

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

Pedro Augusto Diniz Manso

ESTRUTURAÇÃO DO MÉTODO ABC EM UMA EMPRESA DE MICROFUNDIÇÃO

Florianópolis

2019

Pedro Augusto Diniz Manso

ESTRUTURAÇÃO DO MÉTODO ABC EM UMA EMPRESA DE MICROFUNDIÇÃO

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção Mecânica.

Orientador: Prof. Antonio Cezar Borna, Dr.

Florianópolis

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Manso, Pedro Augusto Diniz
Estruturação do método ABC em uma empresa de
microfundição / Pedro Augusto Diniz Manso ; orientador,
Antonio Cezar Bornia, 2019.
84 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,
Graduação em Engenharia de Produção Mecânica, Florianópolis,
2019.

Inclui referências.

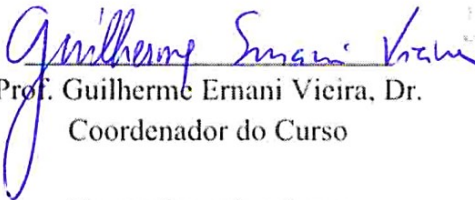
1. Engenharia de Produção Mecânica. 2. Custeio Baseado em
Atividades. 3. Microfundição. I. Bornia, Antonio Cezar. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Engenharia de Produção Mecânica. III. Título.

Pedro Augusto Diniz Manso

Estruturação do método ABC em uma empresa de microfundição

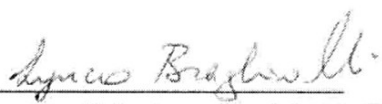
Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção Mecânica e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia de Produção Mecânica.

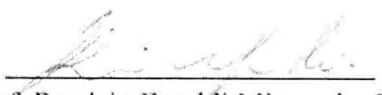
Florianópolis, 22 de novembro de 2019.


Prof. Guilherme Ernani Vieira, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:


Prof. Antonio Cezar Bornia, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina


Prof. Lynceo Falavigna Braghirolli, Dr.
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina


Prof. Rogério Feroldi Miorando, Dr.
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado a Antônio Gervásio de Paiva Diniz.

AGRADECIMENTOS

Primeiro, quero agradecer à minha família pela minha criação, pela construção do meu caráter e por prover a estrutura que possibilitou a minha formação superior em uma universidade prestigiada.

Agradeço especialmente à Rosa Maria de Paiva Diniz, minha mãe e, ao Luiz Henrique Gois Manso, meu pai. A minha companheira Vitória Uliana Bianchini, pelo apoio em todas as situações, pelos momentos maravilhosos e pelo amor que compartilhamos.

Ao Prof. Dr. Antonio Cezar Bornia, por toda contribuição e paciência como orientador. Aos excelentes professores que contribuíram para o meu desenvolvimento acadêmico, pessoal e profissional.

A todos meus queridos amigos de São José dos Campos que, por todo esse período, estiveram distantes em corpo, mas não em coração. A Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade. E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para o meu desenvolvimento.

RESUMO

O progressivo aumento na complexidade dos sistemas de produção e a alta diversidade de produtos tornam os custos relativos às atividades de suporte cada vez mais relevantes. O ABC (*Activity-Based Costing*/Custeio Baseado em Atividades) é uma importante ferramenta gerencial para aumento de competitividade. O método consiste em mapear os processos de uma organização e modelá-los como atividades, de forma que se possa mensurar o consumo dos recursos utilizados pelas atividades. Em seguida, são definidos os direcionadores que representam a forma com que os produtos consomem as atividades. Os direcionadores são utilizados como base para distribuir os custos das atividades para os produtos. O objetivo deste trabalho foi estruturar o ABC para aplicação em uma fábrica produtora de peças microfundidas localizada na Grande Florianópolis. A pesquisa bibliográfica deste trabalho demonstrou a existência de muitos trabalhos acadêmicos abordando a aplicação do ABC em organizações, no entanto, nenhuma aplicação em microfundições foi encontrada. Assim, o trabalho foi realizado para ampliar a discussão sobre o tema e compreender as particularidades do ABC aplicado em indústrias deste setor. Foi possível mapear todos os processos administrativos e produtivos da empresa e os modelar em atividades. Foram definidos, então, todos os direcionadores que possibilitam o custeio das atividades e dos produtos. O método foi estruturado no sistema ERP da empresa para testes e posterior implantação. Por pareceres da gerência, concluiu-se que o sistema é viável de implantação e que, futuramente, melhorias nos critérios serão implementadas.

Palavras-chave: Análise de Custos. Custeio Baseado em Atividade. Microfundição.

ABSTRACT

The increasing complexity of production systems and the high product diversity makes the costs of support activities increasingly relevant. Activity-Based Costing (ABC) is an important management tool for higher competitiveness. The method consists on mapping the processes of an organization and modeling them as activities, so that the consumption of resources by the activities can be measured. Then, the drivers that represent how products consume activities are defined. Finally, drivers are used as a basis for distributing activity costs to products. The objective of this research was to structure the ABC method in a investment casting company located in Grande Florianópolis. The bibliographic research about this topic has shown the existence of many academic papers addressing the application of ABC in organizations, however, no one related to investment casting was found. Thus, the work was developed to broaden the discussion on the subject and to understand the particularities of ABC applied this sector. It was possible to map all administrative and productive processes of the company and to model it in activities. Then, all the drivers that enable the costing of the activities and products were defined. The method was structured in the company's ERP system for testing and subsequent deployment. Based on management advice, it was concluded that the system is feasible to implement and that in the future improvements in the criteria will be implemented.

Keywords: Cost Analysis. Activity Based Costing. Investment Casting.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processos da microfundição	22
Figura 2 - Exemplos de produtos.....	32
Figura 3 – Estrutura organizacional da empresa	35
Figura 4 – Cachos em cera	43
Figura 5 – Cachos em cera	44
Figura 6 – Cachos na sala de seca.....	45
Figura 7 – Área de Fundição	46
Figura 8 – Equipamento para Jateamento Manual	48
Figura 9 – Equipamento para Corte.....	48
Figura 10 – Equipamento para Lixamento	49
Figura 11 – Mapa de risco do setor de injeção	68
Figura 12 - Exemplo de produto microfundido	75
Figura 13 – Ficha técnica: Informações sobre o revestimento	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Atividades dos setores de apoio produtivo e administrativo	37
Quadro 2 – Atividades dos setores produtivos	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de colaboradores por atividade	56
Tabela 2 – Potência instalada e consumo Setor de Usinagem	59
Tabela 3 - Distribuição Energia Elétrica.....	59
Tabela 4 – Distribuição Gás Natural.....	61
Tabela 5 – Distribuição Almozarifado.....	62
Tabela 6 – Distribuição Compras/Suprimentos.....	63
Tabela 7 – Distribuição Controle de Qualidade	64
Tabela 8 – Distribuição Engenharia.....	64
Tabela 9 – Distribuição Manutenção	66
Tabela 10 - Distribuição PCP	68
Tabela 11 - Distribuição Segurança do Trabalho	70
Tabela 12- Distribuição Setores Produtivos	71
Tabela 13 – Redistribuição dos custos indiretos para as atividades diretas	72
Tabela 14 – Roteiro de operações de um produto	76
Tabela 15 - Cálculo dos produtos (exemplo)	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC *Activit-Based Costing* (Custeio Baseado em Atividades)

ABIFA Associação Brasileira de Fundição

CNC Controle Numérico Computadorizado

ERP *Enterprise Resource Planning* (Planejamento de Recursos Empresariais)

FMEA *Failure Mode and Effect Analysis* (Análise de Modos de Falhas e Efeitos)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA.....	17
1.2	OBJETIVOS.....	18
1.2.1	Objetivo Geral	18
1.2.2	Objetivos Específicos	18
1.3	JUSTIFICATIVA	19
1.4	LIMITAÇÕES.....	20
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO	20
2	REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1	MICROFUNDIÇÃO.....	21
2.1.1	Injeção em cera	21
2.1.2	Revestimento refratário.....	22
2.1.3	Remoção da cera	23
2.1.4	Fundição.....	24
2.1.5	Operações pós-fundição.....	24
2.2	ANÁLISE DE CUSTOS.....	25
2.3	MÉTODO ABC.....	27
2.3.1	Mapeamento das atividades	28
2.3.2	Alocação dos custos às atividades.....	29
2.3.3	Redistribuição dos custos das atividades indiretas às diretas	29
2.3.4	Cálculo dos custos dos produtos.....	30
3	METODOLOGIA.....	31
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	31
3.2	PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	31
3.3	OBJETO DE ESTUDO.....	31
3.4	PROCEDIMENTO PARA COLETA E ANÁLISE DOS DADOS	32
4	DESENVOLVIMENTO	34
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	34
4.2	MAPEAMENTO DAS ATIVIDADES	36
4.2.1	Mapeamento e caracterização das atividades dos setores não produtivos	36
4.2.1.1	<i>Atividades de apoio produtivo por setor.....</i>	<i>38</i>
4.2.1.2	<i>Atividades de apoio administrativo por setor</i>	<i>40</i>
4.2.2	Mapeamento e caracterização das atividades dos setores produtivos	41
4.2.2.1	<i>Setor de Injeção.....</i>	<i>43</i>

4.2.2.1.1	Injeção	43
4.2.2.1.2	Montagem	43
4.2.2.2	<i>Setor de Revestimento</i>	44
4.2.2.2.1	Banho	44
4.2.2.2.2	Secagem	44
4.2.2.3	<i>Setor de Fundição</i>	45
4.2.2.3.1	Deceragem.....	45
4.2.2.3.2	Fundição	45
4.2.2.4	<i>Setor de Acabamento</i>	46
4.2.2.4.1	Desmoldagem Martetele	46
4.2.2.4.2	Jateamento Gancheira	47
4.2.2.4.3	Jateamento Automático Carbono, Inox e Bauxita	47
4.2.2.4.4	Jateamento Manual	47
4.2.2.4.5	Corte.....	48
4.2.2.4.6	Lixamento	49
4.2.2.4.7	Inspeção e Ajustagem	49
4.2.2.4.8	Desempeno Prensa.....	50
4.2.2.4.9	Tratamento Térmico	50
4.2.2.4.10	Passivação	50
4.2.2.4.11	Gravação	51
4.2.2.4.12	Polimento	51
4.2.2.4.13	Tamboreamento.....	51
4.2.2.4.14	Decapagem	51
4.2.2.4.15	Imersão Potassa	52
4.2.2.4.16	Inspeção Partícula Magnética.....	52
4.2.2.4.17	Auditoria Final.....	52
4.2.2.5	<i>Setor de Usinagem</i>	53
4.2.2.5.1	Furação	53
4.2.2.5.2	Rosqueamento	53
4.2.2.5.3	Rebarbação	53
4.2.2.5.4	Brochamento	54
4.2.2.5.5	Chaveteamento	54
4.2.2.5.6	Torneamento Convencional	54
4.2.2.5.7	Torneamento com CNC	54
4.2.2.5.8	Fresagem.	55
4.2.2.5.9	Usinagem Centro CNC	55
4.3	ALOCAÇÃO DOS CUSTOS ÀS ATIVIDADES	55

4.3.1	Alocação direta	56
4.3.2	Alocação por direcionadores	57
4.4	REDISTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS DAS ATIVIDADES INDIRETAS ÀS DIRETAS	61
4.4.1	Direcionadores das atividades dos setores de apoio produtivo	62
4.4.1.1	<i>Almoxarifado.....</i>	<i>62</i>
4.4.1.2	<i>Compras/Suprimentos.....</i>	<i>62</i>
4.4.1.3	<i>Controle de qualidade.....</i>	<i>63</i>
4.4.1.4	<i>Engenharia.....</i>	<i>64</i>
4.4.1.5	<i>Expedição.....</i>	<i>65</i>
4.4.1.6	<i>Manutenção.....</i>	<i>65</i>
4.4.1.7	<i>Planejamento e Controle da Produção.....</i>	<i>67</i>
4.4.1.8	<i>Segurança do Trabalho.....</i>	<i>67</i>
4.4.1.9	<i>Supervisão Industrial e Diretoria Industrial.....</i>	<i>69</i>
4.4.2	Direcionadores de custos dos setores produtivos	69
4.4.3	Resultado final da redistribuição dos custos das atividades indiretas para as atividades diretas	71
4.5	CÁLCULO DOS CUSTOS DOS PRODUTOS.....	74
4.5.1	Definição do direcionador de custos da Expedição.....	74
4.5.2	Definição dos direcionadores de custos das atividades diretas	74
4.6	PARECER DA GERÊNCIA E AÇÕES FUTURAS.....	79
5	CONCLUSÃO.....	82
	REFERÊNCIAS.....	84

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

No mundo globalizado e altamente competitivo de hoje, as organizações precisam das informações contábeis para serem capazes de decidir de forma apropriada. Imagine um alto executivo de uma grande empresa procurando decidir se deve descontinuar ou não um produto sem saber quanto custa para produzi-lo. As informações de custos são fundamentais para traçar metas, formular estratégias, planejar nos curto e longo prazos e para fim de controle, medida de desempenho e tomada de decisão (BLOCHER et al., 2005).

