

DOUGLAS SOUSA FREITAS
GUSTAVO ROBERTO BOTTER

ADEQUAÇÃO ISO 14001 EM SISTEMA DE FUNDIÇÃO POR COQUILHA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

2024

DOUGLAS SOUSA FREITAS
GUSTAVO ROBERTO BOTTER

ADEQUAÇÃO ISO 14001 EM SISTEMA DE FUNDIÇÃO POR COQUILHA

Projeto de fim de curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Mecânica

Orientador: Prof. Dr. Luciano José Arantes

DOUGLAS SOUSA FREITAS
GUSTAVO ROBERTO BOTTER

ADEQUAÇÃO ISO 14001 EM SISTEMA DE FUNDIÇÃO POR COQUILHA

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Luciano José Arantes
Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dr. Leonardo Rosa Ribeiro da Silva
Universidade Federal de Uberlândia

Me. Caio Roberto Botter
Universidade Federal de Uberlândia

UBERLÂNDIA – MG
2024

Agradecimentos

Agradecemos primeiro a Deus por iluminar nossa trajetória em momentos difíceis.

Agradecemos as nossas famílias, principalmente nossos pais, esses que foram a inspiração para chegarmos até aqui e não desistir de forma alguma.

Agradecemos também ao Prof. Dr. Luciano, este que também nos apoiou em todos os momentos, ensinou e orientou, não apenas a redigir o projeto, mas também mostrou os caminhos para nos tornarmos Engenheiros com orgulho e responsabilidade.

FREITAS, D. S; BOTTER, G. R. **ADEQUAÇÃO ISO 14001 EM SISTEMA DE FUNDIÇÃO POR COQUILHA**. 2024. 48 p. Projeto de fim de curso, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

RESUMO

Com o aumento da globalização e o passar do tempo, a sociedade ficou cada vez mais dependente de indústrias. De modo a representar toda a trajetória diária do ser humano, itens fabricados representam tudo que está ao nosso redor. Isso significa que as fábricas e indústrias dominam cada vez mais o cenário atual. Porém, a fabricação de qualquer item, necessariamente traz matéria prima, fabricação, frete e outros processos. Em cada um destes há um ponto de convergência no que diz respeito ao meio ambiente, todos trazem algum malefício. Tendo isso em vista, o ser humano tem o dever de achar a melhor forma possível para minimizar os impactos ambientais. Desse modo, ao falarmos sobre fábricas e empresas, há uma norma regulamentadora, a ISO 14001 que busca a adequação e redução de impactos ambientais. Assim, o estudo de caso traz uma indústria que, viu-se com a necessidade de adequar-se à norma e encontrou uma dificuldade em um espaço físico, destinado a fundição por coquilha, com isso, possuindo a necessidade citada, precisou achar o melhor caminho para se adequar da melhor forma possível.

Palavras chave: ISO 14001. Fundição por coquilha. Adequação. Meio ambiente

FREITAS, D. S; BOTTER, G. R. **IMPLEMENTATION OF ISO 14001 STANDARDS IN SAND CASTING SYSTEMS**. 2024. 48 p. Projeto de fim de curso, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

ABSTRACT

With the increase of globalization and the passing of time, society has grown increasingly dependent on industries. In order to represent the daily trajectory of human beings, manufactured items symbolize everything that surrounds us. This signifies that factories and industries are dominating the current landscape more than ever. However, the fabrication of any given item inherently involves raw materials, manufacturing, shipping, and various other processes, each of which has a point of convergence in relation to the environment, inevitably bringing some form of detriment. Given these circumstances, human beings have a duty to discover the most effective means to minimize environmental impacts. Therefore, when discussing factories and companies, there exists a regulatory standard—ISO 14001—that aims to promote adaptation and reduction of environmental impacts. In line with this standard, the case study showcases an industry that found itself needing to adhere to the guidelines and encountered a difficulty within a physical space designated for sand casting. Consequently, it became necessary to identify the optimal path towards achieving proper and effective adaptation.

Keywords: ISO 14001. Sand Casting. Adaptation. Environment

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Exemplo de molde (Site da empresa Werth)	3
Figura 02 - Classificação dos principais processos de fundição (Evangelista e Silva 2020, p. 05)	5
Figura 03 – Processo de fundição em molde de areia (Portal CIMM, 2022)	6
Figura 04 – Processo de fundição em molde permanente por gravidade (Evangelista e Silva, 2020)	8
Figura 05 – Ciclo de fundição sob pressão em câmara-fria e câmara-quente (Evangelista e Silva, 2020)	10
Figura 06 – Fluxo da fundição centrífuga (Evangelista e Silva, 2020)	12
Figura 07 – Fluxo do processo de fundição contínua (Evangelista e Silva, 2020) .	14
Figura 08 – Processos de tixoconformação (Evangelista e Silva, 2020).....	15
Figura 09 – Ponte rolante (Empresa kitcranes).....	16
Figura 10 - Modelo de sistema de gestão ambiental (ISO 14001 2004)	26
Figura 11 – Relação entre o ciclo PDCA e a estrutura da norma (ISO 14001 2015).	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Relação das responsabilidades com seus executores (ISO 14.001)24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ISO	Organização Internacional para Padronização (<i>International Organization for Standardization</i>)
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SGI	Sistema de Gestão Integrada
EPI's	Equipamento de Proteção Individual
CNC	Controle Numérico por Computador
NR	Norma Regulamentadores
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
OCCs	Organismos Credenciados de Certificação
ICC	Câmara Internacional de Comércio (<i>International Chamber of Commerce</i>)
BS	Norma Britânica (<i>British Standard</i>)
PDCA	Planejar Executar Verificar Agir (<i>Plan Do Check Action</i>)

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
RESUMO	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	ix
1 INTRODUÇÃO	1
2 FUNDIÇÃO	3
2.1 Evolução da fundição	3
2.2 Tipos de fundição	4
2.2.1 Fundição por molde de areia	5
2.2.2 Fundição por precisão	6
2.2.3 Fundição de moldes permanentes por gravidade - Coquilha	7
2.2.4 Fundição sob pressão	9
2.2.5 Fundição centrífuga	11
2.2.6 Fundição contínua	13
2.2.7 Fundição no estado semissólido – tixoconformação	15
3 PONTE ROLANTE	16
3.1 Introdução à ponte rolante	16
3.2 Ponte rolante no projeto	17
4 NORMA ISO	18
4.1 Definição	18
4.2 ISO 14001	19
4.2.1 Necessidade social, governamental e adequações.....	20

5 Método PDCA	27
5.1 Definição	27
5.2 PDCA e a ISO	27
5.3 Implementação do PDCA.....	28
5.3.1 <i>Plan</i> – planejamento	28
5.3.2 <i>Do</i> – Executar	29
5.3.3 <i>Check</i> – Verificar	29
5.3.4 <i>Action</i> - Agir	30
6 O PROJETO	30
6.1 O ambiente corporativo.....	30
6.2 Necessidade	31
6.3 Solução	31
6.4 Resultado	32
7 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

A empresa citada está situada no noroeste paulista. Uma região com um grande potencial industrial, porém ainda não explorado em grande escala, tornando assim a indústria citada uma das grandes indústrias da região. Atuando no ramo de componentes elétricos há mais de seis décadas, internamente pode ser encontrado uma grande diversidade de processos, como injeção, estamparia, montagem, laminação, fundição e outros processos produtivos do dia a dia da indústria.

Sabendo disso e se tratando de uma eletro-metalúrgica, as principais matérias primas utilizadas são metais e polímeros, como por exemplo cobre, alumínio, latão, zinco, estanho, níquel e outros metais. Matéria prima essa que é extremamente importante para um país, pois toda a rede elétrica, desde a usina até a residência, depende disso.

Historicamente, o mundo está em constante evolução e dentro da indústria não é diferente. No que diz respeito a condições de trabalho, leis trabalhistas, leis ambientais, normas regulamentadoras, as empresas e indústrias devem constantemente aprender e buscar adequações, sempre visando um cenário mais respeitoso, tanto com o colaborador, quanto com o mundo.

Introduzindo isso, a indústria citada teve a necessidade de se adequar a ISO 14001, norma essa que, resumidamente, traz a necessidade do Sistema de Gestão Ambiental, ou seja, busca melhorias na questão da sustentabilidade. Com isso, diversas áreas foram afetadas, para que a indústria citada pudesse se certificar com a ISO em questão.

A norma ISO se faz extremamente importante quando as empresas buscam uma melhor visibilidade no mercado em que atuam, aumentar sua credibilidade e com isso conquistar novos clientes. Um grande exemplo é a indústria automotiva que exige a certificação em questão, por parte de seus fornecedores. Além disso, a empresa precisa se preocupar com o impacto ambiental que ela causa, muito por parte dos colaboradores que ali frequentam diariamente e também da região onde está cituada.

Este estudo vai se aprofundar em uma das áreas que teve necessidade de adaptação à norma e, com isso, algumas rotinas foram alteradas e diversos problemas no meio do caminho foram enfrentados. A área de produção em questão é a fundição. Mais especificamente, é a fundição por coquilha.

O processo de fundição por coquilha, basicamente é quando um metal, no estado líquido, ou seja, há necessidade de fornos, na fábrica, para que o metal possa atingir o estado físico necessário, é despejado em um molde. O sistema de fundição por coquilha, da fábrica, se dá pela ação da gravidade, isso faz com que preencha todo o molde. Para que isso ocorra, o operador precisa manipular uma alta quantidade de material todos os dias e, por se tratar de lingotes de metais, traz a necessidade de equipamentos mecânicos, como por exemplo pontes rolantes. Deste modo, o estudo irá apresentar um pouco do cenário do ramo metalúrgico, a necessidade de adequação à ISO 14001, o dia a dia do operador, como a adequação aconteceu e as equipes atuantes no projeto, sendo também apresentado como o ambiente corporativo lida com esse tipo de processo.

