da inspeção do processo de pintura, se reprovadas, as peças voltam ao processo atual ou se aprovadas, são encaminhadas para o estoque de peças acabadas. Ao ser detectada uma não conformidade, está será anotada na Folha de Verificação de não conformidades para o processo de pintura. Neste momento é verificado se o valor obtido encontra-se dentro da meta estipulada. Se este valor estiver acima da meta, pode ser feito um Gráfico de Pareto, a fim de visualizar de forma rápida quais os defeitos mais frequentes nas peças acabadas e a partir daí utilizar o Diagrama de Causa e Efeito para tentar descobrir quais as causas que levaram aos maiores índices de não conformidades. Em seguida deve verificar quais destes devem ser acompanhados com o auxílio de outras ferramentas da qualidade.

#### 4.2 Aplicação do Ciclo PDCA na Fabricação de Peças para Estruturas Metálicas

O ciclo PDCA é um método para melhoria contínua que deve ser aplicado em quatro fases distintas conforme descrito a seguir.

**“P” – PLANEJAR** – Deve-se iniciar com a identificação do problema onde a questão a ser analisada é a obtenção incremental da melhoria da qualidade e da produtividade com a possível redução de falhas e retrabalho nas etapas de fabricação peças metálicas. Os problemas podem ser ocasionados por atraso no andamento do processo produtivo, assim como por constantes acertos oriundos de materiais não conformes ou de ineficiência da mão-de-obra. Esses fatores que geram custos adicionais à fabricação devem ser eliminados.

Em seguida, deve-se estabelecer a meta. Para que essa seja atingida o indicador deve tender a zero, ou seja, sanar as ocorrências de não conformidades na chegada dos materiais no estoque além de conseguir que as peças passem nas inspeções durante o processo produtivo sem nenhum defeito. Para que isso ocorra, a meta pode ser conseguida de forma incremental, de acordo com resultados obtidos anteriormente e analisados pelas cartas de controle.

“**D**” – **EXECUTAR** - Nesta fase colocam-se em prática as medidas para a obtenção de dados, a fim de que estes possam ser analisados nas etapas posteriores, encontrando-se as principais causas de não conformidades na entrega de materiais e na produção das peças metálicas. Desta forma podem ser propostos métodos para que estas ocorrências sejam combatidas até a obtenção das metas.

“**C**” – **VERIFICAR** - Nessa etapa são verificadas as ações realizadas na etapa anterior. Deve-se estar atento a todos os indicadores propostos na etapa do planejamento, sendo monitorados na etapa da execução, estudando-os minuciosamente, exprimindo quais ações obtiveram os melhores resultados e quais não alcançaram o desempenho desejado, se já estão dentro das metas propostas. Se afirmativo, a próxima etapa deve introduzir um protocolo a ser seguido rotineiramente para que este resultado se mantenha estável. Caso o resultado dos indicadores não esteja dentro da meta almejada, devem ser verificadas, por meio das ferramentas da qualidade, quais serão as maiores causas para o efeito indesejado e inicia-se então, na próxima fase, a construção de um plano de ação para que os desvios sejam eliminados.

“**A**” – **ATUAR** - A última fase do ciclo PDCA é caracterizada pelo processo de padronização das medidas realizadas e dos indicadores utilizados, caso a meta tenha sido alcançada e não sejam necessários ajustes nos métodos e nos indicadores utilizados para o monitoramento destes. Se a meta não for alcançada, faz-se necessária a implantação de medidas corretivas para a melhoria do processo e a análise dos indicadores, a fim de verificar se estes são realmente adequados às necessidades do trabalho. Inicia-se então um novo ciclo para a nova verificação dos resultados e dos métodos utilizados. Quando finalmente a meta pretendida é alcançada ocorre à padronização dos métodos e dos indicadores para o acompanhamento sistemático dos resultados.

