

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

GISELA TIOSSI CAPASSO

**OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE EXTRUSÃO DE PERFIS DE
ALUMÍNIO ATRAVÉS DE ANÁLISE DE NÃO CONFORMIDADES**
TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO

Medianeira

2015

GISELA TIOSSI CAPASSO

**OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE EXTRUSÃO DE PERFIS DE
ALUMÍNIO ATRAVÉS DE ANÁLISE DE NÃO CONFORMIDADES**

TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação, em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial à disciplina de TCC2.

Orientador: Prof. Me. Edson H. P. Junior

Medianeira

2015



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Medianeira
Coordenação de Engenharia de Produção
Engenharia de Produção



TERMO DE APROVAÇÃO

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE EXTRUSÃO DE PERFIS DE ALUMÍNIO ATRAVÉS DE ANÁLISE DE NÃO CONFORMIDADES

por

Gisela Tiozzi Capasso

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 20 de novembro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Edson Hermenegildo Pereira Junior
Prof. Orientador

Neron Alipio Cortes Berghauser
Membro titular

Marlos Wander Grigoletto
Membro titular

– O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso –

Dedico este trabalho a minha mãe, heroína que me deu apoio e incentivo nas horas difíceis de desânimo e cansaço. Que tem sido exemplo de força, superação e sucesso, tornando-se a cada dia um modelo a ser seguido por mim e por todos que almejem ter orgulho do que fizeram na vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu orientador Prof. Me. Edson Hermenegildo Pereira Junior, pela paciência, dedicação, incentivo e sabedoria compartilhada para comigo que muito me auxiliou na conclusão deste Trabalho. Meu enorme carinho e agradecimento.

A minha família pelo apoio, incentivo, compreensão, amor e principalmente pelo companheirismo, sempre estando ao meu lado quando precisei. Pai, se orgulhe de mim aí de cima.

Meus agradecimentos à minha grande amiga Thamara Cassiano por ter estado ao meu lado em todos os momentos de fé e de luta. Colegas de curso e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

Agradeço a todos os professores por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender. A palavra mestre, nunca fará justiça aos professores dedicados aos quais sem nominar terão os meus eternos agradecimentos.

Agradeço a esta universidade que se fez minha casa e minha família durante esta jornada.

Gostaria de agradecer também a empresa estudada por terem aberto suas portas, e aos profissionais entrevistados, pela concessão de informações valiosas para a realização deste estudo.

Enfim, a todos que, com boa intenção, direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

"Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é
senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria
menor se lhe faltasse uma gota."

Madre Teresa de Calcutá.

RESUMO

CAPASSO, T. Gisela. **Otimização do processo de extrusão de perfis de alumínio através de análise de não-conformidades**. 2015. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

O presente estudo teve como objetivo a análise das causas-raiz da ocorrência de não conformidades no processo de extrusão de perfis de alumínio a fim de criar procedimentos para sua mitigação visando diminuir a incidência de peças defeituosas, custos de reprocesso e desperdício de recursos. As causas apontadas foram estratificadas em gráficos de controle e aplicadas técnicas de qualidade para acompanhar o comportamento das variáveis que afetam o processo. As ferramentas da qualidade que foram usadas são: Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa e a planilha 5W2H. Nesta perspectiva, visou à otimização do processo de extrusão de perfis de alumínio para melhoria da produtividade, qualidade e confiabilidade do processo. O estudo mostrou-se satisfatório pois foram identificadas as principais causas da ocorrência das não conformidades por meio da utilização das ferramentas da qualidade e foram propostos mecanismos para sua diminuição.

Palavras-chave: extrusão de perfis de alumínio; não conformidades; análise de falhas; controle de qualidade; confiabilidade do processo.

ABSTRACT

CAPASSO, T. Gisela. **Optimization of the extrusion process of aluminum profiles through nonconformities analysis.** 2015. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

The main focus of this work is to analyze the root causes of occurrence of nonconformities in the extrusion process of aluminum profiles and create procedures for disposal in order to decrease the incidence of defective parts, rework costs and waste of resources. The causes given are stratified into control charts and apply quality techniques to track the behavior of the variables that affect the final product. The quality tools that will be used are, among others, Ishikawa Diagram, PDCA cycle analysis method of failure modes and effects analysis (FMEA) and 5W2H. In this perspective, this study aims at optimizing the extrusion process of aluminum profiles for improved productivity, quality and process reliability.

Key-words: extrusion of aluminum profiles; nonconformities; failure analysis; quality control, process reliability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Dinâmica do sistema produtivo.....	16
Figura 2 - Ondas da qualidade.....	21
Figura 3 - Diagrama de Ishikawa.....	25
Figura 4 - Representação de um fluxograma.....	26
Figura 5 - Folha de verificação.....	27
Figura 6 - Gráfico de controle.....	28
Figura 7 - Ciclo PDCA de Deming.....	29
Figura 8 - Ciclo de uma não-conformidade.....	33
Figura 9 - Modelo de relatório de não-conformidade (RNC).....	34
Figura 10 - Prensa de extrusão de alumínio.....	35
Figura 11 - Conjunto ferramental de perfil sólido (1) e Conjunto ferramental de perfil tubular (2).....	38
Figura 12 - Etapas da pesquisa.....	42
Figura 13 - Fluxograma do processo de extrusão.....	45
Figura 14 - Preparação da extrusora (a) e montagem das ferramentas (b).....	46
Figura 15 - Corte do tarugo (a) e início da extrusão (b).....	46
Figura 16 - Corte a quente (a) e Inspeção visual (b).....	47
Figura 17 - Esticagem do perfil.....	47
Figura 18 - Corte do perfil. Fonte: O autor.....	48
Figura 19 - Acomodação dos perfis no cesto (a).....	48
Figura 20 - Acomodação dos perfis no cesto (b).....	49
Figura 21 - Forno de tratamento térmico.....	49
Figura 22 - Não conformidades no processo de extrusão.....	51
Figura 23 - Diagrama de Pareto das não conformidades.....	52
Figura 24 - Amassamento do perfil (a).....	53
Figura 25 - Amassamento do perfil (b).....	53
Figura 26 - Amassamento do perfil (c).....	53
Figura 27 - Diagrama de Ishikawa para amassamento.....	54
Figura 28 - Valoração das causas.....	55
Figura 29 - Planilha 5W2H para o amassamento.....	56
Quadro 1 - Sistemas de produção e suas características.....	17
Quadro 2 - Eras da qualidade.....	22
Quadro 3 - Trilogia Juran.....	23
Quadro 4 - Quadro explicativo do método 5W2H.....	30
Quadro 5 - Tipos de extrusão.....	36
Quadro 6 - Variáveis do processo de extrusão.....	37
Gráfico 1 – Ranking geral da escala de significância das causas.....	55

LISTA DE SIGLAS

CEP	Controle Estatístico do Processo
Cp	Controle do Processo
Cpk	Índice da Capacidade do Processo
CQ	Controle de Qualidade
NC	Não-conformidade
NPR	Número de prioridades de risco
RNC	Relatório de não-conformidade
TQC	Controle de Qualidade Total
TQM	Administração Total da Qualidade

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....	15
3.2 TIPOS DE SISTEMA DE PRODUÇÃO	16
3.4 HISTÓRIA DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	18
3.5 QUALIDADE.....	20
3.6 FERRAMENTAS DA QUALIDADE.....	24
3.7 PROCESSO DE EXTRUSÃO DO ALUMÍNIO.....	35
3.8 MERCADO DO ALUMÍNIO	38
4 MATERIAIS E MÉTODOS	40
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	40
4.2 METODOLOGIA DA PESQUISA	40
4.3 ETAPAS DA PESQUISA.....	42
4.4 ETAPA 1.....	43
4.5 ETAPA 2.....	43
4.5.2 ANÁLISE DOCUMENTAL E DE PROCESO	43
4.5.3 COLETA DE DADOS	44
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
5.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE EXTRUSÃO DA EMPRESA	45
5.2 IDENTIFICAÇÃO DAS NÃO CONFORMIDADES NO PROCESSO DE EXTRUSÃO.....	50
5.3 APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE	51
6 CONCLUSÃO	58
REFERÊNCIAS.....	61
Apêndice A – Procedimentos operacionais padrão.....	66

1 INTRODUÇÃO

O panorama do setor de extrudados é altamente positivo, presente em um número crescente de empreendimentos dos mais diversos portes e categorias, a extrusão do alumínio firma-se com importância na expectativa positiva justificada pelo bom desempenho de alguns setores, como construção civil e transportes.

Segundo a Associação Brasileira de Alumínio (ABAL), o mercado brasileiro de extrudados apesar da pequena desaceleração presente neste ano de 2015, desde 2004 tem apresentado crescimento. Portanto, torna-se necessário o pleno atendimento das expectativas e necessidades dos clientes, de forma que as empresas sobrevivam em um ambiente de intensa competição. Por outro lado, o avanço tecnológico proporcionou vertiginoso acréscimo nos cinco objetivos de desempenho da produção, quais sejam: qualidade confiabilidade, velocidade, flexibilidade e custos (LUSTOSA *et al.* 2008).

A competitividade está ligada diretamente à qualidade no fornecimento de produtos e serviços pelas empresas, e no cenário globalizado a administração de operações é que mais se destaca tanto positivamente na concepção de entrega de qualidade, serviços e tecnologias, quanto negativamente em nível de confiabilidade do produto e fidelização de clientes (DIAS, 2009).

Melhorar a eficiência econômica por meio da qualidade de um produto traz importantes benefícios tanto para quem produz este bem, quanto para quem compra. Esta qualidade só é alcançada mediante vários processos de testes, porém seu custo é uma questão complexa por existir muitos fatores que influenciam até chegar ao ponto de controle estabelecido. Pensando neste objetivo de alcançar a qualidade do produto que muitas empresas criam processos que permitem a avaliação das falhas potenciais utilizando relatórios de não conformidades (SILVA, 2011).

Estudos realizados em empresas alemãs com sistemas de manufatura tradicionais dos setores metal-mecânico e químico mostraram que durante a produção, em média, 60% das não conformidades ocorridas são recorrentes, isto é, já ocorreram do mesmo modo ou de modo semelhante no passado e consumiram em média 10% dos recursos de pessoal e máquinas (PACHECO, 2014).

O presente estudo demonstrará a importância da identificação e tratamento

das não conformidades no processo de extrusão de perfis de alumínio como meio de otimização deste processo por meio da identificação e tratamento de falhas potenciais, as quais melhorarão a competitividade da indústria no setor, garantindo qualidade aos seus clientes, proporcionando maior desempenho no processo e crescimento no segmento.

Essa importância é justificada pelo consumo de alumínio *per capita* que dobrou nos últimos dez anos no Brasil. Até o início de 2004, cada brasileiro consumia 3,8 kg de alumínio ao ano, valor que hoje supera os 7,5 kg. O número foi acompanhado de um volume de negócios sempre acima do crescimento do Produto Interno Bruto (PIB), com elasticidade média de 1,7 vezes – em 2013, por exemplo, o consumo cresceu 5,3%, ao passo que o PIB ficou na casa dos 2%. O crescimento dessa indústria foi um dos motores do país nos últimos dez anos – com participação média próxima a 4% no PIB industrial brasileiro. Os indicadores revelam que o setor não apenas aproveitou a onda de crescimento da classe C, com aumento da renda e do crédito disponível, como também fomentou o desenvolvimento do país (ABRE, 2014).

O consumo aparente de semimanufaturados de alumínio no país elevou-se à taxa média anual de 6,4%. As exportações apresentaram avanço ainda mais expressivo, de 10,4% ao ano, o que viabilizou a elevação da oferta nacional desses produtos a um ritmo acelerado (7% anuais). Essa expansão da indústria do alumínio no Brasil se deu num ambiente de crescimento econômico relativamente baixo (ALUMINIO).

Justamente por essa perspectiva as previsões são de alta constante: o Brasil deve chegar em 2025 manufacturando 3,7 milhões de toneladas de alumínio, segundo estudos da ABAL. Ainda há muito mercado para crescer, tendo em vista a média mundial de consumo de 25 kg de alumínio per capita nos países desenvolvidos. Para tanto, são dois os principais desafios: o resgate da competitividade, e por outro lado, a indústria precisa continuar a alimentar novos ciclos de investimento em eficiência e melhoria contínua (ABRE, 2014).

Segundo Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) “Uma organização é tão eficaz quanto seus processos”, cada atividade dentro de um processo deve agregar valor a sua precedente, buscando a eliminação de falhas e dos custos desnecessários.

No primeiro trimestre de 2015 a indústria estudada alcançou uma produção média de 122 toneladas de perfis de alumínio beneficiados. Por outro lado, a média

de rejeições devido a falhas no processo de extrusão foram de 4,2 toneladas. Isso representa que aproximadamente 5% da produção total no primeiro trimestre deste ano foram destinadas a sucata.

Em relação às devoluções feitas por clientes neste mesmo período, ou seja, o produto foi enviado ao cliente e devolvido para a indústria devido a defeitos decorrentes do processo de extrusão, resultam numa média de 2,4 toneladas.

Somando-se os rejeitos e as devoluções tem-se um índice de não conformidades no processo de 6%.

Portanto, tendo em vista o quanto as não conformidades representam dentro do processo, serão explorados relatórios de não conformidades no tocante aos modos de falhas, que são elas: amassamento, riscados, arrancamento, bolha, barra torta, erro no dimensional do perfil, mancha, dureza, torção, corte errado, atrito, planicidade, faixa de extrusão, emenda, rugosidade, rasgos, barras encaixadas, ondulações, casca de laranja, corrida ruim, acabamento, quebra, relevo, entre outros.

Nesta perspectiva, justifica-se o presente trabalho com o intuito de mitigar a ocorrência das não conformidades mais relevantes presentes no processo de extrusão de perfis de alumínio atendendo a necessidade da indústria em melhorar seu processo, tendo em vista os altos níveis de devoluções e sucata presentes no mesmo, acarretando grandes índices de desperdícios e custos de remanufatura. Para isso, serão utilizadas ferramentas da qualidade e relatórios de não conformidade (RNC).

2 OBJETIVOS

A seguir encontram-se apresentados os objetivos geral e específicos do estudo de otimização do processo de extrusão de uma indústria de perfis de alumínio.

2.1 OBJETIVO GERAL

Otimizar o processo de extrusão de perfis de alumínio por meio de análise de não conformidades.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Identificar as não conformidades por meio de relatórios de não conformidades.
- b) Identificar as causas-raiz mais relevantes na ocorrência das não conformidades através de ferramentas da qualidade.
- c) Criar procedimentos padrão para a redução de não conformidades.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO

A função produção, seja de bens ou serviços, é fundamental para qualquer empresa, pois afeta diretamente o nível pelo qual ela satisfaz a seus consumidores (SLACK et al, 2009). Segundo Tubino (2009, pág.19) “a essência da função de produção consiste em adicionar valor aos bens ou serviços durante o processo de transformação”.

Para Moreira (2011) sistema produtivo é o conjunto de partes inter-relacionadas, as quais, quando ligadas, atuam de acordo com padrões estabelecidos sobre inputs (entradas) no sentido de produzir outputs (saídas).

Essa abordagem é tão utilizada que as empresas geralmente são estudadas como um sistema que transforma, via um processamento, entradas (insumos) em saídas (produtos) úteis aos clientes. Este sistema é chamado de sistema produtivo (TUBINO, 2009). Pode-se dizer que os sistemas produtivos tratam-se da intenção de produzir algum bem que gere ou agregue valor.

O sistema produtivo é como um conjunto de partes reunidas para auferir o mesmo intuito, as empresas normalmente são consideradas um sistema transformador de matéria prima em produto acabado, com valor agregado para os clientes, portanto intitula-se sistema produtivo (MOREIRA, 2011, TUBINO, 2009).

Um sistema de produção recebe insumos na forma de materiais, pessoal, capital, serviços públicos e informação. Esses insumos são modificados num sistema e transformação para os produtos ou serviços desejados, conforme ilustra a Figura 1. Esses produtos são monitorados para determinar se ele é aceitável em termos de quantidade, custo e qualidade (GAITHER; FRAZIER, 2002).

Para o sistema produtivo transformar insumos em serviços, necessita-se pensar em termos de prazos com planos e ações previstas, tornando-se tangível os eventos planejados pela empresa. Tais sistemas desenvolvem o embasamento para um ramo que tem se tornado cada vez mais notável para as empresas, o planejamento e controle da produção (PCP), uma vez que coordena o fluxo de

materiais do sistema de produção, por meio de fluxo de informações e decisões (TUBINO, 2009).