Resumidamente, o processo para adequação seria básico, apenas com a instalação de filtros, já seria possível, nesse setor, estar de acordo com as adequações vistas necessárias. Desse modo, a equipe responsável conseguiria atingir o resultado esperado, uma vez que o operador, desde o início da produção, usava EPI's, respeitando o limite de contato com a produção e fornos. Porém, ao analisar como os filtros seriam instalados, a equipe de manutenção (principal responsável pela execução do projeto) se deparou com a ponte rolante, que impediria a instalação dos filtros na parte superior do setor da fábrica e, por densidade, seria o lugar mais sensato a se instalar os filtros. Com isso, ao se deparar com a ponte rolante, a equipe de manutenção precisou achar uma nova solução, uma vez que a estrutura não poderia sair dali e muito menos deixar de usar a ponte rolante, para manipular a matéria prima. A ideia então foi passar a tubulação por baixo da produção, porém alguns novos problemas foram encontrados, sendo os principais: o solo do local e o possível gasto excessivo com essa solução.

2 FUNDIÇÃO

2.1 Evolução da fundição

De forma bem sucinta, para um processo de fundição, é necessário metal e molde. O processo de fundição nada mais é do que um processo de fabricação, seja essa fabricação o produto final ou um subproduto que, unido com outros elementos, dá origem a alguma peça. A fundição é marcada pela ampla gama de subprodutos que pode confeccionar, ou seja, há uma enorme polivalência de desenvolvimento com esse processo, com foco na produção de itens metálicos.

O molde é o que dá formato à peça assim como apresentado na figura 1. Um exemplo é: seria possível confeccionar uma peça de alumínio por diversos tipos de processos de conformação, usinagem, etc, porém, ainda é possível utilizar o método citado (fundição). Ao confeccionar um molde, no formato da peça, consegue-se um resultado semelhante. Algumas vantagens desse processo é que, como o material não sofre esforço físico, como por exemplo cortes ou laminação, pode-se obter uma resistência mecânica maior, ainda mais aliado ao o tipo de resfriamento para preservar as estruturas do metal. Pode-se exemplificar como vantagem também o grau de complexidade em que uma peça pode ter ao ser feita por meio de fundição. Por mais que um CNC seja programável, com o sistema de fundição é possível chegar a resultados semelhantes de forma econômica, pois a relação de valor de um molde e sua vida útil tem melhor custo-benefício quando se compara a um CNC.



Figura 01 – Exemplo de molde.

Fonte site da empresa Werth

Os métodos de fundição podem se resumir em dois, sendo estes por gravidade ou por pressão. Quando se trata de fundição por pressão é feito por injeção, com moldes metálicos. Já por gravidade, são moldes descartáveis, metálicos bipartidos ou shell molding (Moro e Auras, 2007).

A fundição acompanhou o crescimento da humanidade, sendo ela a marca de uma divisão histórica, quando o homem adquiriu habilidades para a inclusão de peças metálicas no dia a dia. Historicamente, isso transformou o ciclo e o destino da raça humana, pois a partir daquele momento, foi possível a elaboração de ferramentas e utensílios para a evolução da vida. Portanto, sem mesmo que seja possível imaginar, a fundição transformou a engenharia antes de ser conhecida por esse nome, e antes mesmo de ser considerada uma ciência exata.

É interessante ainda citar como o processo aconteceu, em uma época onde não existia qualquer tipo de equipamento para que o estudo de estruturas fosse feito, onde os “pré-engenheiros” utilizavam apenas a necessidade, como fonte de incentivo e busca de conhecimento.

Segundo Baldam e Vieira (2014, p. 21), “no período de 5.000 a 3.000 a.C., apareceram os primeiros trabalhos com cobre fundido, sendo os moldes feitos de pedra lascada.” Tornando a assim a fundição um método de fabricação muito antigo. Porém apenas o cobre não foi suficiente. Tempos depois, com a mistura do estanho, conseguiram um metal mais resistente, dando origem ao bronze e subsequentemente, ao ferro fundido, começando assim a era do ferro a qual foi iniciada com a obtenção do ferro forjado segundo a fala de Baldam e Vieira (2014, p. 21), “1000 a.C.: início da idade do ferro, com a obtenção de ferro forjado.”

2.2 Tipos de fundição

Principais processos da fundição são:

- Molde de areia;
- Fundição de precisão;
- Fundição por coquilha;

- Fundição sob pressão;
- Fundição centrífuga;
- Fundição contínua ou lingotamento contínuo;
- Fundição no estado semissólido – tixoconformação;

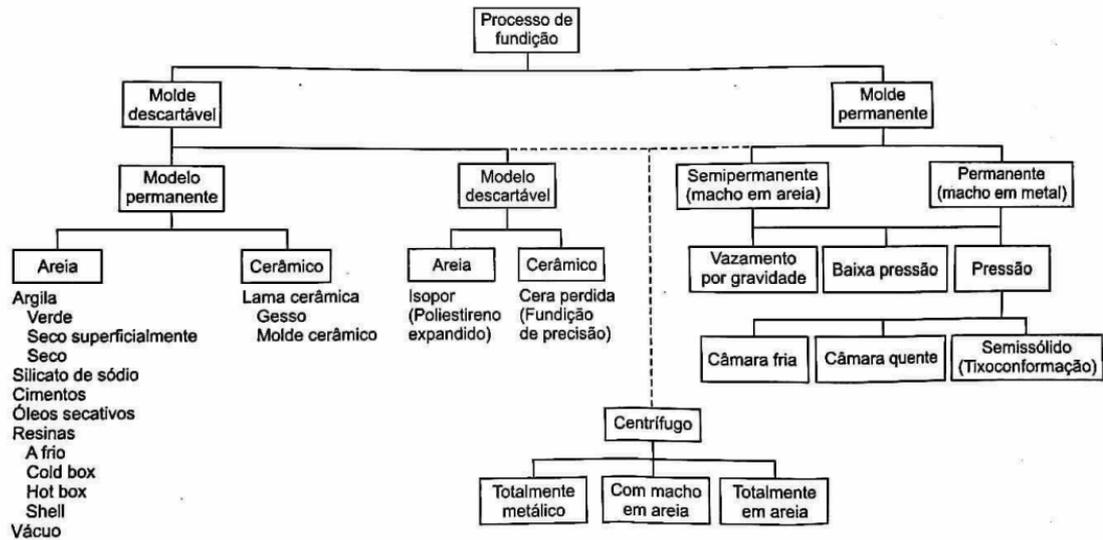


Figura 02 Classificação dos principais processos de fundição

Fonte: Evangelista e Silva (2020, p. 05)

2.2.1 Fundição por molde de areia

A fundição por molde de areia é considerada o processo mais utilizado dentre os demais, isso por ser um processo relativamente simples e mais barato. Não tem maior velocidade, pois o metal não é resfriado de forma forçada.

O molde, nesse caso, é realmente feito com a areia, ou seja, não é usado para fabricação de mais de uma peça. É claro que a areia passa por um processo de reutilização, porém deve tomar a forma do molde novamente.

O molde é uma caixa dividida em duas partes, a frente e seu verso (costas). Cada parte da caixa recebe um dos “machos”, sendo esse “macho” necessário para dar o formato da peça e o canal na areia. A areia é compactada e nesse passo utiliza-se a ajuda de prensas para preencher cada espaço vazio. Após prensado o “macho” é retirado e as caixas se juntam. O “macho”, por ser responsável pelo formato do molde, faz também o canal, que é o caminho que o metal fundido percorre até a parte

interna do molde, como apresentado na figura 3. Após o preenchimento do molde o metal vai para a área de resfriamento. Em seguida do processo de resfriamento a peça é retirada do molde e, como é feito de areia, esta passa pelo processo de reaproveitamento. A peça, por conta do canal (e também por outras necessidades) passa por processos de usinagem, para ter melhor acabamento.

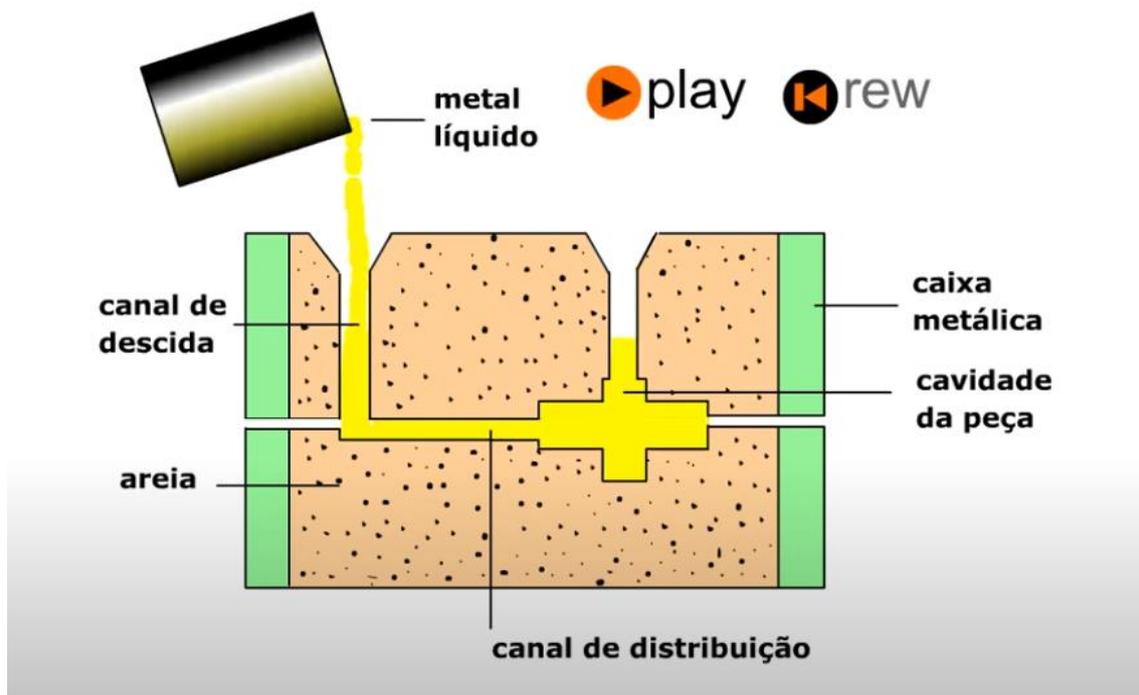


Figura 03 – Processo de fundição em molde de areia

Fonte: Vídeo Youtube – Portal CIMM (2022)

2.2.2 Fundição por precisão ou microfusão

O processo de Microfusão utiliza como base para criação de peças, os moldes em cera. É considerado um processo detalhista, com boa precisão dimensional.

