



MONITORAMENTO E CONTROLE DOS PARÂMETROS DE FUNDIÇÃO

Talles Rafael Yednak Gozzi
Thomas Rafael Yednak Gozzi

RESUMO

Este estudo analisa os desafios encontrados no processo de fundição, destacando problemas como falhas na formação do molde, variações no tamanho das peças e inclusões de impurezas, os quais impactam negativamente na eficiência e qualidade da produção industrial. Concentrando-se na análise e soluções para questões específicas enfrentadas pela empresa de conectores elétricos, são explorados aspectos como seleção de materiais, preparação do molde e controle de temperatura, bem como a aplicação de técnicas de controle estatístico de processos. O estudo propõe métodos de análise de dados e a identificação de causas-raiz, visando melhorar a qualidade e eficiência do processo de fundição na empresa em foco. Os resultados esperados não apenas beneficiam a empresa em questão, mas também fornecem referências valiosas para outras indústrias que enfrentam desafios semelhantes, promovendo a busca pela excelência operacional e aprimoramento contínuo na produção industrial.

Palavras-chave: Fundição. Processo Industrial. Controle de Qualidade. Melhoria Contínua. Eficiência Operacional.

MONITORING AND CONTROL OF CASTING PARAMETERS

ABSTRACT

This study analyzes the challenges encountered in the casting process, highlighting problems such as mold formation failures, variations in part size, and impurity inclusions, which negatively impact the efficiency and quality of industrial production. Focusing on the analysis and solutions for specific issues faced by the electrical connector company, aspects such as material selection, mold preparation, and temperature control are explored, as well as the application of statistical process control techniques. The study proposes methods for data analysis and the identification of root causes, aiming to improve the quality and efficiency of the casting process in the company in question. The expected results not only benefit the company in question, but also provide valuable references for other industries facing similar challenges, promoting the search for operational excellence and continuous improvement in industrial production.

Keywords: Casting. Industrial Process. Quality Control. Continuous Improvement. Operational Efficiency.



1. INTRODUÇÃO

De acordo com Bittencourt (2009), a fundição é uma técnica muito utilizada na indústria para produzir peças em grande escala. No entanto, muitas vezes os processos de fundição podem apresentar problemas que afetam a qualidade e a eficiência da produção. Problemas como falhas na formação do molde, variações no tamanho das peças e inclusões de impurezas podem causar retrabalho, desperdício de materiais e perda de tempo.

Com isso, o objetivo deste trabalho de conclusão de curso é apresentar uma análise crítica do processo de fundição em uma empresa de conectores elétricos, com o intuito de identificar oportunidades de melhoria e propor soluções para os problemas encontrados no setor de fundição de uma empresa. Serão abordados tópicos como a seleção dos materiais, preparação do molde, controle de temperatura e outros aspectos que influenciam na qualidade do processo de fundição.

Além disso, de acordo com Schmid (2014), as técnicas de controle estatístico de processos servem para monitorar a produção e identificar possíveis variações no processo. Serão apresentados métodos para análise de dados e a utilização de ferramentas com o intuito de identificar as principais causas-raiz do problema encontrado.

Por fim, espera-se que este trabalho possa contribuir para a melhoria da qualidade e da eficiência do processo de fundição na empresa estudada, através da proposição de soluções práticas e efetivas. Além disso, este estudo poderá ser útil para outras empresas que enfrentam problemas similares no processo de fundição, servindo como referência para a melhoria contínua e a excelência operacional.

2. CONTEXTO DA EMPRESA

Conforme site oficial da empresa, ela foi fundada em 1991 e é certificada com ISO-9001 desde 2001. Ela fabrica conectores elétricos para subestações de energia em alta e extra alta tensão, conectores para redes de distribuição e linhas de transmissão de energia e conectores para sistema de aterramento.

Com mais de 30 anos de experiência no mercado, a empresa trabalha com soluções gerais de conexões para subestação de energia e rede de distribuição, incluindo conectores para alta tensão, extra alta tensão, média tensão, baixa tensão,



aterramento, rede aérea e terminais de equipamentos.

Os principais clientes da empresa são as concessionárias de energia elétrica como COPEL, CEMIG, ENEL e também prestadores de serviços dessas concessionárias como por exemplo Neoenergia, Grupo COBRA, Grantel, entre outras. Conforme descrito no site oficial da empresa sua missão e política são as seguintes:

Missão: Fornecer soluções em conexões eletromecânicas que garantam confiabilidade e segurança aos clientes, produzindo com excelência de qualidade de modo a proporcionar condições de crescimento para a empresa.

Política: Buscar e manter excelência na fabricação e fornecimento de conectores elétricos, atendendo sempre os requisitos dos clientes, os legais aplicáveis e outros requisitos, mediante conduta profissional ética. Aplicar processos seguros e estáveis, buscando sempre a melhoria contínua dos processos e do Sistema de Gestão da Qualidade e redução dos custos de produção.

3. OBJETIVOS

O objetivo geral é apresentar uma proposta de monitoramento e controle dos parâmetros de fundição através da análise dos dados obtidos na empresa e identificação de causas através das ferramentas da qualidade.

Os objetivos específicos são:

- a) Identificar a situação atual da fundição;
- b) Levantar as principais causas do problema;
- c) Buscar alternativas de solução para as causas priorizadas;
- d) Elaborar o plano de ação com possíveis soluções para as causas priorizadas.

4. JUSTIFICATIVAS TEÓRICA E PRÁTICA

A justificativa teórica desse trabalho é contribuir com a discussão sobre as técnicas de controle estatístico de processos para monitorar a produção e identificar possíveis variações no processo, contribuindo para a melhoria da qualidade e da eficiência do processo de fundição. Este estudo poderá ser útil para outras empresas que enfrentam problemas similares no processo de fundição, servindo como referência para a melhoria contínua e a excelência operacional.

A justificativa prática é que a proposta de melhoria no setor de fundição da



empresa pode trazer benefícios como qualidade aprimorada, eficiência operacional, aumento da produtividade, segurança no trabalho, inovação e sustentabilidade. Essas melhorias podem impactar positivamente a competitividade, lucratividade e reputação da empresa no mercado.

5. ABORDAGENS METODOLOGICAS

Neste item serão apresentados os métodos e técnicas utilizados para a coleta e análise dos dados e a elaboração do plano de ação.

- Pesquisa de campo

Para Marconi e Lakatos (2010) o objetivo da pesquisa de campo é a coleta de dados através da observação para a análise dos registros.

Cervo *et al.* (2007) completam colocando que essa pesquisa analisa e registra os fatos sem modificar o que realmente é observado. É usada para identificar quais problemas valem a ser estudados, as suas características, a frequência com o intuito de encontrar oportunidade de melhorias.

Nesse trabalho, a pesquisa de campo foi realizada no dia 19/04/2023 durante a visita técnica nas instalações na empresa.

- Entrevista informal

De acordo com Cervo *et al.* (2007), a entrevista informal tem como finalidade a coleta de dados de uma forma livre e não estruturada, sem a necessidade de um roteiro. A entrevista informal ou não estruturada, é feita por meio de conversas e perguntas que vão surgindo no decorrer de uma apresentação ou visita.

Minayo (2018) completa que a entrevista informal permite que o entrevistador explore de uma forma mais livre e flexível o entrevistado e diz que essa técnica ajuda na coleta de dados e informações mais profundas e ricas que não seriam possíveis conseguir em outros métodos de coleta de dados mais estruturadas.

A entrevista informal foi utilizada durante a visita técnica no dia 19/04/2023 com os colaboradores da empresa.



- Pesquisa Bibliográfica

Para Andrade (2010) a pesquisa bibliográfica é essencial por ser o primeiro passo para realização de pesquisas de campo ou de laboratório. Ela é fundamenta na delimitação do tema de um trabalho, no desenvolvimento do assunto, nas citações e na apresentação das conclusões.

Oliveira (2021) vem apontando que o objetivo da pesquisa bibliográfica é de obter informações a partir de teorias já publicadas como livros, artigos, teses e dissertações.

A pesquisa bibliográfica foi utilizada para pesquisa e fundamentações teóricas sobre os assuntos relacionados ao trabalho e as metodologias utilizadas para o desenvolvimento do mesmo.

- Pesquisa de internet

Levine e Young (2013) colocam a pesquisa de internet como uma das principais áreas da pesquisa, para obter informações tanto em tempo real e atualizadas quanto publicações menos recentes. Continua dizendo que pode ser utilizada para pesquisas científicas, para referencial teórico e também para informações do local de pesquisa. Os autores ainda falam que a ferramenta mais utilizada pelos usuários é o Google, sendo necessário o uso de softwares, onde o pesquisador insere palavras-chave ou site, em seguida é direcionado para a determinada página.

Para Bautista e Castro (2019), a técnica de pesquisa na internet proporciona uma coleta de dados mais rápida e com possibilidade de obter informações em diferentes fontes com economia de tempo e recursos. Também é destacado pelos autores que para uma coleta de dados efetivas utilizando a internet, o pesquisador deve ter um bom conhecimento para realizar buscas eficientes e avaliar a relevância das informações obtidas.

A pesquisa de internet também foi utilizada para pesquisa e fundamentações teóricas sobre os assuntos relacionados ao trabalho e as metodologias utilizadas para o desenvolvimento do mesmo.



- Pesquisa Documental

Gil (2018) diz que a pesquisa documental é um método muito útil para a coleta de dados quando o estudo exige uma análise mais aprofundada e detalhada de documentos.

Completando, Mascarenhas (2012) vê semelhanças na pesquisa documental comparando com a pesquisa bibliográfica, e diz a diferença que entre as duas se encontra na fonte que vai ser utilizada. A pesquisa documental é voltada para coleta de dados ainda não publicados cientificamente, e para buscar dados que podem complementar a pesquisa bibliográfica.

Nesse trabalho, a pesquisa documental foi utilizada para a descrição da empresa, principalmente seus setores e alguns documentos internos, como a ordem de produção mostrada no contexto da empresa.