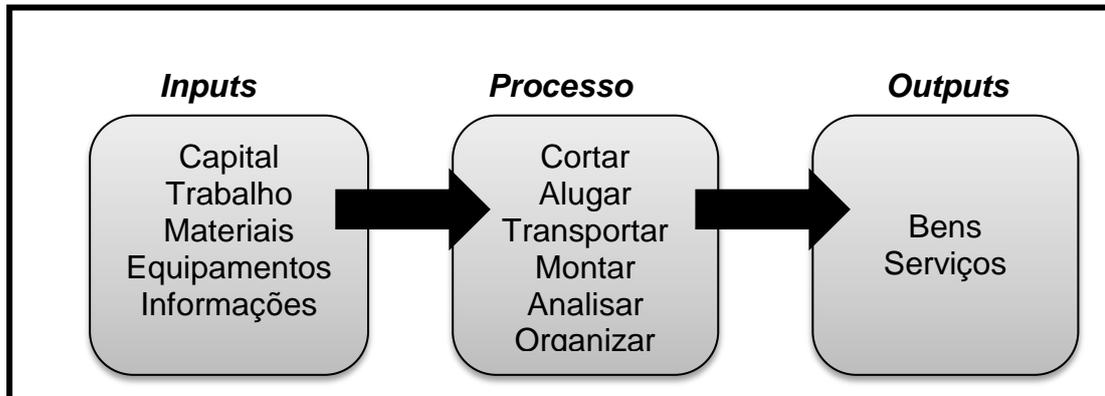


Figura 1 - Dinâmica do sistema produtivo.
Fonte: Adaptado de LUSTOSA et al, 2008, p. 19

A eficiência de qualquer sistema produtivo depende do planejamento, programação e controle de suas atividades. No entanto, alguns sistemas produtivos são mais difíceis de planejar e controlar do que outros devido à natureza imediata de suas operações (SLACK et al., 2009).

3.2 TIPOS DE SISTEMA DE PRODUÇÃO

A classificação dos sistemas produtivos tem como intenção auxiliar a percepção das peculiaridades específicas de cada tipo de produção e seu encadeamento com o planejamento e controle destes sistemas (TUBINO, 2009).

Muitos autores em Planejamento de Operações, há bastante tempo, vêm se utilizando o fluxo do produto como critério para classificar os sistemas de produção. Tal classificação, geralmente em três tipos principais com seus subtipos, se faz necessária, pois facilita a tarefa de escolha ou discriminação dos grupos de técnicas e outras ferramentas gerenciais que devem ser empregadas para programar a produção (SACOMANO e FUSCO, 2007, p. 30).

Ainda para Sacomano e Fusco (2007), os sistemas de produção são classificados em três grandes grupos e subgrupos, como: Sistemas de produção contínua que são sistemas onde o produto é obtido sem interrupções, numa linha contínua ou fluxo em linha, numa sequência única. Nos sistemas de produção intermitente a produção é feita em lotes e a sequência de operações deve ser

modificada para atender às necessidades do projeto construtivo do produto. É um sistema mais flexível que a produção contínua. Ambas estão subdivididas em dois grupos, conforme Quadro 1.

Tubino (2009), explica que no sistema de produção para grandes projetos cada projeto é considerado como sendo um único projeto, sem que haja, necessariamente, um fluxo de produto. Neste tipo de produção, os recursos devem adaptar-se ao produto, e as sequencias de tarefas são de longa duração, com pouca ou nenhuma repetição. São normalmente produtos de alto custo, tais como, edifícios, aviões, navios e máquinas sequenciais de grande porte.

O Quadro 1 ilustra de forma resumida os diferentes tipos de produção e suas principais características.

Tipos de produção	Número de produtos ou atividades	Diferenciação entre produtos e atividades	Demanda	Varição no roteiro	Estoques
Contínua pura	Um	Nenhuma	Grande	Nenhuma	Elevados
Contínua com diferenciação	Poucos	Pouca	Grande	Pouca	Elevados
Intermitente repetitiva	Médio/grande	Média/grande	Média	Pouca/média	Baixos
Intermitente sob encomenda	Grande	Grande	Média/pequena	Média/grande	Nenhum
Grandes projetos	Um	Grande	Pequena	Pouca	Nenhum

Quadro 1 - Sistemas de produção e suas características.

Fonte: Sacomano e Fusco (2007, p.31).

3.3 PRINCÍPIOS DE ORGANIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

É muito usual distinguir os sistemas de produção quanto a sua classificação em sistemas empurrados (*push*) e sistemas puxados (*pull*).

A produção empurrada surgiu juntamente com a era industrial, em um

cenário onde não havia grandes competições e as demandas por produtos eram grandes. De acordo com Moura (2003, p.21), “empurrar” a produção significa produzir antes de um pedido, antecipando uma necessidade. A classificação quanto produção empurrada é determinada seguindo o comportamento do mercado e a produção começa antes de saber a demanda requerida pelo produto.

Complementando a definição de Moura (2003), para Corrêa e Gianesi (2010) em um sistema empurrado uma operação anterior do processo de produção produz sua parte do processo sem esperar o pedido da operação subsequente. Assim, uma ordem de produção é enviada ao setor responsável que produz os itens e depois os “empurra” para a próxima etapa do processo.

A produção empurrada é representada pelo sistema tradicional de produção, onde são emitidas ordens em função de uma determinada expectativa de demanda, que pode ou não ser efetivada. Assim, os lotes de produção são transferidos da seção anterior para a posterior, independente desta ter ou não necessidade de recebê-los, ocasionando, entre outros fatores negativos, uma elevação de estoques (FILHO, 2006).

Diferentemente do sistema “empurrado” segundo Womack (2004, p.60), “puxar” a produção significa que um processo inicial só deve produzir bem ou serviço quando o processo posterior o solicite, evitando o desperdício, e então, quando solicitado, que seja produzido rapidamente. Desta forma, o cliente solicita um produto, o qual vem no processo pelo sentido inverso, percorrendo todas as etapas necessárias da produção até que chegue às mãos do cliente.

Por consequência, a produção puxada conforme Filho (2006), acontece quando a demanda em determinada seção ou célula é gerada pela necessidade da seção ou célula de trabalho seguinte. Assim sendo, na medida que o estoque de produtos acabados necessita de mais produtos, gera a necessidade de produção destes por parte dos centros de trabalho que o abastecem. Por sua vez necessita para esta produção receber os componentes produzidos nas seções anteriores e assim sucessivamente, possibilitando desta forma que somente os componentes necessários em determinado momento sejam produzidos, puxando a produção.

3.4 HISTÓRIA DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

O Planejamento e Controle da Produção, para Slack, Chambers e Johnston (2009) “ocupa-se de operar recursos no nível diário, de modo a fornecer bens e serviços que preencherão as exigências dos consumidores”.

Para chegar ao que é o hoje, a Administração da Produção e Operações percorreu um longo caminho, a Revolução Industrial dos séc. XVIII e XIX contribuíram na transformação dos padrões de consumo (MOREIRA, 2011).

Segundo Corrêa e Corrêa (2012), o padrão de desenvolvimento industrial americano em termos de práticas de produção e estrutura de força de trabalho, que se intensificou ao longo de meados do século XIX, criou um modelo sem precedentes ou rivais na gestão industrial de produtos complexos com base tecnológica.

Com os trabalhos de Frederico W. Taylor surge a sistematização do conceito de produtividade com o menor custo. O conceito de produção sequencial surge com Henry Ford que cria a linha de montagem seriada, modificando os métodos e processos produtivos até então ausentes. Buscando a melhoria da produtividade por meio de novas técnicas definiu o que se denomina Engenharia Industrial. O que aumentou a produção em massa sistematicamente junto com a produtividade e a qualidade, obtendo produtos bem mais uniformes, em razão da padronização e da aplicação de técnicas de controle estatístico da qualidade (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Assim, popularizam-se o estudo das tarefas, a seleção e o treinamento de trabalhadores e a busca pela eficiência operacional. No início do século XX, Henry Ford incorporou os princípios de Taylor com a linha de montagem para a produção de veículos. Nesse momento nasce o conceito de produção *em massa*, caracterizado por grandes volumes de produtos extremamente padronizados (LUSTOSA *et al.* 2008, p. 16).

Nos últimos anos do século XX, ocorreram grandes modificações nas empresas, as quais desfrutaram no início do século um período de crescimento e prosperidade, que posteriormente foi seguido de uma desaceleração do crescimento econômico. Os negócios se tornaram mais árduos, conseqüentemente reparos imediatos e descobertas estratégicas não eram mais tão eficazes para lidar com novos desafios (MOREIRA, 2011).

Surgiu no Japão em 1956, a Produção Enxuta (*Lean Production*), por

meio de estudos feitos pelos engenheiros, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno. Após uma visita aos Estados Unidos, mais especificamente na linha de produção da Ford, que utilizava o sistema de produção em massa, chegaram ao conceito que reproduzir ou aprimorar o sistema da Ford era impraticável, seria imprescindível criar um novo sistema de produção. Como consequência foi criado o Sistema de Produção Enxuta, também conhecido como Sistema Toyota de Produção (OHNO, 1997).

A Produção Enxuta é um sistema de operação que visa eliminar os recursos desnecessários, demoras excessivas na produção por meio de conceitos e ferramentas, os quais aperfeiçoam as atividades que geram valor agregado nas operações. Um dos sistemas mais populares que incorpora os elementos genéricos da produção enxuta é a filosofia *Just in Time* denominado JIT (KRAJEWSKI, RITZMAN, MALHOTRA, 2009).

3.5 QUALIDADE

Qualidade para Oakland (1994, p.15), é “muitas vezes empregada com o significado de excelência de um produto ou serviço”.

Qualidade é a conformidade, coerente com as expectativas do consumidor; em outras palavras significa “fazer certo as coisas”, mas as coisas que a produção precisa fazer certo variarão de acordo com o tipo de operação. Todas as operações encaram qualidade como um objetivo particularmente importante. Algumas vezes, qualidade é a parte mais visível do que a operação faz, e algo que o cliente considera fácil julgar. Por isso, exerce claramente a influência na satisfação ou insatisfação do consumidor (SLACK *et al*, 2009).

A gestão da qualidade se desenvolveu ao longo do século XX, percorrendo quatro estágios: a inspeção do produto, o controle do processo, os sistemas de garantia da qualidade e a gestão da qualidade total. A definição de controle de qualidade (CQ) do produto não deve estar ligada somente ao grau de perfeição técnica, o qual era conceito de qualidade ao longo dos anos 50, mas ao grau de satisfação do cliente quanto à adequação do produto ao uso (CARPINETTI; MIGUEL; GEROLANO, 2011).

Os quatro estágios da evolução da qualidade podem ser divididos em

quatro eras, conforme Quadro 2 “Era da Inspeção”, que consistia em separar o bom produto do produto defeituoso por meio da observação direta. “Era do Controle Estatístico”, com o aumento da produção, a inspeção por observação direta tornou-se impraticável; surge então o Controle Estatístico do Processo (CEP), embasado em amostragens e na identificação de padrões de qualidade e desempenho do processo, com a Capacidade do Processo (Cp) e o índice de Capacidade do Processo (Cpk). “Era da Garantia da Qualidade”, são criados departamentos específicos que tinham como principal atribuição preparar e ajudar a administrar a qualidade dos produtos da organização (estabelecer padrões, avaliar o desempenho, agir quando necessário, planejar melhorias). “Era da Administração da Qualidade Total (TQM – *Total Quality Management*)”, integração de toda organização na construção e manutenção dos produtos, serviços e da própria organização (MAINARDES, LOURENÇO, TONTINI, 2010).

Foram muitos os teóricos que ajudaram a construir a área de qualidade, mas alguns tiveram um papel especial e mereceram a denominação Gurus da Qualidade. O que eles têm em comum é que fizeram parte da história, tanto pela contribuição teórica como pela intervenção nas empresas. (PALADINI *et al.* 2008).

A Figura 2 apresenta o painel dos Gurus da Qualidade mais citados na literatura acadêmica e profissional: Walter A. Shewhart, W. Edwards Deming, Joseph M. Juran, Armand Feigenbaum, Philip B. Crosby, Kaoru Ishikawa e Genechi Taguchi.

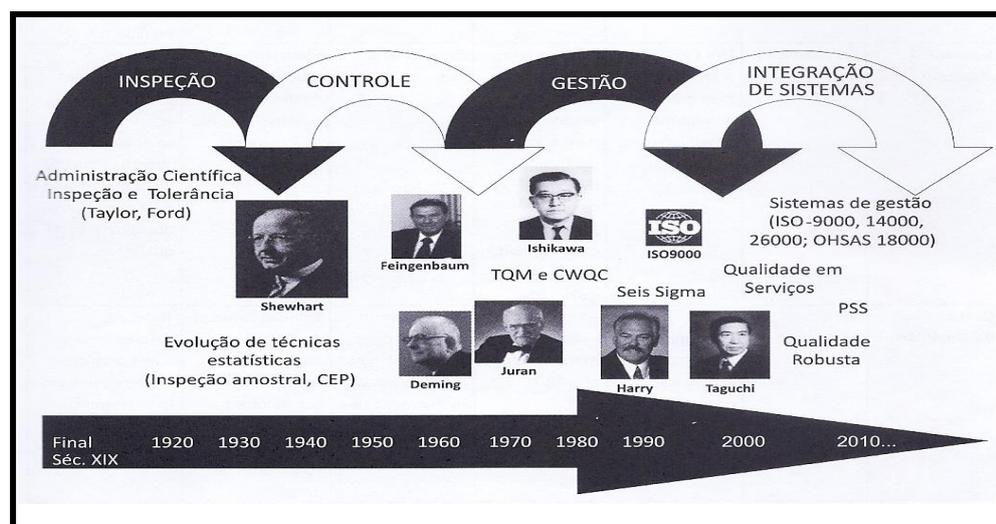


Figura 2 - Ondas da qualidade.
Fonte: Paladini *et al.* 2008.

Características	Etapas do Movimento da Qualidade			
	Inspeção	Controle Estatístico da Qualidade	Garantia da Qualidade	Gerenciamento Estratégico da Qualidade
	Fim séc. XVIII e início século XX	Início da década de 1930 ao fim dos anos 1940	Início da década de 1950 ao fim da década de 1970	Início da década de 1980 até os dias atuais
Preocupação básica	Verificação	Controle	Coordenação	Impacto estratégico
Visão da qualidade	Um problema a ser resolvido	Um problema a ser resolvido	Um problema a ser resolvido, mas que seja enfrentado proativamente	Uma oportunidade de concorrência
Ênfase	Uniformidade do produto	Uniformidade do produto c/ menos inspeção	Toda a cadeia de produção, desde o projeto até o mercado, e a contribuição de todos os grupos funcionais, especialmente os projetistas, para impedir falhas de qualidade	As necessidades de mercado e do consumidor
Métodos	Instrumento de medição	Instrumentos e técnicas estatísticas	Programas e sistemas	Planejamento estratégico, estab. de objetivos e a mobilização da organização
Papel dos profissionais da qualidade	Inspeção, classificação, contagem e avaliação	Solução de problemas e a aplicação de métodos estatísticos	Mensuração da qualidade, planejamento da qualidade e projetos de programas	Estabelecimento de objetivos, educação e treinamento, trabalho consultivo com outros departamentos e delineamento de programas
Quem é o responsável pela qualidade	O departamento de inspeção	Os departamentos de produção e engenharia	Todos os depts, embora a alta gerência só se envolva periféricamente c/ o projeto, o planejamento e a execução das políticas de qualidade	Todos na empresa, com a alta gerência exercendo forte liderança
Orientação e abordagem	“inspeciona” a qualidade	“controla” a qualidade	“constrói” a qualidade	“gerencia” a qualidade

Quadro 2 - Eras da qualidade
 Fonte: Garvin (1992).

Walter A. Shewhart, conhecido como o pai do controle estatístico, desenvolveu umas das ferramentas mais utilizadas no controle da qualidade (os gráficos de controle), fundindo conceitos de estatística em um método gráfico de fácil utilização. Também propôs o ciclo PDCA (plan-do-check-act), que direcionaria a análise e solução de problema percorrendo o ciclo PDCA, que depois foi difundido em conjunto com um discípulo W. Edwards Deming (PALADINI et. al., 2008).

W. Edwards Deming tornou-se inicialmente mais conhecido no Japão que no seu país como estatístico da qualidade. De acordo com Deming, a qualidade é uma variável que só pode ser definida nos termos de quem a avalia e o cliente é o que mais importa na cadeia produtiva. Desta forma, estudos voltados para a definição das necessidades do consumidor, seus desejos, produtos e serviços que os atendam é um princípio importante. Deming é um dos grandes nomes da qualidade por suas contribuições, teve como parceiro em sua pesquisa Shewhart.

Desenvolveu o ciclo PDCA que incorporava o conceito japonês de melhoria contínua (kaizen), e que passou a ser conhecido como “Ciclo de Deming”. Mas o que se destaca são seus famosos 14 pontos de mudança, enfatizava que a gerência e a cultura em uma organização podiam ser tão ou mais importantes que as ferramentas estatísticas (MOREIRA, 2011).

Joseph M. Juran foi o primeiro a propor uma abordagem dos custos da qualidade. Criou o difundido Princípio de Pareto, também conhecido como regra do 80/20, partindo do pressuposto que 80% das falhas são causadas por 20% das causas. Segundo Carvalho et al. (2005), Juran foi o primeiro a propor a teoria dos custos da qualidade, abordando três categorias principais, as falhas, a prevenção e a avaliação. Joseph Juran também dividiu o gerenciamento da qualidade em três vertentes, conhecidas como Trilogia de Juran ou Trilogia da Qualidade, conforme o Quadro 3:

Ordem	Conceito	Ação - Objetivo
1	Planejamento da Qualidade	Definição dos objetivos a serem alcançados e o plano de ações.
2	Controle da Qualidade	Avaliação do desempenho, comparação e atuação em caso de não conformidades.
3	Melhoria da Qualidade	Aperfeiçoamento do nível atual da produção.