Esse processo aumenta a liberdade de configuração construtiva de maneira extraordinária e oferece vários benefícios que incluem: a capacidade de fundir uma ampla gama de ligas e metais, como alumínio, titânio, ouro, prata, bronze e outras ligas, bem como peças extremamente detalhadas e complexas com tolerâncias dimensionais limitadas. Como grande vantagem, por ter um nível de precisão altíssimo, é evitar o trabalho de usinagem na peça. No entanto, o processo pode ser demorado e caro, especialmente em produções em grande escala, e pode não

funcionar para todas as indústrias. O valor de produção, relativamente maior, comparando com outros métodos de fundição, se dá muito pelo fato de várias etapas de revestimento na produção do molde. Com isso, de um lado o custo de fabricação é elevado, em contrapartida, pode ser compensado enquanto não necessita de usinagem. (Evangelista e Silva, 2020)

A montagem do molde, se dá pela criação da “peça mestra”, sendo de cera, essa peça possui o mesmo formato da peça final, ou seja, seria como o macho do molde de areia. o molde é feito também por cera, no envolto da peça citada, pelo processo de injeção a quente. o molde é revestido por um material cerâmico, onde deve-se chegar a uma resistência e espessuras definidas, para que depois seja possível remover a parte de cera por evaporação, deixando o molde vazio para o recebimento da liga. Esse tipo de criação de molde é chamado de árvore de modelos, que é revestida pela casca de cerâmica, como citado anteriormente.

2.2.3 Fundição por coquilha

A fundição por coquilha também conhecida como fundição em molde permanente normalmente usa moldes de areia, sendo o macho usado de areia ou metal. O Macho é utilizado para compor o formato da peça, seja por ranhuras, vazios ou furos. Este processo é amplamente utilizado na indústria de fundição devido à sua eficiência e capacidade de produzir peças de alta qualidade com tolerâncias dimensionais precisas. A fundição por coquilha usa como matéria prima o lingote, seja ele de alumínio, latão, bronze, ou outros metais.

Na preparação do molde permanente, antes de ser despejado no molde, como o item “c” da figura 4, o metal é aquecido até atingir o estado líquido. Toda composição do metal e temperatura de fusão devem ser cuidadosamente controladas para garantir a qualidade da peça final. Após o preenchimento do molde pela gravidade ou por pressão a peça começa a assumir sua forma desejada. O resfriamento pode variar dependendo do tipo de metal e da geometria da peça, porém é geralmente mais rápido do que em outros processos de fundição. Uma vez que o metal se solidifica completamente, as duas metades do molde são separadas e o produto é retirado.

Dependendo da necessidade do projeto, podem ser requisitados o uso de usinagem para acabamento.

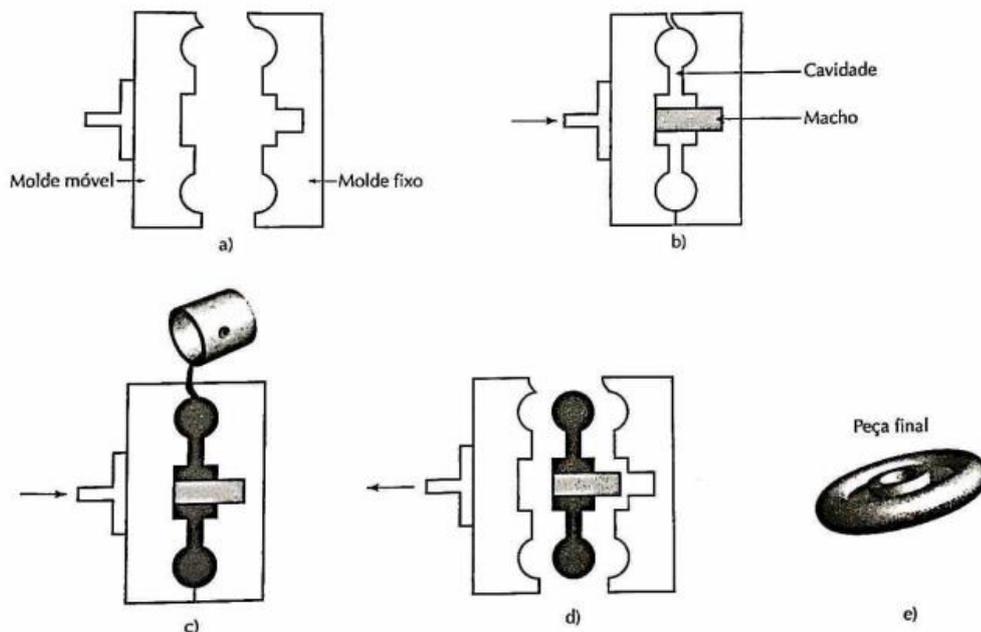


Figura 04 – Processo de fundição em molde permanente por gravidade
Fonte: Evangelista e Silva (2020, p. 17)

Segundo Kiminame, Castro e Oliveira (2013, p. 46) “o molde é uma matriz formada por partes que permitem o fechamento e a abertura rápida e precisa. A cavidade do molde é usina”.

Dentre as vantagens da fundição por coquilha, estão agilidade no processo e acabamento da peça. Por mais que em alguns casos seja necessário um acabamento fino, a peça consegue atingir espessuras com tolerâncias precisas, além de ter uma velocidade de produção bem elevada.

A coquilha permite que uma peça seja feita em diferentes versões, como por exemplo usar um macho diferente para aumentar o furo de uma peça, abertura, etc. Podemos citar também como vantagens a alta produtividade, uma vez que os moldes permanentes podem ser reutilizados várias vezes. Portanto o tempo de setup é reduzido, aumentando a produtividade geral do processo. Outro ponto é a economia e custos a longo prazo. Embora os custos iniciais de fabricação dos moldes

permanentes possam ser mais altos do que os moldes descartáveis, a capacidade de reutilização dos moldes ao longo do tempo resulta em economias significativas.

2.2.4 Fundição sob pressão

No processo de fundição sob pressão que está exemplificado na figura 5, onde o metal fundido é injetado em um molde sob alta pressão, geralmente usando uma máquina específica para o processo, em seguida solidifica-se na forma do molde. Esse processo de fabricação é capaz de produzir peças complexas com alta eficiência e repetibilidade. Segundo Evangelista e Silva (2020, p. 17) “os moldes nesse processo podem ser feitos em aço-ferramenta, sem refrigerado por água e é composto por duas partes, a fixa e móvel, permitindo fechamento e abertura de modo automatizado”. Podemos citar como vantagens do processo a produtividade, precisão dimensional, geometrias complexas, acabamento de superfície, desperdício, propriedade mecânicas e produção em ligações especiais.

- Alta produtividade: É um processo de ciclo rápido e altamente automatizado, permitindo assim, a produção em massa de componentes metálicos em um curto período, aumentando assim, a eficiência e a produtividade.
- Precisão dimensional: Este método pode criar peças com tolerâncias dimensionais extremamente precisas e detalhes complexos. Isso garante que as peças fabricadas atendam com precisão às especificações de design.
- Geometria complexas e paredes finas: É possível produzir peças com paredes finas e geometrias complexas que podem ser difíceis ou impossíveis de produzir com outras técnicas de fabricação. Isso é particularmente útil em situações em que a resistência e o peso são essenciais para o projeto.
- Excelente acabamento de superfícies: Este processo geralmente produz peças com superfícies de alta qualidade, o que pode reduzir ou eliminar a necessidade de processos de acabamento adicionais como a usinagem. Isso reduz tempo e custos de fabricação da peça em questão.

- Redução de desperdícios de material: Em comparação com outros processos de fabricação, como usinagem, onde há grande formação de cavaco, o metal é injetado diretamente no molde, o que resulta em menos desperdício de material.
- Propriedade mecânica superior: As peças feitas por fundição sob pressão geralmente têm propriedades mecânicas melhores, como alta resistência e rigidez devido à sua estrutura metalúrgica. Outros pontos positivos é a capacidade de deixar o produto final com uma alta densidade, distribuição otimizada de ligas, redução de defeitos estruturais, refinamento de grão e menor sensibilidade à fadiga. Isso significa que essas peças são adequadas para uma variedade de aplicações exigentes.
- Possibilidade de produção em ligas especiais: O processo em questão pode ser usado para várias ligas metálicas, como cobre, magnésio, zinco, alumínio e outras, devido a capacidade dessas ligas de manterem suas propriedades físicas e químicas durante o processo. Como resultado, é possível fabricar componentes com características específicas para atender às necessidades do produto final.