- Observação Participativa

Para Angrosino (2009), a observação participativa é um processo de aprendizagem, e tem como princípio o envolvimento do pesquisador nas atividades cotidianas do local observado pela pesquisa. O autor ainda complementa que a observação participativa não deve ser considerada apenas um método de pesquisa, pois ela é uma estratégia que facilita a coleta de dados no campo e que essa estratégia é dada como participativa por conta da observação e coleta de dados ter relação e interação com o local de e ambiente de trabalho observado.

De acordo com DaMatta (2001), a observação participativa permite ao pesquisador adquirir um conhecimento mais profundo e contextualizado, uma vez que ele se torna parte do grupo que está sendo estudado. Essa abordagem possibilita ao pesquisador compreender a lógica interna da cultura e os significados atribuídos pelos membros da comunidade aos diferentes aspectos da vida cotidiana.

A observação participativa foi feita através do autor Thomas, que trabalha na empresa e conhece os setores e processos apresentados.

- *Brainstorming*

Para Daniel e Murback (2014) o objetivo do *brainstorming* é trazer a atenção



para a parte mais importante do problema, desenvolve o raciocínio e a visualização do problema, a ferramenta pode ser utilizada no momento do planejamento do plano de ação, visto que se trata de uma ferramenta em que os usuários necessitam de usar a criatividade.

De acordo com Custodio (2012) o *Brainstorming* pode ser estruturado e não estruturado. O estruturado, acontece quando um grupo se reúne e se organiza para que cada um de a sua ideia, caso a pessoa prefira, passa a vez para que o próximo do grupo possa expressar sua opinião sobre o assunto. Já o não estruturado, é quando as pessoas estão discutindo sobre um determinado assunto e as sugestões vão surgindo no decorrer da discussão.

O *brainstorming* foi utilizado durante todo o desenvolvimento do trabalho, através da troca de ideias e conhecimentos entre os autores.

- Matriz GUT

Segundo Oliveira (2010), a matriz GUT é uma ferramenta de gestão usada para priorizar problemas ou questões em um projeto ou situação empresarial. Ela se baseia na análise de três fatores principais: Gravidade, Urgência e Tendência.

O autor destaca a aplicação da Matriz GUT como uma estratégia eficaz para a tomada de decisão. Ele enfatiza a importância de uma análise criteriosa dos fatores envolvidos em um problema, considerando não apenas a gravidade imediata, mas também a urgência e a tendência de evolução desse problema ao longo do tempo. É ressaltado que a Matriz GUT permite uma visualização clara das prioridades, facilitando a alocação adequada de recursos e esforços para lidar com as questões mais impactantes e urgentes.

Já Oliveira (2015) explora a utilização da matriz GUT em diferentes contextos organizacionais. Ele destaca a importância de adaptar a metodologia às necessidades específicas de cada empresa ou projeto, levando em consideração as particularidades do ambiente empresarial brasileiro. O autor discute casos práticos e estudos de como a matriz GUT pode ser implementada com sucesso em organizações, ressaltando os benefícios de uma gestão mais eficiente e focada nas prioridades estratégicas.

Foi utilizada uma escala do 1 ao 5 para cada fator da matriz GUT afim de priorizar a causa e assim ter início as ações dentro da organização,



A figura 3 apresenta o quadro de critérios utilizado.

Figura 3 – Lista de critérios da matriz GUT

NOTA	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA
1	Sem gravidade	Pode esperar	Não mudar nada
2	Pouco grave	Pouco urgente	Piorar em longo prazo
3	Grave	O mais possível	Piorar em médio prazo
4	Muito grave	É urgente	Piorar em curto prazo
5	Extremamente grave	Precisa ser resolvido	Piorar rapidamente

Fonte: Os autores (2023)

- *Benchmarking*

Segundo Carvalho, Meirelles e Pinto (2012), benchmarking é "um processo contínuo e sistemático de medição e comparação das práticas de uma organização com as de outras organizações líderes, visando identificar oportunidades de melhoria e alcançar um desempenho superior". Nessa abordagem, o benchmarking é visto como uma ferramenta estratégica que permite às organizações aprender com as melhores práticas de outras empresas, adaptá-las e aplicá-las em seu próprio contexto.

Já para Basso e Vianna (2013), benchmarking é "um processo de busca e adaptação das melhores práticas, processos, produtos ou serviços, sejam eles do mesmo setor ou de setores diferentes, com o objetivo de atingir a excelência e a melhoria contínua". Essa definição ressalta que o benchmarking pode envolver não apenas a comparação com empresas do mesmo setor, mas também a análise de organizações de setores diferentes, buscando insights e inspiração para melhorias.

O *benchmarking* foi utilizado para a análise dos estudos de casos correlatos com o problema da empresa visando buscar alternativas de solução.

- 5W2H

Para Falconi (2018), a ferramenta 5W2H tem como objetivo auxiliar na criação de planos de ação a

partir de respostas de sete perguntas: *what* (o que será feito?), *why* (por que será feito?), *who* (quem vai fazer?), *When* (quando vai fazer?), *Where* (onde será feito?), *how* (como será feito?) e *how much* (quanto vai custar?). O autor diz que a ferramenta é simples e eficaz na elaboração do plano de ação, e enfatiza a importância de monitorar e avaliar os resultados, e as respostas das sete perguntas deve ser de forma clara e objetiva.

Juran, De Feo e Simeone (2019) falam que o 5W2H é muito útil em projetos de melhoria visando redução de custos. O autor coloca a ferramenta como importante para estabelecer uma visão mais clara do problema permitindo a elaboração de plano de ação com soluções práticas e viáveis.

O 5W2H foi utilizado para a elaboração do plano de ação da proposta de solução para o problema da empresa.

Figura 4 – Exemplo da ferramenta 5W2H



Fonte: QualityTeam (2023)

- Diagrama de Ishikawa

Segundo Ishikawa (1990), o Diagrama de Ishikawa é uma representação gráfica que ajuda a identificar as causas raiz de um problema, permitindo que uma



equipe ou indivíduo analise e compreenda melhor a complexidade do sistema em estudo. O diagrama é estruturado de forma a mostrar as principais categorias de causas que podem estar relacionadas ao problema em questão. Essas categorias são representadas como ramos de uma espinha de peixe, cujo espinha representa o problema central.

Falconi (2018) destaca a importância de se buscar as causas raiz, aquelas que realmente originam o problema, em vez de tratar apenas os sintomas. Ele ressalta que a utilização do Diagrama de Ishikawa possibilita uma análise mais profunda, indo além das causas imediatas, e ajuda a evitar a ocorrência recorrente de problemas similares.

6. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste item serão apresentados os conceitos teóricos que serviram de base para o desenvolvimento do presente trabalho.

- Fundição

A fundição é um processo de fabricação utilizado para produzir objetos em grandes quantidades a partir de um molde preenchido com metal líquido. É uma técnica antiga e amplamente utilizada na indústria, devido à sua capacidade de produzir objetos com formas complexas e precisas.

Segundo Bittencourt (2009), a fundição é um processo de fabricação que consiste em verter metal líquido em um molde, onde se solidifica e adquire a forma desejada. É uma das mais antigas técnicas de fabricação e permite a produção de peças complexas, com geometrias variadas e propriedades mecânicas específicas.

Já Lima (2015) define a fundição como um processo de manufatura que envolve a transformação de um material metálico do estado sólido para o estado líquido e posteriormente para o estado sólido novamente, obtendo-se uma peça com forma e características determinadas. Esse processo pode ser realizado por meio de diferentes técnicas, como fundição em areia, fundição em molde permanente, fundição por cera perdida, entre outras.



- Produção puxada

De acordo com Falconi (2018) e Bertaglia (2019), a produção puxada, também conhecida como "pull production" em inglês, é um conceito dentro da gestão da produção que se baseia na ideia de que a produção de bens ou serviços deve ser iniciada apenas quando há demanda real por eles. Em outras palavras, é um sistema em que a produção é "puxada" pelo cliente, ao invés de ser "empurrada" pela empresa com base em previsões de demanda.

- Fundição em areia Shell

De acordo com Martins (2012) a fundição em areia Shell, também conhecida como fundição em molde cerâmico ou fundição em molde de casca, é um processo de fabricação utilizado na indústria metalúrgica para produzir peças complexas e precisas. Neste processo, um molde é feito a partir de uma mistura de areia revestida com um aglomerante cerâmico, conhecido como "casca". Essa casca proporciona uma maior resistência ao molde em comparação com os moldes convencionais de areia, permitindo a produção de peças com detalhes mais finos e melhor acabamento superficial.

De acordo com Silva (2012), a fundição em areia shell é um processo que utiliza um revestimento de areia especial chamado de casca. Essa casca é produzida pela mistura de areia com um aglomerante fenólico ou resina furânica. A técnica é aplicada em peças que requerem bom acabamento, precisão dimensional e alta produtividade.

- Processos industriais

Os processos em uma indústria referem-se às atividades realizadas para transformar matérias-primas em produtos acabados. Esses processos podem ser complexos e envolver várias etapas, desde o projeto até a produção e distribuição.

De acordo com Toledo e Valéria (2015), os processos industriais podem ser entendidos como fluxos contínuos de operações que abrangem desde a aquisição de matéria-prima até a entrega do produto final ao consumidor. Eles envolvem o planejamento, a programação e o controle das atividades produtivas, buscando a



eficiência e a qualidade dos produtos.

Já segundo Schmid (2014), os processos industriais são sistemas complexos compostos por diversas etapas interdependentes, nas quais ocorrem transformações físicas, químicas ou mecânicas para converter matérias-primas em produtos acabados. Esses processos são projetados para otimizar a produtividade e a eficiência, considerando aspectos como a utilização de recursos, a minimização de desperdícios e a redução dos custos de produção.

Em resumo, os processos em uma indústria são fundamentais para a produção de produtos e serviços de qualidade. Eles podem ser divididos em processos-chave, processos de suporte e processos gerenciais, e sua reengenharia e melhoria contínua são essenciais para a eficiência e eficácia do negócio.

- Qualidade

Juran (1999) propôs que a qualidade pode ser dividida em três categorias: qualidade de projeto, qualidade de conformidade e qualidade de desempenho. A qualidade de projeto refere-se à adequação do produto às necessidades do cliente. A qualidade de conformidade refere-se à capacidade do produto em atender às especificações técnicas. E a qualidade de desempenho refere-se à capacidade do produto em executar suas funções esperadas.

