

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE EXTRUSÃO DE PERFILADOS EM ALUMÍNIO PARA APLICAÇÕES ESTRUTURAIS

OPTIMIZATION OF THE ALUMINUM PROFILE EXTRUSION PROCESS FOR STRUCTURAL APPLICATIONS

Jhonata Sabino Pereira¹

Flávio Lúcio Santos de Carvalho²

RESUMO: Este trabalho aborda a otimização do processo de extrusão de perfilados em alumínio para aplicações estruturais. O contexto envolve a crescente demanda por soluções estruturais leves e duráveis, onde o alumínio se destaca como material de escolha. O objetivo principal é aprimorar o processo de extrusão, visando eficiência, qualidade e desempenho otimizados dos perfilados produzidos.

O método empregado incluiu análises detalhadas das variáveis do processo, ajustes nos parâmetros de extrusão e a aplicação de técnicas avançadas de controle de qualidade. Foram explorados os principais perfis e ligas de alumínio trabalhados na empresa Perfil Alumínio do Brasil, considerando as especificidades das aplicações estruturais almejadas. Os resultados obtidos evidenciam melhorias significativas na resistência, durabilidade e precisão dimensional dos perfilados, destacando a eficácia das modificações implementadas.

A conclusão destaca os benefícios obtidos com a otimização do processo de extrusão em termos de desempenho estrutural aprimorado, apontando para a relevância contínua do desenvolvimento nesta área para atender às demandas crescentes por soluções construtivas eficientes e sustentáveis.

Palavras-chave: Extrusão de Alumínio; Otimização de Processos; Eficiência; Qualidade.

ABSTRACT: This work addresses the optimization of the aluminum profile extrusion process for structural applications. The context involves the growing demand for lightweight and durable structural solutions, where aluminum stands out as the material of choice. The main objective is to enhance the extrusion process, aiming for optimized efficiency, quality, and performance of the produced profiles.

The employed method included detailed analyses of process variables, adjustments to extrusion parameters, and the application of advanced quality control techniques. The primary profiles and aluminum alloys used by the company "Perfil Alumínio do Brasil" were explored, considering the specificities of the targeted structural applications. The obtained results demonstrate significant improvements in the resistance, durability,

¹ Graduando do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário Salesiano – UniSales (Jhonata.Pereira@souunisaes.com.br) Vitória/ES, Brasil.

² Professor mestre em Engenharia Metalúrgica e Engenharia dos Materiais no Centro Universitário Salesiano – UniSales (fcarvalho@salesiano.br) Vitória/ES, Brasil.

and dimensional precision of the profiles, highlighting the effectiveness of the implemented modifications.

The conclusion emphasizes the benefits achieved through the optimization of the extrusion process in terms of enhanced structural performance, pointing to the ongoing relevance of development in this area to meet the increasing demands for efficient and sustainable construction solutions.

Keywords: Aluminum Extrusion; Process Optimization; Efficiency; Quality.

1. INTRODUÇÃO

O processo de extrusão de perfilados em alumínio é um processo de conformação mecânica que consiste na aplicação de uma força axial sobre uma barra de alumínio, que é forçada a passar por uma ferramenta, adquirindo a forma desejada. O processo é amplamente utilizado na indústria para a produção de uma grande variedade de produtos, incluindo perfis estruturais, que são utilizados na construção civil, engenharia civil, arquitetura, entre outros setores.

Os perfis estruturais em alumínio são caracterizados por sua alta resistência mecânica e durabilidade. Essas propriedades os tornam uma opção atraente para aplicações estruturais, onde é necessário um material que seja forte e resistente à corrosão.

No entanto, o processo de extrusão de perfis estruturais pode apresentar uma série de problemas, as não conformidades geométricas representam desvios indesejados na forma e nas dimensões dos produtos finais. Distúrbios como distorções, rugosidades e espessuras irregulares são desafios frequentemente enfrentados durante o processo de extrusão. Distorções podem ocorrer devido a variações na pressão ou temperatura, enquanto rugosidades podem resultar de condições inadequadas do dado de extrusão. Espessuras irregulares podem ser causadas por inconsistências no controle do processo, impactando a qualidade e a precisão dimensional dos perfilados.