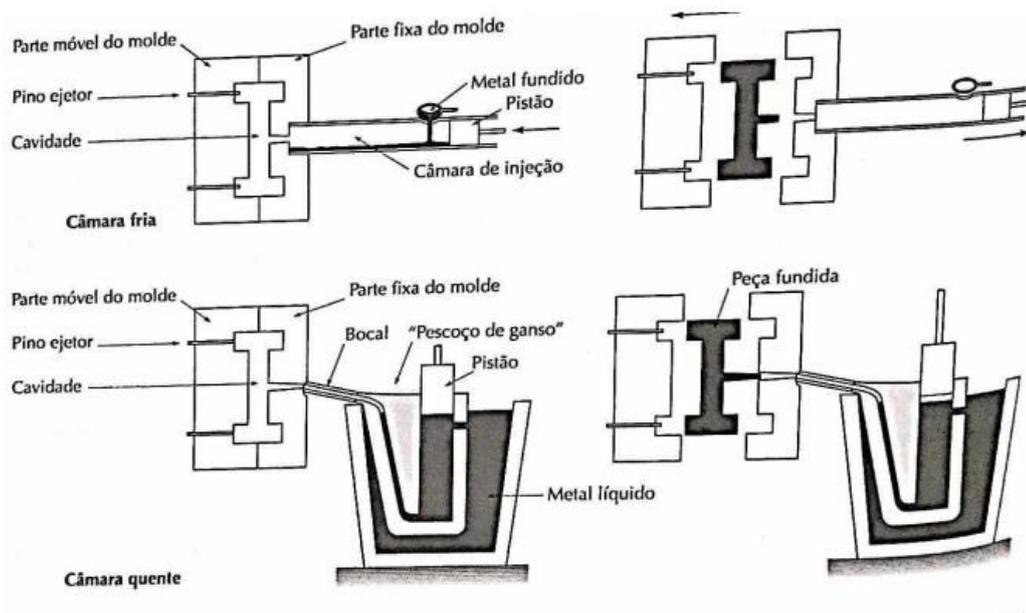


Figura 05 – Ciclo de fundição sob pressão em câmara-fria e câmara-quente

Fonte: Evangelista e Silva (2020, p. 18).

Todas essas vantagens descritas fazem desse processo uma escolha interessante para as indústrias automotivas, eletrônicas, de eletrodomésticos, indústria aeroespacial entre outras. Porém esse processo também conta com algumas desvantagens. Podemos citar o alto custo de ferramental, onde os moldes que são utilizados nesse processo são geralmente caros de projetar e fabricar, especialmente quando são moldes de peças complexas. Outros fatores importantes são as limitações de tamanho e peso, devido ao processo ser mais adequado para peças pequenas e leves, e ter o ciclo de produção fixo onde o molde é fabricado e caso seja necessário alguma correção de projeto, alterar o molde pode sair caro. Por fim podemos citar como uma desvantagem impactante, a suscetibilidade à oxidação visto que certas ligas metálicas, como o alumínio, podem ser suscetíveis a oxidação durante o processo, afetando assim a qualidade da peça final.

2.2.5 Fundição centrífuga

A fundição centrífuga é normalmente utilizada quando se tem uma alta complexidade geométrica da peça e uma alta qualidade de material. Esse processo de fundição consiste em despejar o metal líquido em um molde o qual gira rapidamente em torno de um eixo central. Devido a força centrífuga o material é uniformemente distribuído pelo molde. Existem algumas vantagens de se utilizar esse processo de fundição. Pode-se incluir como vantagem fatores técnicos, econômicos, físico-espacial, qualidade e produtividade.

- Técnica: Devido a força centrífuga o metal líquido é empurrado contra a parede do molde, fazendo com que a solidificação do metal seja homogênea e de fora para dentro, resultando em uma peça livre de porosidade e gases encontrados nos fundidos realizados com outros processos.
- Econômica: Devido a rapidez da solidificação, o processo se torna mais rápido comparado aos modelos de fundição estáticos. Dito isso, as indústrias que utilizam este tipo de processo demoram menos tempo

para realizar o trabalho, tornando o tempo de trabalho mais eficiente. Além disso, esse processo utiliza menos insumos e mão de obra.

- Físico-espacial: Durante esse processo de fundição não é necessário grandes espaços físicos. Comparando com os modelos estáticos onde é necessário a distribuição dos moldes de areia nas áreas de fundição, na fundição centrífuga o molde metálico é colocado no local de trabalho e só é retirado no final da produção.
- Qualidade: Devido a altas forças centrífugas que atuam sobre o metal líquido, quase não ocorre a ocorrência de porosidades na superfície externa de um fundido centrifugado tornando-a mais densa e refinada. Além disso as impurezas que geram defeitos na peça, são direcionadas para a parte interna do tubo. Comparando com os moldes estáticos, como os de areia, esse controle é mais difícil pois ocorre a junção do metal líquido com os demais materiais do molde como areia, resina, catalisador, tinta e cola.
- Produtividade: Devido a rapidez do processo, o prazo para fabricação do fundido é menor, aumentando assim a produtividade além do baixo índice de refugo.

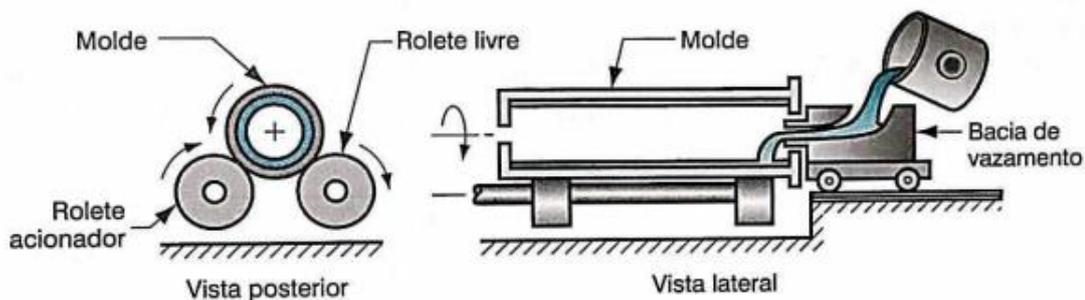


Figura 06 – Fluxo da fundição centrífuga

Fonte: Evangelista e Silva (2020, p. 19).

A figura 6 evidencia o fluxo produtivo da fundição centrífuga, onde o metal líquido é depositado em um molde que gira em torno do próprio eixo dando o formato circular para a peça. Essa rotação permite que o metal preencha com maior eficácia, as paredes do molde, resultando em um bom acabamento superficial.

Sem sombra de dúvidas a utilização desse processo de fundição traz grandes vantagens para todo o processo de fabricação de uma peça, porém existem algumas limitações. Uma delas é a necessidade de o diâmetro interno ser de ao menos 30 mm, devido a necessidade do espaço para vazão do metal dentro da coquilha e em relação a rotação do eixo central. Outro motivo é o alto custo da coquilha, a qual pode ser amenizada quando a produção é em larga escala.

2.2.6 Fundição contínua

A fundição contínua é um processo de fabricação que é usado para fazer peças longas e contínuas como tubos, placas, barras e perfis. Ao utilizar esta técnica, o metal fundido é solidificado diretamente de forma contínua e ininterrupta, sem movimentos oscilatórios e com foco na eliminação de atritos. Isso resulta em produtos finais muito maiores do que os produzidos por métodos de fundição convencionais. Como vantagens do processo podemos citar a alta produtividade, custos reduzidos, qualidade, menor necessidade de usinagem, flexibilidade de design, menor impacto no ambiente.

- **Produtividade:** A fundição contínua aumenta a produtividade em comparação com métodos tradicionais de fundição, permitindo a produção em massa de componentes a velocidades altas.
- **Custos:** A produção em larga escala e a automação da fundição contínua podem diminuir os custos unitários, além disso, o desperdício de materiais é reduzido, reduzindo assim, o custo total.
- **Qualidade:** A fundição contínua é um processo altamente automatizado e controlado que produz peças com qualidade e dimensões mais consistentes, com isso, requerem menos usinagem subsequente. É possível também produzir peças com geometrias complexas e designs intrincados, ampliando a possibilidade de formatos diferentes e personalizados de acordo com a necessidade.
- **Ambiental:** O processo de fundição contínua consome menos energia do que outros métodos de fundição, principalmente no que diz respeito ao aquecimento e resfriamento do material. Em comparação com outros

métodos de fundição, a fundição contínua geralmente tem um menor impacto ambiental justamente porque é feita com menos energia e menos material desperdiçado.

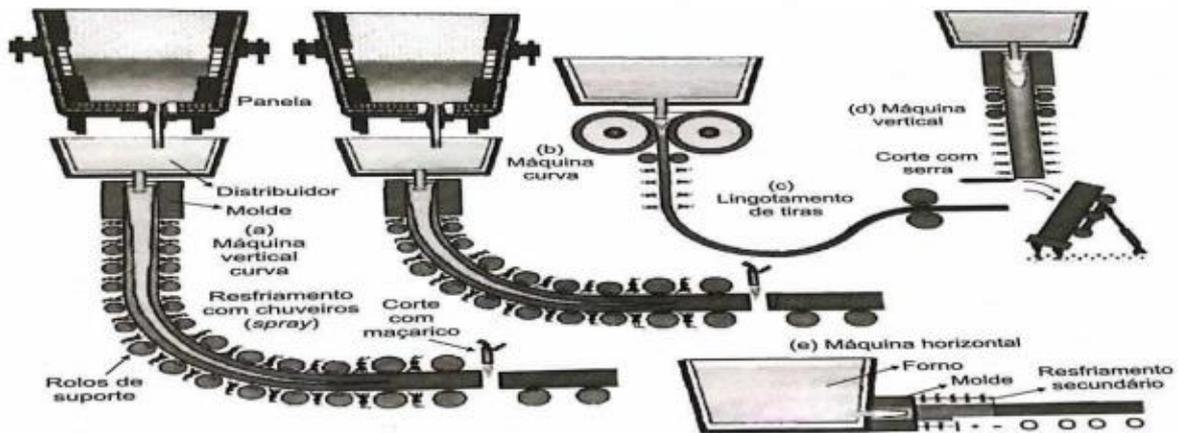


Figura 07 – Fluxo do processo de fundição contínua.