Quadro 3 - Trilogia Juran

Fonte: Adaptado de Carvalho *et al.* 2005, p. 13.

Armand Feigenbaum tornou-se conhecido por tratar de forma sistêmica nas organizações, formulando o sistema de Controle Total da Qualidade em 1951, em seu livro de Total Quality Control (TQC). Ele definiu como: “Um sistema para integração dos esforços dos diversos grupos em uma organização, no desenvolvimento da qualidade, na manutenção e na melhoria da qualidade” (PALADINI et. al., 2008). Feigenbaum considera como o princípio fundamental do TQC que o controle da qualidade deva começar com a identificação dos requisitos de qualidade do cliente e terminar somente quando o produto tiver sido colocado em suas mãos, e este permanecer satisfeito (CORRÊA e CORRÊA, 2012).

Kaoru Ishikawa foi importante na criação do conceito de círculos de qualidade e dos diagramas de causa e efeito. Destacando também que no Japão houve um período de ênfase excessiva no controle estatístico de qualidade, e como consequência as pessoas não gostavam do controle de qualidade, pois era

ferramentas complexas e difíceis. Ishikawa via a participação do trabalhador como ponto chave na implementação bem sucedida de TQM (SLACK *et al*, 2009).

Philip B. Crosby, em 1957 lançou o programa zero defeito, que foi muito popular na época, em programas militares na construção de mísseis como em empresas. O programa aproveitava as noções de custos da qualidade de Juran, mas tem o apelo motivacional e gerencial, enfatizando em “fazer certo na primeira”. Segundo Crosby (1979) qualidade é “conformidade às especificações” (PALADINI *et. al.*, 2008).

Genichi Taguchi preocupava-se com a qualidade na engenharia por meio da melhoria do design do produto, conciliando com métodos estatísticos e controles de qualidade, ele utilizava o conceito de perda imposta pelo produto ou serviço à sociedade, desde o momento da sua criação. A perda de qualidade incluía fatores como custos de garantia, reclamações do consumidor e perda da boa vontade do consumidor (SLACK *et al*, 2009). Segundo uma de suas definições de qualidade: “Qualidade é a diminuição das perdas geradas por um produto, desde a produção até seu uso pelos clientes” (PALADINI *et. al.*, 2008).

3.6 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Como regra geral, as ferramentas não geram por si só melhoria, e nem implantam alterações. O que cabe às ferramentas da qualidade é orientar o gestor ou usuário, para tanto quase todas as ferramentas possibilitam a avaliação de ações desenvolvidas, possibilitando o conhecimento passo-a-passo de como ocorrem as mudanças nas operações. Ferramentas são técnicas simples, seu objetivo básico será sempre o mesmo: fornecer qualidade (PALADINI *et al.* 2008).

Meireles (2001) e Paladini (2008) compartilham do mesmo ponto de vista a respeito das ferramentas da qualidade serem apenas auxiliadoras no processo de implantação da qualidade. As ferramentas da qualidade ensinam duas lições importantes e sutis. Primeiro, elas ensinam o significado de variabilidade, usar a qualidade total para buscar a melhoria contínua exige que se compreendam as causas dos problemas: a variação não controlada. Segundo: quando se aprende a usar as ferramentas da qualidade, aprende-se a controlar a variabilidade e o controle

da variação é o caminho técnico para a Qualidade Total.

Muitos destes “gurus da qualidade” são os responsáveis pela elaboração das sete ferramentas clássicas da qualidade, utilizadas por diversas empresas para coleta, processamento e disposição das informações (ENGELHARDT, 2000).

O emprego destas ferramentas segundo Lucinda (2010), são importantes para facilitar o entendimento do problema, proporcionar um método eficaz de abordagem, disciplinar o trabalho e aumentar a produtividade.

A seguir serão apresentadas algumas dessas ferramentas, sendo elas: folha de verificação, gráfico de Pareto, diagrama de causa e efeito, histograma, fluxograma, diagrama de dispersão, gráfico de controle, ciclo PDCA, 5W2H e relatório de não conformidades (RNC).

a) Análise das relações entre causas e efeitos.

O Diagrama de causa e efeito (Figura 3), também conhecido como gráfico de espinha de peixe ou diagrama de Ishikawa, tem como objetivo a análise das operações dos processos produtivos. Sua lógica é simples, o fluxo apresentado evidencia causas que conduzem a determinados efeitos. Se o efeito é nocivo, as causas podem ser eliminadas; se for benéfico, pode-se conferir consistência a elas, garantindo a sua continuidade (PALADINI *et al.* 2008).

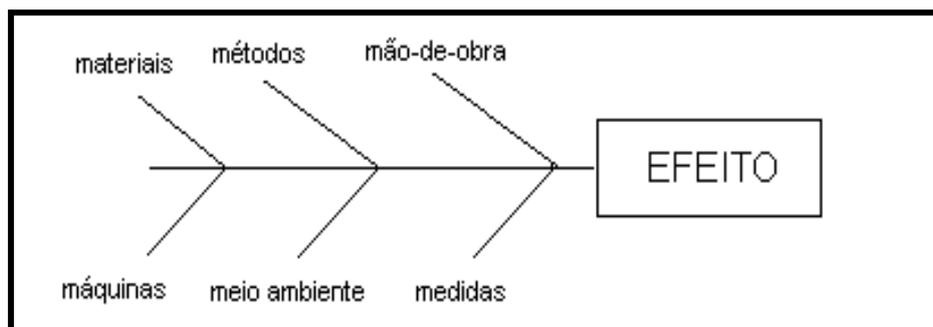


Figura 3 - Diagrama de Ishikawa.
Fonte: Oliveira, 1995.

O Gráfico de Pareto foi desenvolvido pelo italiano Vilfredo Pareto, consiste em classificar causas que atuam em um processo com maior ou menor intensidade, ou ainda, com diferentes níveis de importância, em uma análise estatística cumulativa apresentada na forma de gráfico, com o objetivo de ajudar na visualização do problema, e assim facilitar o processo de decisão (CÉZAR, 2011).

Consiste em um gráfico de barras verticais, no qual as mais altas, ordenada à esquerda, representam maior frequência da situação analisada. O eixo vertical apresentará os dados quantitativos e o horizontal as diferentes categorias do problema (defeitos, falhas, etc.) analisado. Outra forma de representar este gráfico é na forma de linha, em que se inicia um traçado da esquerda para a direita sobre a barra de maior frequência, no qual representará a frequência acumulada das diversas categorias (VERGUEIRO, 2002).

b) Expressões simplificadas do processo.

Histogramas são estruturas muito utilizadas na Estatística para a gestão da qualidade para a representação de dados, os dados representados são visualizados e entendidos com mais facilidade. Sua função básica é descrever frequências com que variam os processos em geral (PALADINI *et al.* 2008).

Fluxogramas (Figura 4) empregam símbolos padrões que identificam operações básicas e secundárias, atividades que causam impacto no processamento, situações naturais da operação, bem como o início e o fim do processo (VERGUEIRO, 2002).

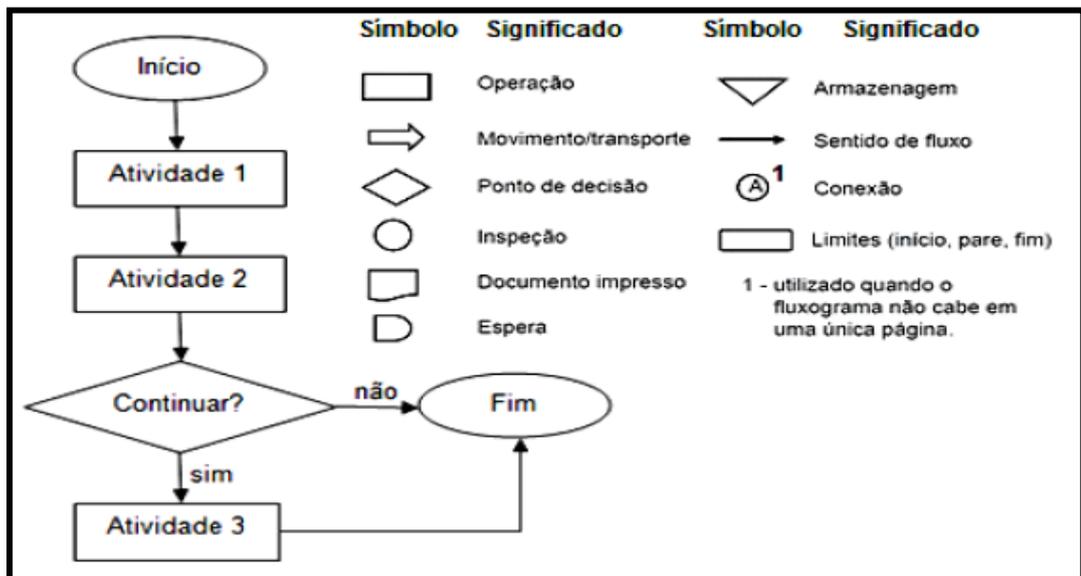


Figura 4 - Representação de um fluxograma.
Fonte: Adaptado de Vergueiro, 2002.

Diagramas de dispersão são gráficos bidimensionais que fazem uso do sistema cartesiano de coordenadas, tipicamente a avaliação do diagrama de dispersão envolve mais uma avaliação visual das relações entre variáveis. Ajuda a

visualizar a alteração sofrida por uma variável quando outra se modifica, quanto maior a aglomeração maior será a correlação entre as duas variáveis (VERGUEIRO, 2002).

c) Análise do desenvolvimento de ações do processo.

Folha de verificação ou checagem (Figura 5) são dispositivos para registrar processos ou dados em andamento ou sob análise. Não possui uma ordem específica, sua estrutura segue a necessidade, conveniência e preferência do usuário (Paladini *et al.* 2008).

Turma:	Turno:					
Frequência						Total
Eventos	1° dia	2° dia	3° dia	4° dia	5° dia	

Figura 5 - Folha de verificação.
Fonte: Adaptado de Daychoum (2012).

Gráfico de controle também conhecido por “carta de controle” (Figura 6) é considerado uma dos elementos mais fundamentais da qualidade. Desenvolvido por Shewart, essa ferramenta de controle trabalha com as variações de um processo e suas causas dentro de limites aceitáveis e críticos, é restrito a áreas determinadas do processo (PALADINI *et al.* 2008).

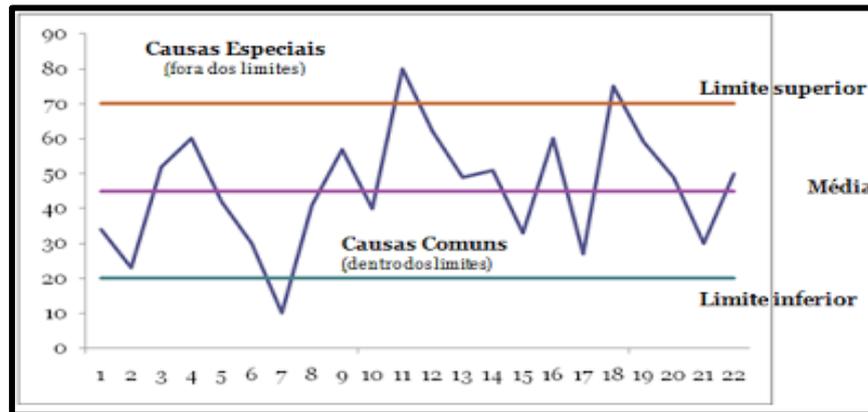


Figura 6 - Gráfico de controle
Fonte: Adaptado de Nogueira (2010).

d) Métodos de controle de processos e lógica de operação

O ciclo PDCA ou ciclo de Deming foi difundido na década de 1950, é uma ferramenta de controle de processos e de tomada de decisão, busca garantir o alcance das metas necessárias para o sucesso de uma organização (LIMA, 2006).

Essencialmente, o ciclo PDCA (Figura 7) é um processo que visa melhoria contínua, seu uso mais comum refere-se ao ambiente *in-line* (processos produtivos) embora isso não limite a ferramenta a outros usos dentro da organização (PALADINI *et al.*, 2008).

O PDCA é muito usado atualmente por empresas que estão ativamente ligadas com a melhoria contínua, que é baseada em um conceito japonês chamado *kaizen*, filosofia onde se busca continuamente modos para aperfeiçoar processos. A melhoria contínua tem em seus fundamentos a convicção de que qualquer aspecto de um processo pode ser aperfeiçoado, a ideia é não esperar até que um problema se torne grande o suficiente (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009).

Cada letra da sigla PDCA compreende os seguintes passos (CORRÊA; CORRÊA, 2009):

Planejar (P – Plan): Refere-se ao planejamento detalhado da ação que se pretende implantar, é guiada por objetivos claramente definidos. Em seguida, documenta-se o processo selecionado, define metas qualitativas para a melhoria e os modos de se atingir as metas. Após avaliar os benefícios e custos das alternativas, a equipe desenvolve um plano com medidas quantificáveis para a melhoria.

Execução (D – Do): O planejamento é implantado efetivamente e seu

progresso monitorado, os dados são verificados continuamente para avaliar as melhorias no processo.

Controle (C – Check): Os efeitos do que foi executado anteriormente são controlados com objetivos inicialmente previstos, trata-se da ação básica de controlar: confronta o que foi planejado na primeira etapa com o que foi executado até o momento. Se existirem deficiências importantes é feita uma reanálise do plano ou até mesmo interrompe-se o projeto dependendo dos resultados obtidos.

Ação (A – Act): Se os resultados forem satisfatórios o processo é documentado de modo que a melhoria realizada venha a ser operação padrão para determinado processo, estabelece-se o ciclo de melhoria contínua: identifica-se o que ainda pode ser melhorado. Nesta etapa concebe-se a garantia do melhoramento de forma contínua e sistemática, permanente e organizada.

Os métodos de controle de processo e lógica de operação focam processos que não agregam valor ao produto. O valor é agregado em processos como fabricar uma peça ou atender um cliente, nenhum valor é adicionado quando se inspeciona um produto buscando inconformidades na qualidade. A ideia da melhoria contínua é eliminar as atividades que não agregam valor, ou seja, desperdícios. Quando se aplica a melhoria continua por meio do ciclo PDCA busca-se eliminar o que não agrega valor, de modo que um processo aconteça de forma fluída e a prova de falhas (TUBINO, 2009).

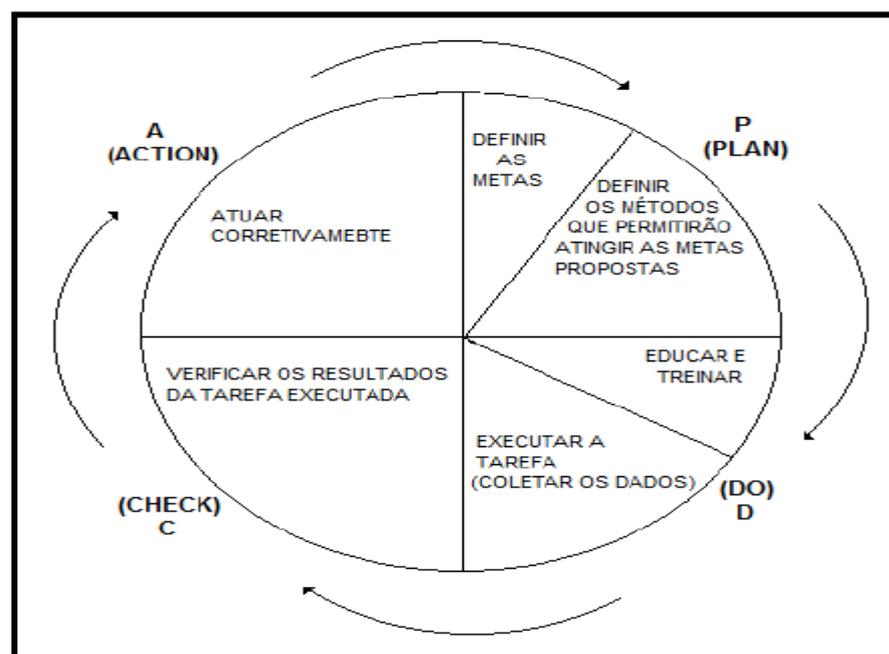


Figura 7 - Ciclo PDCA de Deming.

Fonte: Adaptado de Tubino, 2009, p. 167.

e) Metodologia 5W2H (Plano de Ação)

De acordo Maiczuk e Júnior (2013), a planilha 5W2H é uma ferramenta que auxilia no planejamento das ações que serão desenvolvidas. Utiliza-se o 5W2H para assegurar e informar um conjunto de planos de ação, diagnosticar um problema e planejar as correções necessárias. Essa técnica consiste em descrever o problema, definindo como ele afeta o processo, as pessoas e as consequências posteriores a estas situações.

Segundo o SEBRAE (2008), o 5W2H permite identificar dados e rotinas mais importantes de uma unidade de produção. Também possibilita de forma prática identificar a qualquer momento quem é quem dentro da organização, o que faz e porque realiza tais atividades. Ele é constituído de um relatório por colunas, cada uma delas acompanhadas por um título, palavras da língua inglesa: *Why (Por que?)*, *What (O que?)*, *Who (Quem?)*, *When (Quando?)*, *Where (Onde?)*, *How (Como?)* e *How Much (Quanto?)*, conforme ilustra o Quadro 4.