As não conformidades físicas referem-se a imperfeições intrínsecas nos perfilados que podem comprometer sua integridade estrutural. Microfissuras, por exemplo, são pequenas trincas que podem surgir durante a solidificação do alumínio após a extrusão, podendo comprometer a resistência e durabilidade do material. A porosidade, caracterizada pela presença de pequenas bolhas de gás na estrutura do alumínio, também é uma não conformidade física que pode impactar negativamente as propriedades mecânicas do perfilado. Essas imperfeições físicas podem resultar de variações no resfriamento ou na composição do material, exigindo controle preciso para evitá-las e garantir a qualidade do produto final.

Essas não conformidades podem afetar negativamente a qualidade e a performance dos perfis estruturais, podendo levar a falhas estruturais e, conseqüentemente, a acidentes.

1.2 Problema de Pesquisa

O problema de pesquisa deste trabalho é o seguinte:

Como otimizar o processo de extrusão de perfilados em alumínio para aplicações estruturais, a fim de reduzir a ocorrência de não conformidades?

Para responder a essa pergunta, o trabalho propõe uma abordagem baseada na análise de não conformidades. A análise de não conformidades é uma ferramenta que permite identificar as causas raízes dos problemas de qualidade, a fim de implementar ações de melhoria.

1.3 Interesse do Autor

O autor deste trabalho é um acadêmico do curso de engenharia de produção, que atualmente encontra-se em campo de estágio, de forma exploratória, deseja obter os conhecimentos da área de extrusão de alumínio, crescer na empresa e me desenvolver como profissional na área de qualidade, setor onde foi alocado, são grandes ramos promissores na carreira.

1.4 Contextualização do Tema

O tema de estudo deste trabalho é atual e relevante, pois o setor de extrusão de alumínio é um setor em crescimento, com uma demanda crescente por perfis estruturais em alumínio. Além disso, a preocupação com a qualidade dos produtos e a segurança das estruturas é crescente, o que torna a otimização do processo de extrusão de perfilados em alumínio para aplicações estruturais uma área de pesquisa importante.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é propor um método para otimizar o processo de extrusão de perfilados em alumínio para aplicações estruturais, a fim de reduzir a ocorrência de não conformidades.

1.5.2 Objetivos Específicos

A identificação das causas raízes das não conformidades no processo de extrusão de perfilados em alumínio para aplicações estruturais é essencial para aprimorar a eficiência e qualidade. Este estudo busca uma análise detalhada do processo, incluindo a seleção de ligas, parâmetros de extrusão e variáveis críticas.

A coleta e análise de dados, juntamente com técnicas avançadas de controle de qualidade, desempenham um papel central na revelação de padrões de não conformidade. A avaliação das ligas e designs de perfilados, alinhados às exigências estruturais, é crucial.

O envolvimento dos profissionais do processo, incluindo operadores e técnicos, fornece perspectivas práticas valiosas. Além disso, a análise de tendências ao longo do tempo e correlações entre variáveis auxilia na identificação de relações de causa e efeito nas não conformidades. Este estudo visa oferecer uma abordagem abrangente para identificar e compreender as causas fundamentais das não conformidades, proporcionando uma base sólida para melhorias significativas na qualidade dos perfilados de alumínio extrudados.

Propor ações de melhoria para mitigar a ocorrência de não conformidades no processo de extrusão de perfilados em alumínio para aplicações estruturais é uma etapa crucial para elevar a eficiência e qualidade do sistema produtivo. Este estudo não apenas identifica as causas raízes das não conformidades, como também se concentra em estratégias proativas para preveni-las.

Uma abordagem sistemática envolve a implementação de mudanças nos procedimentos operacionais, considerando as variáveis críticas do processo. Isso pode incluir ajustes nos parâmetros de extrusão, refinamento de protocolos de controle de qualidade e a introdução de tecnologias inovadoras para monitorar e otimizar continuamente o processo.

Além disso, a capacitação dos profissionais envolvidos no processo de extrusão é essencial. Oferecer treinamentos específicos sobre as práticas recomendadas, as características das ligas de alumínio utilizadas e as nuances do design de perfilados contribui para uma execução mais precisa e consciente.