Para Falconi (2018), qualidade é a capacidade de atender plenamente as necessidades dos clientes. Ele enfatiza a importância de entender as necessidades e expectativas dos clientes e direcionar os esforços da organização para satisfazê-las de forma consistente. Essa visão destaca a importância da orientação para o cliente na definição de qualidade.

- Modelação

A modelagem (ou modelação) é uma técnica amplamente utilizada em muitas indústrias para criar representações virtuais de sistemas físicos ou processos, a fim de entender melhor o comportamento do sistema ou processo, identificar problemas potenciais e fazer previsões sobre o desempenho futuro.

De acordo com Prado (2018), a modelação de peças metálicas é um processo fundamental na indústria de manufatura, que consiste em criar representações



virtuais tridimensionais de componentes metálicos. Essas representações são desenvolvidas usando softwares de modelagem 3D e têm como objetivo fornecer informações detalhadas sobre as dimensões, geometria e propriedades dos materiais utilizados na fabricação das peças metálicas. Essa prática é amplamente utilizada em setores como engenharia mecânica, automotiva, aeroespacial e de máquinas, pois permite a visualização e análise precisa das peças antes da produção.

Luna (2017) destaca a importância da modelação como uma etapa crucial no desenvolvimento de produtos metálicos, fornecendo referências teóricas e práticas para a criação de modelos virtuais precisos e sua utilização na fabricação.

- Gestão da Qualidade

A gestão da qualidade é um tema de grande importância para a eficiência e eficácia das organizações. Segundo Carvalho e Paladini (2018), gestão da qualidade é um processo sistemático de liderança, planejamento, execução, controle e melhoria de uma organização para alcançar seus objetivos e satisfazer as necessidades e expectativas dos seus clientes e outras partes interessadas.

Para implementar um sistema de gestão da qualidade eficiente, é importante seguir as normas ISO 9000, que são um conjunto de padrões internacionais que fornecem diretrizes para a implementação de um sistema de gestão da qualidade. Para Gonçalves e Guimarães (2017), a norma ISO 9001 é a mais conhecida e utilizada no mundo, sendo um importante referencial para as organizações que buscam a excelência na gestão da qualidade.

Além disso, é importante destacar a abordagem Lean, que tem como objetivo a eliminação de desperdícios em processos produtivos e administrativos. Carvalho e Paladini (2018) apontam que a abordagem Lean pode ser utilizada em conjunto com o sistema de gestão da qualidade para melhorar a eficiência e reduzir custos nas organizações.

Um autor brasileiro de destaque na área de gestão da qualidade é Vicente Falconi, que é considerado um dos principais consultores em gestão empresarial do país. Seu livro "O Verdadeiro Poder" (2018) apresenta uma abordagem prática e eficaz para a gestão da qualidade, com base em sua experiência em empresas de diversos setores.

Em resumo, a gestão da qualidade é um processo essencial para a eficiência e



eficácia das organizações, sendo importante seguir as normas ISO 9000 e utilizar abordagens como a Lean para melhorar a eficiência e reduzir custos. O livro "O Verdadeiro Poder" de Vicente Falconi é uma referência importante para aqueles que desejam aprofundar seus conhecimentos na área de gestão da qualidade.

- Projeto

O projeto de engenharia é uma atividade essencial para o desenvolvimento de soluções técnicas em diversas áreas, como mecânica, elétrica, civil, entre outras. Segundo o engenheiro mecânico brasileiro José Carlos de Freitas (2018), o processo de projeto de engenharia é composto por diversas etapas interligadas que envolvem a análise de requisitos, a definição de especificações técnicas, o desenvolvimento de modelos e a realização de testes e validações.

Freitas (2018) destaca que o processo de projeto de engenharia envolve a aplicação de conhecimentos teóricos e práticos de diversas áreas, como matemática, física, materiais, termodinâmica e mecânica dos sólidos. Além disso, o autor enfatiza a importância do uso de ferramentas de modelagem e simulação, como *softwares* CAD, FEM e CFD, para o desenvolvimento e validação de soluções técnicas.

No contexto do projeto mecânico de elementos de máquinas, Freitas (2018) aborda conceitos como análise de tensões, seleção de materiais, dimensionamento de componentes e verificação de fadiga. O autor destaca a importância da realização de cálculos precisos e da realização de testes práticos para garantir a segurança e a eficiência das soluções técnicas propostas.

Em síntese, o projeto de engenharia é uma atividade complexa e multidisciplinar que envolve a aplicação de conhecimentos teóricos e práticos de diversas áreas. É importante que os profissionais envolvidos no processo estejam atualizados com as tendências e inovações do mercado e façam uso de ferramentas de modelagem e simulação para o desenvolvimento de soluções técnicas eficientes e seguras.

- Massalotes

De acordo com Kiminani (2013) os massalotes são incluídos no molde como cavidades adicionais, servindo como reservatórios de metal líquido para abastecer as



regiões que experimentam contração durante a solidificação da peça, especialmente em casos de peças de maior volume.

Já Baldam (2014) descreve que o massalote é uma reserva de metal líquido localizada ao lado da peça, com o propósito de fornecer metal líquido para compensar a contração durante o processo de solidificação. Em outras palavras, seu objetivo é alimentar a peça para evitar a formação de vazios, também conhecidos como rechupes, conforme a solidificação ocorre. Geralmente, um massalote é posicionado na região da peça que solidifica por último, próxima ao ponto mais quente da peça.

- Macharia

O processo de macharia, ou fabricação de ferramentas de corte, envolve diversas etapas e técnicas específicas. De acordo com Machado Júnior, Eloy e De Aguiar (2015), o processo de macharia começa com o projeto da ferramenta, que deve levar em consideração diversos fatores como a geometria da peça a ser usinada, o tipo de material a ser cortado, a velocidade e o avanço de corte, entre outros. Em seguida, é realizada a seleção do material adequado para a ferramenta, levando em conta suas propriedades mecânicas e a resistência ao desgaste. Após a seleção do material, é feita a usinagem da ferramenta em uma máquina ferramenta, que pode ser convencional ou CNC. Nesta etapa, são utilizadas técnicas como a retificação, afiação e eletroerosão para garantir a precisão e qualidade da ferramenta. Por fim, é realizado o tratamento térmico, que visa aumentar a dureza e resistência ao desgaste da ferramenta.

No mesmo caminho, Souza e Silva (2016) diz que o processo de macharia envolve ainda a verificação e controle da geometria da ferramenta durante todo o processo, por meio de equipamentos de medição como projetores de perfil e microscópios. Além disso, é importante destacar que o processo de macharia está em constante evolução, com a adoção de tecnologias como a manufatura aditiva e a Indústria 4.0, que permitem a fabricação de ferramentas cada vez mais precisas e eficientes.

- Seleção de Materiais

Conforme Machado Júnior, Eloy e De Aguiar (2015) a seleção do material deve



ser baseada em uma análise cuidadosa do tipo de corte que a ferramenta irá realizar, do material a ser cortado e das condições de usinagem. Além disso, é importante considerar a disponibilidade e custo do material, bem como a facilidade de usinagem e tratamento térmico.

Souza e Silva (2016) destaca que a seleção do material deve ser feita com base em testes práticos, que permitam avaliar o desempenho da ferramenta em condições reais de usinagem. Isso envolve a escolha de um material de referência para comparação e a realização de testes de desgaste, resistência e durabilidade da ferramenta.

- Preparação do material

Para Damasceno (2015) a preparação do molde na fundição envolve a seleção do material do molde e do macho, a preparação da areia de moldagem e do sistema de vazamento, e a montagem do molde e do macho. A seleção do material do molde e do macho deve levar em consideração fatores como a temperatura de fusão do metal, a forma e as dimensões da peça, e as condições de vazamento e solidificação. A preparação da areia de moldagem envolve a escolha do tipo de areia, a adição de aglomerantes e aditivos, e a compactação da areia para formar o molde e o macho. A montagem do molde e do macho deve ser feita com precisão e cuidado para garantir a integridade do molde e a qualidade da peça fundida.

Ferrão (2016) enfatiza que a preparação do molde na fundição é uma etapa complexa que envolve diversos fatores, como o tipo de metal a ser fundido, a geometria da peça, a precisão dimensional e a qualidade superficial desejada. A preparação do molde começa com a escolha do material para o molde e do macho, seguida pela seleção e preparação da areia de moldagem e do sistema de vazamento. A preparação da areia de moldagem envolve a adição de água e aditivos, a mistura da areia e a compactação para formar o molde e o macho. A montagem do molde e do macho é uma etapa crítica e deve ser feita com precisão para garantir a qualidade da peça fundida.

- Controle de Temperatura

Damasceno (2015) diz que controle de temperatura na fundição envolve o



monitoramento da temperatura do metal e dos equipamentos, bem como a manutenção da temperatura dentro de um intervalo adequado. O objetivo é evitar o superaquecimento ou o resfriamento excessivo do metal, que podem causar defeitos na peça fundida. Para isso, é comum utilizar equipamentos como fornos, cadinhos, termômetros e termostatos, além de sistemas de resfriamento a água ou ar.

Ferrão (2016) destaca que o controle de temperatura na fundição é essencial para garantir a qualidade da peça fundida e evitar defeitos como porosidade, trincas e segregações. O processo começa com o monitoramento da temperatura do metal, que deve ser mantida dentro de um intervalo adequado de acordo com o tipo de metal e a geometria da peça. Para isso, é comum utilizar equipamentos como fornos, cadinhos e termopares. Além disso, é importante controlar a temperatura do molde e do sistema de vazamento para evitar oscilações e garantir a uniformidade da solidificação.