		Método dos 5W2H	
5W	<i>What</i>	O Que?	Que ação será executada?
	<i>Who</i>	Quem?	Quem irá executar/participar da ação?
	<i>Where</i>	Onde?	Onde será executada a ação?
	<i>When</i>	Quando?	Quando a ação será executada?
	<i>Why</i>	Por Quê?	Por que a ação será executada?
2H	<i>How</i>	Como?	Como será executada a ação?
	<i>How much</i>	Quanto custa?	Quanto custa para executa a ação?

Quadro 4 - Quadro explicativo do método 5W2H.
Fonte: SEBRAE (2008).

Ainda para o SEBRAE (2008) esta técnica apesar de muito simples é bastante poderosa para auxiliar a análise e o conhecimento de determinado processo, problema ou ação a serem definidas, podendo ser usada em três etapas na solução de problemas:

1. **Diagnostico:** investigação de um problema ou processo, buscando aumentar o nível de informações e rapidamente identificar falhas.
2. **Plano de ação:** auxilia na montagem de um plano de ação visando o que deve ser feito para solucionar problemas.

3. Padronização: auxilia na padronização de procedimentos que devem ser seguidos como modelo, para prevenir o reaparecimento de falhas.

f) Não conformidade (NC)

A detecção de não conformidades permite estratificar os problemas de acordo com sua complexidade, desde a fonte de produção passando por todos os processos envolvidos na transformação de um produto final até a avaliação do motivo da falha e a descoberta de qual a variável deve ser analisada para manter o processo sob controle e evitar falhas futuras (ROSA, 2009).

Ao que se tem na literatura existem diferentes termos e conceitos referentes ao tratamento de não conformidades. A ISO 9000:2000, estabelece fundamentos e linguagem própria para os sistemas de gestão da qualidade passíveis de certificação internacional, uma não conformidade é definida como “o não atendimento a um requisito”, que é definido por sua vez como uma “necessidade ou expectativa, geralmente implícita ou obrigatória”. A mesma norma define ainda um defeito como “o não atendimento a um requisito relacionado a um uso pretendido ou especificado” do produto.

Do ponto de vista de informação, uma não conformidade pode ser caracterizada por meio dos seguintes elementos (PFEIFER, 1997):

- (a) Descrição da não conformidade estabelecida pelos atributos que envolvem as circunstâncias nas quais a não conformidade ocorreu, sua importância e urgência;
- (b) Descrição dos parâmetros que determinam a sua atribuição a um dado componente, subproduto ou produto;
- (c) Descrição dos elementos do processo de análise da não conformidade, isto é, os sintomas coletados, as possíveis e as reais causas, as possíveis e reais ações tomadas no caso.

A norma internacional NBR ISO 9004:2000 (Sistemas de gestão da qualidade – Diretrizes para melhorias de desempenho) destaca dois aspectos diferentes para esta questão. O primeiro refere-se às não conformidades que já aconteceram concretamente e, portanto, necessitam de ações corretivas para evitar

a sua recorrência. E o segundo refere-se às não conformidades potenciais que, desta forma, necessitam de ações preventivas que evitem a sua ocorrência. Para o segundo aspecto, a norma estabelece que uma atenção especial deva ser dispensada aos seguintes itens: à definição de não conformidades potenciais e de suas causas, avaliação da necessidade de ações para evitar a ocorrência da não conformidade, definição e implementação de ações necessárias, registros de resultados das ações executadas e análise crítica de ações preventivas executadas. O mesmo estudo revelou que o conhecimento produzido durante o processo de investigação das causas das não conformidades, sobre as medidas introduzidas para evitá-las, bem como os resultados de sua eficácia, frequentemente não eram armazenados de forma apropriada. Isto dificulta a recuperação e reuso deste conhecimento, prejudicando, assim, a aprendizagem organizacional a partir do tratamento das não conformidades PACHECO (2013).

Sucessivamente a não conformidade leva a uma ação corretiva, segundo a norma ISO 9000:2000 uma ação corretiva visa a eliminação da causa de uma não conformidade já identificada. De maneira geral, as NC's estão relacionadas ao produto, processo ou a gestão da qualidade.

Pacheco (2014), afirma que uma ação corretiva envolve: a análise crítica da não conformidade, a determinação das causas da NC, a avaliação da necessidade de ações a serem desenvolvidas para assegurar que as NC's não ocorrerão novamente, delimitação e execução de ações necessárias, registro dos resultados das ações implementadas e análise crítica das ações corretivas executadas. Por sua vez, uma ação preventiva é definida como uma ação para eliminar a causa de uma não conformidade potencial, enquanto a corretiva busca prevenir que uma NC volte a se repetir.

De acordo com a normal ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005, uma NC pode ser categorizada de acordo com a criticidade ou impacto que provoca sobre o processo/sistema. As categorias são:

- **Maiores:** indicam quebra do sistema pelo não atendimento do requisito especificado, ou quando não é feito o que está pré-estabelecido nos procedimentos documentados.
- **Menores:** faltas ocasionais de instruções onde sejam necessárias, quando não impacta diretamente no produto.

Para o diagnóstico, acompanhamento, e correção das NC's são abertos e aplicados os relatórios de não conformidade (RNC), ilustrado na figura B abaixo, enquanto não for solucionada a NC este relatório permanece em aberto e apenas será arquivado quando o problema for solucionado. Podendo ainda ser reaberto posteriormente quando constatada a ocorrência da mesma NC, para que seja atualizado e corrigido adequadamente.

Por sua vez Pacheco (2014), discorre sobre a importância e utilidade de um modelo do ciclo de vida de uma não conformidade dentro de um processo padrão de registro e análise de não conformidades. O propósito desse modelo é, em essência, auxiliar os envolvidos com um conjunto de estados mediante o qual uma não conformidade ocorre, onde os estados visam auxiliar a elaboração dos relatos de não conformidades. Neste sentido, o ciclo de vida da não conformidade ilustra a ordem temporal dos vários estados de uma não conformidade, passando pelo momento quando o primeiro caso é reportado até quando o caso é solucionado, como mostra a Figura 8.

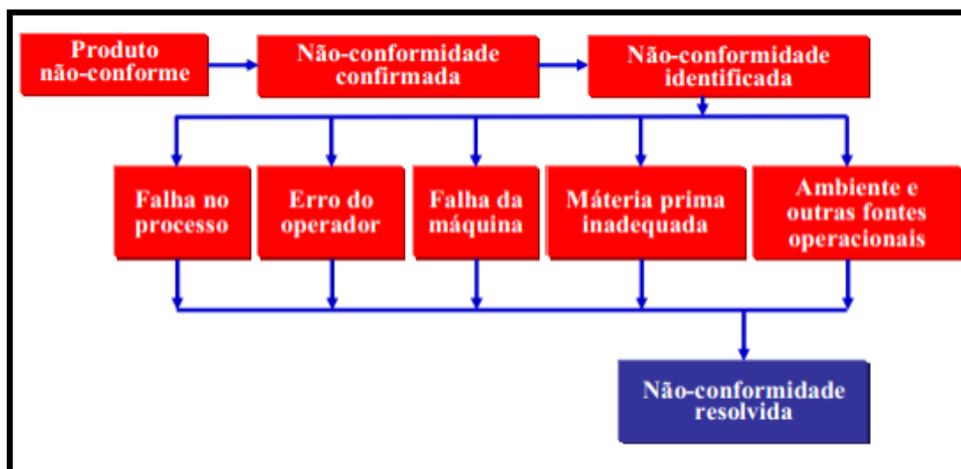


Figura 8 - Ciclo de uma não-conformidade.
 Fonte: Adaptado de PACHECO (2014).

Pacheco (2014) afirma que as não conformidades podem ser identificadas a qualquer ponto e momento dentro de um processo, como exemplo: auditorias internas, resultados de ensaios de proficiência, cartas de controle, tarefas do cotidiano, etc. Para que ocorra a concretização da ocorrência de uma NC é preciso sempre estar associada a ela a evidência objetiva, um não atendimento às normas, e quando em auditoria a concordância do auditor. Para determinar as causas-raiz e o devido tratamento das NC's deve-se fazer uso de todas as ferramentas da

qualidade e qualidade total, gráfico de Pareto, diagrama de Ishikawa e outras anteriormente já citadas neste trabalho.

Código: P04A		RNC - RELATÓRIO DE NÃO CONFORMIDADE		Total Qualidade Qualidade e Gestão	
Folha: 1 de 1				Rev.00	
Emissor:			data:		Número de Controle:
Origem da Não Conformidade					
Auditoria:	Interna <input type="checkbox"/>	Externa <input type="checkbox"/>	Cliente <input type="checkbox"/>	Interno <input type="checkbox"/>	Externo <input type="checkbox"/>
					Produto Não Conforme <input type="checkbox"/>
					Indicador fora da meta <input type="checkbox"/>
Processo:			Maior () Menor ()		
Descrição da Não Conformidade / Evidências Objetivas					
Requisito não conforme					
Evidência(s) Objetiva(s)					
Ação Imediata					
Descrição da Ação:				Responsável:	
				Prazo:	
Descrição das Causas da Não Conformidade					
Responsável pela análise:					
Descrição da Causa:					
Data da conclusão da análise:					
Ações Corretivas e Preventivas (breve descrição)					
Ações / Numeração de Controle:					
IMPLEMENTAÇÃO DA AÇÃO			Verificações		
Ação implementada:	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Ação foi eficaz:	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
Data da Verificação:			Data da Verificação:		
Evidência Objetiva:			Evidência Objetiva		
OBSERVAÇÕES					

Figura 9 - Modelo de relatório de não-conformidade (RNC).
Fonte: Adaptado de José R. Rigoni, Total Qualidade (2014).

No momento do preenchimento do RNC alguns pontos não podem ser negligenciados ao se descrever uma não conformidade, seu registro deve ser claro. O modelo (Figura 9) exemplifica os principais elementos que devem ser abordados em um RNC. Acima da linha amarela estão os campos a serem preenchidos pelo operador que verifica a conformidade dos produtos no processo: o requisito não conforme poderá ser um requisito normativo, legal, contratual ou de algum procedimento da organização. Nesta etapa o requisito deve ser escrito por extenso, facilitando o entendimento e a tomada de ações futuras. A evidência objetiva são as provas que foram verificadas e que apresentam desacordo com o requisito avaliado. Entre a linha amarela e azul, os campos serão preenchidos pelo responsável pela não conformidade. Por fim, abaixo da linha azul será completado pelo gerente responsável pela qualidade (RIGONI, 2014).

3.7 PROCESSO DE EXTRUSÃO DO ALUMÍNIO

O processo de extrusão é caracterizado pela transformação termomecânica no qual,

Um tarugo de metal é reduzido em sua secção transversal quando forçado a fluir através da cavidade de uma ferramenta, sob o efeito de altas pressões e temperatura quando se necessitam obter produtos com longa extensão, retilíneos, tubulares, fios e tiras (LOPES, 2011, p. 14).

O esquema de uma prensa de extrusão pode ser visualizado na Figura 10 abaixo:

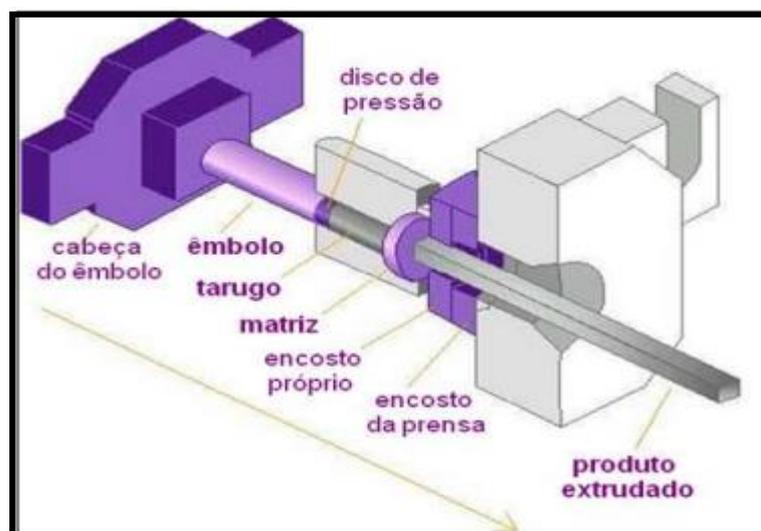


Figura 10 - Prensa de extrusão de alumínio.
Fonte: Lopes (2011, p. 15).

De acordo com a temperatura de trabalho existem duas classificações: extrusão a quente e a frio como ilustra o Quadro 5.

Processo	Definição	Vantagens	Desvantagens	Produtos
Extrusão a quente	Realizada com uma temperatura de 50% da temperatura de fusão do material de modo a reduzir as forças necessárias para extrusão.	Capacidade para produzir peças grandes; Exige maior número de operações.	Oxidação do bloco material e das ferramentas de extrusão; o esfriamento do tarugo na câmara pode gerar deformações não uniformes.	Tiras de alumínio e latão, perfis estruturais, vergalhões, barras, e tubos de todas as formas de alumínio e aço.

Processo	Definição	Vantagens	Desvantagens	Produtos
Extrusão a frio	É o processo que combina operações de extrusão direta, indireta e forjamento.	Exige menor número de operações e ferramentas mais baratas; as peças extrudadas são mais leves e fortes; melhores propriedades mecânicas do material.	Produtos apenas de peças pequenas e médias; o êmbolo e a matriz devem ter uma dureza muito alta; Relação entre comprimento e diâmetro da peça é muito restrita.	Fabricação de ferramentas e componentes de automóveis, motocicletas, bicicletas, acessórios, e equipamentos agrícolas.

Quadro 5 - Tipos de extrusão.

Fonte: Adaptado de Palmeira (2005, p. 13 - 20).

Para a extrusão a quente, Lopes (2011) explica que esse processo a quente necessita de equipamentos auxiliares, tais como: fornos para o aquecimento de tarugos, fornos para tratamento térmico de perfis, esticadeira de perfis, e mesa para corte e transporte de produtos extrudados. Ainda são consideradas outras variáveis relacionadas com a temperatura do processo de extrusão: a temperatura do tarugo; temperatura do recipiente, temperatura emergente, temperatura da matriz, velocidade de extrusão e tempo de pressão máxima conforme ilustra o Quadro 6:

Variáveis	Descrição
Temperatura do tarugo	É a temperatura necessária para reduzir a força de extrusão do tarugo, garantindo que o acabamento superficial, e a temperatura emergente especificada sejam atingidas. Esta temperatura é obtida no forno de indução e controlada através de termopares ou câmeras infravermelho desenvolvidas para medir a temperatura. Estado este que no caso do alumínio deve estar entre 400 e 420°C, podendo variar de acordo com a liga.
Temperatura do recipiente	O contato do tarugo aquecido com recipiente acarretará na troca térmica entre eles. Torna-se necessário então aquecer a um faixa de 20°C a 50°C menor que a temperatura do tarugo e controlar a temperatura do recipiente a fim de minimizar esta troca.

Variáveis	Descrição
Temperatura emergente	É a temperatura do perfil na saída da ferramenta. Esta temperatura resulta da temperatura do tarugo, da velocidade de extrusão e deformação do tarugo durante a extrusão e é medida logo após a formação do perfil. Esta temperatura é de extrema importância, pois garante uma boa propriedade mecânica após processo de envelhecimento no forno.
Temperatura da matriz	O contato do tarugo aquecido com a ferramenta no início da extrusão fará com que ocorra uma troca térmica. Torna-se então necessário aquecer e controlar a temperatura da ferramenta a fim de minimizar esta troca. Cabe ao operador de extrusão monitorar a temperatura e o tempo de forno a fim de garantir que esta condição seja atingida para todas as ferramentas antes de coloca-las na prensa.
Velocidade de extrusão	A velocidade de extrusão é uma variável muito relevante, pois quanto maior for a velocidade, maior será a taxa de deformação sofrida pelo tarugo no interior do recipiente e por consequência haverá um aumento da energia do sistema que será convertido em calor. O aumento desta temperatura pode provocar trincas de superfície ou arrancamento de material.
Tempo de pressão máxima	É o tempo em que a pressão hidráulica permanece no seu valor máximo. O ciclo de extrusão necessita que a pressão hidráulica atinja um valor de aproximadamente 3000 Psi e permaneça de 4 a 8 segundos para que o tarugo se deforme no interior do recipiente entre as cavidades do ferramental, formando os perfis.

Quadro 6 - Variáveis do processo de extrusão.

Fonte: Adaptado de Lopes (2011, p. 16 – 20).

Além das variáveis de temperatura, pressão e velocidade que são de extrema importância para a extrusão de perfis de qualidade, têm-se as matrizes (ferramentas), que são blocos de aço que possuem um ou mais orifícios de contorno adequado pelo qual o tarugo de extrusão irá passar, formando então o perfil. Existem uma infinidade de ferramentas e podem ser divididas em dois grupos: matriz de extrusão de perfil sólido e de perfil tubular (PALMEIRA, 2005).