Fonte: Evangelista e Silva (2020, p. 20)

A figura 7 representa os tipos de equipamentos que a fundição contínua utiliza para a produção. O material líquido é resfriado enquanto passa por rolos que estabelecem a sua forma física. Ao final da linha os lingotes são cortados nos tamanhos desejado pelo cliente.

Todas essas vantagens fazem com que esse tipo de fundição seja uma escolha atraente para indústrias que exigem uma produção em massa e com alta qualidade. Como exemplo de aplicabilidade, a fabricação de tampas e cabeçotes de cilindro, copos de válvula, eixos comandos, capas de mancal, êmbolo de pistão de freio e demais alternativas da indústria pneumática ou hidráulica. Embora a fundição contínua apresente muitas vantagens ela também apresenta algumas desvantagens como custo inicial elevado, complexidade operacional, restrições de tamanho e formato de peças apesar de permitir formatos complexos e tempo de setup longo.

2.2.7 Fundição no estado semissólido – tixoconformação

A fundição semi-sólida que também é conhecida como tixoconformação, é um processo de fabricação que combina o que se tem de fundição convencional com a conformação plástica representada na figura 8.

Nesse processo, o metal é aquecido a uma temperatura onde se tem a mistura de metal sólido e líquido, ou seja, no estado semissólido. Para que esse estado seja alcançado o metal deve estar em uma faixa específica de temperatura, onde as partículas sólidas de metal ficam suspensas em uma matriz líquida devida à diferença de densidade. (Evangelista e Silva, 2020)

A fundição semissólida é amplamente utilizada na fabricação de peças de alta complexidade e exigência de precisão e dimensão. Pode ser aplicada em componentes automotivos, peças aeroespaciais e até mesmo dispositivos médicos. Embora o processo seja um pouco complicado e exigente em termos de controle de temperatura e microestrutura, os benefícios relacionados a qualidade do produto final compensam os desafios técnicos. (Evangelista e Silva, 2020)

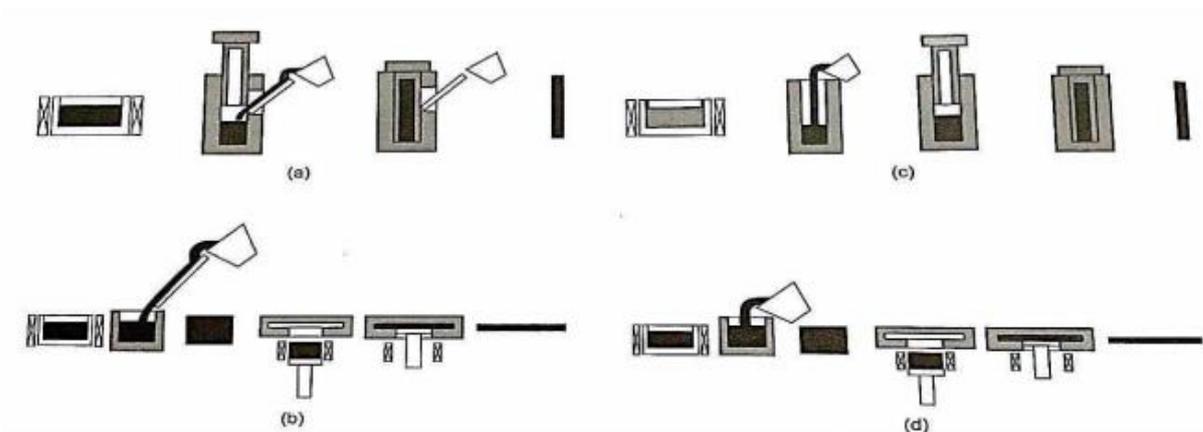


Figura 08 – Processos de tixoconformação

Fonte: Evangelista e Silva (2020, p. 21)

3 PONTE ROLANTE

3.1 Introdução a ponte rolante

Uma ponte rolante é um sistema mecânico projetado para movimentar cargas, é um sistema mecânico que requer a interação de diversos componentes. Pode ser móvel ou fixa. As pontes rolantes fixas podem ainda ser subdivididas em dois modelos, apoiada ou suspensa. (Brito, Costa, Nascimento e Lemos, 2017)



Figura 09 – Ponte rolante retirada da internet

Fonte – Empresa Kitcranes

Indústrias de grande porte, que têm necessidade de movimentação de cargas altas, instalam pontes rolantes em suas fábricas, que se movimentam em trilhos, para percorrer toda a extensão projetada. A necessidade pode se dar também de forma mais pontual, de modo que hora está em determinado setor, hora está em outro, trazendo como solução uma ponte rolante menor e móvel.

Segundo Brito, Costa, Nascimento e Lemos (2017, p. 10) “Para projetar uma ponte rolante é necessário seguir a norma ABNT NBR (8400, 1984)”. É imprescindível que em uma ponte rolante, primeiramente deve-se saber a necessidade que ela vai atender e o porquê de se instalar um equipamento como este. De forma resumida, quantos quilos ela deve levantar. Além disso, calcular a área máxima de abrangência, saber como ela deverá ser manipulada e manobrada. Ainda verificar qual sistema de elevação será usado, por exemplo guincho aberto, talha ou cabos. Além disso, prever qual a condição de trabalho, como temperatura, umidade, vibração e ciclos.

De forma mais detalhada, é necessário fazer uma análise estrutural, para garantir que a ponte projetada aguente as cargas esperadas e suporte toda a flexão, força cortante e tensões que será submetida. (Sordi, 2016)

Como fatores a posteriori, dos já citados, é muito importante projetar a segurança ao redor, uma vez que é um sistema extremamente robusto. Devem haver mecanismos de travamento e proteção contra sobrecarga, prever quais serão as manutenções, paradas e cuidados do operador com relação ao equipamento, qual treinamento o operador deve receber e normas de segurança, como por exemplo NR12. (Sordi, 2016)

Por fim, para um projeto completo, é fundamental a projeção de gastos, seja com a adaptação da fábrica, para receber o equipamento, ou ainda com o projeto em si, materiais usados, mão de obra para instalação e por fim, a eficiência energética, se preocupando com custos fabris e com regulamentações ambientais.

3.2 Ponte rolante no projeto

Por mais que a ponte rolante seja importante e fundamental para a fábrica, neste caso ela trouxe um problema ao se deparar com a necessidade de adequação à norma ISO 14001.

Com a necessidade de adequação, o principal ponto a ser observado na área da fundição por coquilha, foi o rejeito que o processo elimina, isso para o meio ambiente se torna prejudicial, além de que o operador está diariamente lidando com isso, por mais que use o EPI correto, quanto maior for a prevenção, melhor é o bem estar do

colaborador, com isso, respeitando normas como NR 11, sobre transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais e NR 17, sobre ergonomia. (Sordi, 2016)

Sendo assim, naturalmente a opção para a eliminação correta do rejeito, é passar por filtros, após um sistema de exaustão.

Por se tratar de um sistema de fundição, a temperatura de operação é elevada e como a densidade de um fluido com alta temperatura é menor, o fluido ocupa a parte superior do ambiente, por isso, o sistema de exaustão deveria estar na parte superior da planta fabril, porém a ponte rolante impedia que o sistema fosse instalado dessa maneira.

Ao se deparar com essa situação, o time de manutenção decidiu compor o sistema de exaustão subterrâneo.

Dada a necessidade do operador, diariamente, manipular uma alta quantidade de materiais, dentro da área de fundição por coquilha e, como esses materiais são extremamente pesados, uma vez que se trata de lingotes de alumínio, bronze, etc, pensando no bem estar e saúde do colaborador, foi instalada uma ponte rolante no local. Com isso, a chance de uma lesão por parte do operador caiu drasticamente, porque agora o operador manipula apenas o controle da ponte rolante.

4 NORMA ISSO

4.1 Definição

Sucessora da IEC (International Electrotechnical Commission), a ISO- International Organization for Standardization - organização internacional para padronização. Fundada em Genebra 1947, com o objetivo de propor normas para igualar métodos e materiais.

Segundo Mariani (2006, p. 2) a ISO é formada por representantes dos países membros. No Brasil, quem fica responsável por essa representatividade é a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) juntamente com o INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) este encarregado por

determinar as diretrizes que os OCCs (Organismos Credenciados de Certificação) devem emitir os certificados ISO para as empresas.

Portanto, resumindo o andamento da certificação, as três entidades suas responsabilidades são:

- I Organismo normalizador responsável por emitir as normas técnicas - ABNT
- II Credenciador responsável por regulamentar e determinar diretrizes - INMETRO
- III Certificador responsável por realizar auditorias posicionar em relação ao certificado - BVQI e ABSQUE

A ISO busca a igualdade pelo mundo, ou seja, deixar de forma similar o que as empresas devem seguir para ficar conformes, com o objetivo de prosperidade, seja em relação a gestão de pessoas, gestão ambiental ou qualquer diretriz que necessite certa equalização.