7. ANÁLISE DE DADOS DA EMPRESA

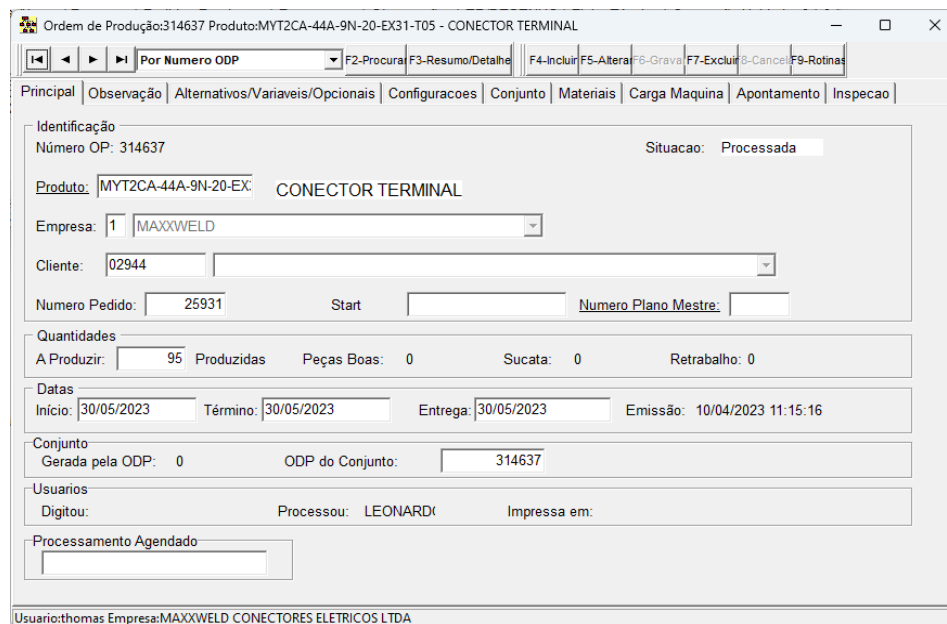
A empresa trabalha com a produção puxada, ou seja, primeiro vem o pedido e conforme o pedido se inicia a produção.

Tudo começa com o setor comercial, que através de contatos dos clientes envia uma cotação de preços conforme a solicitação do cliente. Durante o processo de cotação, o setor da engenharia elabora os desenhos para aprovação do cliente e trata da aprovação dos mesmos, pois o pedido será produzido conforme os desenhos. Após a aprovação dos desenhos, a engenharia e o PCP (Planejamento e Controle da Produção), liberam os pedidos para aprovação.

O setor de PCP gera as ordens de produção para o início da fabricação. Essas ordens de produção contém os processos de cada conector separadamente, além da quantidade de cada conector que deverá ser fornecida. O processo contém os componentes que compõem o conjunto, como as tampas que serão utilizadas, os parafusos, porcas, etc.

Nas figuras 5 e 6, segue um exemplo de uma ordem de produção e o processo do conector.

Figura 5 – Ordem de produção.



Ordem de Produção: 314637 Produto: MYT2CA-44A-9N-20-EX31-T05 - CONECTOR TERMINAL

Por Numero ODP

F2-Procure F3-Resumo/Detailhe F4-Incluir F5-Alterar F6-Gravar F7-Excluir F8-Cancelar F9-Rotinas

Principal Observação Alternativos/Variáveis/Opcionais Configurações Conjunto Materiais Carga Máquina Apontamento Inspeção

Identificação

Número OP: 314637 Situação: Processada

Produto: MYT2CA-44A-9N-EX31 CONECTOR TERMINAL

Empresa: 1 MAXXWELD

Cliente: 02944

Número Pedido: 25931 Start Número Plano Mestre:

Quantidades

A Produzir: 95 Produzidas Peças Boas: 0 Sucata: 0 Retrabalho: 0

Dados

Início: 30/05/2023 Término: 30/05/2023 Entrega: 30/05/2023 Emissão: 10/04/2023 11:15:16

Conjunto

Gerada pela ODP: 0 ODP do Conjunto: 314637

Usuarios

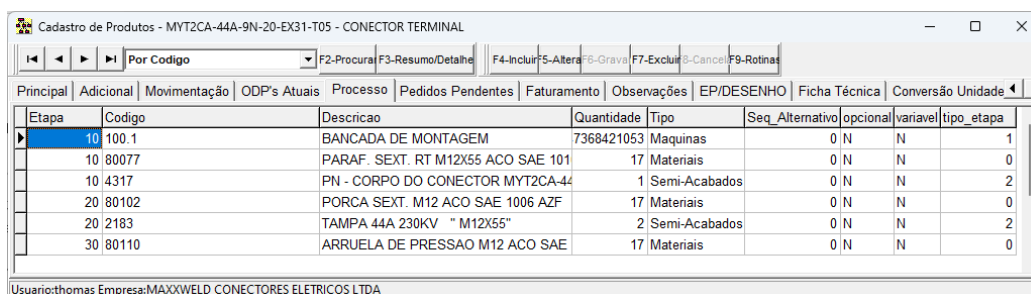
Digitou: Processou: LEONARDI Impressa em:

Processamento Agendado

Usuário: thomas Empresa: MAXXWELD CONECTORES ELETRICOS LTDA

Fonte: empresa (2023)

Figura 6 – Processo do conector.



Cadastro de Produtos - MYT2CA-44A-9N-20-EX31-T05 - CONECTOR TERMINAL

Por Código

F2-Procure F3-Resumo/Detailhe F4-Incluir F5-Alterar F6-Gravar F7-Excluir F8-Cancelar F9-Rotinas

Principal Adicional Movimentação ODP's Atuais Processo Pedidos Pendentes Faturamento Observações EP/DESENHO Ficha Técnica Conversão Unidade

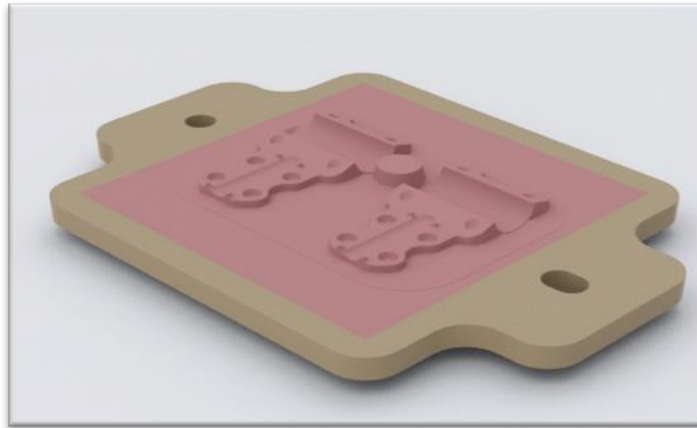
Etapa	Código	Descrição	Quantidade	Tipo	Seq. Alternativo	opcional	variável	tipo_etapa
10	100.1	BANCADA DE MONTAGEM	7368421053	Maquinas	0	N	N	1
10	80077	PARAF. SEXT. RT M12X55 ACO SAE 101	17	Materiais	0	N	N	0
10	4317	PN - CORPO DO CONECTOR MYT2CA-44	1	Semi-Acabados	0	N	N	2
20	80102	PORCA SEXT. M12 ACO SAE 1006 AZF	17	Materiais	0	N	N	0
20	2183	TAMPA 44A 230KV " M12X55"	2	Semi-Acabados	0	N	N	2
30	80110	ARRUELA DE PRESSAO M12 ACO SAE	17	Materiais	0	N	N	0

Usuário: thomas Empresa: MAXXWELD CONECTORES ELETRICOS LTDA

Fonte: empresa (2023)

De acordo com o processo do conector, o PCP confere se já existe um ferramental para a produção do conector correspondente. Caso não exista, o PCP envia a solicitação de novo ferramental para o setor de engenharia, que deverá desenvolver esse ferramental. Na figura 7 está um exemplo de ferramental usado no processo de fundição.

Figura 7: Exemplo de ferramental.



Fonte: Maxxweld (2023)

Após o desenvolvimento do novo ferramental (ou caso já seja existente), ele passa pelo setor de apontamento que encaminhará para o setor de fundição, onde será submetido de acordo com seu tamanho para o local predeterminado (geralmente aguardando o próximo processo).

A fundição na empresa é um processo essencial, convertendo metais em peças que desempenham papéis fundamentais em diversas aplicações industriais. Abaixo segue explicativo como funciona o processo atualmente: o processo começa com a seleção cuidadosa dos materiais, geralmente ligas metálicas.

A qualidade e composição destes materiais desempenham um papel crucial na obtenção das propriedades desejadas nas peças finais. Os materiais selecionados são então submetidos ao processo de fusão, geralmente em fornos de alta temperatura. Este passo visa transformar os sólidos em um estado líquido homogêneo, essencial para moldagem posterior.

Em alguns casos, pode ocorrer a nodulização após a fusão. Esse processo adiciona elementos como magnésio para formar nódulos esféricos na estrutura do metal, melhorando suas propriedades mecânicas.

O metal fundido é transferido para um recipiente adequado para o próximo estágio do processo. Este recipiente pode ser o cadinho, que é crucial para a manipulação e controle da temperatura do metal.

Antes do vazamento, a moldagem é realizada para dar forma ao metal fundido através de moldes precisos, muitas vezes feitos de areia ou materiais cerâmicos, definem as características finais da peça a ser produzida. Ainda antes do vazamento, pode-se realizar a inoculação, que introduz inoculantes no metal fundido para

controlar a formação de grãos e melhorar as propriedades mecânicas da peça final.