A matriz de extrusão de perfil sólido consiste em uma ferramenta cujo formato do perfil é vazado diretamente na face. Já a matriz tubular é formada por

duas partes: Espina: que forma o vazio e os detalhes internos do perfil; Matriz: que forma o contorno e os detalhes externos do perfil (LOPES, 2011). A Figura 11 representa os dois tipos de ferramentas.

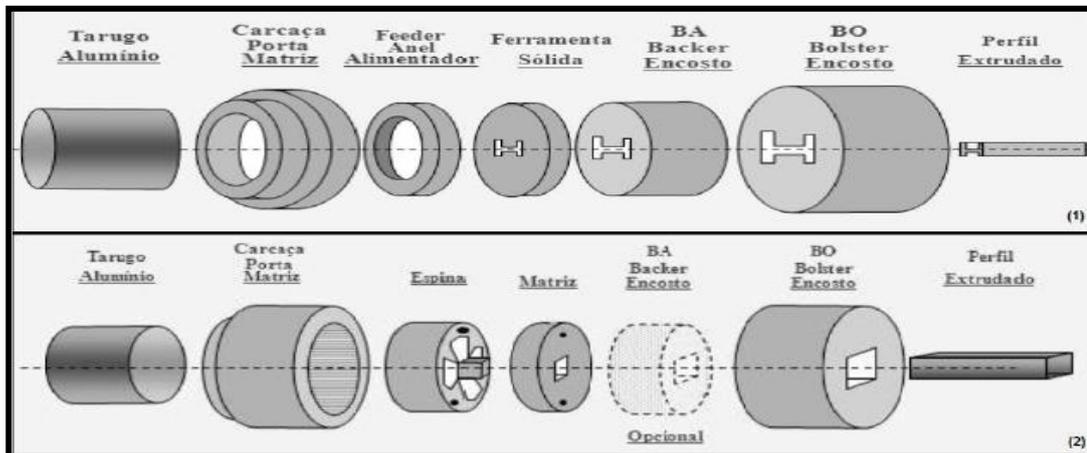


Figura 11 - Conjunto ferramental de perfil sólido (1) e Conjunto ferramental de perfil tubular (2).

Fonte: Adaptado de Lopes (2011, p. 20 – 21).

3.8 MERCADO DO ALUMÍNIO

Conforme dados do World Metal Statistics, o alumínio é produzido comercialmente há cerca de 150 anos e, nesse curto período, sua indústria se expandiu e está presente em seis regiões geográficas - África, América do Norte, América Latina, Ásia, Europa e Oceania. No total, são 46 países que produziram, em 2006, aproximadamente 34 milhões de toneladas de alumínio primário. O Brasil é o sétimo maior produtor mundial de alumínio primário, precedido pela China, Rússia, Canadá, Austrália, Estados Unidos e Índia (ALUCARV, 2002).

A demonstração da importância da indústria brasileira do alumínio no cenário mundial está na sua participação no mercado global. O Brasil, além da terceira maior jazida de bauxita do planeta, é o quarto maior produtor de alumina, e ocupa a quinta colocação na exportação de alumínio primário/ligas (PACHECO, 2014).

No mercado interno, a maior parte do alumínio e seus produtos são aplicados nos segmentos de embalagens e transportes. Na sequência, vem os segmentos de eletricidade, construção civil, bens de consumo, máquinas e

equipamentos e outros, com um faturamento de R\$ 14,7 bilhões em 2010. A produção de semimanufaturados de alumínio no Brasil está concentrada na região sudeste do Brasil. Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro abrigam empresas produtoras de chapas, folhas, extrudados e cabos. A indústria também está presente nos estados do Pará, Maranhão, Ceará, Pernambuco, Bahia, Mato Grosso, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, que também possuem unidades de produção (ABAL, 2014).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A indústria em estudo é especializada em extrusão e pintura de perfis de alumínio. Está instalada no oeste do Paraná, atende distribuidoras, construtoras e indústrias de todo Brasil. Seu parque industrial possui uma área de 10.000 m², onde abriga uma extrusora de sete polegadas e cabines de pintura eletrostática, além de laboratórios, ferramentaria e demais setores e máquinas para a operação.

Atualmente a indústria estudada oferece mais de 300 modelos de perfis de alumínio de linha aberta e diversos de linha exclusiva, seus produtos são destinados à produção de esquadrias de alumínio, fachadas, ferragens, eletrodomésticos, barcos, ônibus, entre outros.

4.2 METODOLOGIA DA PESQUISA

De acordo com Marconi e Lakatos (2013, p.3), “pesquisa deve-se basear em uma teoria que serve como ponto de partida para a investigação bem sucedida de um problema”. Para Koche (2008), a pesquisa depende tanto do problema a ser investigado quanto sua natureza e espaço em que se encontra.

Com base no objetivo geral, Gil (2010) classifica as pesquisas em três grandes grupos: exploratórias, descritivas e explicativas. A pesquisa exploratória tem por objetivo formar hipóteses, ou seja, aprimorar ideias ou fazer a descoberta de percepções. Já a pesquisa descritiva tem como escopo descrever a relação entre variáveis. E a explicativa, identifica os fatores que originam ou que colaboram para a ocorrência de fenômenos.

O estudo presente pode ser classificado com base em seus objetivos como uma pesquisa exploratória, visto que será feito um levantamento de dados e informações na empresa com observações participantes; De acordo com Gil

(2010) pesquisa exploratória é o aprimoramento de ideias, com o objetivo de proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando o mais explícito, através de entrevista de pessoas que tiveram experiências práticas do problema e/ou análise de exemplos que estimula a compreensão.

Segundo Gil (2010), a pesquisa é considerada aplicada, quando abrange estudos elaborados anteriormente, procura padrões, ideias ou hipóteses para o problema pesquisado com a finalidade de solucionar problemas na sociedade em que os pesquisadores vivem. Contribuindo assim para a ampliação do conhecimento científico e sugerir novas questões e aplicá-las numa situação específica.

Este trabalho se classifica quanto à natureza como aplicada, pois os seus resultados quantitativos e qualitativos serão utilizados objetivando a otimização no processo de extrusão de perfis de alumínio por meio da eliminação das não conformidades do processo, identificando a origem das falhas potenciais. Através dessa análise serão criados procedimentos para serem utilizados como ferramenta de apoio à solução de ocorrências futuras de falhas.

A pesquisa “é a busca de solução a um problema que alguém queira saber a resposta” (KAUARAK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010). Portanto, a natureza da pesquisa deste estudo é identificar os problemas enfrentados no processo de extrusão de alumínio da empresa, e assim representa-los na forma de dados quantitativos e/ou qualitativos, para posteriormente sugerir melhorias.

Quanto aos procedimentos tem um caráter bibliográfico, pois é elaborado com base em material já publicado, com o propósito de fornecer fundamentação teórica bem como a identificação do estágio atual do conhecimento referente ao tema (KOCHE, 2008). Em outras palavras “É feita com intuito de recolher informações e conhecimentos prévios a cerca de um problema para o qual procura uma resposta” (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007, p.122).

A pesquisa levantamento caracteriza-se pelo recolhimento de informações dos integrantes do universo pesquisado, e mediante análise quantitativa são obtidas as conclusões correspondentes aos dados coletados (SEVERINO, 2008).

4.3 ETAPAS DA PESQUISA

Pretende-se desenvolver neste trabalho quanto ao seu procedimento, um estudo de caso, pois será feita a análise de não conformidades no processo de extrusão de perfis de alumínio, buscando e interpretando todas as informações sobre o processo. De acordo com Gil (2010), é um estudo profundo de um ou poucos objetos, que permita seu amplo e detalhado conhecimento, é a investigação de fenômeno dentro do seu contexto real. Para a realização desta análise, a metodologia da pesquisa foi dividida em três etapas principais, que são mostradas na Figura 12.

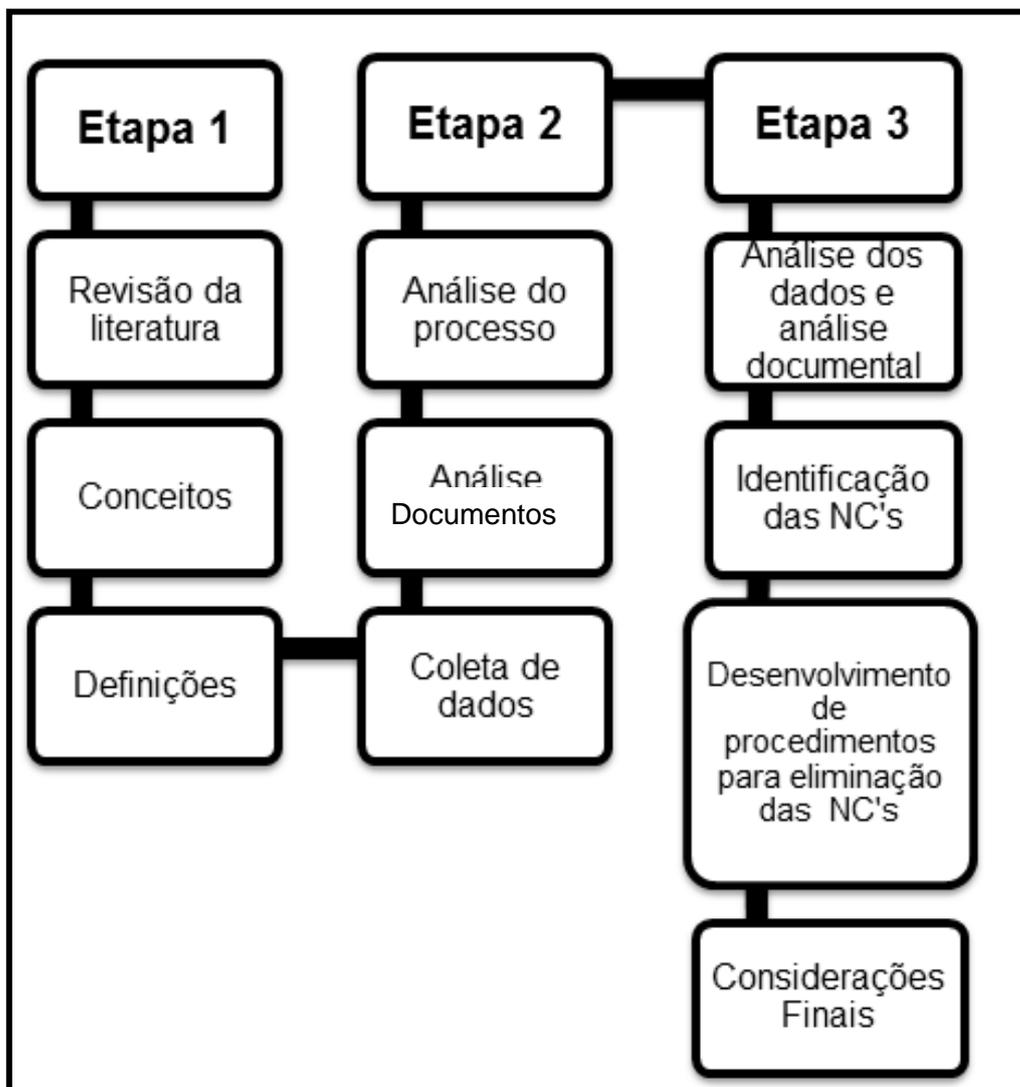


Figura 12 - Etapas da pesquisa.
Fonte: Autoria própria (2015).

4.4 ETAPA 1

Nesta etapa realizou-se o levantamento e aprofundamento das referências bibliográficas teóricas e conceituais, citados anteriormente, com o intuito de propiciar conceitos relevantes para a realização da pesquisa. Através da definição do que são Sistemas de Produção, Ferramentas da Qualidade, Não-conformidades e como realizá-los de acordo com Moreira (2011), Paladini et. al. (2008) e Tubino (2009) entre outros.

4.5 ETAPA 2

A etapa 2 consistiu nos seguinte itens:

- Observações diretas intensivas.
- Análise documental e do processo.
- Coleta dos dados.

4.5.1 OBSERVAÇÕES DIRETAS INTENSIVAS

Essa técnica não é planejada e nem estruturada. Nessa etapa busca-se obter informações que não seriam coletadas em outras formas de auferir os dados senão pela observação direta do processo. Através dessa técnica pôde-se observar o ambiente de trabalho, o perfil dos profissionais e o desempenho das atividades de cada operador em sua determinada função, inserindo o pesquisador na realidade da empresa.

4.5.2 ANÁLISE DOCUMENTAL E DE PROCESO

A análise documental é utilizada com o objetivo de se ter contato com as informações formais que circulam pela empresa. Através dessa análise foram

obtidos relatórios de controle das não conformidades que ocorrem no processo de extrusão de perfis de alumínio.

A análise do processo de extrusão de alumínio possibilitou completo entendimento e visão das variáveis inerentes ao processo que interferem em sua qualidade, tais como temperatura, velocidade, ferramenta, matéria-prima e operador. De acordo com Pacheco (2014), essas análises são necessárias para assegurar que as NC's não ocorram novamente.

4.5.3 COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada dentro de um horizonte de oito meses, contemplando os meses de janeiro a agosto do ano de 2015 a fim de quantificar a ocorrência das não conformidades no processo. Com os dados coletados foi possível estratificar as não conformidades, totalizando quinze NC's. Obteve-se então com o auxílio do Microsoft Excel 2010 a frequência de ocorrência de cada NC, suas respectivas representações em porcentagem e em quilogramas dentro do horizonte de meses avaliados.

4.6 ETAPA 3

Na terceira e última etapa, com as não conformidades já apontadas foi feito um Diagrama de Pareto para identificar qual delas representam maior ocorrência, importância e urgência no tratamento. Com base no Diagrama de Pareto foi feito um *brainstorming* para auxiliar na elaboração do Diagrama de Ishikawa (causa e efeito) e identificar as principais causas que ocasionam a falha. Por fim foi realizado um plano de ação utilizando a planilha 5W2H propondo sugestões de melhorias para o processo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE EXTRUSÃO DA EMPRESA

O processo produtivo inicia no departamento de vendas, onde são recebidos os pedidos, separados e confirmados, é neste momento que o planejamento e controle da produção (PCP) constrói o plano de produção com base na capacidade instalada. O processo está basicamente dividido em quatro partes: extrusão do alumínio, esticagem, corte e tratamento térmico combinados por microprocessos (figura13).

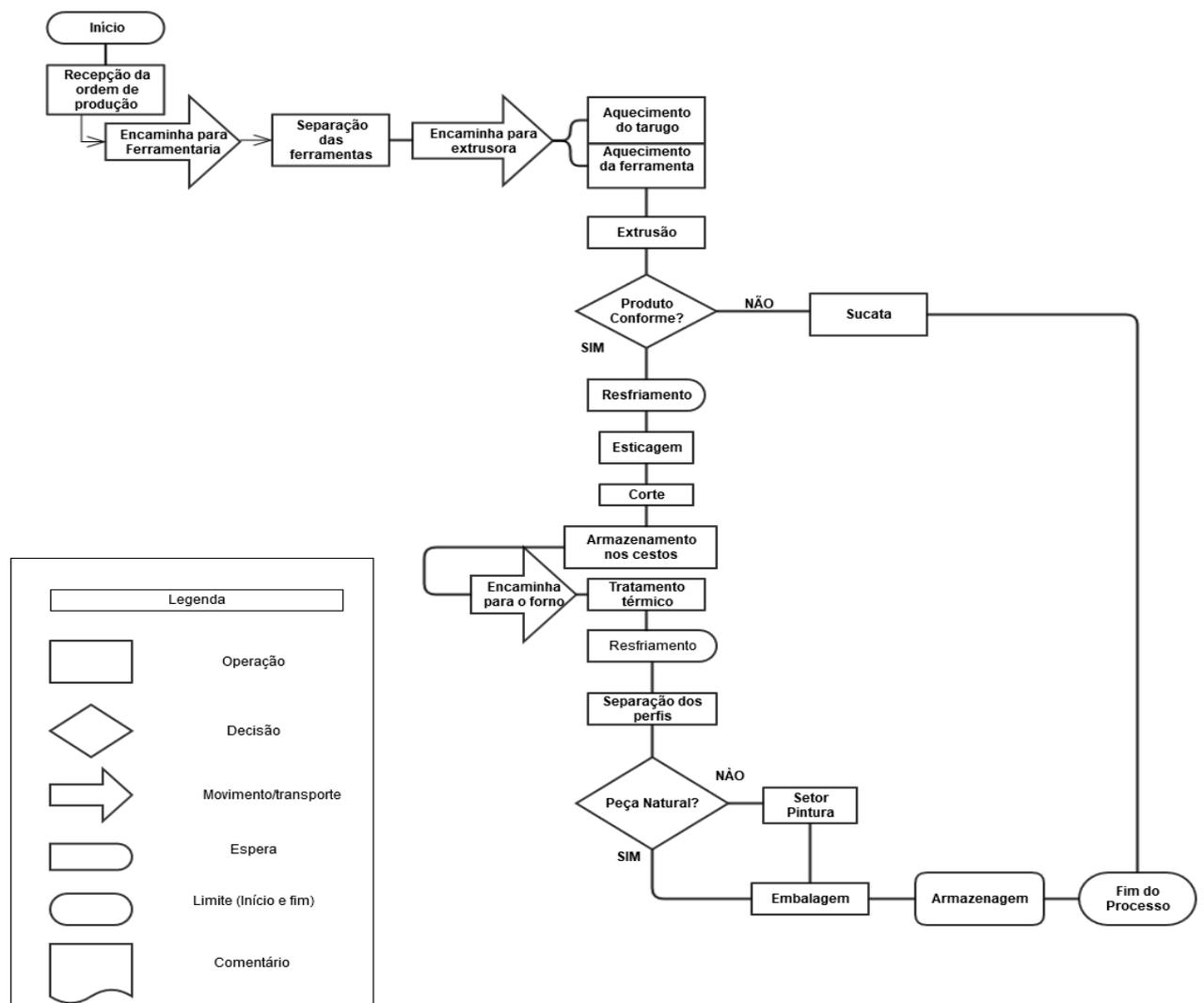


Figura 13 - Fluxograma do processo de extrusão.
Fonte: O autor.