A abordagem na gestão de custos cresceu de forma abundante nas últimas décadas. O avanço tecnológico e a abertura crescente do mercado também fazem com que novos elementos sejam incorporados aos custos, tornando sua apuração mais complexa.

Ademais, a escolha correta de um método de custeio que seja compatível com o problema resultará em resultados mais precisos e proveitosos, facilitando a tomada de decisão estratégica e a competitividade (BORNIA, 2010). A literatura aponta várias metodologias para a análise de custos, sendo mais comuns as que consideram o custeio por absorção, o custeio variável e o custeio por atividades, também conhecido como *ABC (Activity Based Costing* ou Custeio Baseado em Atividades).

Martins (2003) cita limitações dos sistemas tradicionais de custeio, que vêm perdendo relevância ao longo do tempo, tais como:

- Distorções no custeio de produtos provocados por rateios arbitrários de custos indiretos, assim como utilização de reduzido número de rateios;
- Não utilização do conceito de custo meta ou custo alvo;
- Não consideração de medidas de desempenho por indicadores de produtividade.

Os princípios básicos do método ABC, por outro lado, visam demonstrar que as operações de uma organização podem ser subdivididas em atividades, de forma que os processos sejam analisados de forma mais detalhada e com menores distorções. Além disso, é uma poderosa ferramenta utilizada na gestão de custos e tomada de decisão dos principais executivos das organizações, devendo-se também, segundo Martins (2003), ser analisada sob duas visões:

- Visão econômica de custeio, que é uma visão vertical, no sentido de que apropria os custos aos objetos de custeio através das atividades realizadas em cada departamento;
- Visão de aperfeiçoamento de processos, que é uma visão horizontal, na qual capta os custos dos processos através das atividades realizadas nos departamentos funcionais.

A microfusão, microfundição ou fundição por cera perdida é uma técnica do segmento de fundição que permite a obtenção de objetos com alta precisão dimensional através do vazamento de ligas metálicas em moldes previamente criados (ASM INTERNATIONAL, 1998). Seus produtos estão presentes em diversas áreas do setor industrial, por exemplo: aeroespacial, bélico, automobilístico, agrícola, ferroviário e hidroviário.

A técnica apresenta alta complexidade, já que possui um grande número de processos, *lead times* elevados e exige um rigoroso sistema de controle de qualidade. Além disso, a técnica proporciona flexibilidade, que resulta na elaboração de um amplo *mix* de produtos. Assim, torna-se necessária uma grande equipe de apoio capaz de suprir as necessidades da produção como, logística de suprimentos, planejamento da produção, análises laboratoriais, manutenção, desenvolvimento de produtos e melhoria de processos. Esses fatores tornam o gerenciamento de custos bastante árduo.

Nesse ambiente, o uso do custeio baseado em atividades, apesar de custoso e de difícil aplicação em relação aos sistemas tradicionais, pode fornecer informações e indicadores bastante precisos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do presente trabalho é estruturar o método ABC para análise dos custos em uma empresa de microfusão.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar as atividades diretas e indiretas do processo de microfusão.
- Estruturar o processo da empresa em atividades homogêneas.
- Definir critérios para a alocação dos custos às atividades e aos produtos.

1.3 JUSTIFICATIVA

A grande flexibilidade presente nos processos de fundição permite que seus produtos estejam presentes em todos os setores industriais. Segundo a ABIFA (2019), a produção mensal média de fundidos até agosto de 2019 foi de 197,1 mil toneladas, das quais aproximadamente 84% foram absorvidas pelo mercado interno. No mesmo período, o aumento na demanda de fundidos gerou mais de 50 mil empregos por mês (ABIFA, 2019). Nesse contexto, a microfundição atua na fabricação de peças com geometrias complexas, baixas tolerâncias dimensionais e alto rigor de qualidade. Dessa forma, seus produtos também estão inseridos em mercados exigentes, como automotivo, aeroespacial, armamentista, petroquímico e hospitalar. Observa-se, portanto, a importância deste segmento no setor industrial e na economia.

Apesar de o custeio baseado em atividades ser amplamente difundido e estudado há um período relativamente grande, pesquisas sobre sua utilização no setor de fundição, mais especificamente na microfundição, são escassas. Somado a isso, as adversidades da aplicação do método neste ambiente, dada a complexidade do seu processo, trazem grande relevância à elaboração do presente trabalho.

Os elevados mix de produtos encontrados em empresas de microfundição, associados à similaridade entre os produtos e entre seus fluxos de processos, podem resultar em dificuldades e imprecisões no custeio destes produtos, prejudicando a definição das estratégias das empresas. Por exemplo, devido à sua capacidade produtiva, uma fábrica de microfundidos pode precisar optar pelo fornecimento entre dois produtos que têm alto volume de demanda e são praticamente idênticos, com mesmo roteiro de operações. Devido a uma diferença geométrica, no entanto, um destes produtos pode apresentar maior dificuldade na remoção do material refratário e, por isso, reduzir ligeiramente a produtividade de um de seus processos em relação ao outro produto, elevando o seu custo. Mesmo que a diferença seja mínima, uma alta demanda é capaz de torná-la bastante representativa nos resultados e, portanto, identificá-la no momento do custeio pode gerar informações cruciais para a tomada de decisão.

1.4 LIMITAÇÕES

Inicialmente, o intuito do trabalho foi mapear as atividades da empresa estruturar o sistema de custos baseado na metodologia ABC e, ainda, obter os custos dos processos produtivos e de alguns produtos. Dessa forma seria possível comparar os custos destes produtos antes e depois da nova sistemática.

A estruturação apresentada no trabalho foi parametrizada na base de testes do sistema ERP da empresa. Para que pudesse entrar em vigor, muitos procedimentos realizados atualmente precisam ser modificados, o que torna necessário o treinamento e alinhamento de um grande número de colaboradores. Além disso, diversas etapas da implantação são realizadas em junto à consultoria externa do sistema ERP, que possui alto custo e um número limitado de horas para atender a demanda da empresa. Dessa forma, o tempo e os recursos disponíveis durante o desenvolvimento do trabalho possibilitaram atingir a fase de estruturação. Os custos das atividades e dos produtos, no entanto, não foram obtidos.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho é segmentado em 5 capítulos, dos quais o primeiro contém uma introdução ao tema, a definição dos objetivos, as limitações e a justificativa da pesquisa.

O segundo capítulo contém o referencial teórico utilizado no desenvolvimento do estudo, visando apresentar conceitos e o estado da arte sobre microfundição, análise de custos e o método ABC.

O terceiro capítulo, por sua vez, apresenta à metodologia, com a caracterização da pesquisa, os parâmetros da revisão bibliográfica, a definição do objeto de estudo e o processo de coleta e análise dos dados.

O quarto capítulo traz o desenvolvimento da pesquisa, que abrange a caracterização da empresa estudada, as etapas de aplicação do método, os resultados obtidos, o posicionamento da organização sobre o trabalho realizado e a definição de possíveis ações futuras.

O quinto e último capítulo contém a conclusão do trabalho desenvolvido.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MICROFUNDIÇÃO

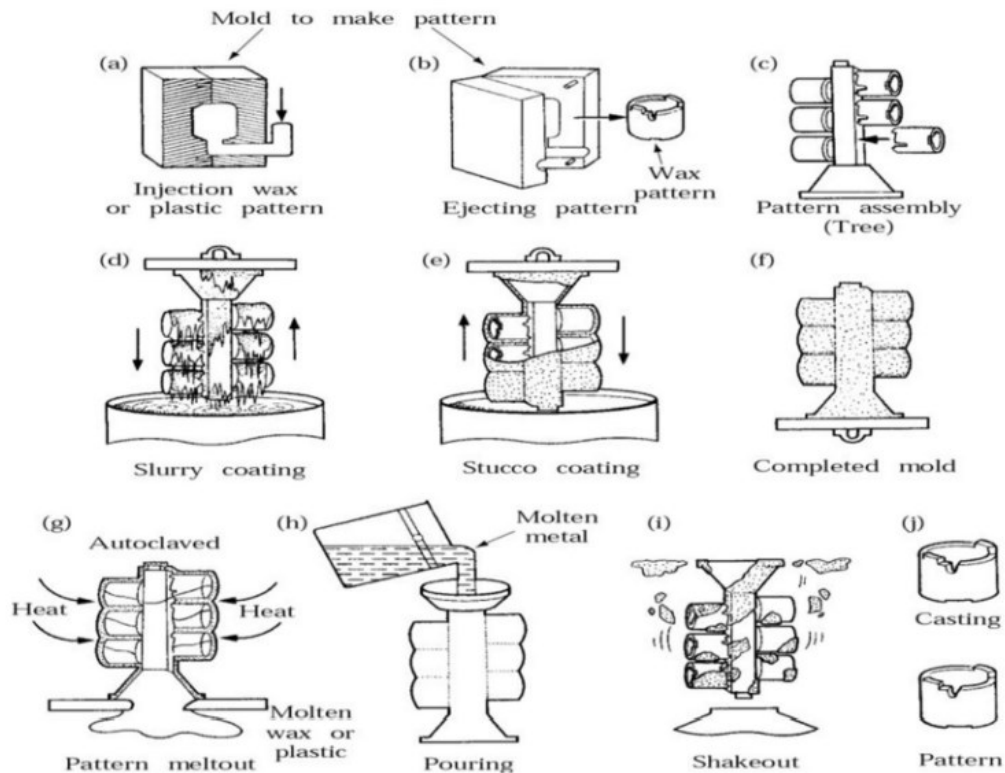
Nos processos de fundição para fabricação de peças, destaca-se o de microfundição ou fundição por cera perdida, cuja principal característica é a produção de peças com boa precisão dimensional, máxima liberdade de desenho e detalhes em uma ampla variedade de metais e ligas que nenhuma outra técnica de fundição possibilita. Este foi utilizado, por exemplo, pelos egípcios para produzir joalheria, e pelos indianos para criar esculturas sagradas. Neste tipo de produção de peças metálicas, é criado um envolvimento cerâmico à volta de um protótipo que pode ser destruído, normalmente cera ou plástico, que se permite endurecer para formar um molde de fundição removível. Um dos grandes benefícios do processo é a possibilidade de reutilização da matéria prima utilizada na elaboração do protótipo (RUPINDER; SINGH; HASHMI, 2016).

O processo também possui desvantagens. A estrutura necessária para sua realização tem custo elevado. A dimensão e o peso dos produtos são limitados pela capacidade dos equipamentos. Além disso, a matéria prima utilizada para criar os moldes cerâmicos, que também tem custo elevado, não pode ser reaproveitada (RUPINDER; SINGH; HASHMI, 2016). A Figura 1 ilustra, de forma resumida, as atividades envolvidas no processo de microfundição, que são detalhadas nas seções seguintes.

2.1.1 Injeção em cera

O processo se inicia com a produção de uma réplica do objeto desejado feita a partir de um composto de cera. O composto utilizado é normalmente um *mix* de ceras e resinas variadas (como cera de carnaúba, de abelha, parafina e breu) com aditivos. Esse material é aquecido e injetado sob pressão em um molde, onde deve resfriar por alguns minutos. As propriedades mais relevantes buscadas na cera são a baixa viscosidade (quando liquefeita) e pequena retração no momento do resfriamento. Ainda, a cera pode ser reutilizada diversas vezes até que o nível de contaminação por outras partículas comprometa suas propriedades e a qualidade dos modelos injetados (RUPINDER; SINGH; HASHMI, 2016).

Figura 1 - Processos da microfundição



Fonte: Rupinder; Singh; Hashmi (2016)

Os parâmetros de injeção, ou seja, a temperatura, pressão e tempo de resfriamento da cera variam com o modelo desejado. Por exemplo, um menor tempo de resfriamento resulta em dimensões mais precisas, no entanto, dificulta sua remoção e pode resultar em distorções dos produtos. A temperatura de injeção pode variar entre 43°C e 77°C , enquanto a pressão varia entre 275 kPa e 10,3 MPa (ASM INTERNATIONAL, 1998).

Após o resfriamento do modelo em cera, ele é removido do molde e anexado em um canal do mesmo material, por onde o metal escoará, típico em processos de fundição. Na microfundição, é possível anexar vários modelos em um só canal dependendo da geometria dos mesmos. Dessa forma, pode-se otimizar a utilização de matéria prima. Esse conjunto é denominado de cacho ou árvore (ASM INTERNATIONAL, 1998).