A aplicação de métodos preventivos, como a manutenção preditiva de equipamentos, pode minimizar falhas inesperadas, reduzindo as chances de não conformidades. Estabelecer protocolos claros de inspeção e auditoria, integrados ao ciclo produtivo, também desempenha um papel crucial na detecção precoce de potenciais problemas.

Em resumo, propor ações de melhoria envolve uma abordagem holística, incorporando mudanças operacionais, capacitação de pessoal, tecnologias avançadas e práticas preventivas. Ao fazer isso, busca-se não apenas corrigir as não conformidades existentes, mas também criar um ambiente de produção mais resiliente e eficiente a longo prazo.

A avaliação da resistência e de outras características cruciais para aplicações estruturais em perfilados de alumínio é essencial para garantir a eficácia e a segurança desses produtos. Este estudo busca uma análise abrangente que vai além da simples conformidade, concentrando-se na qualidade intrínseca e no desempenho dos perfilados.

Iniciar a avaliação envolve a aplicação de testes específicos para medir a resistência estrutural do alumínio utilizado nos perfilados. Testes de tração e ensaios de resistência mecânica são fundamentais para verificar se o material atende aos padrões e requisitos específicos de aplicações estruturais.

Além da resistência, outras características importantes incluem a durabilidade, a estabilidade dimensional e a capacidade de suportar cargas ao longo do tempo. Testes de envelhecimento acelerado e simulações de condições ambientais extremas podem ser implementados para avaliar a durabilidade do material.

A análise da geometria dos perfilados é crucial, considerando dimensões como largura, espessura e perfil. Uma geometria precisa é essencial para garantir a adequação dos perfilados em sistemas estruturais complexos.

A coleta de dados de desempenho em situações de carga simuladas é outra etapa essencial. Isso envolve a realização de testes estruturais para avaliar o comportamento dos perfilados sob diferentes condições de carga, proporcionando uma visão mais realista de seu desempenho em situações do mundo real.

Em resumo, a avaliação da resistência e demais características para aplicações estruturais requer uma abordagem abrangente, incluindo testes específicos, análise da geometria e avaliação do desempenho em condições simuladas. Essa abordagem holística visa assegurar que os perfilados de alumínio atendam não apenas aos requisitos mínimos de conformidade, mas também às expectativas de desempenho e durabilidade em contextos estruturais diversos.

A produção de ligas de alumínio específicas, como 6060, 6063, 6005A e 6012, representa uma parte significativa das atividades da empresa, sendo essas ligas tanto de origem nacional quanto importada. A escolha destas ligas não é aleatória, pois cada uma apresenta características únicas que se adequam a diferentes aplicações estruturais.

A liga 6060 destaca-se por sua boa conformabilidade e soldabilidade, sendo frequentemente utilizada na fabricação de estruturas leves e peças que requerem acabamento superficial de qualidade. Já a liga 6063 é conhecida por sua excelente extrudabilidade e resistência à corrosão, sendo comumente empregada em perfis arquitetônicos e estruturas leves.

A liga 6005A é escolhida por sua combinação de resistência mecânica e boa capacidade de soldagem, sendo aplicada em componentes estruturais exigentes. Por fim, a liga 6012 é reconhecida por sua alta resistência à corrosão, tornando-a adequada para ambientes desafiadores, referindo-se as condições adversas ou agressivas que podem afetar negativamente os materiais metálicos ao longo do tempo. Esses ambientes podem incluir situações com alta umidade, exposição a agentes químicos corrosivos, variações extremas de temperatura ou qualquer outra condição que possa provocar corrosão ou desgaste acelerado nos materiais.

A decisão entre utilizar ligas de origem nacional ou importada pode depender de diversos fatores, como disponibilidade, custos, e especificidades do projeto. Ambas as opções possuem vantagens, e a escolha é influenciada pela busca pela melhor combinação de propriedades para atender às exigências das aplicações estruturais.

Em resumo, a produção das ligas 6060, 6063, 6005A e 6012, tanto de origem nacional quanto importada, reflete uma abordagem estratégica da empresa ao escolher materiais que oferecem propriedades específicas para atender às demandas variadas das aplicações estruturais.