## 5 Considerações Finais

O estudo constou de uma proposta metodológica de verificação dos resultados em cada etapa do processo produtivo de peças para estruturas metálicas. Foi feito um ordenamento das ferramentas da qualidade que pudesse auxiliar em cada etapa do processo.

As ferramentas da qualidade foram avaliadas de modo a que pudessem ser utilizadas no rastreamento e eliminação das causas de não qualidade no setor. Da mesma forma, a metodologia do ciclo PDCA apresentou-se como um modo de sistematização para que o processo produtivo pudesse incorrer em melhoria incremental de seus métodos de trabalho.

Esta metodologia inclui um sequenciamento de indicadores da qualidade, formulados especificamente para o processo produtivo em questão. Esse fluxo de atividades permite avaliar a qualidade relacionada a não conformidades na entrada de matéria-prima para o estoque, assim como os problemas gerados entre as etapas de beneficiamento das peças metálicas. Desta forma, são verificados quais os pontos críticos para o controle de qualidade que devem ter prioridade em seu controle.

Em função da metodologia proposta, verifica-se que é possível implementar uma sequência de indicadores da qualidade e produtividade, de forma que se possa controlar e melhorar o nível de não-conformidade, além de reduzir o custo processual por meio do rastreamento e eliminação das causas destas não-conformidades.

Estes métodos associam-se também às rotinas de inspeções já existentes nas fases do processo a fim de que se possam realizar as melhorias de forma incremental, elevando assim a qualidade do produto final e reduzindo o tempo e os custos.

Através deste estudo pode-se constatar que a gestão da qualidade com foco no uso de indicadores para o rastreamento das origens desses eventos nas etapas de produção das estruturas metálicas pode ser ajustada e aprimorada para as etapas seguintes, como também para a execução destas etapas em outros empreendimentos.

Para o aprofundamento do tema abordado nesta pesquisa, são sugeridos alguns temas para trabalhos futuros que podem vir a complementar o presente trabalho: realizar um estudo e aplicação envolvendo as Sete Ferramentas gerenciais para auxiliar na execução do processo de melhoria contínua; realizar estudos de tempos e movimentos que venham agregar valor a pesquisa e a empresa; e verificar os custos incorridos no processo produtivo e os custos de implantação das melhorias.

### **Referências**

CAMPOS, V. F., **Gerência da Qualidade Total: Estratégia para Aumentar a Competitividade da Empresa Brasileira**. Belo Horizonte, MG, 1990.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade: Conceitos e Técnicas**. Ed. Atlas. São Paulo, 2010.

CROSBY, P.B. **Qualidade sem lágrimas: a arte da gerência descomplicada**. Rio de Janeiro: José Olímpio. 1992.

DEMING, W.E. **Qualidade: a revolução da administração**. Ed. Marques Saraiva, 1990.

FEIGENBAUM, Armand V. **Controle da Qualidade Total**. São Paulo. Makron Books, 1994.

GIL, A. C. **Como Elaborar um Projeto de Pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

JURAN, J. M. **Planejamento para a qualidade**. 3ª edição. São Paulo: Pioneira, 1995.

KUME, H., **Métodos Estatísticos para Melhoria da Qualidade**. São Paulo, Editora Gente, 1993.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao Controle estatístico de qualidade**. 4. Ed. Rio de Janeiro: LTC; 2004.

PALADINI, E. P., **Avaliação Estratégica da Qualidade**. São Paulo, Atlas, 2002.

PALADINI, E. P., **Gestão da Qualidade: Teoria e Prática**. São Paulo, Atlas, 2004.

PIMENTEL, R. A. da S., **Modelos de Gestão: Qualidade e Produtividade**. Centro Universitário UniNilton Lins, Disponível em <http://www.alexlocchi.pro.br/MGQP.doc> acesso em 27/03/2013.

**VÃO LIVRE INDÚSTRIA E CONSTRUÇÕES S/A**. Disponível em: [www.vaolivres.com.br](http://www.vaolivres.com.br). Acesso em: 06 de Março de 2013.