2.1.2 Revestimento refratário

Nesta etapa, é produzido o molde no qual a liga metálica será derramada. Neste processo, uma série de camadas de material cerâmico é aplicada sobre os cachos. Para isso, os cachos são mergulhados em uma lama que contém o material cerâmico acrescido de

componentes utilizados para melhorar sua estrutura e promover melhor aderência. (ASM INTERNATIONAL, 1998).

Diversos materiais podem ser utilizados na elaboração do molde. Os mais comumente encontrados na indústria são a zirconita, mulita, sílica e silicatos, como o de alumínio. O emprego desses materiais promove moldes com baixo coeficiente de expansão térmica, baixa condutibilidade térmica, baixo índice dielétrico, boa resistência mecânica a quente e boa estabilidade química (ASM INTERNATIONAL, 1998).

Entre as aplicações das camadas, é necessário que o material seque parcialmente para ganhar resistência e aderir corretamente. O processo de seca deve ser realizado em ambiente controlado para que se atinjam os resultados esperados. Devido às características de expansão e contração da cera, o processo de seca não deve ocorrer muito rapidamente. Por isso o ideal é que a diferença máxima entre a temperatura do ambiente onde ocorre a seca e o cacho seja de 4°C a 6°C e, ainda, a umidade relativa permaneça em aproximadamente 50% (ASM INTERNATIONAL, 1998).

2.1.3 Remoção da cera

Com o processo de elaboração do molde refratário finalizado, a etapa seguinte consiste em remover a cera de seu interior. A grande diferença entre os coeficientes de dilatação térmica da cera e do molde, no qual o da cera é muito maior, torna este processo bastante complexo. Se realizado de maneira equivocada, pode submeter o molde à uma enorme pressão, suficiente para gerar trincas e impossibilitar o seu uso (RUPINDER; SINGH; HASHMI, 2016). Para contornar esse problema, a solução mais eficaz é aquecer o molde rapidamente de fora para dentro, de forma que a superfície do modelo de cera derreta antes mesmo do aquecimento de seu interior e, assim, aliviando as tensões sofridas pelo molde (ASM INTERNATIONAL, 1998).

Além dos cuidados com a integridade do molde, o intuito é reaproveitar o máximo possível da cera. O método de remoção da cera mais amplamente utilizado e que promove os melhores resultados é realizado por meio de caldeiras autoclave. No processo, vapor saturado é injetado e rapidamente pressurizado entre 550 e 620 kPa. Os moldes permanecem nessas condições por aproximadamente 15 minutos, até que toda cera seja removida. As caldeiras são equipadas com sistemas de sucção de cera, que é transportada novamente para o setor de injeção (ASM INTERNATIONAL, 1998).

2.1.4 Fundição

Na microfundição, a inserção do metal nos moldes é realizada por dois métodos, por derramamento utilizando a gravidade e à vácuo. O processo realizado a vácuo promove melhor acabamento superficial e menos falhas de preenchimento, no entanto, demanda equipamentos mais caros. O derramamento pela gravidade é o método mais encontrado na indústria (ASM INTERNATIONAL, 1998).

O derretimento das ligas metálicas é realizado em fornos elétricos a arco e também fornos de indução, sendo os últimos os mais utilizados. A temperatura de fusão deve ser suficiente para que a viscosidade do metal permita o preenchimento completo das cavidades, no entanto, temperaturas muito elevadas podem danificar o molde cerâmico (RUPINDER; SINGH; HASHMI, 2016).

2.1.5 Operações pós-fundição

As operações posteriores à fundição normalmente representam grande parte dos custos operacionais, ultrapassando com frequência os 40%. Diferentes operações possuem as mesmas finalidades e a escolha entre elas afetará a produtividade de cada produto, dependendo de suas características. Até mesmo a sequência das operações definidas pode ser mais ou menos eficiente (ASM INTERNATIONAL, 1998). Os principais processos realizados após a fundição são descritos a seguir.

Remoção do molde refratário: A remoção total do material pode ser realizada por meio diversas operações distintas e, normalmente são utilizadas algumas para um mesmo produto. Uma boa porção do material pode ser removida com o uso de martelos pneumáticos vibrantes, no entanto, muitas precauções são necessárias para não danificar os produtos. O jateamento com água ou materiais abrasivos a alta pressão (na ordem de 70 Mpa) também é bastante utilizado. Ainda, para diminuir a resistência do molde e facilitar sua remoção, são realizados banhos em soluções efervescentes com 20 a 30% de hidróxido de sódio ou hidróxido de potássio (ASM INTERNATIONAL, 1998).

Corte: a operação de corte separa as peças do canal central, decompondo o cacho. Ligas de alumínio, magnésio e algumas ligas de cobre podem ser cortadas em serras de fita convencionais. Para outras ligas de cobre, aço e superligas, são utilizados discos abrasivos que normalmente operam a 3500 rpm (ASM INTERNATIONAL, 1998).

Tratamento térmico: para que as ligas atinjam as propriedades necessárias, podem ser necessários tratamentos térmicos. Os tratamentos são realizados em fornos com ar e também no vácuo, dos quais o último gera menos oxidação e diminui a necessidade dos acabamentos finais (ASM INTERNATIONAL, 1998).

Limpeza abrasiva: os jateamentos abrasivos também são utilizados no acabamento superficial dos produtos. Podem ser utilizadas granalhas de aço ou ferro e também abrasivos cerâmicos, como sílica, óxido de alumínio e estaurolite (ASM INTERNATIONAL, 1998).

Testes e inspeções: durante o processo, pode ocorrer o surgimento de trincas e inclusões. Para localizá-los, além de inspeções visuais simples, pode-se utilizar o auxílio de materiais que evidenciam os defeitos superficiais, como líquidos penetrantes fluorescentes ou, ainda, magnetizar o produto e cobrir sua superfície com uma suspensão de partículas metálicas em água. Dessa forma, estes materiais se aglomeram nas descontinuidades da superfície e facilitam a inspeção. Dependendo da criticidade e do nível de controle dos produtos, também pode ser necessária a inspeção de defeitos internos, por meio de radiografias com raios X (ASM INTERNATIONAL, 1998).

2.2 ANÁLISE DE CUSTOS

A preocupação com gerenciamento de custos vincula-se ao século 18, em meio à revolução industrial. Com a modernização da economia, a gestão de custos se tornou uma ferramenta de alta competitividade integrando o setor estratégico da empresa (DUBOIS, KULPA, SOLUZA, 2009).

A princípio, o objetivo principal era que a Contabilidade de Custos fornecesse informações para mensuração monetárias dos estoques e do resultado. Com o crescimento das empresas e o distanciamento entre administradores e pessoas administradas, a Contabilidade de Custos passou a ser considerada como eficiente ferramenta de auxílio gerencial (MARTINS, 2003).

No que se concerne ao auxílio à tomada de decisão, Martins (2003) afirma que a Contabilidade de Custos pode fornecer importantes informações de consequências de curto e longo prazo sobre medidas de introdução ou corte de produtos, investimentos e mudanças nos processos.

A relação das pessoas com os custos provoca interpretações equivocadas em relação às terminologias utilizadas. É necessário, então, que os termos mais utilizados sejam conceituados.

Gasto: compra de produto ou serviço que gera sacrifício por entrega de ativos (MARTINS, 2003).

Desembolso: pagamento de parte ou total adquirido, elaborado ou comercializado. Em outras palavras, é a parcela ou todo do gasto que foi paga.

Custos: alguns autores denominam custo como sendo todo gasto para adquirir um bem ou serviço que gera dispêndio para a empresa, relacionando assim a aquisição de bens que são necessários para a produção de outros bens ou serviços. (DUBOIS, KULPA, SOLUZA, 2009). Dutra (2009) diz que “custo é o valor aceito pelo comprador para adquirir um bem ou é a soma de todos os valores agregados ao bem desde a sua aquisição, até que ele atinja o estágio de comercialização”. Padoveze (1997) estabelece o custo como o parâmetro econômico dos bens e serviços adquiridos em prol da venda dos bens e serviços da empresa.

Custos Diretos: podem ser alocados diretamente aos produtos, bastando haver uma medida de consumo. (MARTINS, 2003). Por exemplo, a energia gasta em uma máquina para a fabricação de um certo produto pode ser diretamente alocada a este produto.

Custos Indiretos: não podem ser diretamente alocados aos produtos por não oferecerem uma medida objetiva de alocação, sendo feita de maneira estimada e, muitas vezes, arbitrária (MARTINS, 2003). Por exemplo, a remuneração de um supervisor pode ser alocada a diversos produtos dentro de uma empresa, uma vez que ele supervisiona uma equipe, mas não realiza trabalho diretamente em um produto.

Custos Fixos: são os custos que, a curto prazo, não variam conforme a quantidade produzida. Por exemplo, o aluguel de um galpão onde se localiza uma fábrica ou estoque não varia de acordo com a quantidade de produtos fabricados ou armazenados.

Custos Variáveis: são custos que variam proporcionalmente ao volume das atividades totais (MARTINS, 2003). O custo de uma determinada matéria prima, por exemplo, aumenta caso a fabricação de um produto que a utilize também aumente.

Despesas: “[...] é a parcela ou totalidade do custo que integra a produção vendida” (PADOVESE, 1997). Podem ser consideradas também como os gastos para vender ou enviar produtos. Estão ligadas às áreas comercial e administrativa da empresa. O custo dos produtos, quando vendidos, transforma-se em despesas (PADOVESE, 1997). Um exemplo é a despesa com transporte de equipamentos para manutenção.

Centro de custos: um departamento ou área funcional, grupo de máquinas e colaboradores, uma única máquina e operadores, uma unidade de serviço ou grupo de operadores que executam funções homogêneas, as quais podem ser subdivididas em atividades (MARTINS, 2003).

Atividades: ações necessárias para a concretização de um processo, as atividades são ações que consomem recursos humanos, materiais, tecnológicos e financeiros para a produção de bens e serviços. Um departamento pode realizar uma ou diversas atividades, que por sua vez, podem ser subdivididas em mais atividades (MARTINS, 2003).

Métodos de custeio: define como os custos considerados são operados, de forma a fornecer as informações esperadas. Bornia (2010) apresenta alguns métodos utilizados normalmente: o rateio simples, o método dos centros de custos, o método da unidade de esforço de produção e o custeio baseado em atividades, abordado no presente trabalho.

2.3 MÉTODO ABC

O contínuo avanço tecnológico e aumento da complexidade dos sistemas produtivos resultam no crescimento dos custos indiretos em relação aos custos diretos de produção, que por sua vez tendem a diminuir. O Custeio Baseado em Atividades é uma metodologia que busca reduzir as distorções provocadas pelo rateio arbitrário dos custos, principalmente os indiretos (MARTINS, 2003).

Sua origem se deu em trabalhos desenvolvidos pela *General Eletric* no início da década de 60, nos Estados Unidos. Já na década de 70, o ABC foi aperfeiçoado pelo professor Robin Cooper. No entanto, sua utilização massiva veio a partir dos anos 80 por intermédio de empresas de consultoria que implementaram o método em grandes empresas (CATELLI, GUERREIRO, 1995). No Brasil, as pesquisas sobre o ABC se desenvolveram a partir de 1989, no entanto, segundo Nakagawa (1994), ele já era utilizado por contadores desde 1800.

O método ABC pode ser caracterizado como um procedimento para determinar o custo e o desempenho de atividades e de objetos de custeio. Ele também atribui custos às atividades e atribui custos aos objetos de custeio em proporção da utilização de atividades por esses objetos. Além disso, o método ABC estabelece relações bem definidas entre atividades e direcionadores de custos (MARTINS, 2003).

Outra característica do método ABC que o distingue dos métodos tradicionais é sobre os custos indiretos. Outros métodos rateiam os custos indiretos para os produtos. O método ABC procura rastrear os custos para analisar e monitorar as rotas de consumo dos recursos “diretamente identificáveis” com suas respectivas atividades e, a partir daí, para os produtos ou serviços da organização (CATELLI, GUERREIRO, 1995).

Alguns autores afirmam que o método está em sua terceira geração. De forma resumida, a primeira geração se concentra na definição dos custos dos produtos baseados nas atividades e a segunda geração ressalta os custos dos processos. A terceira geração considera tanto as atividades internas como as externas, isto é, leva em conta a empresa e suas relações com outras áreas dentro e fora da organização. Esta última geração analisa as atividades desenvolvidas de forma a encontrar como elas podem ser aproveitadas para a obtenção de um ganho competitivo.

Para a aplicação do ABC, quatro macro etapas são estabelecidas por Bornia (2010):

- Mapeamento das atividades;
- Alocação dos custos às atividades;
- Redistribuição dos custos das atividades indiretas às diretas;
- Cálculo dos custos dos produtos.