Segundo a Revista científica eletrônica de administração da Faculdade de Ciências Jurídicas e Gerenciais de Garça FAEG/FAEF, as normas ISO foram inspiradas em uma necessidade militar, após a segunda guerra, onde países não conseguiam compartilhar munições, por não haver um padrão, resultado em diversos problemas.

Em resumo, as normas ISO buscam sempre a padronização, seja de sistemas de gestão de qualidade, como a ISO 9001 ou ambiental, como a 14001 ou ainda de saúde e segurança ocupacional, como a ISO 45001.

4.2 ISO 14001

Segundo Silvia, Ohara e Ghizzi, idealizada após a ECO 92, onde foi criado o comitê técnico 207, este responsável pela elaboração da ISO 14000 publicada em 1996, composta por diversas normas, como:

ISO 14001: Sistema de Gestão Ambiental (SGA), necessidade de certificação por órgãos terceiros e isentos, ou seja, é uma auditoria externa.

ISO 14004: Sistema de Gestão Ambiental, com ações feitas internamente como suporte.

ISO 14010: São normas sobre as Auditorias Ambientais. Trazem a segurança que o processo é fiel e respeita as diretrizes impostas.

ISO 14031: São normas sobre Desempenho Ambiental, ou seja, indicadores que mostram se a empresa está dentro dos parâmetros necessários. Isso garante o SGA.

ISO 14020: São normas sobre Rotulagem Ambiental, especificando recomendações das diretrizes de cada produto, onde devem estar presentes as características ambientais.

ISO 14040: São normas sobre a Análise do Ciclo de Vida, com o intuito de identificar os impactos ambientais causados durante a cadeia produtiva.

4.2.1 Necessidade social, governamental e adequações

A norma ISO 14001 tem, além das necessidades ambientais, uma necessidade comercial, pois diversos clientes que são certificados por essa norma, exigem que o seu fornecedor também se qualifique, em alguns casos ainda, exige ainda que o subfornecedor também se qualifique, ou seja, gerando assim uma necessidade em cascata.

Então pontuando os principais objetivos ao se qualificar à ISO 14001 tem-se:

- Preocupação ambiental;
- Melhor condição trabalhista ao operador e colaborador;
- Maior visibilidade e reputação para a empresa;
- Respeito aos requisitos implementados pelo fornecedor.

Ou seja, a adequação traz grande impacto em âmbitos extremamente importantes para a saúde empresarial, como a melhor relação com o colaborador, cliente e com gerações futuras.

O principal foco da empresa, nesse caso, foi a adequação à norma 14001, conhecida como ISO 14001 Sistema de Gestão Ambiental e Especificações e Diretrizes para Uso e com o objetivo, equilibrar proteção ambiental, com prevenção da poluição e finalidade socioeconômica das empresas, baseada no ciclo PDCA.

A ISO 14001 tornou-se a segunda ISO mais adotada e atingiu o número de 400.000 organizações já adotadas no mundo (Pesquisa ISO Survey, 2021).

A norma visa apresentar a quem se aplica o que é discorrido e como isso deve ser feito, também as competências de cada parte.

A ISO 14001 especifica requisitos para o SGA (sistema de gestão ambiental). Não há distinção em tamanho, tipo ou natureza das empresas que podem se certificar, ou seja, qualquer empresa pode buscar tal certificação. Dentre isso, a empresa deve cumprir alguns requisitos e estrutura, antes de solicitar uma auditoria de certificação. Dentre os principais objetivos a serem citados, a preocupação e proteção com o meio ambiente é o foco da norma.

A alta direção da empresa deve sempre prestar contas e disponibilizar toda a empresa para que seja auditada, deve também se assegurar que diariamente os requisitos estão sendo cumpridos, deixar bem clara a política ambiental da empresa. Além disso, a empresa deve manter, dentro do SGA, uma busca iterativa, por melhorias em questões ambientais.

A política ambiental deve ser definida e cumprir os requisitos para que seja aceita em auditorias ISO 14001, onde deve apresentar todos os impactos ambientais, responsabilidade de cada colaborador, comprometer-se a manter os bons hábitos e melhorá-los quando possível. Isso deve ser documentado, comunicado e estar sempre disponível para qualquer colaborador.

Ao ser citado um método iterativo, é importante entender que o SGA deve estar atento a riscos e possibilidades, referentes à norma, assim sendo possível reduzir efeitos indesejáveis. O processo iterativo pede que ao terminar uma melhoria, ela nunca “saia de radar”, ou seja, tenha um alerta para que qualquer possível falha ou melhoria (posterior) seja observada e, em caso de o projeto retroagir, um novo plano de ação seja feito. ou então em caso do projeto ser proveitoso e eficaz, mas foi visualizada uma oportunidade, um plano de ação também deve ser feito para novo benefício.

Por mais que haja auditorias, é a empresa a responsável por mensurar qualquer impacto ambiental, seja no lançamento de um novo produto, desde o início, com a matéria prima, produção, até o final de vida do produto. Mas nada impede de

um cliente, por exemplo, exigir que determinados aspectos ambientais sejam respeitados e, caso a empresa aceite, o cliente pode solicitar auditorias e verificar se os requisitos estão sendo cumpridos, uma vez que pode ocorrer, por exemplo, do cliente vender seu produto com o selo sustentável, respeitando a ISO 14001 e com isso, deve garantir que todos os requisitos são efetuados.

O planejamento para uma adequação, por parte do SGA, segundo a própria norma ISO 14001 (2015, p. 11), deve abordar:

- Aspectos ambientais significativos
- Requisitos legais e outros requisitos
- Riscos e oportunidades

Os objetivos ambientais devem ser:

- Coerentes com a política ambiental
- Mensuráveis
- Monitorados
- Comunicados
- Atualizados como apropriado

O plano de ação deve determinar:

- O que será feito
- Que recursos serão requeridos
- Quem será responsável
- Quando será concluído
- Como os resultados serão avaliados, incluindo indicadores para monitorar o progresso em direção ao alcance dos seus objetivos ambientais mensuráveis.

É responsabilidade da organização o monitoramento, medição e análise do desempenho atual, de forma a deixar claro o que será monitorado e medido, quais são os métodos e critérios utilizados, também periodicidade. Responsabiliza-se pelos equipamentos que serão utilizados e a segurança que eles trazem. Conduzir auditorias internas para assegurar informações, dados e requisitos. (ISO 14001 - 2015)

Ao se deparar com qualquer não conformidade, um plano de ação inicial deve ser pensado para controlar o problema e, posteriormente, resolver em sua totalidade, implementando qualquer ação necessária e, se for o caso, até mudar o SGA e a política ambiental. Ou seja, uma não conformidade, pede uma ação corretiva. (ISO 14001 - 2015)

Vale ressaltar, por ser a relação desse estudo, as ações que devem ser observadas pela empresa, sendo os dois tópicos em destaque foco do estudo, para o meio ambiente, que, conforme retirado da norma ISO 14001 (2004, p. 13), são:

- ***Emissões para o ar***
- Lançamento em água
- Lançamento em terra
- Uso de matérias primas e recursos naturais
- Uso de energia
- Emissão de energia
- ***Geração de rejeito***
- Uso do espaço

Estrutura de Responsabilidade	
A norma ISO 14.001 estabelece que as funções, responsabilidades e autoridade devem estar definidos visando a gestão ambiental eficaz.	
Responsabilidades	Executor
Definir a orientação geral	Presidente, Executivo principal, Diretoria
Desenvolver a política ambiental	Presidente, Executivo principal, Gerente de Meio Ambiente
Desenvolver objetivos, metas e programas ambientais	Gerentes envolvidos
Acompanhar o desempenho global da SGA	Gerente de Meio Ambiente
Assegurar o cumprimento dos regulamentos	Gerente Geral da Operação
Promover a contínua melhoria	Todos os Gerentes
Identificar anseios dos clientes e promover a comunicação	Pessoal de Vendas e Marketing
Identificar anseios dos fornecedores	Pessoal de Compras e Contratação
Desenvolver e acompanhar orçamentos para a questão ambiental	Gerentes Financeiros e Contábeis
Promover a capacitação técnica e operacional dos empregados	Gerente de RH
Desenvolver novos equipamentos e metodologias ambientais adequadas	Pessoal de Pesquisa
Promover a produção de materiais ambientais corretos	Gerente de Produção

Tabela 01 - Relação das responsabilidades com seus executores de acordo com a norma ISO 14.001

Fonte: ISO 14.001 (2004)

Como já citado, o projeto alvo do estudo, é em foco na parte de fundição por coquilha, da indústria citada. Com isso, a referência principal do que deve ser observado, são emissões para o ar e geração de rejeito, o que encontrou o problema da ponte rolante, impedindo a ação mais fácil e lógica para os filtros, porém que foi solucionado com outra forma de sucção.

A ISO 14001 pode ter ganhado destaque relativamente há pouco tempo, porém o homem sempre se preocupou com a escassez de recursos. Dada essa preocupação, se fez necessário regulamentar, de alguma forma, as indústrias do mundo todo.

Porém, apesar de ter um foco maior com a ECO 92, antes disso, países do mundo já se preocupavam com parâmetros ambientais.

Ainda com base em Nascimento e Morais, temos que as certificações começaram na Alemanha, com foco em impactos ambientais.