1.6. JUSTIFICATIVA

A pesquisa em questão é fundamental devido a vários motivos, busca aprimorar a eficiência da produção, garantindo produtos finais de alta qualidade. Além disso, contribui para a redução de custos operacionais, impulsiona inovações tecnológicas, assegura conformidade com padrões da indústria e promove a competitividade no mercado. A sustentabilidade é também um fator crucial, pois a otimização do processo pode resultar em práticas mais ambientalmente responsáveis.

Em setores estratégicos, como construção civil e indústrias automotiva e aeroespacial, a pesquisa tem um impacto direto na relevância e competitividade desses setores. Em síntese, a pesquisa visa não apenas a eficiência operacional, mas também a inovação, competitividade, sustentabilidade e conformidade, elementos essenciais para o sucesso nos diversos campos que dependem desses perfilados de alumínio.

A produção mais eficiente e sustentável contribui para a conservação de recursos naturais e redução do impacto ambiental, promovendo práticas industriais mais responsáveis. A melhoria na qualidade dos perfilados pode ter aplicação em setores como construção civil, automotivo e aeroespacial, influenciando diretamente a segurança e durabilidade de estruturas e produtos utilizados diariamente pela sociedade.

A pesquisa contribui para o avanço do conhecimento técnico na área de engenharia de produção, explorando inovações no processo de extrusão e a aplicação de novas tecnologias. Isso enriquece o corpo de conhecimento acadêmico e serve como referência para futuras investigações e estudos.

A otimização de processos industriais é um tema relevante no campo da engenharia de produção, e a pesquisa pode fornecer insights valiosos para acadêmicos, estudantes e pesquisadores interessados em aprimorar métodos e práticas na área.

Como pesquisador, a investigação oferece a oportunidade de contribuir para a solução de desafios práticos na indústria, demonstrando a aplicação prática de teorias e conceitos estudados. Isso fortalece a posição do pesquisador como um agente de mudança e inovação. Publicações resultantes da pesquisa podem aumentar a visibilidade e reputação do pesquisador na comunidade acadêmica e industrial, proporcionando oportunidades para colaborações, financiamentos e reconhecimento.

Na engenharia de produção, a pesquisa contribui para a constante busca por eficiência, qualidade e sustentabilidade nos processos industriais. A implementação das melhorias propostas pode resultar em ganhos significativos de produtividade, redução de custos e maior competitividade para as empresas do setor. A capacidade de otimizar processos é uma habilidade crítica para profissionais de engenharia de produção.

A pesquisa nessa área não apenas aprimora o conhecimento técnico, mas também fornece ferramentas e abordagens práticas para enfrentar desafios complexos na gestão da produção.

A pesquisa em construção tem sido relevante para meu crescimento em campo de estágio, tanto na teoria e prática, tenho estado em contato direto diariamente, e identifiquei que esse estudo/pesquisa ele já existe e vem sendo sempre se aprimorando, apresentando novos conceitos e planos de melhorias.

2. REVISÃO DE LITERATURA

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 **(ABAL 2023)**.

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 metalomecânico 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)**.

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 **(ABAL, 2023)**.

Justamente por essa perspectiva as previsões são de alta constante: o Brasil deve chegar em 2025 manufaturando 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 à 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 13 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%. **(Capasso, G. T. (2015).**

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. **(Autoria própria 2023).**

A extrusão é definida como o processo de transformação mecânica em que um tarugo de metal é reduzido em sua seção transversal, quando submetido a fluir por meio do orifício de uma matriz (ferramenta), sob decorrência de altas pressões. É semelhante a uma pasta de dente sendo evacuada do seu tubo **(ABAL, 2007)**

De acordo com **Murakami (2009)** o processo de extrusão de alumínio tem início através de um tarugo, que passa por um procedimento de aquecimento antes de ser encaminhado a extrusora. Ainda, no processo de extrusão, o colaborador seleciona a matriz que será utilizada, uma vez que é ela que determinará o formato do alumínio extrudado.