Na sequência, discorre-se sobre cada uma das etapas.

2.3.1 Mapeamento das atividades

De maneira geral, as organizações são compostas por departamentos que, por sua vez, executam processos. No ABC, estes processos são modelados pelas atividades que os constituem (BORNIA, 2010). Portanto, o primeiro passo na implementação do ABC é a identificação das atividades relevantes executadas por cada departamento (MARTINS, 2003).

Quanto mais detalhado o levantamento das atividades, mais ricas são as informações fornecidas pelo sistema e, conseqüentemente, maior é o auxílio à tomada de decisão. Por outro lado, a quantidade e o detalhamento das atividades são diretamente proporcionais à complexidade e ao custo de implantação e manutenção do sistema (BORNIA, 2010).

Em decorrência da complexidade e do amplo número de processos envolvidos na microfundição, os seus departamentos executam um grande número de atividades que, por essa razão, tornam exaustiva a modelagem do processo como um todo. Ainda, por possibilitar um alto nível de detalhamento, é difícil determinar o equilíbrio entre a riqueza de informações

e a usabilidade do sistema. Por exemplo, a injeção dos modelos em cera pode ser fracionada em acionamento da máquina, remoção dos modelos do molde e inspeção. A execução dessa sequência de atividades pode levar apenas segundos, portanto, analisá-las individualmente pode aumentar a complexidade do sistema e, ainda, reduzir a precisão dos resultados.

2.3.2 Alocação dos custos às atividades

O custo de uma atividade compreende todos os recursos consumidos para realizá-la. Parte destes recursos pode ser diretamente alocada às atividades, no caso de existir um vínculo direto e objetivo entre os recursos e as atividades. A alocação direta ocorre geralmente para custos relacionados a salários, depreciação e bens de consumo, por exemplo. Se isso não for possível, é necessário identificar a relação de causa e efeito entre a realização da atividade e a geração dos custos. Esta relação é então representada por direcionadores de custos. Os direcionadores são a principal diferença entre o ABC e os métodos tradicionais. Uma boa escolha dos direcionadores é a espinha dorsal do método ABC (MARTINS, 2003).

A fusão de materiais a altas temperaturas e o controle climático de grandes ambientes são processos da microfundição que exigem grande consumo de recursos energéticos, como gás e energia elétrica. Na prática, é pouco viável determinar o consumo exato desses recursos em cada processo. No entanto, a análise de dados relativos às especificações dos equipamentos, parâmetros de operação e à própria execução do processo podem fornecer estimativas precisas sobre o consumo. Outros exemplos de informações utilizadas para definir direcionadores e alocar custos às atividades são: área ocupada, número de colaboradores, número de equipamentos e disponibilidade.

2.3.3 Redistribuição dos custos das atividades indiretas às diretas

Nesta fase, os custos alocados às atividades indiretas são redirecionados para as atividades diretas, também denominada como distribuição secundária. Assim como na etapa anterior, esta distribuição é realizada através de direcionadores, porém, agora eles devem representar o consumo entre atividades (BORNIA, 2010).

Bornia (2010) explica que, no ABC, procura-se alocar os custos das atividades indiretas aos produtos, quando possível. No entanto, pode ser inviável ou difícil identificar a

relação direta entre estas atividades e os produtos, ao passo que a redistribuição dos custos às atividades diretas pode demonstrar-se a melhor alternativa.

A flexibilidade proporcionada pelo processo de microfundição faz com que muitas empresas deste segmento optem por atender mercados diversos e, dessa forma, possuam um elevado *mix* de produtos. Por outro lado, o fluxo produtivo da maior parte dos itens microfundidos é bastante similar, independente da sua finalidade. As variações nos roteiros de operações são mais evidentes somente nas etapas finais do processo, como acabamento superficial, tratamento térmico e remoção de refratário, pois, antes disso, as diferenças ocorrem apenas em parâmetros como temperatura de injeção, pressão de injeção, peças por ciclo, número de banhos e tempo de seca. A soma destes fatores, portanto, dificulta que se identifiquem as relações entre as atividades indiretas e os produtos. Para o PCP, por exemplo, a disponibilidade dos processos é normalmente mais relevante que a sequência dos produtos, desde que o prazo de entrega seja respeitado. Já na etapa de fundição, prioriza-se pela redução de *setups* através do agrupamento de produtos de mesma liga, de modo que a sequência contida nos agrupamentos tem pouca relevância.

2.3.4 Cálculo dos custos dos produtos

Na última etapa do ABC, o custeio dos produtos, são definidos os direcionadores que realizam a distribuição dos custos das atividades aos produtos da forma mais justa possível. Portanto, nesse momento, os direcionadores devem distinguir a maneira com que diferentes produtos utilizam as atividades (MARTINS, 2003). Para isso, é necessário compreender as origens dos custos de cada atividade e, ainda, compreender o comportamento dos custos à medida que as atividades são executadas (BORNIA, 2010). Martins (2003) cita alguns exemplos de direcionadores utilizados nesta etapa, como número de pedidos, número de produtos, número de requisições e tempo de processo.

A grande variedade de produtos associada à similaridade nos roteiros de produção torna, imprescindível, que os direcionadores definidos nesta fase permitam que o sistema de custos detecte pequenas variações no processamento de diferentes produtos.

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Esse trabalho utiliza a metodologia de Pesquisa Aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos que serão utilizados para aprimoramentos na empresa em questão. É uma pesquisa qualitativa, uma vez que a metodologia aplicada não requer, necessariamente, o uso de técnicas estatísticas. Do ponto de vista dos objetivos, pode-se assumir a pesquisa como Pesquisa Explicativa, pois, visa identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos.

No que tange os procedimentos técnicos, a pesquisa é do tipo Pesquisa Participante, uma vez que o autor estruturou o método dentro da empresa fazendo papel de pesquisador e membro (GIL, 2002).

3.2 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Esta etapa incluiu a revisão da literatura sobre os sistemas de custos, o método ABC, a microfundição e a aplicação método ABC em organizações. Não foram encontrados, no entanto, trabalhos relevantes sobre a aplicação do método no contexto da microfundição. A pesquisa, que iniciou em meados de 2018 e se desenvolveu até o segundo semestre de 2019, foi realizada através de bases de dados acadêmicas, livros, teses, dissertações, monografias, sites de instituições e órgãos oficiais. Os unitermos utilizados na pesquisa foram: sistemas de custos, custeio baseado em atividades, métodos de custeio, microfundição, microfusão, fundição por cera perdida, fundição de precisão, *costing systems*, *activity based costing*, *costing methods*, *investment casting*, *precision casting* e *lost wax casting*. Foram realizadas todas combinações entre os unitermos, sem limitação para o período de publicação.

3.3 OBJETO DE ESTUDO

A entidade onde o trabalho foi realizado fica localizada em São José – Santa Catarina, na Grande Florianópolis. Se trata de uma indústria do ramo metalúrgico que fabrica peças microfundidas para diversos setores, como o agrícola, automobilístico, armamentista, aeroespacial, náutico, petroquímico, entre outros.

Fundada em 1995, a empresa atualmente é classificada como de médio porte, conta com aproximadamente 330 colaboradores e possui faturamento anual médio de 50 milhões de reais. Com uma estrutura fabril de 6500 m², são produzidas mensalmente 150 toneladas de produtos, elaborados com ligas variadas de aço e ferro fundido. Durante sua atuação, cerca de 4 mil produtos foram desenvolvidos, alguns deles apresentados na Figura 2.

Figura 2 - Exemplos de produtos



Fonte: da empresa do estudo (2019)

A Empresa possui certificação pelas normas ISO 9001 e IATF 16949, esta última considerada a norma de sistemas de gestão de qualidade na indústria automotiva. Além disso é membro do ICI (*Investment Casting Institute*), que realiza conferências, exposições e publica trabalhos sobre a microfundição.

3.4 PROCEDIMENTO PARA COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

A coleta de dados iniciou-se no primeiro semestre de 2019. O mapeamento dos setores e atividades foi realizado por meio de análises da estrutura organizacional da empresa, observações e, principalmente, discussões com diretores, gerentes, supervisores, líderes e operadores de toda fábrica.

Com base no levantamento, foi elaborada a estrutura de setores e atividades relevantes, agrupando-os em departamentos produtivos, departamentos de apoio produtivo e apoio administrativo, visando o funcionamento do novo sistema de custos.

O primeiro passo foi conhecer integralmente o processo produtivo da empresa, assim como minudenciar os seus setores e mapear as atividades realizadas. As atividades levantadas em cada um dos setores foram, em conjunto com seus respectivos supervisores, analisadas para possíveis agrupamentos e decomposições.

Em seguida, foi necessário elaborar direcionadores utilizados para alocar os custos às atividades e para redistribuir os custos das atividades indiretas às diretas. Para a elaboração dos direcionadores de custos, boa parte dos dados foi extraída do sistema ERP utilizado pela empresa (TOTVS). Foram utilizados também documentos elaborados por colaboradores, como mapas de risco e instruções de trabalho. Os direcionadores foram definidos de forma que representassem as principais causas de geração de custos pela ocorrência das atividades.

Por último, foram definidos os direcionadores que distribuem os custos das atividades aos produtos. O objetivo foi estabelecer métricas que retratassem de maneira fiel o consumo das atividades pelos diferentes produtos e, desta forma, possibilitar que o custeio destes produtos detecte as particularidades na elaboração de cada um deles.

Como mencionado, a estruturação do sistema de custos foi realizada no ERP da empresa. Para que o sistema de custos pudesse entrar em vigor efetivamente, uma série de obstáculos teriam de ser contornados, demandando mais tempo. Em decorrência disso, não houve tempo hábil para a estrutura elaborada fosse utilizada e, assim, impossibilitou que os custos dos processos e produtos fossem obtidos e apresentados neste trabalho.

Após a finalização do trabalho, os resultados obtidos foram analisados com a gerência da empresa e com os responsáveis de alguns dos potenciais setores a se beneficiar do sistema estruturado. Dessa forma, foram expostos os pareceres sobre os resultados e os possíveis benefícios para a organização. Por fim, foram discutidas futuras ações sobre a continuidade e o aperfeiçoamento do trabalho.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

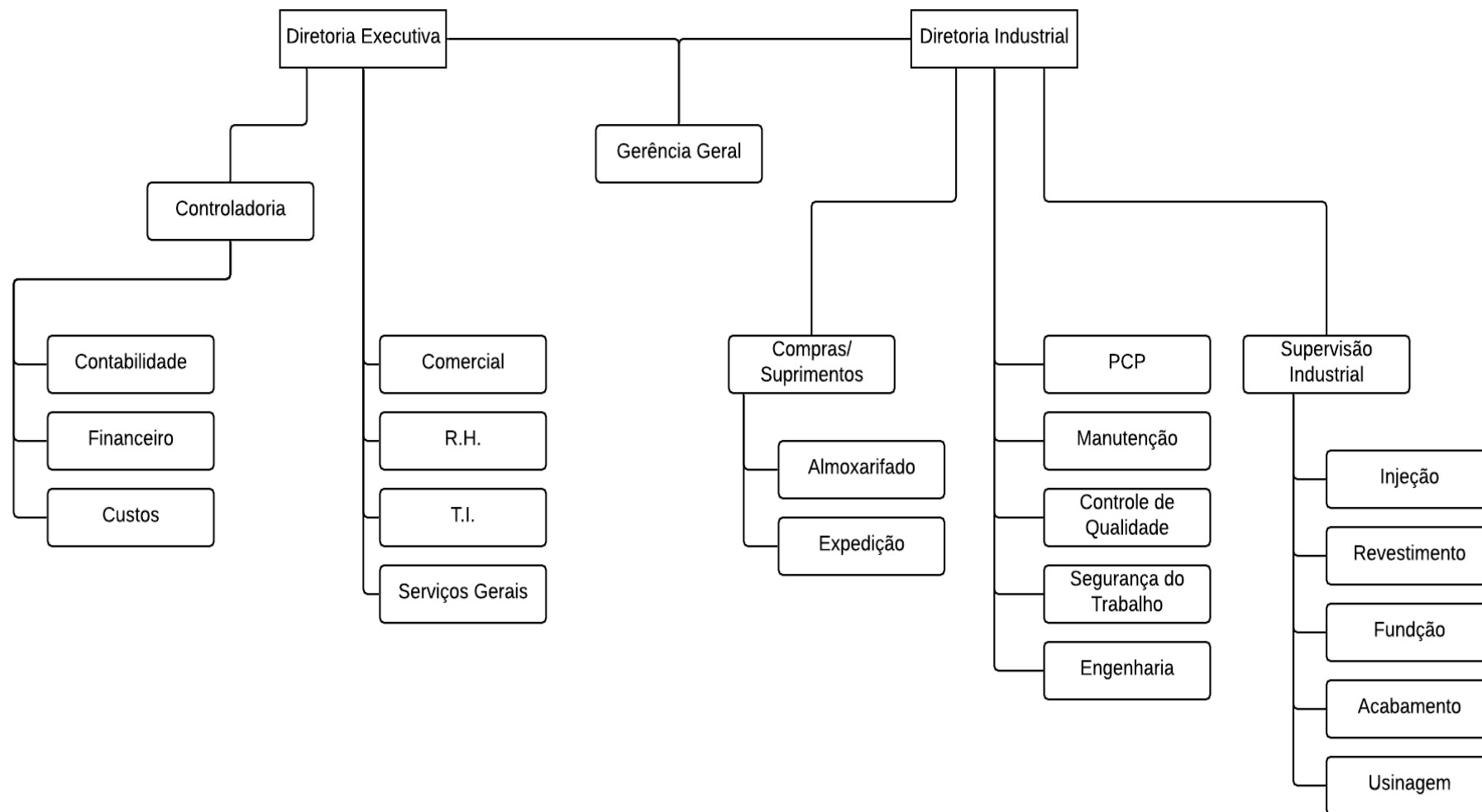
Através da microfundição, a missão da empresa é desenvolver soluções para a indústria em geral. Para isso, a elaboração de cada produto inicia com a análise das necessidades apresentadas pelos clientes, ou seja, a função a ser desempenhada, o meio, as condições de utilização e a demanda pretendida. A partir disso, é desenvolvido o projeto que define a forma, o material, o fluxo de processos e as medidas de controle, dada a criticidade do produto. Após a aprovação do projeto, são elaboradas amostras para testes e, se nenhum problema for detectado, inicia-se a produção. O *lead time* de produção varia aproximadamente entre 20 e 60 dias, de acordo com a complexidade de cada produto.