ICC - INTERNATIONAL CHAMBER OF COMMERCE 1991 CARTA DE PRINCÍPIOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – início de preocupações com o meio ambiente, por parte empresarial. (Nascimento e Morais, 2013)

Em paralelo a ISO 14001, Porém, a ISSO não foi a única regulamentação voltada aos impactos ambientais. Também houve a EMAS 1992 (Eco-Management and Audit Scheme), no ano de 1993. (Nascimento e Morais, 2013)

BS 7750 (British Standard 7750) foi a primeira norma britânica criada, no que diz respeito à gestão ambiental, desenvolvida em 1992, pela BSI (British Standards Institution). (Nascimento e Morais, 2013)

Em resumo, ao se tratar de 14001 e para a adequação à norma não basta somente a alta diretoria decidir, projetar as mudanças e executar, é necessário mexer na cultura da empresa. Sendo a cultura empresarial algo que todos os colaboradores devem desenvolver, sendo a junção de atitudes e comportamentos, costumes, expectativas e visão, entender como a empresa começou e qual rumo ela deve tomar, devendo estar claro quais valores a empresa prega. Ou seja, a ISO 14001 cita uma melhoria contínua, para a política ambiental, isso deve fazer parte do dia a dia de cada colaborador, literalmente, desde a quantidade de papéis que são usados, até o

descarte correto do rejeito de cada processo. Com isso, a ISO 14001 está inteiramente ligada à gestão de pessoas. A norma ainda prevê que cada área tenha sua respectiva responsabilidade, assim como apresentado na tabela 1.

Segundo Oliveira e Pinheiro (2010, p. 57): “A contribuição da área de gestão de pessoas está justamente no auxílio que pode ser dado ao gestor no sentido de desenvolver ou reforçar suas habilidades de liderança, de comunicação interpessoal, de reconhecimento e valorização de talentos, entre outras.”

Benefícios que a certificação à norma ISO 14001:

- Gestão mais eficiente e padronizada;
- Maior valorização pelos clientes;
- Eficiência de recursos;
- Respeito às normas ambientais do país;
- Facilidade na relação entre empresas, tanto nacionais quanto internacionais;
- Melhor reputação;
- Produção sustentável;

Isso só é possível a partir do momento que a alta diretoria consegue conscientizar e implantar a cultura sustentável em cada colaborador, trazendo o senso de preocupação juntamente com ações e indicadores que trazem o que foi dito.



Figura 10 Modelo de sistema de gestão ambiental
Fonte Oliveira e Pinheiro (2010, p. 53)

5 O MÉTODO PDCA

5.1 Definição

O método PDCA (Plano - *plan*; Faça - *do*; Verificar - *check*; Ação - *Action*) busca a melhoria contínua do projeto que foi aplicado, é uma ferramenta de gestão, extremamente útil, pois é considerado um método iterativo, ou seja, após sua implementação, não para de rodar, por mais que esteja em um aspecto de excelência, ainda fica em vigor, por exemplo, para que essa excelência continue, ou então na busca de outro ponto de melhora que apareceu “no meio do caminho”, pois dentro de uma organização empresarial, por mais que tudo esteja funcionando extremamente bem, em uma decisão, as coisas podem mudar e todos os planos que estão sendo executados, precisam sofrer alterações para se adaptar, por isso o PDCA não tem fim.

Em resumo, se dá pela definição de um objetivo, implementação, avaliação e correção e, como já mencionado anteriormente, o método sempre fica em vigor, buscando qualquer possível melhora. Com isso, fica perceptível a ampla gama que o método PDCA aborda, podendo ser aplicado em casos como:

- Gestão da qualidade - ISO 9001
- Gestão Ambiental - ISO 14001
- Gestão de segurança e saúde ocupacional - ISO 45001
- Gestão financeira
- Gestão de projetos
- Gestão de recursos humanos
- Gestão de cadeia de suprimentos

5.2 PDCA e a ISO

O PDCA (Plan, Do, Check, Action) está totalmente ligado à ISO 14001, isso porque a norma recomenda que o método seja usado em todo o SGA, de modo a dar

continuidade ao processo iterativo. De forma resumida, o PDCA no que diz respeito à ISO 14001, tem por finalidade um foco em cada passo, sendo:

- Plano - *plan*: Definir objetivos ambientais;
- Faça - *do*: Implementar o plano ambiental
- Verificar - *check*: Medir o desempenho ambiental (por exemplo por auditorias)
- Ação - *Action*: Medidas corretivas para a melhoria contínua

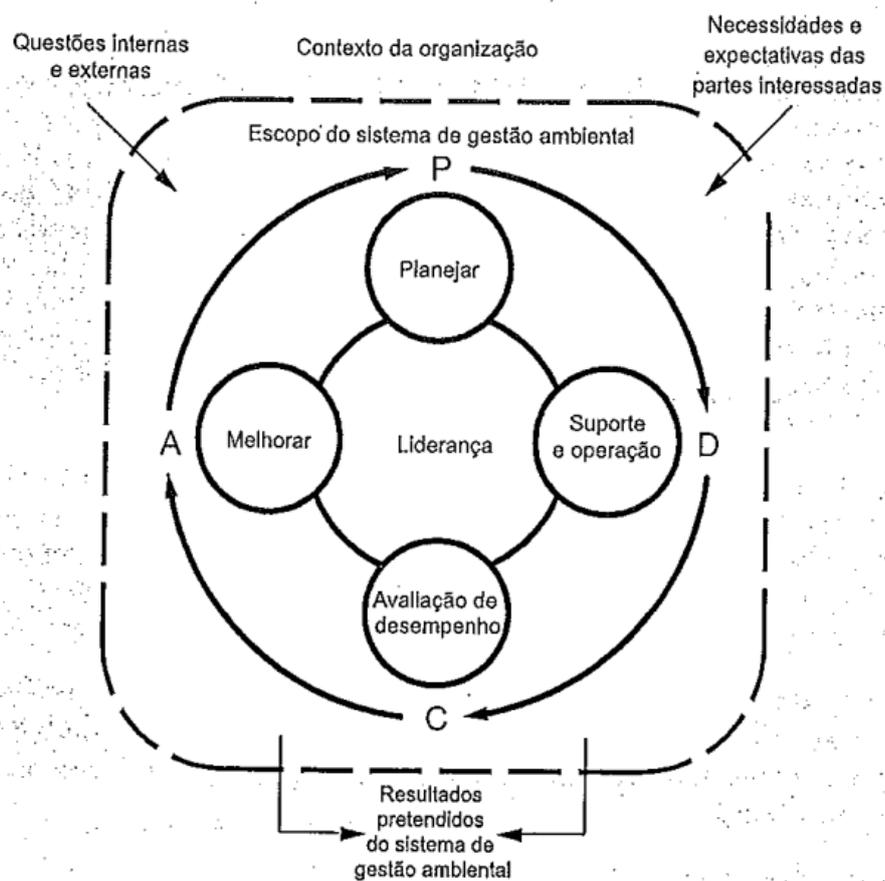


Figura 11 – Relação entre o ciclo PDCA e a estrutura da norma
Fonte ISO 14001 2015 (p. viii)

5.3 Implantação do PDCA no estudo de caso

5.3.1 *Plan* – planejamento

Etapa onde o problema já foi identificado, então, neste momento, são definidos metas e objetivos. Confeção do escopo do projeto. Entrando um pouco no mundo corporativo e especificamente no projeto, essa é a etapa onde a equipe de SGI e manutenção já entraram em comum acordo de necessidade, a partir disso, a manutenção envolveu a equipe de suprimentos, para que se inicie a fase de orçamentos. Junto a diretoria de empresa e a equipe de manutenção, foi definido o projeto final e qual fornecedor seria responsável por executar tanto a obra quanto a implementação do projeto.

5.3.2 Do – Executar

Neste momento, após toda a definição do projeto e aprovação de gestores, o projeto começa a ser implementado. É extremamente importante cada equipe simular diversos cenários, por exemplo, o time de PCP precisa prever como seria a produção e junto com a equipe de vendas, prever qual a quantidade de carteira para o mês, pois os produtos confeccionados na coquilha, estão diretamente ligados a alguns produtos finais. Durante o período de obras e implementação, uma vez que a coquilha citada, produz centenas de milhares de peças por dia, um dia sequer, sem produção, impacta drasticamente no faturamento ao final do mês. A equipe de SST - Saúde e segurança do trabalho, deve agir diariamente, fiscalizando a obra, certificando-se que tudo está dentro do esperado e cuidado para que não haja qualquer acidente. A manutenção, junto com suprimentos, conferir se o projeto está sendo seguido e se há necessidade de adicionais.

5.3.3 Check – Verificar

Após a implementação do projeto, as equipes responsáveis devem fiscalizar e garantir que tudo está dentro do esperado, pois ao final da adequação, a fábrica será auditada e caso haja qualquer “não conformidade”, o auditor provavelmente não aprovará a certificação, até que a empresa conclua perfeitamente todos os requisitos da norma. Com isso, obviamente é fundamental que todo o plano seja verificado,

sendo inclusive submetido a uma auditoria interna, pois, nesse caso, ainda é possível deixar qualquer “não conformidade”, dentro da norma.

5.3.4 Action - Agir.

Por mais que o projeto tenha desempenhado bem, as equipes responsáveis devem sempre se manter atentas, uma vez que, por mais que a adequação tenha trazido a certificação à norma, constantemente os órgãos regulamentadores realizam auditorias, para garantir que a implementação do projeto ainda está em vigor.

Além disso, espera-se que uma indústria esteja em constante evolução. Um dos indicadores para isso é o aumento de produtividade, porém com o aumento da produtividade, pode acontecer também o aumento de emissão de poluentes, isso indica uma nova adequação, por mais que seja simples, por exemplo, colocando um filtro a mais, a indústria deve sempre se atentar, para que não perca a certificação da norma. Ou seja, o ciclo PDCA está em constante execução, pois em algum momento haverá necessidade de nova adequação. Com isso todo o ciclo volta a rodar.

6 O Projeto

6.1 O ambiente corporativo

Dentro da indústria citada, o grau hierárquico se dá pelos sócios da empresa, posteriormente diretoria, gerência, coordenação e colaboradores. Ao se identificar um novo projeto, inicialmente o gestor leva isso à diretoria e aos sócios.