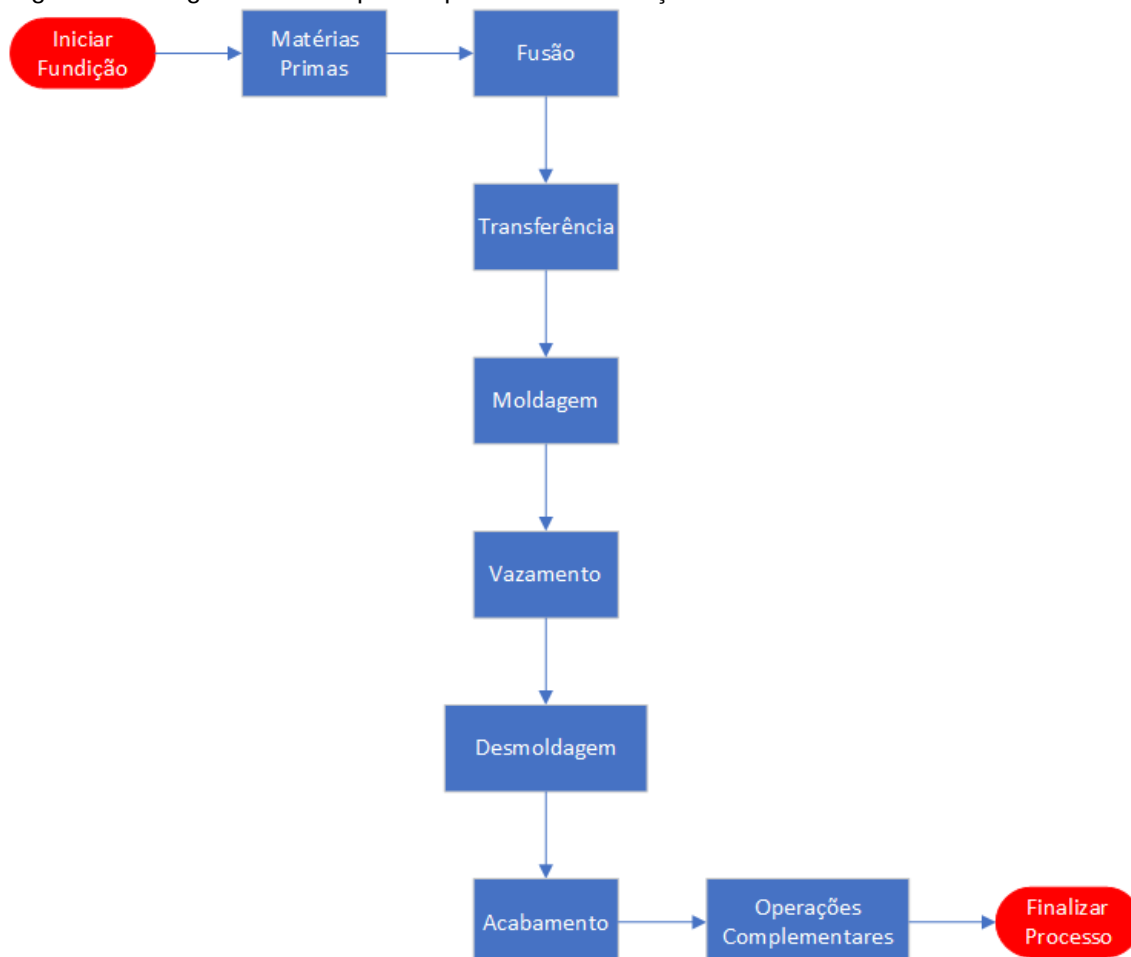
O metal fundido é despejado nos moldes preparados durante a fase de moldagem. Esse é um momento crítico, pois a precisão e o cuidado durante o vazamento influenciam diretamente na qualidade da peça final.

Após o vazamento, o metal é deixado esfriar e solidificar no molde. A desmoldagem é o processo de remoção cuidadosa da peça sólida do molde, muitas vezes exigindo ferramentas especializadas.

A peça bruta resultante passa por processos de acabamento para atingir as tolerâncias dimensionais desejadas e a qualidade superficial. Isso inclui a remoção de rebarbas, usinagem adicional e outros procedimentos de acabamento.

Operações adicionais, como tratamento térmico para ajustar as propriedades mecânicas, e usinagem para alcançar tolerâncias finais, podem ser realizadas para aprimorar ainda mais as características da peça. Na figura 8 está apresentado o fluxograma do processo de fundição.

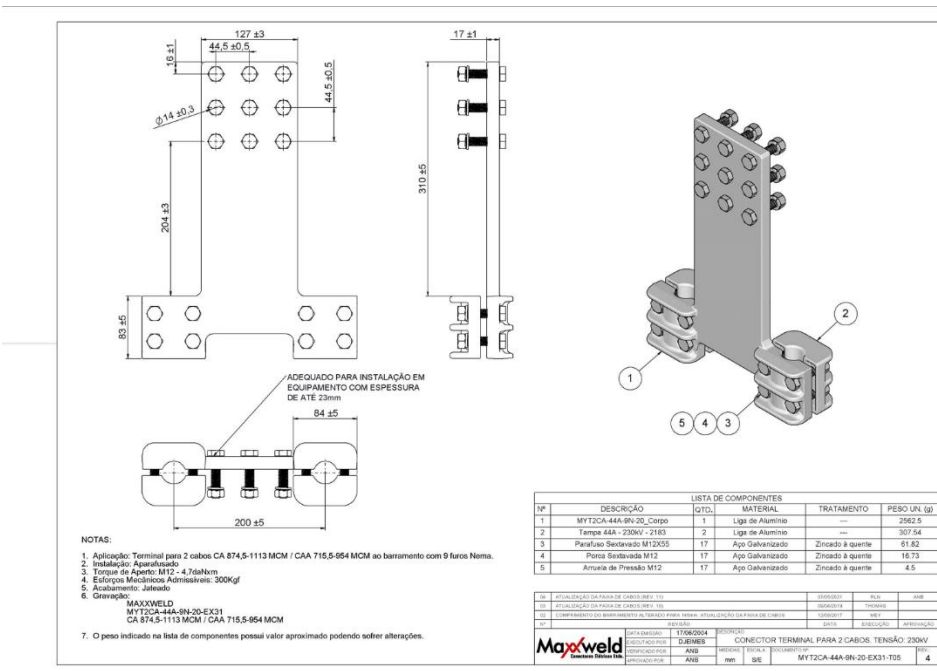
Figura 8: Fluxograma das etapas do processo de fundição.



Fonte: Adaptado da empresa (2023)

Após a fundição, o material é enviado para o acabamento, onde primeiramente serão removidas as rebarbas e conforme seu processo será acabado corretamente (polido, lixado ou jateado). Em seguida, o acabamento e o material irão para o setor de montagem onde irá ser juntado com os componentes de acordo com o desenho (parafusos, tampas, etc). Na figura 9 está um modelo do desenho que é enviado para o cliente e também é utilizado para auxiliar na montagem.

Figura 9: Desenho do conector.

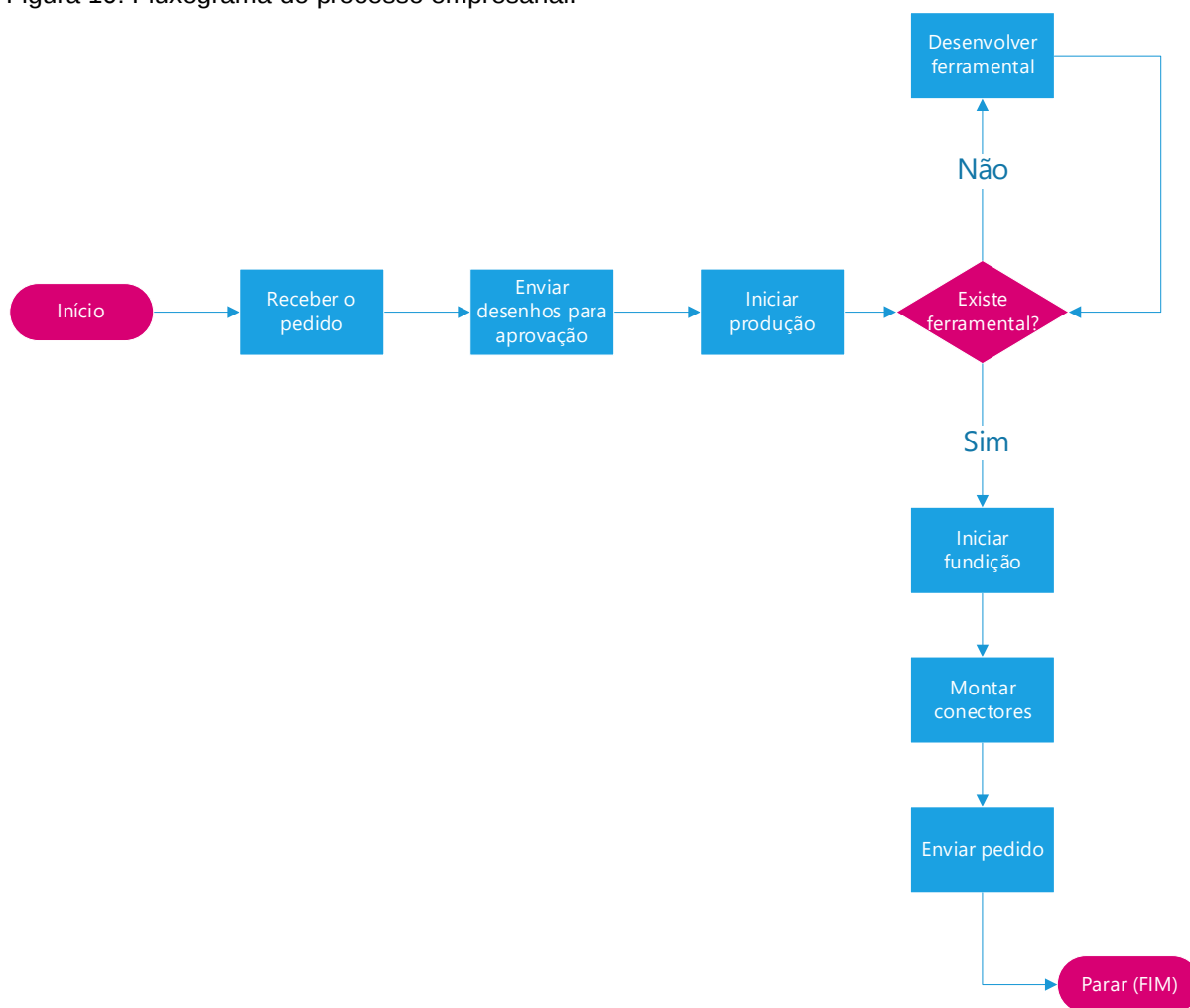


Fonte: empresa (2023)

Após a montagem, o conector é enviado para a expedição, onde juntamente com o restante do pedido é enviado ao cliente.

Na figura 10, está o fluxograma do processo empresarial descrito anteriormente.

Figura 10: Fluxograma do processo empresarial.



Fonte: Adaptado da empresa (2023)

Uma causa potencial do problema identificado e que também faz parte do processo de fundição está no apontamento dos processos.