A estrutura organizacional encontrada na empresa é apresentada da seguinte forma: duas diretorias compõem a estrutura, a Executiva e a Industrial. A Diretoria Executiva gerencia os setores administrativos, divididos em Comercial, Recursos Humanos, Tecnologia da Informação, Serviços Gerais e Controladoria, que, por sua vez, coordena os setores de Contabilidade, de Custos e o Financeiro. A Diretoria Industrial é responsável pelos setores produtivos e pelos que dão suporte à produção. O suporte é dado pelo Planejamento e Controle da Produção, Controle de Qualidade, Manutenção, Engenharia, Segurança do Trabalho, Supervisão Industrial e Suprimentos, que por sua vez é responsável pelo Almoarifado e pela Expedição. A Supervisão Industrial apoia a Direção no gerenciamento dos setores produtivos, compostos por Injeção, Revestimento, Fundição, Acabamento e Usinagem. Abaixo da Direção, a Gerência Geral também atua na gestão de toda empresa. A estrutura descrita é representada a seguir pelo organograma apresentado na Figura 3.

No que compete ao sistema de custos, a empresa não utiliza uma metodologia que represente com fidelidade a complexidade dos processos. Os custos indiretos são alocados diretamente aos produtos com base em seu peso. Assim, além de utilizar somente um critério para diversos setores que realizam atividades muito diferentes, esse indicador não representa a realidade, visto que produtos com pesos similares podem apresentar complexidades extremamente distintas.

Por consequência, o custeio e a precificação dos produtos são inadequados. Desta forma, a empresa perde mercado com produtos que tem um preço mais alto do que deveriam e, por outro lado, perde receita com produtos precificados abaixo do que deveriam.

Figura 3 – Estrutura organizacional da empresa



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Além disso, o método atual de custeio dos produtos é realizado em planilhas e precisam ser atualizadas periodicamente, o que demanda bastante tempo e é mais suscetível a erros. Seguindo os objetivos da empresa, o sistema de custos apresentado neste trabalho foi estruturado na base de testes do sistema ERP.

4.2 MAPEAMENTO DAS ATIVIDADES

Com base no levantamento da estrutura organizacional, os setores produtivos e não produtivos foram separados. Entre os não produtivos, ainda houve a separação em setores que realizam atividades de apoio administrativo e atividades de apoio produtivo. Para isso, foi necessário identificar se as atividades possuíam ou não relação com o processo produtivo.

Dessa forma, nas atividades de apoio produtivo são alocados os custos, enquanto nas atividades de apoio administrativo, as despesas.

4.2.1 Mapeamento e caracterização das atividades dos setores não produtivos

Para identificar as atividades de cada setor, assim como compreender a finalidade, a complexidade e a demanda de sua execução, foram realizadas discussões com os integrantes de cada setor e, sempre que possível, o acompanhamento das atividades. Com isso, as atividades foram definidas e foi possível segregá-las em apoio produtivo e administrativo. Em alguns setores, como Recursos Humanos e Tecnologia da Informação, somente uma pequena parcela das atividades é relacionada à produção. Portanto, para estas situações, definiu-se por enquadrá-las no apoio administrativo. O mapeamento é apresentado no Quadro 01, com a separação entre os setores e suas respectivas funções.

Vale ressaltar que, para cada um dos setores não produtivos, foi considerada uma única e ampla atividade para compor a estrutura do sistema de custos. Isso se justificou pela dificuldade em subdividir as atividades, uma vez que, na maior parte dos casos, elas não possuíam cronogramas e responsáveis bem definidos. Dessa forma, inferiu-se que um maior detalhamento traria maior complexidade ao sistema, sem garantir melhor precisão.

Quadro 1 - Atividades dos setores de apoio produtivo e administrativo

Setores de Apoio Produtivo	Resumo das Atividades
Almoxarifado	Gerenciamento, armazenamento e distribuição de materiais
Compras/Suprimentos	Logística de abastecimento de materiais e gestão de serviços terceirizados de beneficiamento
Controle de Qualidade	Normatização de procedimentos, controle de qualidade de materiais, processos e produtos acabados
Diretoria Industrial	Gerenciamento dos setores produtivos e de apoio produtivo, análise de indicadores, definição de metas e tomadas de decisão
Engenharia	Desenvolvimento de produtos, definição de roteiros e parâmetros de operações e melhoria de processos
Expedição	Embalagem, armazenamento e expedição de produtos acabados
Manutenção	Manutenção da fábrica, das instalações e execução de pequenos projetos
PCP	Análise da carteira de pedidos, programação e acompanhamento da produção
Segurança do trabalho	Prevenção contra acidentes, riscos à saúde e riscos ambientais, treinamento de colaboradores e fiscalização do ambiente de trabalho
Supervisão industrial	Acompanhamento dos processos, coordenação dos líderes dos setores produtivos e elaboração de indicadores
Setores de Apoio Administrativo	Resumo das Atividades
Comercial	Prospecção de clientes, vendas e atendimento pós venda
Controladoria	Análise de indicadores financeiros e elaboração de estratégias
Contabilidade	Apuração de impostos, envio de obrigações acessórias e fechamento de balanço
Custos	Custeio de produtos e processos e análise da variação dos custos
Financeiro	Controle de contas a pagar e a receber
Diretoria Executiva	Gerenciamento dos setores administrativos, análise de indicadores, definição de metas e tomada de decisão
Gerência Geral	Gerenciamento da empresa de forma ampla e gerenciamento de projetos
Recursos Humanos	Processos seletivos, acompanhamento dos colaboradores e gerenciamento benefícios
Serviços Gerais	Limpeza, secretaria, portaria e zeladoria
Tecnologia da Informação	Desenvolvimento e manutenção da estrutura de informática

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Em seguida, as atividades são descritas em maiores detalhes:

4.2.1.1 Atividades de apoio produtivo por setor

Almoxarifado: realiza movimentação e controle de insumos utilizados na fábrica. Este setor recebe materiais e os armazena e, além disso, emite pedidos de compra para o setor de Compras/Suprimentos quando as quantidades mínimas são atingidas. De acordo com a necessidade de qualquer material, uma requisição é entregue ao Almoxarifado, que realiza sua distribuição e sua baixa no estoque.

Compras/Suprimentos: responsável pela gestão de fornecedores, negociação, compra e logística de abastecimento de matérias primas, insumos e produtos intermediários. Além da compra de materiais, o setor também gerencia os fornecedores de serviços terceirizados de beneficiamento de produtos, como pinturas, tratamentos térmicos e superficiais que não podem ser realizados internamente.

Controle de Qualidade: responsável pelo controle de qualidade de matérias primas, insumos, produtos e processos produtivos, de acordo com as normas vigentes e das necessidades dos clientes. O setor realiza medições dimensionais, análises de composição química das ceras, materiais de revestimento e ligas metálicas. No setor de acabamento, o processo de auditoria é supervisionado também pelo Controle de Qualidade. Ainda no Acabamento, as peças passam por análise metalográfica e por testes de dureza após sofrerem tratamento térmico. No setor de usinagem, a primeira peça de um lote deve ser encaminhada ao Controle de Qualidade para liberação e, somente então o restante do lote pode ser produzido.

Diretoria Industrial: responsável pelo gerenciamento dos setores produtivos e de apoio produtivo. Realiza a definição de metas e de ações através da análise de indicadores relacionados à produção, como produtividade, desperdício de materiais, qualidade de produtos, falhas de processos e condição de equipamentos. Cabe a este setor a tomada de decisão sobre, por exemplo, mudanças nos processos e desenvolvimentos de novos produtos

Engenharia/Projetos: responsável pelo desenvolvimento de produtos, desde a identificação das necessidades dos clientes, elaboração de projetos, definição de roteiros de operações e seus parâmetros até o acompanhamento da produção. Para todos os produtos, existe a Análise de Modos de Falhas e Efeitos (FMEA), que busca identificar possíveis defeitos nos processos e suas consequências, assim como definir a forma de controlá-los. Parte do setor atua no chão de fábrica com maior frequência, acompanha as operações e desempenha ações que favoreçam o aumento da eficiência.

Expedição: após a finalização dos produtos, eles são encaminhados para a Expedição. Lá, é feita a contagem e embalagem dos lotes que, então, são armazenados de acordo com os clientes e as datas de entrega. No momento da expedição, os colaboradores realizam o carregamento nos transportes manualmente ou com o uso de empilhadeiras.

Manutenção: realiza a manutenção das instalações da fábrica, assim como da estrutura predial. Quando necessário, as manutenções são corretivas, no entanto, a equipe segue um cronograma preventivo elaborado pelo líder do setor. Em algumas ocasiões, serviços terceirizados de manutenção são contratados e, então, a equipe interna é encarregada de acompanhar e documentar os procedimentos realizados. Além disso, caso seja viável e economicamente favorável, o setor executa pequenos projetos como, por exemplo, alterações de layout, fabricação de móveis, de meios de movimentação interna e até de equipamentos.

Planejamento e Controle da Produção: responsável pela programação da produção de todos os setores produtivos, com base na análise da carteira de pedidos fornecida pelo Comercial. Para isso, os programadores utilizam um software de sequenciamento que busca os roteiros de operações dos produtos no ERP e os recursos disponíveis para executá-las, no entanto, algumas operações não são programadas. O sequenciamento gerado é utilizado como base e, em seguida, é ajustado manualmente, dadas as particularidades dos processos e produtos. Além disso, a produção é acompanhada pelo PCP via sistema, visando assegurar que as datas de entrega sejam cumpridas, que os lotes programados sejam respeitados e que a disponibilidade dos processos seja eficientemente utilizada.

Segurança do Trabalho: responsável por garantir a adequação da empresa às Normas Reguladoras pertinentes, como a segurança das instalações, o acompanhamento médico dos colaboradores, a segurança dos processos e a prevenção de riscos ambientais. Realiza treinamentos periodicamente, gerencia a distribuição dos equipamentos de proteção individual e fiscaliza a sua utilização. Em caso de acidentes, a equipe é responsável por acionar a emergência e, se possível, realizar os primeiros socorros.

Supervisão Industrial: responsável por coordenar os setores produtivos junto aos seus respectivos líderes, permutar informações com o PCP sobre alterações no planejamento da produção. Diferentemente da Diretoria Industrial, as instalações deste setor ficam dentro do chão de fábrica, de forma a facilitar o contato direto com a produção. Cabe também a esta equipe coletar os dados sobre a eficiência produtiva, elaborar indicadores e periodicamente apresentá-los à Direção.

4.2.1.2 Atividades de apoio administrativo por setor

Comercial: responsável pela prospecção de novos clientes no mercado nacional e internacional, assim como a realização de orçamentos de possíveis produtos. Para os clientes já em carteira, o setor realiza análises das margens de lucro para negociação de reajustes nos preços de venda, que usualmente é justificada com a elaboração de um documento contendo o *cost breakdown*, que demonstra as variações dos custos de fabricação.