O ingresso de ligas de alumínio intermediárias, designadas termicamente na própria prensa de extrusão e de excelente extrudabilidade, propiciou uma acelerada expansão desta indústria pós-guerra. Atualmente, sistemas de fachada cortina, peças de carrocerias de ônibus e caminhões, janelas e portas, estruturas aeroespaciais e vários outros itens são produzidos a partir de perfis de alumínio extrudado **(ABAL, 2007).**

O processo de extrusão precisa de equipamentos suplementares, dentre eles: fornos para aquecimento de tarugos e de tratamento térmico de perfis, e também dispositivos para esticamento, transporte e corte de produtos extrudados. Para mais, dois tipos de processo de extrusão são mais comuns: extrusão indireta inversa e extrusão direta **(ABAL, 2007).**

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.

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.

PACHECO (2013), 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.

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.

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.

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.

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 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**).

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.

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**).

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 variação 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)**.

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)**.

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

peças não gostavam do controle de qualidade, pois eram 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. METODOLOGIA

Segundo Bruyne (1991), a metodologia é a lógica dos procedimentos científicos em sua gênese e em seu desenvolvimento, não se reduz, portanto, a uma “metrologia” ou tecnologia da medida dos fatos científicos.

A metodologia deve ajudar a explicar não apenas os produtos da investigação científica, mas principalmente seu próprio processo, pois suas exigências não são de submissão estrita a procedimentos rígidos, mas antes da fecundidade na produção dos resultados. (BRUYNE, 1991 p. 29).

Segundo Strauss & Corbin (1998), o método de pesquisa é um conjunto de procedimentos e técnicas utilizados para se coletar e analisar os dados. O método fornece os meios para se alcançar o objetivo proposto, ou seja, são as “ferramentas” das quais fazemos uso na pesquisa, a fim de responder nossa questão.

A pesquisa segundo Minayo (1993, p.23) é considerada como “atividade básica das ciências na sua indagação e descoberta da realidade. É uma atitude e uma prática teórica de constante busca que define um processo intrinsecamente inacabado e permanente. É uma atividade de aproximação sucessiva da realidade que nunca se esgota, fazendo uma combinação particular entre teoria e dados”.

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.

Para a coleta de dados tive como base o meu gestor da produção senhor Pedro Antônio de Moura, no qual me apresentou algumas ferramentas de gestão e qualidade, bem como os processos na extrusão, ainda estou aprendendo e coletando maiores dados para o trabalho.

Segue abaixo o modelo de sistema Scoreplen, centraliza estratégias, indicadores, projetos, ações, riscos, orçamentos e gestão de pessoas. Tem como metodologias os 5 porquês e também o Diagrama de Ishikawa.