No caso da adequação à norma, inicialmente, a equipe de SGI, que está abaixo da gerência da Qualidade, foi protagonista. Porém, para execução do projeto, a Qualidade apresentou essa necessidade ao time de Manutenção, para a execução do projeto, este foi responsável pela confecção do escopo do projeto, junto ao SGI. Após validar o projeto, a equipe de Suprimentos foi responsável por orçamento e negociação. Isso traz um ponto interessante, onde atualmente o mercado procura

engenheiros para a equipe de suprimentos e outras áreas administrativas, devido a diversos casos como esse, onde o engenheiro consegue se envolver tecnicamente e por conta do raciocínio lógico e todo o amparo que o curso de engenharia traz para a resolução de problemas, o que facilita o entendimento de projetos e inclusive dá mais argumentos, na negociação e resolução do caso. Ou seja, para o projeto, ao menos três áreas foram envolvidas, na parte inicial. Após aprovação do projeto, a equipe de saúde e segurança do trabalho foi responsável por fiscalizar o andamento do projeto. Esta que, em qualquer caso onde há risco à vida, mesmo esse risco sendo mínimo, deve diariamente acompanhar o projeto, certificando assim que tudo fique seguro.

6.2 Necessidade

Por fim, a necessidade apresentada era com relação ao SGA - Sistema de gestão ambiental, este que pedia um plano de ação para o rejeito do setor de fundição por coquilha, da indústria citada.

Como já explicado, o processo de fundição ocasiona rejeitos sólidos e gasosos, por isso dois dos principais focos da norma, *emissões para o ar* e *geração de rejeito*, foram tão detalhados ao longo do estudo e da implementação do projeto.

Inicialmente seria simples, o projeto previa a instalação de filtros para o rejeito gasoso e o descarte correto do rejeito sólido ou a reutilização, como sucata, quando possível, contudo, ao se deparar com a ponte rolante, foi necessária uma nova solução.

6.3 Solução

A solução então pensada foi na sucção da parte gasosa de forma subterrânea, ou seja, levantar a operação, que não seria possível pelo espaço do galpão não permitir, ou então concluir o objetivo por baixo da produção, literalmente cavando um buraco, de forma a realizar a sucção por baixo, até a parte externa, onde estão instalados os filtros.

Porém, por ser uma indústria com seis décadas de história e por ser uma região conhecida por sua estância termal, houve um receio em simplesmente abrir um buraco naquela área. Por mais que as equipes responsáveis conheçam o prédio, uma obra dessa pode impactar a estrutura de toda a fábrica. Então foi realizado um estudo de solo e uma validação estrutural, para que seja seguro abrir um buraco naqueles pontos.

Após toda a validação, a obra teve início e foi aberto um “caminho” com cerca de um metro e meio de profundidade e um metro de largura, percorrendo boa parte da área de fundição por coquilha, onde passam dutos que são conectados nos fornos e moldes. O exaustor, dada a necessidade de potência, por tamanho, fica na área externa, onde estão também os filtros e motor.

Desse modo, o rejeito gasoso está dentro dos parâmetros ambientais e o rejeito sólido fica depositado em um recipiente próprio, onde é dado o devido fim, seja sucateamento ou o descarte indicado pela regulamentação.

6.4 Resultados

Por fim, após toda a adequação, a indústria atingiu o resultado esperado. Claro que a adequação na fundição por coquilha foi apenas uma parte da certificação. Diversos outros pontos foram adequados para a certificação acontecer.

O projeto foi concluído com sucesso, sendo a obra executada em um espaço de tempo hábil, entre auditoria interna e auditoria de certificação da ISO 14001. Sendo assim, a indústria citada certificou-se ISO 14001 e regularmente passa por auditorias internas, para garantir que a certificação está dentro do conforme e para preparar qualquer apontamento desconforme para que seja adequado e haja um trabalho em cima, assim, quando a auditoria de certificação acontece, a indústria consegue um melhor desempenho e mantém sua certificação.

Além disso, o ciclo PDCA continua em vigor, isso porque, como apresentado, não pode parar. Cada ponto de melhoria, visto por cada colaborador, pode se transformar em uma ideia e conseqüentemente em melhorias para o SGA.

Vale apresentar que após a adequação a ISO 14001, a empresa conseguiu grande destaque no mercado, isso porque os clientes finais também adotaram políticas de gestão ambiental. Com isso as empresas fornecedoras desses clientes precisam adequar as mesmas políticas. Além disso, a região foi beneficiada, por ser uma cidade pequena, impactos ambientais estariam extremamente próximos aos moradores então, a ISO trouxe esse cuidado maior com a região. É difícil mensurar como a ISO aumenta em faturamento, pois o objetivo é realmente a parte ambiental, porém reciclagem, conscientização do uso de energia e água, refletem também nessa questão, além de ser vista com bons olhos, tanto dos colaboradores quanto dos clientes. Outro impacto é que a empresa passa constantemente por auditorias da norma, então a rotina de todos realmente precisou mudar. Todos os gastos que podem impactar o meio ambiente devem ser dimensionados e justificados. Apesar de ser uma burocracia a mais, é algo que traz retorno em curto a longo prazo.

7 CONCLUSÃO

O certificado ISO 14001 resulta em como o projeto deu certo. O trabalho em conjunto, de diversas áreas, viabilizando o melhor cenário para a empresa, trouxe a certificação, um marco extremamente importante, não só para a indústria citada, mas também para os clientes e fornecedores dessa indústria, isso porque as empresas relacionadas, seja na vez de vendedor ou de comprador, são influenciadas, o que traz um ganho significativo, em prol ao meio ambiente, visão principal da ISO 14001.

Trazer um SGA para uma empresa não é fácil, são hábitos que precisam ser mudados, situações que necessitam melhora, mas com a crescente industrialização global, a raça humana não pode prever catástrofes ambientais e simplesmente ignorá-las e o SGA é um pequeno trabalho diário, porém bastante significativo, que as empresas fazem para contribuir com os cuidados ao planeta e gerações futuras.

Referências

- RIEKSTI, A. C. ISO 14001 E A SUSTENTABILIDADE A eficácia do instrumento no alcance do desenvolvimento sustentável. 2012
- ABNT. NBR ISO 14001 de 2015. Sistemas de Gestão Ambiental: Requisitos com orientações para uso. 3ª ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. Disponível em: <https://www.ipen.br/biblioteca/slr/cel/N3127.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2024.
- ABNT. NBR ISO 14001 de 2004. Sistemas de Gestão Ambiental: Requisitos com orientações para uso. 2ª ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- NASCIMENTO, M. S. e MORAIS, L. S. Norma ISO e a Importância da Norma 14001 na Atualidade. 2013.
- OLIVEIRA, S. M. e SILVA, C. T. e BRANDÃO, E. M. Ciclo PDCA. 2022.
- DEPARTAMENTO DE MEIO AMBIENTE FIESP. ISSO 14001:2015 Saiba o que muda na nova versão da norma. 2015.
- MORO, N. e AURAS, A. P. Processos de fabricação: Fundação. CEFET SC: Santa Catarina. 2007. - <https://www.norbertocefetsc.pro.br/>
- PINTO, C. e FERNANDES, R. Fundação em coquilha. FEUP: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 2001
- MARIANI, E. J. As Normas ISSO. Ano VI – Número 10 – Junho de 2006 – Periódicos Semestral. REVISTA CIENTÍFICA ELETÔNICA DE ADMINISTRAÇÃO – ISSN: 1676-6822
- OLIVEIRA, O. J. e PINHEIRO, C. R. M. S. Implantação de sistemas de gestão ambiental ISO 14001: uma contribuição da área de gestão de pessoas. 2010.
- SORDI. G. Dimensionamento da Viga Principal de Uma Ponte Rolante. 2016
- BRITO, A. L. S e NASCIMENTO, L. S e LEMOS, L. S e COSTA, J. V. Projeto: Ponte Rolante. IFMG: Arcos. 2017
- EVANGELISTA, Adônis Souza. SILVA, Jefferson. Processo de fundição e sua versatilidade na fabricação de peças. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 03, Vol. 11, pp. 21-50. Março de 2020. ISSN: 2448-0959,

Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-mecanica/processo-de-fundicao>>. Acesso 15 mar. 2024

SILVA, A. R. e OHARA, L. F. e GHIZZI, M. L. P. Normas ISO 14000 – Sistema de Gestão Ambiental. Disponível em: <<http://www.qualidade.esalq.usp.br/fase2/iso14000.htm#A>>

Empresa Werth. Moldes de fundição. Disponível em: <https://www.werth.de/br/aplicacoes/awd/moldes/workpiece/moldes-de-fundicao.html>.

Portal CIMM. Fundição em molde de areia. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=2pG64OPscio>

Aula Fundição por precisão, DEMEC UFPR. Disponível em: <http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM233/Arquivos%20FTP%202020/Aula%20Cera%20perdida%20Shell%20Molding/Introdu%C3%A7%C3%A3o%20Microfus%C3%A3o%20Cera%20P%C3%A9rdida%20cc.pdf>

LEITE, F. G. Processo de Microfusão, 2016. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/processo-de-microfus%C3%A3o-graciliano-freiria/>

Empresa Ampco. Fundição sob pressão. Disponível em: <https://www.ampcometal.com/pt-br/aplicacoes/fundicao-sob-pressao/#:~:text=A%20fundição%20sob%20pressão%20é,solidifica-se%20na%20forma%20desejada.>

Empresa Tcinox. Os Benefícios da Fundição Centrífuga. Disponível em: <https://tcinox.com.br/fundicao-centrifuga-vantagens-e-limitacoes/>