Após o planejamento da produção o sistema produtivo inicia o processo de extrusão dos perfis. A extrusão é preparada com o aquecimento do tarugo de acordo com a liga especificada e das matrizes já montadas pelo setor da ferramentaria, ambos devem atingir e respeitar a temperatura nominal de 450°C. Feito isso o tarugo é carregado e a ferramenta montada na extrusora, é realizado o setup da máquina e o processo de extrusão é então iniciado (Figura 14, 15 e 16). Ao sair na boca da extrusora os perfis são inspecionados visualmente, o registro de controle de produção é preenchido e se estiverem conforme as especificações recebem um selo verde e seguem a ordem de produção - caso contrário recebem o selo vermelho, é registrada a não-conformidade e encaminhada para o setor da qualidade.



Figura 14 - Preparação da extrusora (a) e montagem das ferramentas (b)
Fonte: O Autor.



Figura 15 - Corte do tarugo (a) e início da extrusão (b)
Fonte: O autor.



Figura 16 - Corte a quente (a) e Inspeção visual (b)
Fonte: O autor.

A segunda etapa da extrusão é a esticagem do perfil extrudado. O setor de esticagem recebe do setor de extrusão o RQ de controle de produção com as especificações do pedido e condições do processo anterior. Inspeciona as medidas do perfil utilizando gabaritos, prática que não é respeitada completamente pelos operadores, e então inicia-se a esticagem prendendo as extremidades dos perfis nos mordedores dos *pullers* que farão a esticagem (Figura 17). A inspeção visual ao final da esticagem ocorre da mesma maneira que na extrusão.



Figura 17 - Esticagem do perfil.
Fonte: O autor.

A terceira etapa é o corte dos perfis já esticados, o setor de corte recebe do setor anterior o RQ de controle de processo e inspeciona as medidas exatas da ordem de produção (comprimento dos perfis). A serra é ajustada e são separadas as peças a serem cortadas, então a serra de corte é acionada (Figura 18). Depois de

feito o corte dos perfis, ocorre a inspeção visual, onde são verificados os parâmetros do pedido e se os perfis não apresentam algum tipo de deformação. Se estiver dentro dos padrões são acondicionados nos cestos de transporte e separados por pedido. Ao colocar os perfis nos cestos deve-se respeitar o critério de gramatura, as peças de gramatura pesada devem ficar por baixo das de gramatura leve, e o empilhamento máximo deve também ser respeitado (Figura 19 e 20). É feita outra inspeção quanto ao encestamento dos perfis: se o pedido for de peça pintada, o cesto é identificado e encaminhado para o setor de pintura. Caso seja de peça natural e não necessite de tratamento térmico, é encaminhado para o setor de embalagem diretamente. Essa etapa é finalizada com a passagem de um jato de ar comprimido para eliminar cavacos presentes na superfície que podem vir a comprometer as outras etapas do processo.



Figura 18 - Corte do perfil.
Fonte: O autor.



Figura 19 - Acomodação dos perfis no cesto (a).
Fonte: O autor.



Figura 20 - Acomodação dos perfis no cesto (b).
Fonte: O autor.

A quarta e última etapa do processo de extrusão é o forno de tratamento térmico que garante a dureza final dos perfis. O setor recebe o RQ de controle de produção e inspeciona as condições do tratamento térmico que deverá realizar, é feito o setup do forno e iniciado o tratamento. Após o tratamento térmico é feito o resfriamento dos perfis, após resfriados são retirados do forno e feita a inspeção de controle da dureza do material retirando uma amostra de cada cesto que foi submetido a esse processo. Outra inspeção é feita de forma visual e identificado se o pedido é de peça natural ou pintada. Esse procedimento de inspeção ocorre de forma igual aos processos anteriores, e então os cestos são enviados para o setor de pintura ou embalagem conforme necessidade primária.



Figura 21 - Forno de tratamento térmico.
Fonte: O autor.

5.2 IDENTIFICAÇÃO DAS NÃO CONFORMIDADES NO PROCESSO DE EXTRUSÃO

A partir da coleta de dados e das observações diretas do processo de extrusão foram apontadas diversas situações que contribuem para a ocorrência das não conformidades.

Nas etapas do processo de extrusão dos perfis de alumínio existem vários critérios que devem ser respeitados quanto às suas especificações de ordem de produção e condições do processo. Esses critérios muitas vezes são negligenciados pelos operadores, o que acarreta numa série de falhas que percorrem todo o processo, de modo que muitas vezes apenas quando as peças chegam ao final da produção são constatadas as não conformidades nesses produtos.

Segundo o gerente da produção, o ponto principal na etapa de preparação da extrusora é a falta de controle de temperatura. A execução dessas atividades é de fundamental importância pelo fato de que se a temperatura do tarugo e da ferramenta não atingirem aproximadamente 450°C a qualidade do produto será afetada. Também se destaca a importância da verificação das condições de uso da máquina antes que se inicie o processo, de modo a evitar falhas que poderiam ser facilmente prevenidas com manutenção prévia, como: retenção de ar na prensa, excesso de lubrificação nos discos de pressão, e vazamentos. Essa falta de controle na temperatura e de manutenção da máquina são responsáveis pelo aparecimento de bolhas no perfil.

Na etapa de esticagem, a inspeção das medidas e o uso dos gabaritos são negligenciados pelos operadores, acarretando em erros dimensionais e produtos fora de esquadro.

Identificou-se durante a observação direta do processo que a etapa de corte é uma das mais importantes no controle de qualidade desse processo, pois nela acontece também o encestamento dos perfis. Da mesma forma que ocorre na esticagem, no corte também são falhas as ações de controle das especificações de medida, ocasionando o corte errado e a sobra de pontas. A falta de manutenção na regulagem da mesa na saída do material também influencia na ocorrência de falhas. Muitas vezes esses produtos cortados de forma errada são sucateados por estarem fora da medida padrão, não podendo ser reaproveitados. Outro fator muito

importante é o encestamento dos perfis acabados, em que deve ser respeitado o critério de acondicionamento conforme a gramatura desses produtos. A acomodação de perfis pesados sobre os perfis mais leves acarretam de forma direta no amassamento.

Quanto à etapa de tratamento térmico, de acordo com o operador, o forno não está operando nas condições adequadas. Alegando que a região mais ao fundo do forno encontra-se com problemas de ventilação, o que compromete a dureza dos perfis ali posicionados ao final do tratamento térmico.

Com base nos relatórios de não conformidades obtidos na empresa foi possível fazer a identificação de quinze NC's, determinar a frequência de ocorrência, bem como a porcentagem e a significância em quilogramas de produto não conforme de cada uma no período de tempo analisado (Figura 22).

NÃO CONFORMIDADE	FREQUÊNCIA	PORCENTAGEM	PESO (Kg)
AMASSAMENTO	1310	42,08%	10.602,71
TORÇÃO	804	25,83%	7.034,85
BOLHA	325	10,44%	3.035,77
FORA DE ESQUADRO	209	6,71%	1.682,87
RISCO	138	4,43%	1.026,51
ATRITO	115	3,69%	1.149,22
ARRANCAMENTO	77	2,47%	1.068,56
DIMENSIONAL	30	0,96%	313,78
ONDULAÇÃO	24	0,77%	256,77
SUCATA DE TALÃO	22	0,71%	346,83
SOBRA DE PONTAS	21	0,67%	1.849,69
EMENDA	20	0,64%	288,84
CORTE ERRADO	8	0,26%	109,1
ACABAMENTO	6	0,19%	103,85
RASGO	4	0,13%	60,21
Total	3113	100,00%	28929,56

Figura 22 - Não conformidades no processo de extrusão.

Fonte: O autor, 2015.

5.3 APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Com base nas informações extraídas anteriormente (Figura 22) foi feito o Diagrama de Pareto (Figura 23) para as não conformidades levantadas. O Diagrama ordena a frequência das ocorrências de uma determinada característica a ser medida da maior para a menor, dispõe a informação de forma a permitir a

concentração dos esforços para a melhoria nas áreas onde os maiores ganhos podem ser obtidos.

Portanto, a classificação na escala de importância foi definida com base no Diagrama (Figura 23), escolhendo assim o “amassamento” que representa 42,08% das não conformidades, sendo a mais representativa a ser tratada dentre as falhas encontradas nesse processo.

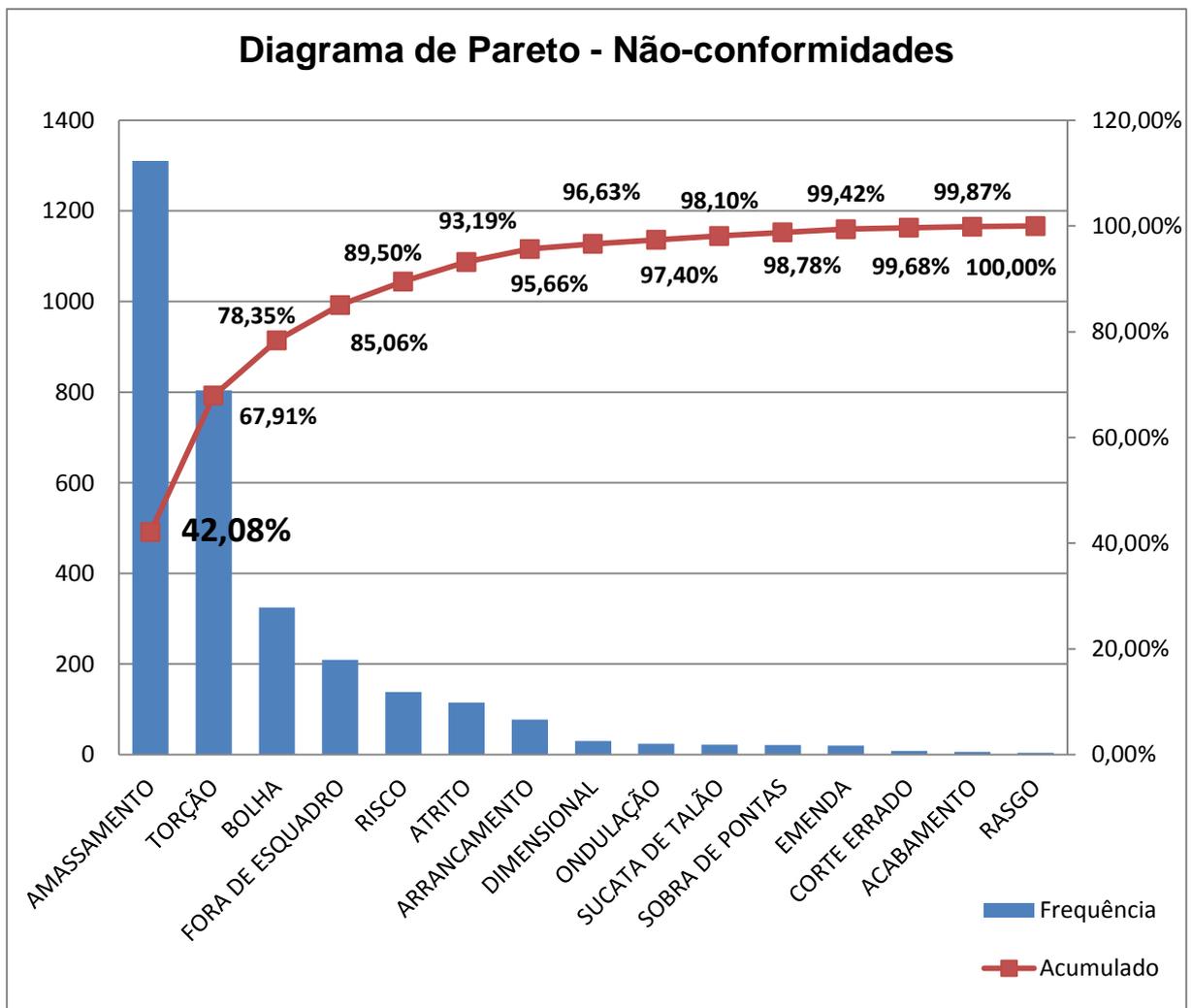


Figura 23 - Diagrama de Pareto das não conformidades.
 Fonte: O autor, 2015.

Segundo a Hyspex o amassamento (Figura 24, 25 e 26) é caracterizado como um desvio ao longo da barra que deforma o perfil, pode ser originário de falhas no processo, manuseio inadequado e choques durante o processo.

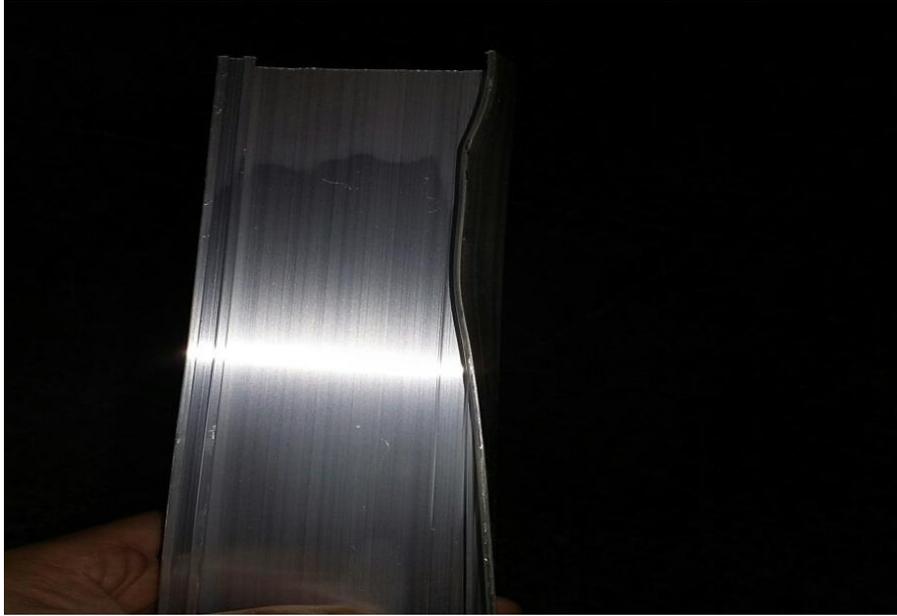


Figura 24 - Amassamento do perfil (a).
Fonte: O Autor.



Figura 25 - Amassamento do perfil (b).
Fonte: O autor.



Figura 26 - Amassamento do perfil (c).
Fonte: O Autor.

Com base na classificação do amassamento como sendo a NC mais significativa e recorrente no processo, junto com o gerente de produção e o encarregado líder da extrusora, foi feito um *brainstorming* para elaboração do Diagrama de Ishikawa (Causa e Efeito) para explorar as causas da não conformidade (Figura 27).