Gráfico de indicador

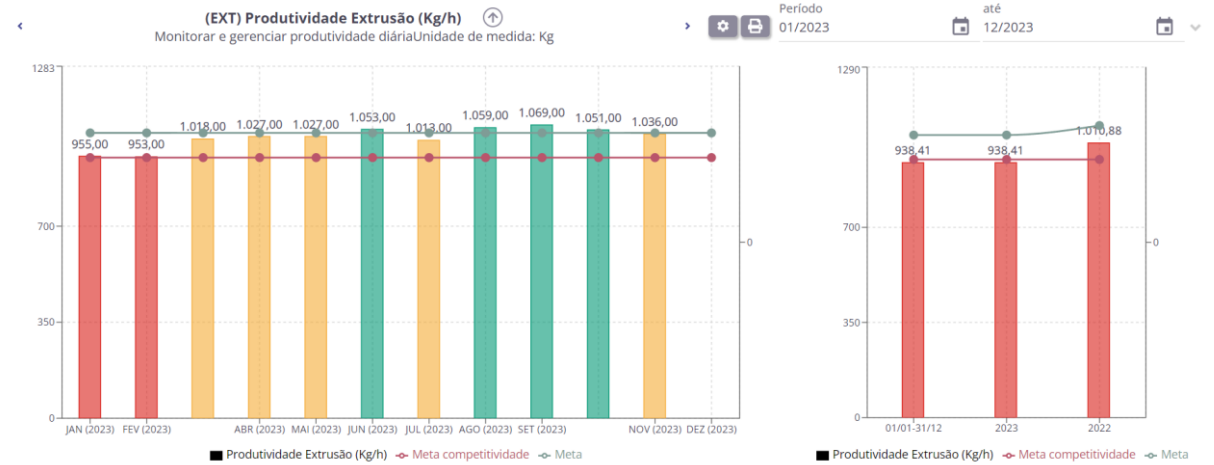
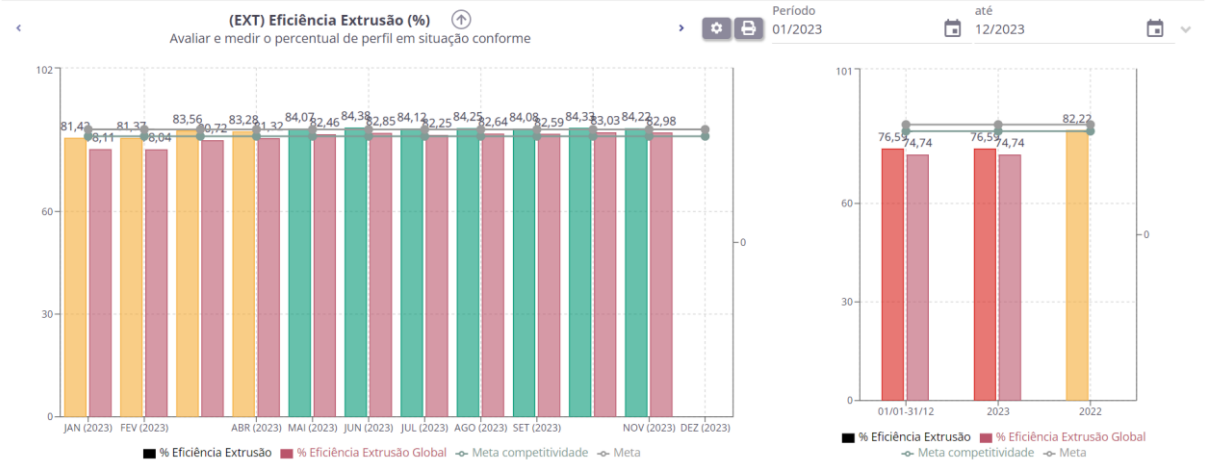


Gráfico de indicador



Resumo Ocorrências por Origem

	Não iniciadas	Em andamento	Atrasadas	Concluídas	Canceladas	Reprovadas
Auditoria Externa	0	0	0	1	0	0
Auditoria Interna	11	3	4	35	0	5
Avaliação Intern...	0	1	1	1	0	1
Cliente - Google	0	0	0	0	1	0
Cliente - Perla	1	0	0	0	0	1
Cliente - RNC	0	0	1	27	1	1
Cliente - Redes...	0	0	0	1	2	2
Cliente - Urna...	0	0	0	1	0	0
Cientes	1	0	0	1	0	2
Espontânea	1	2	3	3	0	2
Gestão de Riscos...	0	0	0	1	0	0

Última atualização: 11/12/2023 14:02

Resumo Riscos por Classificação

	Total	Aberto	Finalizado	Grau médio	Incidências
Estratégico - Geral	4	0	0	28	1
Econômico-financeira	20	0	12	28	12
sgq	3	0	0	28	2
Setorial - Laboratório	1	0	1	28	0
Estratégico - Vila Velha	2	0	0	26	0
Produção	44	1	25	12	5
Setorial - PCP	1	1	0	10	0
Estratégico - Viana	6	1	4	20	0
Pessoas	15	1	8	12	3
Serviços	45	3	15	28	5
Comercial	70	3	28	20	17

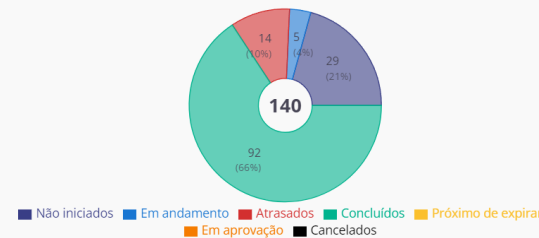
Última atualização: 11/12/2023 14:02

Resumo de OKRs por Nível

	Total	Sem checkin	Checkin parcial	Atrasado	Atingiu a meta
Organizacional					
Objetivos	0	0	0	0	0
Resultados chave	0	0	0	0	0
Equipe					
Objetivos	0	0	0	0	0
Resultados chave	0	0	0	0	0
Individual					
Objetivos	0	0	0	0	0
Resultados chave	0	0	0	0	0