Cada etapa do processo produtivo possui um apontamento próprio e só poderá ser enviado para a sua respectiva sequência após ser apontado.

Atualmente, na empresa o apontamento é feito de forma manual em cada um dos setores, e o fato de ser feito manualmente acaba desperdiçando um tempo que poderia ser investido em outros processos.

Outro disfuncionamento encontrado no apontamento é que muitas vezes não é feito no tempo correto e as peças acabam ficando segregadas em algum local não específico, o que gera a perda de tempo, logo necessita de uma otimização.

Isso fica claro analisando a ordem de produção do conector conforme o exemplo da figura 10:



Figura 11: Apontamento

ODP	Etapa	Maquina	Executado em	Boas	Sucatas	Retrabalho	Produto	Cod Maquina
313759	10	FORNO PARA ALUMÍNIO	03/04/2023 08:11:39	20	0	0		10.2
313759	20	FURADEIRA DE BANCADA	05/04/2023 16:40:34	20	0	0		40.1
313759	30	FURADEIRA DE BANCADA	05/04/2023 16:41:01	20	0	0	CORPO DO CONECTOR	40.1

Fonte: empresa (2023)

Nessa figura 11 tem o apontamento para o forno (fundição da peça) que foi feito no dia 03/04/2023 às 08h11 e essa peça ficou parada até o dia 05/04/2023, onde foi apontada para a próxima etapa (furação). Durante todo esse período, as peças fundidas não estavam posicionadas em local ideal e poderiam facilmente ser perdidas.

Esse é um caso real de uma peça que é produzida com certa frequência e demonstra que esse processo do apontamento pode causar problemas como atrasos e perda de materiais, o que acarreta no desperdício de tempo e recursos.

8. ANÁLISE DE CAUSAS

Diante desse cenário, foi desenvolvido um diagrama de Ishikawa considerando as categorias: método, material, mão de obra, máquina, meio ambiente e medição. Os parágrafos a seguir explicam as causas potenciais em cada categoria do diagrama.

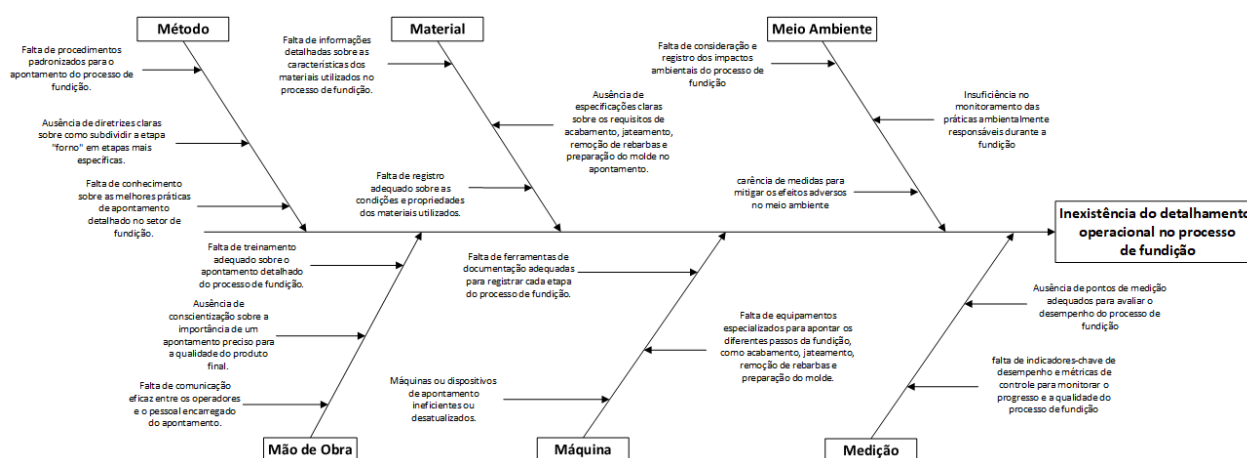
- **Método:** ausência de procedimentos padronizados para o registro do processo de fundição; falta de diretrizes claras sobre como subdividir a etapa "forno" em etapas mais específicas e desconhecimento das melhores práticas de registro detalhado no setor de fundição.

- **Material:** carência de informações detalhadas sobre as características dos materiais utilizados no processo de fundição; ausência de especificações claras sobre os requisitos de acabamento, jateamento, remoção de rebarbas e preparação do molde no registro e falta de documentação adequada sobre as condições e propriedades dos materiais utilizados.

- **Mão de obra:** deficiência de treinamento adequado sobre o registro detalhado do processo de fundição; falta de conscientização sobre a importância de um registro preciso para a qualidade do produto final e comunicação ineficaz entre os operadores e o pessoal encarregado do registro.
- **Máquina:** ausência de ferramentas de documentação adequadas para registrar cada etapa do processo de fundição; falta de equipamentos especializados para registrar os diferentes passos da fundição, como acabamento, jateamento, remoção de rebarbas e preparação do molde, e máquinas ou dispositivos de registro ineficientes ou desatualizados.
- **Meio Ambiente:** falta de consideração e registro dos impactos ambientais do processo de fundição; insuficiente monitoramento das práticas ambientalmente responsáveis durante a fundição e carência de medidas para mitigar os efeitos adversos no meio ambiente.
- **Medida:** ausência de pontos de medição adequados para avaliar o desempenho do processo de fundição; falta de indicadores-chave de desempenho e métricas de controle para monitorar o progresso e a qualidade do processo de fundição.

A figura 12 apresenta o Diagrama de Ishikawa apontando o problema a partir das causas.

Figura 12: Diagrama de Ishikawa



Fonte: Os autores (2023)

De acordo com as causas analisadas no diagrama de Ishikawa, foi elaborada uma matriz GUT para identificar as causas priorizadas de acordo com a gravidade, urgência e tendência



em níveis de 1 à 5, sendo 5 o nível mais crítico e 1 o nível menos crítico. Dessa maneira, ficará mais evidente quais as causas devem ser tratadas com prioridade.

Figura 13: Matriz GUT

CAUSA POTENCIAL	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA	GxUxT
Ausência de pontos de medição adequados para avaliar o desempenho do processo de fundição.	5	5	5	125
Falta de procedimentos padronizados para o apontamento do processo de fundição.	5	5	4	100
Ausência de diretrizes claras sobre como subdividir a etapa "forno" em etapas mais específicas.	5	5	4	100
Máquinas ou dispositivos de apontamento ineficientes ou desatualizados.	5	3	4	60
Falta de ferramentas de documentação adequadas para registrar cada etapa do processo de fundição.	4	4	3	48
Falta de treinamento adequado sobre o apontamento detalhado do processo de fundição.	4	4	3	48
Falta de indicadores-chave de desempenho e métricas de controle para monitorar o progresso e a qualidade do processo de fundição.	5	3	3	45
Ausência de conscientização sobre a importância de um apontamento preciso para a qualidade do produto final.	4	3	3	36
Falta de conhecimento sobre as melhores práticas de apontamento detalhado no setor de fundição.	4	3	3	36
Falta de consideração e registro dos impactos ambientais do processo de fundição.	3	3	3	27
Ausência de especificações claras sobre os requisitos de acabamento, jateamento, remoção de rebarbas e preparação do molde no apontamento.	4	2	3	24
Falta de registro adequado sobre as condições e propriedades dos materiais utilizados.	4	3	2	24
Falta de informações detalhadas sobre as características dos materiais utilizados no processo de fundição.	5	2	2	20
Falta de comunicação eficaz entre os operadores e o pessoal encarregado do apontamento.	4	2	2	16
Falta de equipamentos especializados para apontar os diferentes passos da fundição, como acabamento, jateamento, remoção de rebarbas e preparação do molde.	4	2	2	16
Insuficiência no monitoramento das práticas ambientalmente responsáveis durante a fundição.	4	2	2	16
Carência de medidas para mitigar os efeitos adversos no meio ambiente.	3	2	2	12

Fonte: Os autores (2023)

Portanto, através da matriz GUT, a principal causa priorizada é a “Ausência de pontos de medição adequados para avaliar o desempenho do processo. As outras



causas que devem ter uma atenção são: “Falta de procedimentos padronizados para o apontamento do processo de fundição.”, “Ausência de diretrizes claras sobre como subdividir a etapa “forno” em etapas mais específicas.”, “Máquinas ou dispositivos de apontamento ineficientes ou desatualizados.”, “Falta de ferramentas de documentação adequadas para registrar cada etapa do processo de fundição.” e “Falta de treinamento adequado sobre o apontamento detalhado do processo de fundição.”.

9. ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO

Nesta etapa do trabalho, avançamos para um processo fundamental: o *benchmarking*. O *benchmarking* é uma ferramenta essencial para aprimorar a qualidade de processos, produtos ou serviços, e desempenha um papel crucial no desenvolvimento de estratégias de melhoria contínua.

Durante o *benchmarking*, foi analisado como outras organizações bem-sucedidas operam, aprendendo com suas experiências, erros e sucessos. Essa abordagem permite ganhar inspiração para implementar mudanças significativas em uma empresa, visando a excelência e a competitividade.

O primeiro estudo de caso foi feito através da análise de um caso similar que ocorreu na empresa ABC METAL S/A, onde através do monitoramento dos processos, utilizando um equipamento próprio para fundição sobre pressão. O estudo foi feito com base no artigo encontrado no Repositório da Universidade Federal do Paraná - e analisado conforme quadro 1.

Quadro 1 – Estudo de caso 1 na empresa ABC METAL S/A

Onde foi feito?	ABC Metal S/A
Qual era o problema?	Máquinas sem equipamento de monitoramento integrado
O que foi feito	Foi comprado o equipamento “Electronics”, da fabricante alemã Electronics “GmbH” que monitora o processo de fundição
Quando foi feito?	No ano de 2019
Como foi feito?	Coleta de dados, monitoramento dos processos e análise dos dados obtidos.
Resultados obtidos?	Foram identificados processos sem garantia de qualidade.
Observações:	Após os resultados, foi proposto aparelhar todas as máquinas com esse equipamento.