Controladoria: responsável pela análise de indicadores, principalmente financeiros, com o objetivo de elaborar estratégias que melhorem o desempenho da empresa e apresentá-las à Direção. Por esse motivo, o setor de Custos, o Financeiro e a Contabilidade se reportam diretamente à Controladoria.

Contabilidade: responsável pelo lançamento de notas fiscais de entrada, apuração de impostos federais, estaduais e municipais, envio de obrigações acessórias e planejamento tributário. Realiza também a conciliação das contas contábeis e fechamento de balanço.

Custos: o setor é responsável por monitorar e fornecer informações sobre os custos dos setores, processos e produtos acabados. Atua também na avaliação e melhoria do sistema de custos. Além disso, auxilia o setor Comercial com informações necessárias para o reajuste de preço de venda e para elaboração de orçamentos.

Financeiro: responsável pelo controle de contas a pagar e a receber, pela conciliação bancária e pela negociação com bancos e factories.

Diretoria Executiva: responsável por coordenar os setores administrativos, avaliar indicadores e definir estratégias junto a Diretoria Industrial. Realiza análises para a definição de clientes e fornecedores, que incluem visitas às empresas parceiras. Além disso, a Diretoria Executiva também trata das questões jurídicas quando necessário.

Gerência Geral: este setor busca facilitar a comunicação de modo que toda organização esteja alinhada com os objetivos da empresa. Gerencia os projetos em andamento para garantir que o cumprimento dos prazos e a correta execução das ações planejadas.

Recursos Humanos: responsável pelo gerenciamento dos colaboradores. Coordena o processo seletivo para novas contratações, acompanha a assiduidade dos colaboradores e orienta os que apresentam desempenho inadequado, fornecendo acompanhamento psicológico e tratando das questões pessoais. O setor gerencia benefícios, como plano de saúde e dentário, negocia valores e faz a divulgação.

Serviços Gerais: atividades relacionadas à limpeza, secretaria, portaria e zeladoria.

Tecnologia da Informação: setor responsável pela manutenção estrutura de informática física e digital da empresa. Gerencia as bases de dados dos servidores, as certificações digitais, as permissões dos usuários e realiza algumas customizações no ERP. Para os serviços terceirizados de TI, a equipe interna é encarregada pelo acompanhamento e suporte necessário.

4.2.2 Mapeamento e caracterização das atividades dos setores produtivos

Foram mapeados na empresa cinco grandes setores produtivos, bem definidos pela distinção de seus processos e pela estrutura física da fábrica. São estes os setores de Injeção, Revestimento, Fundição, Acabamento e Usinagem. Em cada um deles, foram levantadas as principais atividades realizadas. Os títulos das atividades apresentados neste trabalho foram definidos com base nos termos já utilizados na fábrica, de forma a facilitar o entendimento do sistema por parte da organização.

Para os setores de Injeção, Acabamento e Usinagem, foram definidas atividades de apoio, uma vez que eles possuem colaboradores dedicados exclusivamente à monitoria das atividades produtivas. Estes colaboradores normalmente são os líderes, que auxiliam na realização das atividades, treinam colaboradores inexperientes, velam pela organização do setor e pela correta execução dos procedimentos. Além disso, as lideranças dos setores produtivos se comunicam constantemente com a Supervisão Industrial, informando sobre o andamento da produção e eventuais não conformidades. O Revestimento e a Fundição também possuem líderes, mas, neste caso, eles também realizam as atividades produtivas.

O Quadro 02 mostra os setores mapeados, as atividades definidas e uma breve descrição. Em seguida, as atividades produtivas de cada setor são descritas em mais detalhes, com exceção das atividades de apoio já comentadas.

Quadro 2 – Atividades dos setores produtivos

Setores Produtivos/Processos	Atividades	Descrição resumida
Injeção	Apoio Injeção Injeção Montagem	Elaboração dos modelos em cera e montagem dos cachos
Revestimento	Banho Secagem	Elaboração do molde cerâmico à partir da peça em cera
Fundição	Deceragem Fundição	Remoção da cera do interior do molde cerâmico e derramamento da liga metálica
Acabamento	Apoio Acabamento Desmoldagem Martetele Jateamento Gancheira Jateamento Aut. Carbono Jateamento Aut. Inox Jateamento Aut. Bauxita Jateamento Manual Corte Lixamento Inspeção e Ajustagem Desempeno Prensa Tratamento Térmico Passivação Gravação Polimento Tamboreamento Decapagem Imersão Potassa Insp. Partícula Magnética Auditoria Final	Atividades relacionadas à remoção do refratário, acabamento superficial, tratamento térmico e inspeções.
Usinagem	Apoio Usinagem Furação Rosqueamento Rebarbação Brochamento Chaveteamento Torneamento Convencional Torneamento CNC Fresagem Usinagem Centro CNC	Atividades de remoção de material por processos de usinagem para maior precisão dimensional, acabamento superficial, inserção de furos, roscas e rasgos de chaveta.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

4.2.2.1 Setor de Injeção

4.2.2.1.1 Injeção

A primeira etapa do processo de microfundição consiste em injetar cera e aditivos em um molde metálico com o objetivo de criar uma réplica exata da peça final desejada. Este procedimento é realizado em uma máquina injetora por um operador que, a cada ciclo, limpa o molde com ar comprimido, aciona a máquina, retira os modelos injetados do molde e os inspeciona. A empresa possui atualmente 26 máquinas injetoras, no entanto, de acordo com a demanda, é comum que algumas delas sejam desativadas.

Cada ciclo de injeção leva em média dois minutos e produz de uma a dez peças, dependendo do número de cavidades projetado no molde.

4.2.2.1.2 Montagem

As peças injetadas são anexadas a um canal também de cera. O conjunto de canal e peça é chamado de cacho, que pode ter de uma a centenas de peças, dependendo do peso e geometria das mesmas. Para realizar a montagem, é utilizada uma resistência que aquece e derrete a superfície do canal, de modo que as peças possam ser coladas. As Figuras 4 e 5 mostram exemplos de cachos após a montagem, prontos para o processo seguinte.

Figura 4 – Cachos em cera



Fonte: do autor (2019).

Figura 5 – Cachos em cera



Fonte: do autor (2019).

4.2.2.2 *Setor de Revestimento*

4.2.2.2.1 Banho

Esta atividade consiste em imergir manualmente os cachos em tanques com material cerâmico. Depois, o cacho é rapidamente inserido em cabines sob uma chuva de areia do mesmo material. São necessários diversos banhos para cada cacho, no entanto, entre cada banho, são necessários que sejam encaminhados para a sala de seca.

4.2.2.2.2 Secagem

O objetivo deste processo é remover a umidade do material refratário para que o material do próximo banho possa aderir corretamente ao cacho ou para que possa seguir para o processo seguinte. Esta etapa é realizada em um ambiente com temperatura e umidade controlada e, por este motivo, consome grande quantidade de energia.

A seca também é a etapa mais longa no fluxo produtivo de qualquer item, uma vez que o tempo total varia entre cinco e dez dias. Cada banho requer entre quatro e doze horas de intervalo. Após o último banho, no entanto, os produtos permanecem na sala de seca por no mínimo 72 horas.

Há pouca necessidade de operadores neste procedimento. No entanto, pelo menos um colaborador é responsável pela movimentação e organização dentro da sala de seca, que comporta até dois mil e quatrocentos cachos, aproximadamente. Na Figura 6, são mostrados

alguns cachos na sala de seca. Pode-se deduzir que a última camada cerâmica foi aplicada, pois apresenta um aspecto esbranquiçado em relação às demais.

Figura 6 – Cachos na sala de seca



Fonte: do autor (2019).

4.2.2.3 Setor de Fundição

4.2.2.3.1 Deceragem

Os cachos são desenvolvidos de forma que, na etapa do revestimento, a “base” não seja revestida. É por esta mesma base que a cera é removida e o metal é inserido. Para remover a cera, os cachos são colocados em uma caldeira autoclave a gás, que aquece vapor a alta pressão por aproximadamente 20 minutos. Após esse tempo, toda a cera escorre do interior dos cachos e boa parte retorna ao setor de injeção para ser reaproveitada.

A cada turno, um operador realiza esta etapa. Ele posiciona os cachos em uma mesa com tampa deslizante e a posiciona dentro da caldeira. De acordo com a geometria, cada ciclo da caldeira comporta entre 10 e 16 cachos.

4.2.2.3.2 Fundição

Paralelamente à preparação do molde, a liga metálica é derretida em fornos de indução. Para cada liga, os operadores seguem as respectivas instruções de trabalho e, com o auxílio de uma balança, inserem os componentes necessários nos fornos para atingir a composição química e as propriedades mecânicas definidas. Depois de derretido, o metal é

derramado nos moldes, como mostra a Figura 7. Este ciclo completo leva aproximadamente uma hora e necessita de pelo menos 4 operadores por forno. O setor possui 3 fornos, que totalizam 525 kg de capacidade por ciclo. Após o derramamento, cada cacho resfria por aproximadamente doze horas.

Figura 7 – Área de Fundição



Fonte: do autor (2019).

4.2.2.4 *Setor de Acabamento*

O setor de acabamento possui o maior número de atividades. Estas são responsáveis basicamente pela remoção total do material refratário e de excessos de metal, tratamento térmico, desempenho, acabamento superficial e inspeção dos produtos. Algumas atividades são bastante similares, no entanto, são tratadas separadamente por utilizarem recursos distintos. Além disso, por não existir um fluxo padrão das atividades, a ordem das descrições apresentadas a seguir não é relevante.

4.2.2.4.1 *Desmoldagem Martetele*

Três máquinas de funcionamento pneumático são utilizadas na primeira etapa de remoção do molde cerâmico. Neste processo, os cachos são submetidos a choques mecânicos por aproximadamente 60 segundos, de forma que a maior parte do molde se desprende do metal. Um colaborador opera cada máquina e, de acordo com as especificações, regula a pressão dos choques para não danificar os produtos.

4.2.2.4.2 Jateamento Gancheira

Esta atividade é realizada em uma máquina e também tem como objetivo a remoção de refratário. Este nome é utilizado, pois, em cada ciclo, seis cachos são suspensos por ganchos no interior da máquina e jateados com material abrasivo. Os ciclos têm duração de dez minutos e são realizados por um operador.

4.2.2.4.3 Jateamento Automático Carbono, Inox e Bauxita

O procedimento é realizado em lotes, que são inseridos nos equipamentos e jateados com material abrasivo. Neste momento, os produtos já estão desagregados dos cachos e são rotacionados no interior dos equipamentos. Para um melhor resultado do sistema, foram definidos 3 jateamentos automáticos, uma vez que os recursos utilizados são distintos e destinados a produtos diferentes.

O setor conta com cinco máquinas, sendo três destinadas aos produtos com ligas de aço-carbono, uma dedicada à família dos aços inoxidáveis e a última destinada às peças muito pequenas, com massa inferior a trinta gramas. É necessário somente um colaborador para operar as cinco máquinas, uma vez que ele precisa apenas movimentar os produtos e iniciar os ciclos, que duram de vinte minutos a até cinco horas por lote.

4.2.2.4.4 Jateamento Manual

Devido à geometria de alguns itens, eles podem sofrer danos ou permanecerem com material refratário se jateados nos jatos automáticos. Por esse motivo, estes itens são encaminhados para os jatos manuais.

Nesta atividade, o operador manuseia as peças individualmente sob um jato no interior do equipamento ilustrado na Figura 8. Para que isso seja possível, as mãos são isoladas por luvas altamente resistentes e o interior da máquina é observado através de uma pequena janela de vidro. Há quatro equipamentos disponíveis para esta atividade e cada um deles é operado por um colaborador. Os tempos de processo também são bastante variáveis, de acordo com as peculiaridades de cada produto. Um só item pode levar até uma hora para ser jateado.

Figura 8 – Equipamento para Jateamento Manual



Fonte: CMV (2016).

4.2.2.4.5 Corte

Este processo é realizado para separar as peças do canal central. Os cortes são realizados nos canais de alimentação de cada peça, que ligam estas ao canal central. O tempo desta operação varia de acordo com a geometria de cada cacho e com a resistência de cada tipo de aço. Após a separação, as peças seguem armazenadas em caixas e os canais centrais retornam para o setor de fundição, onde são segregados por tipos de aços para serem reutilizados. O setor conta com 3 estações de corte e normalmente 2 são utilizadas, cada uma por um colaborador. Uma das estações de corte é apresentada na Figura 9.