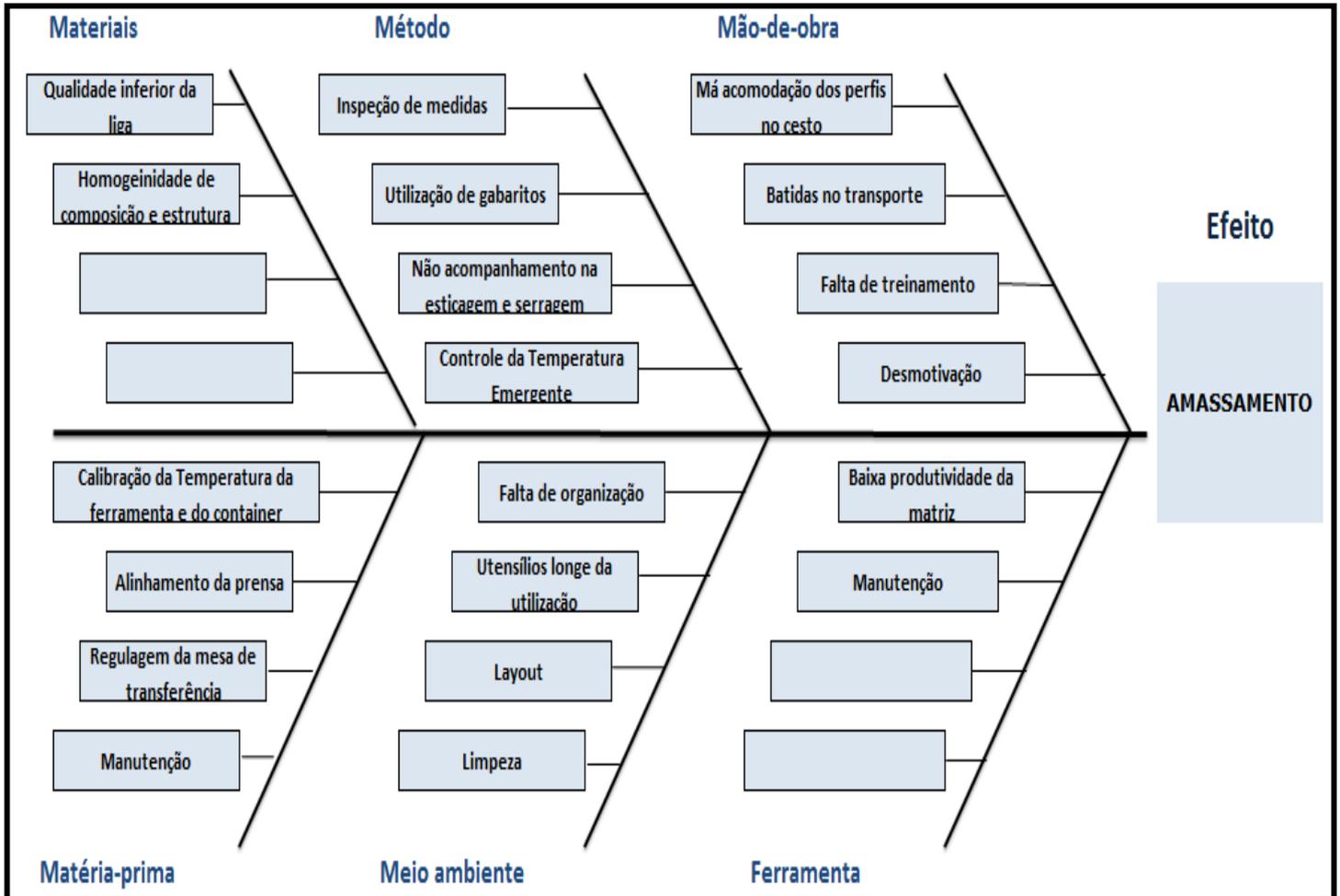


Figura 27 - Diagrama de Ishikawa para amassamento.
 Fonte: O Autor.

No decorrer do *brainstorming*, o gerente e o líder da produção, atribuíram valores em uma escala de 0 a 10 para as causas levantadas (10 = causa muito impactante e 0 = causa insignificante) para que fosse possível ainda identificar dentre as causas apontadas quais eram as mais significativas para o efeito do amassamento (Figura 28). Assim, foi desenvolvido um gráfico para melhor representar os dados (Gráfico 1).

Materia Prima		Meio Ambiente	
Descrição	Nota	Descrição	Nota
Qualidade inferior da liga	6	Falta de organização	5
Homogeneidade de composição e estrutura	4	Utensílios longe da utilização	5
		Layout	5
		Limpeza	6
Média	5,0	Média	5,3
Máquina		Mão-de-obra	
Descrição	Nota	Descrição	Nota
Calibração da Temperatura da ferramenta e do container	8	Má acomodação dos perfis no cesto	9
Alinhamento da prensa	5	Batidas no transporte	9
Regulagem da mesa de transferência	5	Falta de treinamento	9
Manutenção	5	Desmotivação	6
Média	5,8	Média	8,3
Métodos		Ferramenta	
Descrição	Nota	Descrição	Nota
Inspeção de medidas	9	Baixa produtividade da matriz	8
Utilização de gabaritos	9	Manutenção	7
Não acompanhamento na esticagem e serragem	7		
Controle da Temperatura Emergente	7		
Média	8,0	Média	7,5

Figura 28 - Valoração das causas.
Fonte: O Autor.

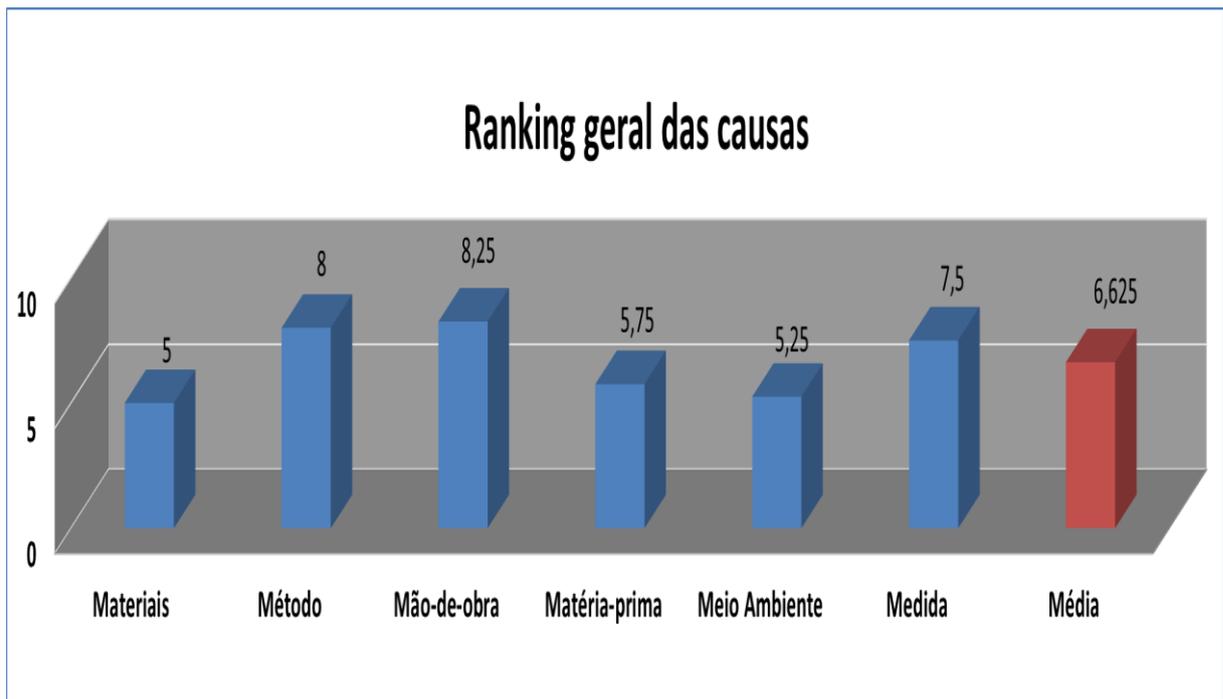


Gráfico 1 – Ranking geral da escala de significância das causas.
Fonte: O autor.

A partir do Gráfico 1 pode-se observar que as causas relacionadas a mão-de-obra foram as avaliadas com maior significância para a ocorrência das não conformidades. Isso reforça o que foi observado durante a coleta dos dados por meio da observação direta da extrusão dos perfis, a negligência dos operadores nas etapas do processo.

Com isso foi elaborado um plano de ação utilizando a planilha 5W2H citada anteriormente segundo Maiczuk e Júnior (2013). A planilha é uma ferramenta que auxilia no planejamento das ações que serão desenvolvidas. Utiliza-se o 5W2H para assegurar e informar um conjunto de planos de ação, diagnosticar um problema e planejar as correções necessárias (Figura 29).

A elaboração do plano de ação traz sugestões de melhorias buscando mitigar a ocorrência da não conformidade por meio da elaboração de procedimentos operacionais padrão, treinamento, monitoramento e também buscar recursos motivacionais para os funcionários.

Foram elaborados os procedimentos operacionais (Apêndice A) para todos os postos de trabalho no processo de extrusão dos perfis alumínio, sendo eles: extrusão, esticagem, corte do perfil, empilhadeira, tratamento térmico e controle da qualidade.

Plano de Ação	O que?	Porque?	Como?	Onde?	Quem?	Quando?	Quanto?
Reduzir a ocorrência de amassamento	Criar procedimentos operacionais	Garantir a execução corretas das etapas de cada operação	Criação um roteiro detalhado de cada atividade	Na indústria	Autoria própria com auxílio do encarregado da produção e líder da extrusão	Outubro	Sem custos
	Treinamentos	Reduzir a ocorrência de NC's	Analisando as necessidades, definindo treinamentos e aplicando-os	Na indústria	Líder e encarregado	Semestral	Sem custos
	Monitoramento	Garantir a eficiência dos POP's e a correta execução das operações	Acompanhamento direto na linha de produção	Na indústria	Líder e encarregado	Contínuo	Sem custos
	Palestra de motivação	Garantir o bom desempenho de cada funcionário no seu posto de trabalho e diminuir a rotatividade na empresa.	Repassar a importância de cada um para o bom desempenho da produção	Na indústria	Recursos Humanos	Semestral	Sem custos

Figura 29 - Planilha 5W2H para o amassamento.

Fonte: O autor.

Espera-se que com a aplicação dos procedimentos operacionais, a realização dos devidos treinamentos e o monitoramento contínuo do processo seja

possível alcançar uma redução expressiva dos 42,08% de não conformidade diretamente relacionada ao amassamento. Visto que pôde-se constatar com a aplicação das ferramentas da qualidade que a ocorrência dessa NC se dá aos recursos de mão-de-obra. Conseqüentemente, com uso dos procedimentos operacionais serão notadas melhoras no que se diz respeito às outras NC's também levantadas neste estudo.

6 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo geral analisar e identificar as causas-raiz da ocorrência de não conformidades no processo de extrusão de perfis de alumínio e criar procedimentos para a diminuição dessas ocorrências por meio da aplicação das ferramentas da qualidade. A detecção das não conformidades permite a organização estratificar as falhas de acordo com sua complexidade, desde a transformação da matéria-prima até os produtos finais.

As ferramentas da qualidade são elementos simples que permitem uma ampla utilização. Apesar de sua simplicidade, elas são eficientes e permitem que se atinjam bons resultados. Ainda assim, a falta de conhecimento dessas ferramentas por parte dos colaboradores envolvidos na solução de problemas, faz com que o tempo demandado para atingir a causa raiz seja mais elevado dentro das organizações.

Com base nos objetivos pretendidos foram identificadas quinze não conformidades no processo de extrusão de perfis de alumínio por meio da observação intensiva do processo produtivo e estratificação dos relatórios de não conformidade. Para isso foram utilizados o Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa e a planilha 5W2H. A partir dessa análise foi identificado o amassamento como sendo o principal fator para a ocorrência das NC's no processo, correspondendo a 42,08% das NC.

Desta forma, o estudo realizado se mostrou satisfatório, pois os resultados revelaram-se condizentes diante dos objetivos pretendidos. Foram identificadas as principais causas das NC's por meio do uso de ferramentas da qualidade, também foram propostos mecanismos e procedimentos operacionais para a identificação, tratamento e diminuição na ocorrência das mesmas. Esta realidade pode ser verificada na análise feita através do Diagrama de Ishikawa e outras ferramentas abordadas neste estudo, pois foi possível identificar as causas das falhas presentes no processo de extrusão, estratificá-las e traçar um plano de ação para tratamento.

Com a realização do *brainstorming* ficou evidenciado o que se tinha observado anteriormente a cerca do processo em todas as suas etapas. O eixo relacionado à mão-de-obra no Diagrama de Ishikawa foi pontuado pelos

colaboradores como sendo o mais significativo para a ocorrência das NC's, reforçando a constatação da negligência ou falta de conhecimento dos procedimentos por parte dos operadores no desempenho de suas funções.

As principais fontes de causa-raiz de NC são o processo e a capacitação. No que se refere ao processo pode-se dizer que: diferentes pessoas cometem o mesmo erro, as etapas não funcionam corretamente, permitem escolher mais de um modo de ação, não existe controle na execução adequada. Quanto à capacitação, refere-se: inexistência de treinamento para execução das atividades, treinamento deficiente e a falha na avaliação da eficácia do treinamento.

Como ação de melhoria proposta foram elaborados procedimentos operacionais padrão para todas as etapas do processo produtivo de extrusão, de modo a assegurar a correta execução das atividades tendo em vista a deficiência de mão-de-obra. Sugeriu-se também a realização de treinamentos de capacitação dos operadores para que os procedimentos operacionais propostos surtam efeito, visto que o sucesso no uso dos procedimentos depende diretamente do entendimento dos operadores a respeito de suas funções e a correta execução das mesmas.

É necessária uma ênfase na etapa na corte e encestamento dos perfis, pois nestas etapas são onde se observa a maior ocorrência das NC's. Isso ocorre devido à acomodação incorreta dos perfis nos cestos e o manuseio inadequado, acarretando em batidas durante o transporte e o esmagamento das peças devido a má acomodação, conseqüentemente causando o amassamento.

Faz-se também de extrema importância, aliado a utilização dos procedimentos e da realização de treinamentos, o monitoramento contínuo para que seja possível validar os procedimentos e garantir a diminuição da ocorrência das NC's na extrusão dos perfis. Para que seja possível o controle de qualidade mais efetivo durante as etapas do processo sugere-se que tenha um operador específico para essa atividade, o que não ocorre na empresa em questão. O operador que faz a inspeção da qualidade desempenha outras funções dentro do processo, o que o mantém ocupado enquanto deveria acompanhar a qualidade dos produtos na linha de produção.

Além disso, fazer o uso dos princípios do ciclo PDCA para verificar se estas ações estão efetivamente trazendo melhorias, caso contrário deve ser feita uma nova análise das NC para aprimorá-las.

Com a realização deste estudo, foi possível perceber que o envolvimento de operadores e gestores é de fundamental importância para o sucesso de cada uma destas ferramentas. Cada uma delas só poderá trazer os resultados esperados se todos os envolvidos em sua aplicação tiverem a consciência dos benefícios que elas podem trazer para a organização e encontrarem nelas motivação para a realização de seu trabalho.

É importante que o responsável pelo tratamento das não-conformidades tenha bons conhecimentos do sistema produtivo visando maior facilidade na análise do problema. Vale ressaltar ainda que quanto mais pessoas com diferentes focos do processo estiverem envolvidas buscando soluções para os problemas surgidos, maior será a facilidade de trabalhar com as técnicas e ferramentas da qualidade exigidas na otimização do processo.

Listam-se ainda algumas sugestões para trabalhos futuros:

- Implementação e acompanhamento das melhorias propostas neste estudo, sendo elas os procedimentos operacionais padrão, treinamento e monitoramento.
- Reavaliação dos relatórios de não conformidades a fim de mensurar as melhorias alcançadas com a implementação das sugestões proposta neste estudo
- Analisar os resultados obtidos para verificar se haverá diminuição na ocorrência de outras NC's também apontadas no estudo.

REFERÊNCIAS

ABAL – **Associação Brasileira do Alumínio**. Acesso em: 6 de maio de 2015.
Disponível em: < <http://www.abal.org.br/> >.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ISO 9000:2000.
Sistemas de gestão da qualidade. Acesso em: 20 de maio de 2015. Disponível em:
< <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=58100>>.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 17025:2005**. Acreditação de laboratórios: credenciamento: elaboração. INMETRO, Rio de Janeiro, 2012. Acesso em 16 abr. 2015. Disponível em: < http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/acre_lab.asp>

ALUCARV – **Esquadrias de Alumínio e Ferro**. Acesso em: 6 de maio de 2015.
Disponível em: < <http://www.alucarv.com.br> >.

ALUMINIO – **Inovação e Qualidade**. Acesso em 6 de maio de 2015. Disponível em:
< <http://www.revistaaluminio.com.br/recicla-inovacao/37/artigo304463-1.asp> >.

CARPINETTI, L. C. R.; MIGUEL, P. A. C; GEROLAMO, M. C. **Gestão da qualidade ISO 9001:2008: princípios e requisitos**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

CARVALHO, Marly Monteiro et al. **Gestão da qualidade**. São Paulo: Campus, 2005.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. **Metodologia científica**. 6, ed., São Paulo, Pearson Prentice Hall – 2007.

CÉZAR, F. I. G. **Ferramentas básicas da qualidade: instrumentos para gerenciamento de processo e melhoria contínua**. São Paulo: Biblioteca 24 horas: 2011.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações – Planejamento estratégico**. 3, ed. São Paulo, Atlas – 2012.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N; CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção – Conceitos, Uso e Implantação Base para SAP, Oracle Applications e outros Softwares Integrados de Gestão**, 5, ed. São Paulo, Atlas – 2010.

DAYCHOUM, M. **40+8 Ferramentas e técnicas de gerenciamento**. Rio de Janeiro: Brasport, 2012. E-book. Acesso em: 01 abril de 2015. Disponível em: < <https://books.google.com.br/books?isbn=8574523046> >

DIAS, Janine C. **Estudo sobre a aplicabilidade do modelo kano de qualidade atrativa e obrigatória ao registro civil público em uma organização localizada na cidade de João Monlevade – MG**. 2009. Monografia (Grau em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Ouro Preto Minas Gerais, 2011. Disponível em <<http://www.revistargss.org.br/ojs/index.php/rgss/article/view/64>>. Acesso em 31 mar. 2015

ENGELHARDT, FREDRIK. **Improving Systems by Combining Axiomatic Design, Quality Control Tools and Designed Experiments**. Reserch in

FALCONI, Vicente Campos. **TQC – Controle de Qualidade Total (no estilo japonês)**. 8, ed. Minas Gerais, Falconi – 2004.

FEIGENBAUM, Armand Vallin. **Controle da qualidade total**. Volume 1, São Paulo, Makron Books – 1994.