Fonte: Os autores (2023)



O estudo de caso 2, foi feito através de uma implantação de um novo sistema ERP numa empresa que estava em constante crescimento, que teve a necessidade de implantar esse sistema para estar em conformidade com a norma vigente, conforme quadro 2.

Quadro 2 – Estudo de caso 2 na empresa Sênior Sistemas

Onde foi feito?	Empresa Sênior Sistemas, localizada na cidade de Blumenau no estado de Santa Catarina
Qual era o problema?	Devido ao grande crescimento da empresa, não poderiam ficar sem o sistema ERP para estarem conforme a norma ISO 9001.
O que foi feito	Foram adquiridos e implantados software e hardware de um novo sistema ERP
Quando foi feito?	Em 2008
Como foi feito?	Implantação do sistema ERP pelo setor de TI.
Resultados obtidos?	- maior rapidez na obtenção de dados (operacionais e gerenciais); - integração de dados matriz/filial.
Observações:	Foram estabelecidos novos procedimentos em consequência das operações que o novo sistema necessita para um melhor processamento interno.

Fonte: Os autores (2023)

No estudo de caso 3 foram implementadas melhorias nos processos administrativos, incluindo a configuração de relatórios gerenciais, automação de tarefas, introdução de previsão de compras e controle contábil, treinamento de funcionários e criação de um setor de conferências também através da implantação de um sistema ERP.

Quadro 3 – Estudo de caso 3 na empresa LV Equipamentos Ltda

Onde foi feito?	LV Equipamentos Ltda.
Qual era o problema?	Ineficiência e deficiência nos processos administrativos da empresa.
O que foi feito	Implantação de um sistema ERP.
Quando foi feito?	Em 2019.
Como foi feito?	Foi implantado o ERP SisComp. Isso incluiu a configuração de relatórios gerenciais, eliminação de erros de arredondamento, automação de notas fiscais, previsão de compras e controle contábil.
Resultados obtidos?	Maior eficiência operacional, precisão nos registros financeiros, redução de erros, melhor gestão de compras e um setor de conferências eficaz.
Observações:	A implantação do ERP SisComp teve um impacto positivo notável na eficiência e confiabilidade dos processos administrativos da LV Equipamentos Ltda., abordando com sucesso os problemas identificados e proporcionando melhorias significativas em várias áreas operacionais.

Fonte: Os autores (2023)



10. PROPOSTA DE SOLUÇÃO

A empresa está empenhada em aprimorar sua eficiência operacional e qualidade de produção por meio da inserção do processo de fundição no avançado sistema Datasul. Reconhecendo a importância de otimizar cada etapa do processo de fabricação de conectores elétricos, a empresa está embarcando em uma jornada de implementação estratégica para melhorar seu controle, eficiência e qualidade.

O plano de ação detalhado contempla uma série de medidas minuciosamente planejadas. Primeiramente, uma análise detalhada do processo de fundição será conduzida, buscando identificar oportunidades de melhoria e diagnosticar problemas atuais que impactam a eficiência e qualidade do processo. Essa etapa crucial envolverá uma equipe multidisciplinar composta por engenheiros de processo, analistas de qualidade e especialistas em fundição.

Simultaneamente, o sistema Datasul será configurado e adaptado para atender às demandas específicas da fundição. O objetivo é integrar completamente o sistema para gerenciar e monitorar o processo de fundição, aproveitando suas funcionalidades para impulsionar a eficiência operacional. Essa configuração será realizada por uma equipe de TI interna, com possível suporte de consultores externos especializados.

Ademais, será realizado um minucioso cadastro de recursos e insumos no sistema, garantindo uma base de dados detalhada para o registro de informações relevantes, facilitando o controle e acompanhamento do processo de fundição. Esta etapa será conduzida pela equipe de fundição, com apoio técnico da equipe de TI, se necessário.

Além disso, a definição de indicadores de desempenho será uma prioridade, permitindo o monitoramento e medição contínuos do processo de fundição. Isso será realizado em colaboração entre os departamentos de produção e gerenciamento, estabelecendo referências claras para avaliar a eficácia das melhorias implementadas.

Por fim, um amplo programa de treinamento será oferecido à equipe, visando capacitar todos os envolvidos a operar eficientemente o sistema Datasul. Essas sessões práticas de treinamento serão conduzidas por instrutores internos treinados ou instrutores externos especializados contratados para garantir o domínio adequado das novas ferramentas e procedimentos.



Este plano abrangente e estrategicamente planejado representa o compromisso da empresa com a excelência operacional, qualidade aprimorada e um futuro mais competitivo no mercado, proporcionando não apenas melhorias na produção, mas também um ambiente de trabalho mais eficaz e uma experiência mais satisfatória para seus clientes.

O quadro 14 demonstra o plano de ação 5W2H, desenvolvido pelos autores analisando os por quês e como as ações serão executadas.

Quadro 14: Plano de Ação 5W2H

5W					2H	
WHAT (O QUE)	WHY (POR QUE)	WHERE (ONDE)	WHO (QUEM)	WHEN (QUANDO)	HOW (COMO)	HOW MUCH (QUANTO CUSTA)
Análise Detalhada do Processo de Fundação	Diagnosticar problemas atuais que afetam eficiência e qualidade	Setores de produção e engenharia da Maxxweld	Engenheiros, equipe de qualidade e produção	Início imediato para estabelecer o escopo e necessidades do projeto.	Coleta de dados, análise de gargalos e identificação de oportunidades de otimização.	Sem custos adicionais
Configuração e Adaptação do Sistema Datasul	Integrar o sistema para gerenciar e monitorar o processo de fundição	Departamento de TI da Maxxweld	Equipe de TI interna	Após a coleta de dados	Configuração detalhada do sistema e testes de funcionalidades e integrações com outras áreas	R\$ 100.000,00
Cadastro de Recursos e Insumos no Sistema	Criar uma base de dados detalhada para o registro de informações relevantes	No setor de PCP e possivelmente colaboração com TI	Equipe de PCP com apoio técnico da equipe de TI, se necessário	Durante a fase de implementação do sistema Datasul	Inserção detalhada de dados sobre recursos, insumos e parâmetros do processo no sistema	Já incluso na aquisição do sistema
Definição de Indicadores de Desempenho	Monitorar e medir o desempenho do processo de fundição	Setores de produção e engenharia da Maxxweld	Setores de produção e engenharia da Maxxweld	Durante a fase de planejamento e implementação do sistema Datasul	Definição de metas e padrões de referência para cada indicador	Sem custos adicionais
Treinamento para a Equipe	Capacitar a equipe e Garantir compreensão e uso adequado das novas ferramentas.	Sala de treinamento	Instrutores internos e instrutores da empresa desenvolvedora do sistema	Antes e durante a implantação do sistema	Sessões práticas de treinamento e manuais de usuário	Já incluso na aquisição do sistema

Fonte: Os autores (2023)

11. RESULTADOS ESPERADOS

A implementação de um sistema de ERP mais eficiente pode otimizar significativamente os processos em diversos setores da empresa. Na área comercial, a agilidade na gestão de pedidos e estoques resulta em melhor atendimento ao cliente. No setor de compras, a automação facilita o controle de fornecedores e reduz o tempo de ciclo. Nas vendas, a visibilidade em tempo real dos dados impulsiona estratégias mais eficazes. Para a engenharia, a integração simplifica o gerenciamento de projetos. Na produção, a sincronização de informações melhora a eficiência operacional. Já no financeiro, a automação de processos contábeis e fiscais proporciona maior precisão e conformidade. Essa abordagem integrada promove uma sinergia entre os departamentos, impulsionando a eficiência global da empresa.



No quadro 4, se destacam as vantagens encontradas em cada um dos setores da empresa que serão afetados positivamente na empresa.

Quadro 4: Vantagens nos setores da empresa.

Setor	Vantagens
Comercial	Agilidade na gestão dos pedidos; melhor atendimento ao cliente; melhor gestão do estoque.
Compras	Controle de fornecedores; redução no tempo de ciclo.
Engenharia	Melhor gerenciamento de projetos (mais simplificado)
Produção	Sincronização de informações; melhora na eficiência operacional.
Financeiro	Automação de processos contábeis; maior precisão e conformidade.

Fonte: Os autores (2023)

Agora voltado ao processo de fundição, com o uso do sistema Datasul é refletido uma visão robusta alinhada às ideias e contribuições de autores como Saccol, Macadar, Soares (2009), Souza (2000) e Saccol et al. (2004) e os *benchmarkings* desenvolvidos. Esse conjunto de expectativas convergentes aponta para uma transformação significativa na operação da empresa.

A busca por uma maior eficiência operacional está em sintonia com a proposta de unificação das informações, sugerida por Saccol, Macadar e Soares (2009). Essa unificação, juntamente com a diminuição dos relatórios impressos e a incorporação de novas práticas de gestão, delineia um caminho para o controle aprimorado e uma gestão mais eficaz dos processos de fundição.

A redução dos custos operacionais, outra meta crucial, está alinhada à visão de Souza, que destaca a disciplina organizacional e a sincronização entre as atividades da cadeia de valor como fatores determinantes para essa redução. Além disso, a padronização de procedimentos proposta por Souza e a integração de



sistemas, como destacado por Saccol et al. (2004), prometem otimizar os processos, contribuindo para a redução de custos.

A melhoria na qualidade do produto é uma meta essencial, em consonância com a ideia de Saccol et al. sobre a contribuição do sistema para monitorar a qualidade dos produtos recebidos dos fornecedores e para melhorar a precisão na previsão de vendas.

A facilidade na conformidade com as normas regulamentais e a padronização do processo refletem a visão de Saccol, Macadar e Soares (2009) sobre o aumento da responsabilidade na realização de atividades e a maior formalização das organizações.

A melhoria na comunicação interna e a satisfação do cliente deve fazer com que os fornecedores enfatizem a necessidade de maior disciplina no trabalho, a valorização do trabalho em grupo e a autonomia para a realização de tarefas.

Por fim, o controle total do processo alinhado com a visão de Saccol et al (2004). sobre a coordenação das atividades com clientes e fornecedores promete uma gestão mais completa e eficaz, oferecendo à Maxxweld a capacidade de se destacar no mercado, mantendo a qualidade e satisfação do cliente como pilares fundamentais da sua operação.