Figura 9 – Equipamento para Corte

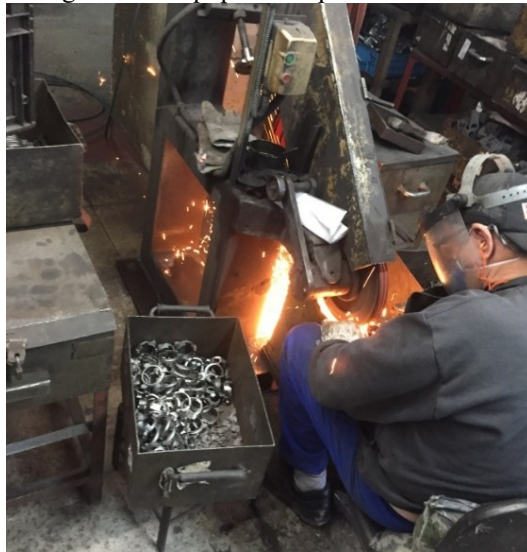


Fonte: do autor (2019).

4.2.2.4.6 Lixamento

O lixamento é realizado para remover a parte do canal de alimentação das peças que restou após o corte e, da mesma forma, o tempo de processo desta atividade varia de acordo com o material e geometria de cada produto, podendo levar de poucos segundos a vários minutos. Esta atividade, mostrada na Figura 10, é realizada em 8 lixadeiras elétricas, sendo necessário um operador para cada equipamento.

Figura 10 – Equipamento para Lixamento



Fonte: do autor (2019).

4.2.2.4.7 Inspeção e Ajustagem

Nesta etapa, ocorre uma inspeção visual dos produtos, para verificar a existência de defeitos, restos de material cerâmico e rebarbas. Caso sejam encontradas rebarbas, o próprio colaborador que realizou a inspeção deve removê-las utilizando uma retífica pneumática. Para as outras situações, as peças são refugadas e, se houver possibilidade, retrabalhadas em outros processos. Existem 11 estações disponíveis e sua utilização varia com a demanda. Mesmo que haja necessidade de remoção de rebarbas, o processamento de um item não costuma ultrapassar o tempo de três minutos.

4.2.2.4.8 Desempeno Prensa

Para alguns produtos, após o resfriamento do metal fundido ou até mesmo devido às atividades do setor de acabamento, é inevitável que sofram empenamento. Para corrigi-lo e fazer com que as dimensões retornem às tolerâncias projetadas, as peças são encaminhadas para as prensas hidráulicas. Para realizar esta atividade, o operador posiciona a peça em um dispositivo e aciona a prensa contra ambos. O setor possui cinco equipamentos, cada um deles operado por um colaborador. O tempo de processo desta atividade varia de poucos segundos a minutos, dependendo do material, geometria e grau de empenamento das peças.

Os dispositivos são exclusivos e tem sua geometria projetada para que se encaixem perfeitamente aos produtos. São projetados pela Engenharia durante o desenvolvimento e cobrados separadamente.

4.2.2.4.9 Tratamento Térmico

O tratamento realizado na empresa é o de normalização, que tem como objetivo melhorar as propriedades mecânicas oriundas do processo de fundição e atingir as propriedades do projeto. O tratamento também é realizado para facilitar a usinagem dos produtos. Outros tipos de tratamentos térmicos podem ser necessários e, nestes casos, são realizados por terceiros.

Nesta atividade, um colaborador opera 2 fornos. As peças são colocadas em um cesto metálico e, com auxílio de um sistema de polias, o cesto é inserido no forno. Após o ciclo, as peças são retiradas para resfriarem ao ar livre. O tratamento leva 5 horas e cada forno tem capacidade média de 170 kg, que varia de acordo com a geometria dos produtos.

4.2.2.4.10 Passivação

A passivação é um procedimento realizado para aumentar a resistência dos produtos à corrosão. A atividade é realizada nos produtos de aços inoxidáveis que, num ambiente isolado, são inseridos em um tanque com solução ácida por 30 minutos. Nenhum colaborador é alocado para essa função, uma vez que são necessários poucos minutos para inserir ou remover as peças do tanque e, ainda, pela insalubridade do ambiente. Dessa forma, os colaboradores do setor se alternam para executá-la. São processados, em média, 170 kg de produtos.

4.2.2.4.11 Gravação

Para parte dos produtos, é exigido um maior controle de rastreabilidade. Dessa forma, os códigos das ordens de produção referente aos lotes são gravados nos próprios produtos. A gravação é realizada em uma máquina, na qual um colaborador fixa o produto e define o texto que, então, é impresso no metal. O procedimento leva aproximadamente 20 segundos para cada produto e há um equipamento no setor.

4.2.2.4.12 Polimento

De acordo com o acabamento superficial pretendido, é necessário realizar o polimento dos produtos. Este processo é realizado principalmente com a utilização de politrizes elétricas. O colaborador manuseia o equipamento sobre a peça até atingir o acabamento necessário. Normalmente são utilizadas duas estações para esta atividade, que pode levar alguns minutos para cada produto.

4.2.2.4.13 Tamboreamento

O Tamboreamento também é realizado para o acabamento superficial dos produtos, no entanto, esta atividade pouco necessita da alocação de colaboradores. Os produtos são colocados com material abrasivo em máquinas vibratórias. Cada ciclo leva aproximadamente 3 horas e os procedimentos necessários são realizados pelos colaboradores alocados no polimento.

4.2.2.4.14 Decapagem

A decapagem realizada neste setor tem o objetivo de remover a oxidação das peças. As peças são inseridas em um tanque com solução ácida aquecida, similar à passivação. Ela também é realizada em ambiente isolado e alternada entre os colaboradores. O tempo de ciclo deste procedimento é de aproximadamente 15 minutos e a capacidade média é de 170 kg.

4.2.2.4.15 Imersão Potassa

Consiste em imergir um lote de peças em um tanque contendo uma solução de hidróxido de potássio (também conhecido como potassa cáustica) e água em temperatura de ebulição. O processo, que dura aproximadamente doze horas, tem o objetivo de diminuir a dureza do material refratário e facilitar sua remoção nos processos de jateamento.

Esta atividade é realizada em dois tanques e, pelo longo tempo de processamento, também não requer colaboradores exclusivos. A cada ciclo, são processados em média 350 kg de produtos por tanque.

4.2.2.4.16 Inspeção Partícula Magnética

Alguns defeitos, como trincas e inclusões, são dificilmente detectados em inspeções visuais simples. Para facilitar a detecção garantir que não haja esses tipos defeitos, os produtos são pulverizados com partículas magnéticas fluorescentes em pó misturadas com água. Ao mesmo tempo, a peça é magnetizada por um eletroímã e, caso existam defeitos, são penetrados pelas partículas e se tornam mais facilmente detectáveis.

Este procedimento é necessário para uma pequena variedade de produtos e, por isso, é realizado por apenas um colaborador, que leva aproximadamente dez segundos para inspecionar uma peça.

4.2.2.4.17 Auditoria Final

Ao final do processo, todos os produtos são inspecionados antes de serem encaminhados para a Expedição. Mesmo que os produtos sejam usinados, eles retornam para ser auditados no setor de Acabamento. Cada produto requer um controle específico, mas, inspeciona-se principalmente o empenamento, o acabamento superficial, as partes usinadas, as gravações, a limpeza e as quantidades. São utilizados calibradores e instrumentos de medição, de modo que os 4 colaboradores alocados nesta atividade recebem acompanhamento especial do Controle de Qualidade. O tempo de inspeção de cada produto varia bastante com o nível de controle e pode levar alguns minutos.

4.2.2.5 *Setor de Usinagem*

Ainda após as atividades acabamento, muitas peças necessitam também passar por processos de usinagem. Os principais objetivos do setor são fazer com que as peças atinjam os níveis de tolerância dimensional, rugosidade e acabamento que não são possíveis somente com o processo de microfusão. Além disso, nesse setor são adicionados às peças furos, roscas e rasgos de chaveta.

Apesar de diferentes equipamentos deste setor possibilitarem operações iguais, os tempos de processos, qualificação da mão de obra, custos de ferramentas, dispositivos, manutenção e dos próprios equipamentos são bastante distintos. Por esse motivo, as atividades são divididas de acordo com os tipos de máquinas.

4.2.2.5.1 Furação

O processo de furação consiste basicamente na atividade de fixar a peça na mesa da máquina, furar e inspecionar os furos com dispositivos passa/não passa. O tempo necessário para cada item varia com o tipo de material, geometria e quantidade de furos. O setor conta com quatro máquinas e cada uma necessita um operador, no entanto, é incomum que todas operem simultaneamente.

4.2.2.5.2 Rosqueamento

O processo de rosqueamento tem a função de criar roscas internas e externas e é bastante similar ao de furação, ao passo que algumas máquinas podem realizar as duas operações. O principal motivo da separação destas atividades é o custo das ferramentas utilizadas, usualmente mais elevados para o processo de rosqueamento. Três equipamentos realizam esta operação e cada estação possui um colaborador.

4.2.2.5.3 Rebarbação

O objetivo desta atividade é remover rebarbas decorrentes dos outros processos de usinagem. A atividade é realizada em duas estações, com lixadeiras e retíficas pneumáticas similares às do setor de acabamento. Cada estação possui um colaborador, que usualmente leva poucos segundos para processar cada item.

4.2.2.5.4 Brochamento

Esta atividade consiste em remover material de uma peça com a finalidade de construir superfícies planas retilíneas ou com uma determinada forma internamente ou externamente a uma peça.

O setor possui somente uma brochadeira e, por ser um recurso pouco utilizado, é operada conjuntamente a chaveteira pelo mesmo operador. O tempo despendido em cada recurso pode variar de acordo com o *mix* de produtos, porém, é usual que ele seja aproximadamente igual para cada um.

4.2.2.5.5 Chaveteamento

A função desta atividade é criar os denominados rasgos de chaveta, que possibilitam o encaixe temporário entre componentes. Por exemplo, o encaixe entre um eixo e uma engrenagem, de modo que eles possam ser facilmente desacoplados quando necessário.

4.2.2.5.6 Torneamento Convencional

O torneamento é utilizado na fabricação de produtos com geometria cilíndrica. Estes são fixados em castanhas que rotacionam em torno de seu próprio eixo. O operador posiciona a ferramenta e controla o seu avanço contra a peça.

Os tornos mecânicos ou convencionais já são pouco utilizados na indústria. Os tempos de processo são bastante longos devido aos ajustes e medições necessários durante o procedimento. Por esse motivo, os quatro equipamentos do setor são utilizados para operações simples ou para peças que tenham lotes muito pequenos.

4.2.2.5.7 Torneamento com CNC

O torneamento realizado em máquinas CNC (Controle Numérico Computacional) é igual ao convencional. No entanto, a velocidade de rotação das peças, a movimentação e troca das ferramentas são realizadas automaticamente, de acordo com uma programação previamente realizada. Os tempos de processos são muito menores em relação aos dos tornos convencionais, no entanto o investimento necessário é bem mais elevado.

Fica a cargo do operador realizar a preparação da máquina, realizar a troca das peças após o final do ciclo e substituir as ferramentas caso tenham excedido o limite de desgaste.

O setor conta com oito tornos CNC, cada um operado por um colaborador.

4.2.2.5.8 Fresagem.

Esta operação é realizada com uma ferramenta de vários gumes cortantes. Para a maioria dos produtos da empresa, o objetivo principal é facear a superfície das peças de modo a melhorar o acabamento e diminuir a rugosidade.

São utilizados apenas dois destes equipamentos na empresa, cada um operado por um colaborador.

4.2.2.5.9 Usinagem Centro CNC

Os centros de usinagem são os equipamentos mais caros e complexos do setor. São capazes de realizar praticamente todas as atividades anteriormente descritas e, assim como os tornos, são programados por CNC. Os colaboradores que os operam são geralmente os mais experientes, pois, a preparação e ajustes dessas máquinas exigem grande conhecimento.

O setor possui atualmente cinco equipamentos, cada um operado por um colaborador.

4.3 ALOCAÇÃO DOS CUSTOS ÀS ATIVIDADES

Para alocar os custos às atividades definidas, primeiramente foram identificados os recursos que poderiam ser diretamente enquadrados, como salários, encargos, benefícios, depreciação de ativos, materiais intermediários de produção, materiais de expediente e equipamentos de proteção individual.

O segundo passo foi identificar recursos que pudessem ser distribuídos às atividades de forma lógica e precisa, por meio de direcionadores elaborados a partir de dados confiáveis. Isso foi possível para recursos como energia elétrica, gás natural, telefone e internet. Se os dados que representam o consumo dos recursos fossem pouco confiáveis ou inexistentes, procurou-se estimar a distribuição em conjunto com colaboradores que possuíssem maior entendimento sobre a utilização desses recursos.