FILHO, Severo. J. **Administração de logística integrada: materiais, PCP e marketing**. Rio de Janeiro: E-papers, 2006.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

GARVIN, David A. **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Qualitymark Editora Ltda, 1992.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5, ed. São Paulo, Atlas – 2010.

HYSPEX. Tecnologia em Alumínio. Disponível em < <http://www.hyspex.com.br/v2/> >. Acesso em 27 de out. 2015.

KAUARAK, F. S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H.; **Metodologia da pesquisa: um guia pratico**. Bahia: Litterarum, 2010.

KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. **Administração de Produção e Operações**. 8ª edição. São Paulo; Pearson Prentice Hall – 2009.

KOCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica**. 25, ed. Petrópolis, Vozes – 2008.

LIMA, R. A. **Como a relação entre clientes e fornecedores internos à organização pode contribuir para a garantia da qualidade: o caso de uma empresa automobilística**. Ouro Preto: UFOP, 2006.

LOPES, J. A. S. M. **Aplicação de Controle estatístico de processo em variáveis de extrusão de alumínio**. Trabalho de conclusão de curso (Dissertação) – Universidade de Santa Catarina. Florianópolis, 2011.

LUCINDA, M. A. **Qualidade: fundamentos e práticas para cursos de graduação**. Rio de Janeiro: Brasport: 2010.

LUSTOSA, Leonardo Junqueira; DE MESQUITA, Marco Aurélio; OLIVEIRA, Rodrigo J. **Planejamento e controle da produção**. Elsevier Brasil, 2008.

MAICZUK, Jonas; JÚNIOR, Pedro Paulo Andrade. Aplicação de ferramentas de melhoria de qualidade e produtividade nos processos produtivos: um estudo de caso. **Qualit@s Revista Eletrônica**, v. 14, n. 1, 2013. Acesso em 30 mar. 2015. Disponível em: < <http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/view/1599> >.

MAINARDES, Emerson W; LOURENÇO, Luis; TONTINI, Gerson. **Percepções dos Conceitos de Qualidade e Gestão pela Qualidade Total: estudo de caso na universidade**. GESTÃO. Org-Revista Eletrônica de Gestão Organizacional, v. 8, n. 2, 2010. Acesso em 31 mar. 2015. Disponível em < <http://www.faccrei.edu.br/files/revista/anexo/26/diartigos24.pdf>>.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa**. 7, ed. São Paulo, Atlas – 2013.

MARTINS, P. G; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MEIRELES, Manuel. **Ferramentas Administrativas Para Identificar Observar E Analisar Problemas**. Arte & Ciência, 2001.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. 2ª edição; São Paulo, editora Cengage Learning – 2011.

MOURA, Reinaldo A., **Kanban: A Simplicidade do Controle de Produção**, São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais - IMAM, 2003.

NOGUEIRA, Amanda de Cássia; PERES, Alexandre de Paula. **Comparação entre duas Matrizes FMEA aplicadas em Laticínios de Lavras-MG**. 2010.

OAKLAND, J. S. **Gerenciamento da qualidade total (TQM)**. 2, ed. São Paulo, Nobel – 1994.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de produção**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

OLIVEIRA, S. T. **Ferramentas para o aprimoramento da qualidade**. São Paulo: Pioneira, 1995.

PACHECO, Nazareno de O. **Sistema de Apoio à Solução de Não-Conformidades: Um Estudo de Caso na Extrusão de Alumínio**. 2014. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

PALADINI, E. P. **Gestão estratégica da qualidade: princípios, métodos e processos** – São Paulo: Atlas, 2008.

PALMEIRA, A. A. **Capítulo 4 – processos de extrusão**. Apostila – Departamento de Mecânica e Energia – processos de fabricação IV, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005.

RIGONI, J. R. **Registro de Não Conformidade: RNC**. [2015?] Acesso em 16 abr. 2014. Disponível em: <<http://www.totalqualidade.com.br/2014/09/registro-de-nao-conformidade-rnc.html>>

ROSA, L. C. **Introdução ao controle estatístico de processos**. Santa Maria: UFSM, 2009. Acesso em 10 de mai 2015. Disponível em: <http://cascavel.ufsm.br/tede/tde_arquivos/12/TDE-2011-12-02T152955Z-3378/Publico/BOHM,%20SANDRA%20INES%20HORN.pdf>.

SACOMANO, J. B.; FUSCO, J. P. A. **Operações e gestão estratégica da produção**. São Paulo, Arte & Ciência, 2007.

SEBRAE – Serviço brasileiro de apoio às micro e pequenas empresas. Acesso em 30 de jun 2015. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/>>.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23, ed. São Paulo, Cortez – 2008.

SILVA, J. R.; HENZEL, M. E. **Mapeamento de processo do relatório de não conformidade como fator preponderante para o controle estatístico e aumento da qualidade do produto oferecido aos clientes**. Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, v. 3, n. 5, p. 140-152, 2011. Acesso: 11 de maio de 2015. Disponível em:
<<http://stat.entrever.incubadora.ufsc.br/index.php/IJIE/article/view/963>>

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**, 3. ed. São Paulo, Atlas S.A. – 2009.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção**. 2, ed. São Paulo, Atlas S.A. – 2009.

VERGUEIRO, W. **Qualidade em serviços de informação**. São Paulo: Arte e Ciência, 2002.

WOMACK, James et al., **A Mentalidade Enxuta nas Empresas: Lean Thinking**. Rio de Janeiro, Elsevier, 2004.

APÊNDICE A – PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PADRÃO

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO	Página 1/2
Código do Documento:	
NOME DA TAREFA: EXTRUSÃO DE PERFIL DE ALUMÍNIO RESPONSÁVEL: OPERADOR DA PRENSA	
EQUIPAMENTO NECESSÁRIO	
Extrusora; Prensa; Forno de aquecimento; Talha Elétrica; Empilhadeira; Pirômetro; Trena; Paquímetro; Esquadro; Goniômetro; Calibrador de folga; Micrômetro;	
ATIVIDADES CRÍTICAS	
<ol style="list-style-type: none"> 1) Realizar o check list de verificação da extrusora; 2) Receber a ordem de produção; 3) Preencher o RQ 7.5.1-02 Controle de Produção com a especificação do perfil a ser extrudado; 4) Preencher o RQ 7.5.1-03 Controle de Processo com a especificação do perfil e condições do processo; 5) Preencher o RQ 7.5.1-04 Controle Diário especificando a produção líquida e bruta de cada perfil; 6) Aquecer as ferramentas já montadas pelo setor de ferramentaria, respeitando a temperatura de 450°C para iniciar a operação; 7) Montar a ferramenta na extrusora; 8) Separar o tarugo de acordo com a liga especificada na ordem de produção; 9) Carregar o tarugo na máquina; 10) Realizar a programação e o setup da extrudora; 11) Cortar o tarugo de acordo com a ordem de produção e quantidade de peças a ser produzidas; 12) Realizar a extrusão e acompanhe o processo; 13) Cortar a quente e realize o resfriamento do perfil; 14) Fazer a inspeção visual do perfil conforme RQ 7.5.1-06; 15) A cada troca realizar o calculo da produtividade da ferramenta; 16) Fazer o monitoramento da temperatura emergente durante todo o processo; <ul style="list-style-type: none"> • Produto Conforme: Identifica o RQ 7.5.1-02 com selo verde e segue a ordem de produção. • Produto Não-Conforme: Identifica o RQ 7.5.1-02 com o selo vermelho e registre a não-conformidade no controle de produção. 17) Mantenha a organização e limpeza do seu ambiente de trabalho. 	
RESULTADOS ESPERADOS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Garantir o ótimo desempenho do processo, assegurando as condições adequadas de acabamento, dimensão, gramatura, temperatura e comprimento final do perfil. 2. Se houver dúvida na execução da atividade procurar o encarregado do setor imediatamente. 	
Responsável:	
Assinatura:	

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO	Página 1/2
	Código do Documento:
NOME DA TAREFA: ESTICAGEM DO PERFIL	RESPONSÁVEL: OPERADOR DA ESTICADEIRA
EQUIPAMENTO NECESSÁRIO	
Esticadeira; Paquímetro; Goniômetro; Esquadro; Micrômetro;	
ATIVIDADES CRÍTICAS	
<ol style="list-style-type: none"> 1) Receber a ordem de produção; 2) Receber do operador da extrusora o RQ 7.5.1-02 Controle de Produção com as especificações dos perfis a serem esticados; 3) Preencher o RQ 7.5.1-03 Controle de Processo com a especificação do perfil e condições do processo; 4) Seguir a ordem de produção e iniciar a esticagem do material; 5) Inspecionar as medidas utilizando o paquímetro e esquadro no início da troca de material; 6) Usar os gabaritos ao iniciar o processo de esticagem dos perfis; 7) Movimentar a esticadeira até encaixar o perfil nos mordedores da máquina; 8) Prender o material nas extremidades da maquina fixando a ponta do perfil na esticadora principal e esticadora auxiliar; SE necessário utilizar calço; 9) Realizar a esticagem do perfil em duas etapas, o acionamento da máquina é manual: <ul style="list-style-type: none"> • 1° - Acomode e alinhe o perfil entre os cabeçotes; • 2° - Estique o material; 10) Regular o recuo da esticadeira de acordo com os parâmetros de processo e do produto disponibilizado no desenho do perfil. 11) Fazer a inspeção visual do perfil conforme RQ 7.5.1-06; <ul style="list-style-type: none"> • Produto Conforme: Identifica o RQ 7.5.1-02 com selo verde e segue a ordem de produção. • Produto Não-Conforme: Identifica o RQ 7.5.1-02 com o selo vermelho, registre a não-conformidade e encaminhe para o setor de qualidade. 12) Mantenha a organização e limpeza do seu ambiente de trabalho. 	
RESULTADOS ESPERADOS	
<ul style="list-style-type: none"> • Garantir o acabamento dimensional do perfil pós esticagem. • Se houver dúvida na execução da atividade procurar o encarregado do setor imediatamente. 	
Responsável: Assinatura:	

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO		Página 1/2
		Código do Documento:
NOME DA TAREFA: CORTE DO PERFIL		RESPONSÁVEL: OPERADOR DA SERRA
EQUIPAMENTO NECESSÁRIO		
Serra; Trena; Cesto; Paquímetro; Micrômetro; Goniômetro; Esquadro; Ponte Rolante; Empilhadeira;		
ATIVIDADES CRÍTICAS		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Receber a ordem de produção; 2. Receber do operador da extrusora o RQ 7.5.1-02 Controle de Produção com as especificações dos perfis a serem cortados; 3. Preencher o RQ 7.5.1-03 Controle de Processo com a especificação do perfil e condições do processo; 4. Inspecionar as medidas exatas da ordem de produção; 5. Seguir a ordem de produção e iniciar o corte do material; 6. Separar as peças para serem cortadas e ajustar o encosto da serra para cortar os perfis conforme a medida do pedido. 7. OBRIGATORIAMENTE operar a máquina com o abafador acionado; 8. Acionar a máquina e cortar o perfil; 9. Conferir a medida do corte e preencher no RQ 7.5.1-03 Controle de Processo; 10. Fazer a inspeção visual do perfil conforme RQ 7.5.1-06; 11. Produto Conforme: Identifica o RQ 7.5.1-02 com selo verde e segue o processo de corte. 12. Produto Não-Conforme: Identifica o RQ 7.5.1-02 com o selo vermelho, registre a não-conformidade e encaminhe para o setor da qualidade. 13. Colocar as peças cortadas nos cestos, separando por pedido; 14. Colocar os perfis pesados (gramatura pesada) EMBAIXO dos perfis leves (gramatura leve). Se necessário faça a troca do cesto; 15. Separar as camadas de perfis com sarrafos encapados ou tiras de papelão; 16. Verificar o empilhamento máximo para cada tipo de perfil; 17. Inspecionar se o encestamento está correto; 18. Passar o jato de ar-comprimido OBRIGATORIAMENTE sobre os perfis já encestados; 19. Identificar se a ordem é de Peça Natural ou Pintada: 20. Pintada: Identifique o cesto e encaminhe para o tratamento térmico; 21. Natural – Com tratamento térmico: Identifique o cesto e encaminhe para o tratamento térmico. 22. Natural – Sem tratamento térmico: Embale o produto. 23. Mantenha a organização e limpeza do seu ambiente de trabalho. 		
RESULTADOS ESPERADOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Garantir o comprimento da peça. • Garantir o encestamento adequado. • Evitar o amassamento dos perfis no processo de encestamento. 		

- Garantir a remoção dos cavacos sobre os perfis.
- Se houver dúvida na execução da atividade procurar o encarregado do setor imediatamente.

Responsável:

Assinatura:

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO		Página 1/1
		Código do Documento:
NOME DA TAREFA: EMPILHADEIRA		RESPONSÁVEL: OPERADOR DA EMPILHADEIRA
EQUIPAMENTO NECESSÁRIO		
Empilhadeira;		
ATIVIDADES CRÍTICAS		
<ol style="list-style-type: none"> 1) Fazer o checklist e verificar as condições de uso da empilhadeira antes de iniciar as atividades; 2) Realizar o abastecimento dos tarugos na extrusora; 3) Fazer o transporte e movimentação dos cestos; 4) Verificar o empilhamento máximo para cada tipo de perfil; 5) Verificar se o cesto recebeu o jato de ar-comprimido; 6) Carregar/descarregar os cestos no forno de envelhecimento; 7) IMPORTANTE: verifique se os cestos estão carregados de maneira correta, caso não esteja comunique o encarregado do setor imediatamente; 8) Mantenha a organização e limpeza do seu ambiente de trabalho. 		
RESULTADOS ESPERADOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Garantir o carregamento correto dos cestos. • Garantir o encestamento correto e empilhamento máximo de perfis. • Garantir o abastecimento dos tarugos na extrusora. • Se houver dúvida na execução da atividade procurar o encarregado do setor imediatamente. 		
Responsável:		
Assinatura:		

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO		Página 1/2
		Código do Documento:
NOME DA TAREFA: TRATAMENTO TÉRMICO		RESPONSÁVEL: OPERADOR DO FORNO
EQUIPAMENTO NECESSÁRIO		
Cesto; Durômetro; Forno; Ponte; Empilhadeira.		
ATIVIDADES CRÍTICAS		
<ol style="list-style-type: none"> 1) Verificar as condições de uso do forno antes de iniciar o processo; 2) Receber do setor de corte o RQ 7.5.1-02 Controle de Produção com as especificações dos perfis a serem termicamente tratados; 3) Preencher o RQ 7.5.4-02 Controle de Processo com a especificação do perfil e condições do processo de tratamento térmico; 4) Realize a programação e o set do forno; 5) Iniciar o processo de tratamento térmico respeitando as especificações do RQ 7.5.1-02 Controle de Produção; 6) Respeitar após o tratamento térmico o tempo de resfriamento dos perfis; 7) Retirar as peças do forno e faça a inspeção visual dos perfis; 8) Fazer a inspeção de controle da dureza do material retirando uma amostra de cada cesto; <ul style="list-style-type: none"> • Produto Conforme: Identifica o RQ 7.5.1-02 com selo verde e segue a ordem de produção. • Produto Não-Conforme: Identifica o RQ 7.5.1-02 com o selo vermelho, registre a não-conformidade e encaminhe para o setor da qualidade. 9) Identificar na ordem de produção se a peça é Natural ou Pintada; <ul style="list-style-type: none"> • Natural: Identificar as peças com a ordem de produção RQ 7.51-02 e encaminhe o cesto para o setor de embalagem. • Pintada: Identifique o cesto e encaminhe para o setor de pintura. 10) Mantenha a organização e limpeza do seu ambiente de trabalho. 		
RESULTADOS ESPERADOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Garantir o acabamento superficial pós tratamento térmico. • Garantir dureza dos perfis de acordo com as especificações da ordem de produção. • Garantir o encestamento adequado. • Garantir a limpeza e organização do posto de trabalho. • Se houver dúvida na execução da atividade procurar o encarregado do setor imediatamente. 		
Responsável: Assinatura:		

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO		Página 1/1
		Código do Documento:
NOME DA TAREFA: CONTROLE DE QUALIDADE		RESPONSÁVEL: CONTROLE DE QUALIDADE
EQUIPAMENTO NECESSÁRIO		
Planilha de não-conformidade		
ATIVIDADES CRÍTICAS		
<ol style="list-style-type: none"> 1) Realizar a inspeção visual a cada 5 tarugos extrudados; 2) Realizar uma amostragem a cada 10 tarugos extrudados; 3) Inspecionar e acompanhar a esticagem e corte dos perfis; 4) Inspecionar o encestamento correto dos perfis, perfil leve deve ficar em cima de perfil pesado; 5) Verificar o empilhamento máximo no cesto para cada tipo de perfil; 6) Verificar se o cesto recebeu o jato de ar-comprimido; 7) IMPORTANTE: verifique se os cestos estão carregados de maneira correta, caso não esteja comunique o encarregado do setor imediatamente; 8) Mantenha a organização e limpeza do seu ambiente de trabalho. 		
RESULTADOS ESPERADOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Garantir o comprimento da peça. • Garantir o encestamento adequado. • Evitar o amassamento dos perfis no processo de encestamento. • Garantir a remoção dos cavacos sobre os perfis. • Se houver dúvida na execução da atividade procurar o encarregado do setor imediatamente. 		
Responsável:		
Assinatura:		