O quadro 5 apresenta de maneira dinâmica a comprovação dos resultados esperados de acordo com qual referência ou *benchmarking* está conectado.

Quadro 5: Resultados Esperados

Resultados esperados	
Maior eficiência operacional	Benchmarking LV Equipamentos LTDA
Redução dos custos operacionais	Benchmarking LV Equipamentos LTDA
Padronização do processo	Saccol, Macadar e Soares (2009)
Melhoria na comunicação interna e externa.	Saccol, Macadar e Soares (2009)
Satisfação do cliente	Benchmarking Empresa Sênior Sistemas
Melhoria na qualidade do produto	Souza (2000)
Facilidade na conformidade com as normas regulamentais	Benchmarking Empresa Sênior Sistemas; Saccol, Macadar e Soares (2009)
Controle total do processo	Saccol et al. (2004)

Fonte: Os autores (2023)



12. Considerações finais

A empresa possui diversas forças que contribuem para sua vantagem competitiva. A experiência e o conhecimento na indústria de fundição, aliados aos recursos financeiros estáveis, permitem que a empresa invista em novas tecnologias, treinamento de equipe e expansão de instalações. Além disso, a boa reputação no mercado e a presença de uma equipe qualificada e comprometida são ativos valiosos que fortalecem a posição da empresa.

No entanto, também foram identificadas algumas fraquezas que precisam ser consideradas. A falta de um local adequado para armazenamento de peças fundidas pode resultar em danos, perdas ou atrasos, prejudicando a eficiência e a satisfação do cliente. Além disso, a lentidão no processo de continuidade, a ineficiência no gerenciamento de recursos e tempo, e a falta de tecnologia de ponta na fundição são aspectos que podem reduzir a competitividade da empresa.

Por outro lado, existem diversas oportunidades que podem ser exploradas pela empresa. A identificação de um novo local para armazenamento das peças fundidas, por exemplo, pode melhorar a eficiência operacional e reduzir riscos. Além disso, parcerias com empresas especializadas em logística podem otimizar o processo de continuidade e melhorar a cadeia de suprimentos. A integração de tecnologias avançadas na fundição e o aumento da demanda por produtos fundidos de alta qualidade também representam oportunidades para a empresa expandir seu mercado e aumentar sua participação.

No entanto, também foram identificadas algumas ameaças que devem ser consideradas. A concorrência acirrada no setor de fundição pode gerar pressão nos preços e demandar maior inovação para se destacar. Mudanças nas regulamentações ambientais e de segurança podem exigir investimentos adicionais em conformidade e impactar as operações da empresa. Além disso, as flutuações no preço das matérias-primas e os riscos de interrupções no fornecimento de energia ou matérias-primas podem afetar os custos de produção e a capacidade da empresa de atender aos prazos de entrega.

Considerando o problema identificado, as causas potenciais também foram apresentadas. Essas causas abrangem diferentes áreas, como método, material, mão de obra e máquina. A falta de procedimentos padronizados, diretrizes claras, informações detalhadas sobre materiais e treinamento adequado são alguns dos



aspectos que contribuem para a falta de informações no apontamento do processo de fundição. É essencial que a empresa foque em abordar essas causas para resolver o problema em questão.

Em resumo, o trabalho de conclusão de curso sobre a falta de informações no apontamento do processo de fundição na empresa apresentou uma análise detalhada das forças, fraquezas, oportunidades e ameaças da empresa. Além disso, foram identificadas as potenciais causas do problema e suas áreas de atuação. Com base nessas informações, é possível sugerir a implementação de ações corretivas e estratégias que visem melhorar o apontamento do processo de fundição, fortalecer a competitividade da empresa e aproveitar as oportunidades de mercado. Isso permitirá que a empresa aprimore sua eficiência, qualidade e inovação, posicionando-a de forma mais sólida e competitiva no setor de fundição.



REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. M. **Introdução à metodologia do trabalho científico**: elaboração de trabalhos na graduação. São Paulo, SP: Atlas, 2010.

ANGROSINO, M. **Etnografia e observação participante**: coleção pesquisa qualitativa. Porto Alegre: Bookman Editora, 2009.

BALDAM, R. de L. **Fundição: Processos e Tecnologias Correlatas**. Editora Saraiva, 2014

BASSO, L. F. C., & VIANNA, W. B. **Gestão estratégica da produção**. São Paulo: Atlas. 2013

BAUTISTA, M. R. L.; CASTRO, A. B. S. **Métodos de pesquisa**: coleta de dados em pesquisas quantitativas e qualitativas. São Paulo: Saraiva Educação, 2019.

BERTAGLIA, P. R. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Abastecimento**. Editora Saraiva, 2019.

BITTENCOURT, M. **Fundição de metais**: Princípios, tecnologia e simulação numérica. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2009.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 2017.

CARVALHO, L. C., MEIRELLES, D. S., & PINTO, S. H. **Gestão estratégica da qualidade**: Princípios, métodos e processos. São Paulo. Atlas. 2012

CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade**: teoria e prática. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2018.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia Científica**. 6 ed. São Paulo: Pearson, 2007.

CUSTODIO, F. M. **Gestão da Qualidade e Produtividade**. São Paulo, 2012.

DAMASCENO, J. J. R.; BARROZO, M. A. S. **Fundamentos da Fundição**. São Paulo: Blucher, 2015.

DAMATTA, R. **Relativizando**: Uma Introdução à Antropologia Social. Editora Rocco. Rio de Janeiro, 2001.

DANIEL, É. A.; MURBACK, F. G. R. Levantamento bibliográfico do uso das ferramentas da qualidade. In: **Gestão&conhecimento**: Revista do Curso de Administração, Poço de Caldas, 2014.

EGESTOR. **Figura da Matriz SWOT**. Disponível em <https://blog.egestor.com.br/analise-swot-fofa/>. Acesso em 06 de maio 2023.



FALCONI, V. **O verdadeiro poder**. Rio de Janeiro: Alta Books Editora, 2018.

FERRÃO, L. F. A.; NEVES, M. D. M. **Fundição**: Teoria e Prática. São Paulo: LTC, 2016.

FREITAS, J. C. **Projeto mecânico de elementos de máquinas**. São Paulo: Editora Blucher, 2018.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.,

GONÇALVES, F. A.; GUIMARÃES, T. D. Norma ISO 9001: requisitos e benefícios. In: **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, 2017.

GONÇALVES, G. **Implantação de um sistema de informação – enterprise resource planning (erp): estudo de caso em uma indústria eletrônica**. Disponível em

<https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/download/11442/209209209415/209209209984>

Acesso em 23 de novembro de 2023

ISHIKAWA, K. **Introduction to Quality Control**. Productivity Press, 1990

JURAN, J. M. **Juran's Quality Handbook**. 5th ed. New York: McGraw-Hill, 1999.

KIMINAMI, C. **Introdução aos Processos de Fabricação de Produtos Metálicos**; Editora Blucher, 2013

LEVINE, J. R.; YOUNG, M. L. **Internet para leigos**. 13 ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2013.

LIMA, S. **Fundição de metais e ligas**. São Paulo: Editora Érica, 2015.

LUNA, M. **Modelagem de Sólidos**: Fundamentos e Aplicações. Editora ABC. 2017

MACHADO JUNIOR; ELOY; DE AGUIAR, P. R. **Ferramentaria**: Projeto e Fabricação de Ferramentas de Corte. Editora LTC, 2015.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARTINS, A. F. **Fundição**: Processos, Práticas e Simulação. Editora Artliber. 2012.

MASCARENHAS, S. A. **Marketing Administração Estudo De Caos**. Campinas: Editora Pearson Education do Brasil, 2012.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. São Paulo: Hucitec, 2018

MOREIRA, M. T. C. **Análise e solução de problemas com vistas ao controle preventivo do processo de produção na indústria alimentícia**. Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de



Engenharia Mecânica. 2004

PRADO, M. **Modelagem e Simulação de Processos Industriais**. São Paulo: Editora XPTO. 2018

SACCOL, A. Z. et al. **Sistemas ERP e seu Impacto sobre Variáveis Estratégicas de Grandes Empresas**. *Revista de Administração e Contabilidade*. São Paulo. V. 8, n. 1, pag. 9-34, 2004.

SACCOL, A. Z.; MACADAR, M. A. SOARES R. O. **Mudanças organizacionais e Sistemas ERP**. In:

SOUZA, C. A.; SACCOL A. Z., **Organizadores. Sistemas ERP no Brasil**. 1º edição. SIEF – Semana Internacional das Engenharias da FAHOR São Paulo: Atlas, 2009

SCHMID, A. L. **Introdução à Engenharia de Produção**. São Paulo: Editora Atlas, 2014.

SILVA, M. L. G. da. **Metalurgia dos Metais Ferrosos**. São Paulo: LTC, 2012.

SOUZA, C. A. **Sistemas Integrados de Gestão Empresarial: Estudos de Casos de Implementação de Sistemas ERP**. 2000. Dissertação (Mestrado em Administração). Faculdade de Economia Administração e Contabilidade. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000

SOUZA, R. F.; SILVA, A. C. **Ferramentas de Corte: Teoria e Prática**. Editora Interciência, 2016.

SOUZA, E. L. **Sistemas ERP: Os benefícios além da integração**. Disponível em https://fahor.com.br/publicacoes/sief/2011_Sistemas_ERP_beneficios_integracao.pdf. Acesso em 23 de novembro de 2023

TOLEDO, M. VALÉRIA, C. **Gestão da Produção Industrial**. São Paulo: Editora Érica, 2015.

VARGAS, R. V. **Gerenciamento de Projetos: Estabelecendo Diferenciais Competitivos**. Rio de Janeiro: Brasport, 2020.

VENDRAMETTO, L. F. **Monitoramento e Controle de Parâmetros de Fundição sob pressão através de Equipamento Eletrônico**. Disponível em https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/17081/1/CT_CEAUT_XI_2018_06.pdf. Acesso em 26 de novembro de 2023



Esta obra está licenciada com Licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.
[Recebido/Received: 07 Maio 2024; Aceito/Accepted: 10 Junho 2024]