Última atualização: 11/12/2023 14:02

Gráfico Projeto por Situação



Última atualização: 11/12/2023 14:02

Dashboard

Resumo Indicadores por Nível

	Total	Sem valor	Não atingiu	Atingiu a meta
Estratégicos	25	24	0	1
Táticos	39	38	1	0
Operacionais	91	88	2	1

Última atualização: 11/12/2023 14:00

Resumo Ações por Origem

	Não iniciadas	Em andamento	Atrasadas	Concluídas
Iniciativa - Mapa	203	107	7	1561
FCA - Indicador	40	23	13	1065
Reunião	1	3	9	115
Projeto	29	6	1	1189
Risco	18	35	3	308
Ocorrência	10	7	4	344
Suas ações	1	0	0	46

Última atualização: 11/12/2023 14:00

Diagnósticos

Analises

Planejamento

Projetos

Documentos

Indicadores

Ações

Riscos

Ocorrências

Auditorias

Reuniões

Cadastros

Relatórios

WS

Olá, Watsla Silva

11 de dezembro de 2023

Acompanhe o progresso da equipe aqui e crie visualizações dinâmicas e customizáveis através das dashboards.

Ações

6201

Auditorias

4

Ocorrências

118

OKR

0

Projetos

140

Riscos

12

Watsla Silva

watsla.silva@perfilaluminio.com.br

Última atualização: 11/12/2023 14:00

Atividade

Scoreplan

2 horas

Existem parâmetros da hierarquia de parâmetros gerais que não foram preenchidos

WS

3 horas

Alterou o risco Problema no fornecimento de Matérias Primas e Insumos em 11/12/2023 10:49

HD

3 horas

Inseriu valores no indicador (ATEC) Devolução de Material x Peso Faturado em 11/12/2023 10:37

2 dias

Inseriu valores no indicador (RH - DHO) Custo do Treinamento por Colaborador em 08/12/2023 15:16

APÊNDICE

ENTREVISTA:

Por favor, responda às seguintes perguntas com base em sua experiência e conhecimento no processo de extrusão de perfilados em alumínio.

1. Informações Gerais:

- a. Nome:
- b. Cargo/Posição:
- c. Tempo de experiência no setor de extrusão de alumínio:

2. Conhecimento do Processo:

- a. Como você descreveria, em linhas gerais, o processo de extrusão de perfilados em alumínio na sua empresa?
- b. Quais são os principais desafios ou obstáculos enfrentados durante o processo de extrusão?

3. Identificação de Não Conformidades:

- a. Quais são as não conformidades mais comuns observadas nos perfilados após o processo de extrusão?
- b. Como a empresa lida atualmente com não conformidades identificadas?

4. Controle de Qualidade:

- a. Quais são os métodos ou ferramentas utilizadas para o controle de qualidade durante o processo de extrusão?
- b. Existe um sistema formal de monitoramento e registro de não conformidades?

5. Propostas de Melhoria:

- a. Você acredita que há espaço para melhorias no processo de extrusão para reduzir não conformidades? Se sim, quais áreas específicas você sugeriria melhorar?
- b. Você já participou ou está ciente de iniciativas anteriores de melhoria de processo na empresa?

6. Treinamento e Capacitação:

- a. Existe um programa de treinamento para operadores envolvidos no processo de extrusão? Se sim, como é estruturado?
- b. Você acredita que um treinamento mais especializado poderia contribuir para a redução de não conformidades?

7. Satisfação e Expectativas:

- a. Como você avalia a satisfação geral com os resultados do processo de extrusão?
- b. Quais são as expectativas da empresa em relação à qualidade dos perfilados de alumínio?

8. Comentários Adicionais: Deixe espaço para quaisquer comentários ou sugestões adicionais que você considere relevantes para a otimização do processo de extrusão.

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 processos 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 prático. 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 Matrices 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-naoconformidade-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-2011-12-02T152955Z3378/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.