4.3.1 Alocação direta

O sistema ERP possibilita o cadastro das atividades de cada setor e alocação direta de recursos às atividades. Os colaboradores, por exemplo, são vinculados às atividades que, por sua vez, incorporam os gastos com salários, encargos e benefícios. Sendo assim, foi elaborada, junto ao RH, uma relação que indica as atividades de todos colaboradores da empresa. Como, para cada um dos setores não produtivos, foi considerada uma única atividade, seus colaboradores poderiam ser vinculados tanto à atividade quanto ao setor, com mesmo resultado. A Tabela 1 apresenta o número de colaboradores alocados em cada atividade. Como mencionado na descrição das atividades, algumas delas não requerem mão de obra em tempo integral e é pouco relevante em comparação ao tempo total da atividade, portanto, não possuem alocação de colaboradores.

Tabela 1 – Número de colaboradores por atividade

Setores	Número de Colaboradores
Atividades	
Apoio Administrativo	
Comercial	6
Contabilidade	4
Controladoria	1
Custos	1
Diretoria Executiva	1
Financeiro	5
Gerência Geral	1
Recursos Humanos	4
Serviços Gerais	8
Tecnologia da Informação	2
Apoio Produtivo	
Almoxarifado	8
Compras/Suprimentos	4
Controle de Qualidade	8
Diretoria Industrial	1
Engenharia	10
Expedição	8
Manutenção	9
PCP	4
Segurança do trabalho	6
Supervisão industrial	2
Injeção	
Apoio Injeção	4
Injeção	45
Montagem	6
Revestimento	
Banho	15
Secagem	2
Fundição	
Deceragem	2
Fundição	23
Acabamento	
Apoio Acabamento	3

Setores	Número de Colaboradores
Atividades	
Desmoldagem Martetele	5
Jateamento Gancheira	2
Jateamento Automático Carbono	
Jateamento Automático Inox	2
Jateamento Automático Bauxita	
Jateamento Manual	8
Corte	4
Lixamento	11
Inspeção e Ajustagem	20
Desempeno Prensa	14
Tratamento Térmico	2
Passivação	0
Gravação	1
Polimento	2
Tamboreamento	0
Decapagem	0
Imersão Potassa	0
Inspeção Partícula Magnética	2
Auditoria Final	4
Usinagem	
Apoio Usinagem	7
Usinagem Centro CNC	13
Torneamento CNC	18
Torneamento Convencional	3
Fresagem	2
Rosqueamento	2
Furação	4
Brochamento	1
Chaveteamento	
Rebarbação	4

Fonte: elaborada pelo autor (2019).

Da mesma forma, os ativos são vinculados aos setores ou atividades para que a depreciação seja contabilizada. Os materiais intermediários de produção, materiais de expediente e equipamentos de proteção individual são requisitados no Almojarifado que, por sua vez, pode apontar as requisições para as atividades pertinentes.

4.3.2 Alocação por direcionadores

Como mencionado no capítulo 2, os direcionadores de custos são a base para a acuracidade de um sistema de custeio baseado em atividades. Além da necessidade de definir direcionadores que representem as distribuições dos custos da forma mais justa possível, é necessário que existam dados que tornem esses direcionadores confiáveis. Portanto, foi

necessário realizar um grande levantamento e verificação dos dados disponíveis, assim como o levantamento de novos dados.

Para a alocação dos gastos relativos à energia elétrica, foi realizado um levantamento de toda potência instalada relevante, assim como tempo de funcionamento dos equipamentos equipamento, definido pela multiplicação entre o número de turnos trabalhados por dia e a duração de cada turno, fixada em 8 horas. Com o auxílio da Manutenção, foi estimada a parcela de uso de ar comprimido para cada um dos equipamentos de funcionamento pneumático e, com base nisso, foi considerada também a potência dos compressores relativa a cada atividade. Dessa forma, foi possível determinar a porcentagem de consumo de energia elétrica de cada atividade em quilowatt-hora/dia. As Tabelas 2 e 3 apresentam o levantamento realizado no setor de Usinagem e o resultado final da distribuição, respectivamente.

Tabela 2 – Potência instalada e consumo Setor de Usinagem

Atividades Recursos	Potência [W]	Turnos por dia	Consumo de Energia [kW·h/dia]	Parcela Compressor [kW·h/dia]
Torneamento CNC			1553	63,54
Torno Cnc Lynx 220-A	11000	3		
Torno Cnc Lynx 220-A	11000	3		
Torno Cnc Lynx 220-A	11000	2		
Torno Cnc Lynx 220-A	11000	2		
Torno Cnc Gl-240	7360	2		
Torno Cnc Gl-240	7360	2		
Torno Cnc Feeler	14720	2		
Torno Cnc Sinitron	12600	2		
Usinagem Centro Cnc			2601	95,31
Centro Usinagem Horiz. Ph-400	36000	3		
Centro Usinagem Vert. Vc-400	15000	3		
Centro Usina. Discovery 4022	7360	3		
Centro Usina. Vert. Hartford	25000	3		
Centro Usinagem Vert. Feller	25000	3		
Fresagem			60	0
Fresa Time Master 3kvme	2800	1		
Fresa Ferramenteira Conv. J&W	4700	1		
Furação			100	0
Furadeira - Rocco - Ffpr 40a	3678	2		
Furadeira Motomil	1103	2		
Furadeira Motomil	736	2		
Furadeira/Rosqueadeira Kone	736	2		
Rosqueamento			75	63,54
Furadeira/Rosqueadeira Kone	3678	2		
Rosqueadeira Pneumat. Triaxis	0	2		
Rosqueadeira Dauer	1030	2		
Brochamento			47	0
Brochadeira	5884	1		
Chaveteamento			18	0
Chaveteira Tci-400 Takaimec	2207	1		
Torneamento Convencional			218	31,77
Torno Mecanico Time Master	7723	1		
Torno Mecanico Scorpius	7723	1		
Torno Mecanico Carcacero	2295	1		
Torno Mecanico Romi	9562	1		
Rebarbação			24	127,08
Retíficas	0	2		
Lixadeira	1471	2		

Fonte: elaborada pelo autor (2019).

Tabela 3 - Distribuição Energia Elétrica

Setores Atividades	Consumo [kW·h/dia]	Distribuição [%]
Apoio Administrativo		
Comercial	12	0,0415%
Contabilidade	15	0,0519%
Controladoria	7	0,0225%
Custos	7	0,0225%
Diretoria Executiva	1	0,0035%
Financeiro	39	0,1350%
Gerência Geral	1	0,0035%
Recursos Humanos	5	0,0173%
Serviços Gerais	1	0,0035%

Setores	Consumo [kW·h/dia]	Distribuição [%]
Atividades		
Tecnologia da Informação	40	0,1385%
Apoio Produtivo		
Almoxarifado	3	0,0104%
Compras/Suprimentos	13	0,0450%
Controle de Qualidade	40	0,1385%
Diretoria Industrial	1	0,0035%
Engenharia	50	0,1731%
Expedição	5	0,0173%
Manutenção	15	0,0519%
PCP	13	0,0450%
Segurança do Trabalho	20	0,0675%
Supervisão Industrial	10	0,0346%
Injeção		
Injeção	2095	7,2530%
Montagem	6	0,0208%
Revestimento		
Banho	924	3,1976%
Secagem	5223	18,0835%
Fundição		
Deceragem	1	0,0035%
Fundição	9139	31,6418%
Acabamento		
Desmoldagem Martelete	858	2,9699%
Jateamento Gancheira	264	0,9140%
Jateamento Automático Carbono	559	1,9357%
Jateamento Automático Inox	173	0,5982%
Jateamento Automático Bauxita	50	0,1723%
Jateamento Manual	636	2,2034%
Corte	235	0,8136%
Lixamento	518	1,7935%
Inspeção e Ajustagem	351	1,2169%
Desempeno Prensa	509	1,7623%
Tratamento Térmico	1484	5,1380%
Passivação	35	0,1212%
Gravação	8	0,0277%
Tamboreamento	106	0,3670%
Polimento	168	0,5801%
Decapagem	48	0,1662%
Imersão Potassa	71	0,2458%
Inspeção Partícula Magnética	6	0,0208%
Auditoria final	4	0,0138%
Usinagem		
Usinagem Centro CNC	2696	9,3343%
Torneamento CNC	1616	5,5950%
Torneamento Convencional	250	0,8656%
Fresagem	60	0,2077%
Rosqueamento	139	0,4813%
Furação	139	0,4813%
Brochamento	47	0,1627%
Chaveteamento	18	0,0623%
Rebarbação	151	0,5228%

Fonte: elaborada pelo autor (2019).

O gás natural é utilizado predominantemente no setor Fundição, embora uma pequena quantidade também seja consumida por alguns processos dos setores de Injeção e Acabamento. Para definir sua distribuição, foi necessário analisar as especificações dos

queimadores, que informam a taxa de consumo energético em megacalorias por hora e multiplicá-la pelo tempo de funcionamento diário dos queimadores (Tabela 4).

Tabela 4 – Distribuição Gás Natural

Setores Atividades	Especif. do queimador [Mcal/h]	Nº de queimadores	Tempo de Trabalho [h/dia]	Consumo [Mcal/dia]	Distribuição [%]
Injeção					
Injeção	7	2	4	56	0,23%
Fundição					
Deceragem	135	2	8	2160	8,76%
Fundição	275	5	16	22000	89,20%
Acabamento					
Passivação	7	3	16	336	1,36%
Imersão Potassa	7	1	16	112	0,45%

Fonte: elaborada pelo autor (2019).

A distribuição dos gastos com telefone e internet foi definida pela quantidade de telefones e computadores localizada em cada setor, já que não foi possível identificar a intensidade de uso entre os usuários.

4.4 REDISTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS DAS ATIVIDADES INDIRETAS ÀS DIRETAS

Nesta etapa, foram elaborados direcionadores que distribuem os custos das atividades indiretas às diretas, ou seja, das atividades de apoio para as atividades produtivas. Isso foi realizado tanto para as atividades indiretas dos setores de apoio quanto para as dos setores produtivos, exceto o setor de Expedição. Para definir os direcionadores, buscaram-se preferencialmente dados quantitativos para garantir maior precisão e facilitar a posterior manutenção do sistema. No entanto, isso nem sempre foi possível devido à ausência ou baixa confiabilidade de dados. Para esses casos, foram estimadas distribuições com base em discussões realizadas com os gestores e líderes dos setores.

Com a intenção de simplificar o sistema de custos e também pela escassez de dados disponíveis, foi determinado que as distribuições dos custos das atividades dos setores de apoios são realizadas diretamente para as dos setores produtivos. Ou seja, mesmo que alguns setores de apoio prestem serviços não somente para os setores produtivos, mas, também para outros setores de apoio, os custos alocados nas suas atividades serão distribuídos somente para as atividades produtivas. Por exemplo, a Manutenção também presta serviços para o Controle de Qualidade, no entanto, esse tipo de distribuição não é realizado.

4.4.1 Direcionadores das atividades dos setores de apoio produtivo

Como é detalhado nos próximos tópicos, parte dos custos são distribuídos diretamente às atividades produtivas, enquanto outros serão distribuídos aos setores produtivos de forma mais genérica, para posteriormente serem distribuídos às atividades por outros direcionadores. Isto se justificou devido às limitações dos dados disponíveis, pelos quais foi somente possível identificar a relação entre as atividades dos setores de apoio e os setores produtivos, mas não suas atividades. Houve, ainda, a combinação entre as duas situações, na qual o mesmo direcionador realiza a distribuição diretamente às atividades de alguns setores produtivos e, de maneira genérica aos setores restantes.

4.4.1.1 Almojarifado

Uma vez que os colaboradores deste setor despendem a maior parte do tempo distribuindo os materiais requisitados, definiu-se como direcionador o número de requisições por setor produtivo, já que atualmente os apontamentos das requisições de material são realizados para os setores da empresa. No entanto, no momento em que o sistema de custos entrar em vigor, será possível apontar as requisições diretamente para as atividades e, da mesma forma, este direcionador poderá distribuir os custos a elas.

Parametrizou-se o ERP para que, em todos os meses, este direcionador contabilize o número de requisições apontadas, de forma que a base de distribuição seja atualizada automaticamente. Então, com os dados coletados, a primeira distribuição se deu da seguinte forma, apresentada na Tabela 5.

Tabela 5 – Distribuição Almojarifado

Setores	Nº de Requisições	Distribuição [%]
Injeção	1088	20,75%
Revestimento	442	8,43%
Fundição	1213	23,14%
Acabamento	1767	33,70%
Usinagem	733	13,98%

Fonte: elaborada pelo autor (2019).

4.4.1.2 Compras/Suprimentos

O direcionador definido para esta atividade foi o valor total de compras, que representa o esforço da negociação com fornecedores e da logística para suprir as necessidades da fábrica sem sobrecarregar os estoques. Assim como na situação anterior, o

controle das compras ainda é realizado setorialmente, porém, é possível incluir a informação da atividade destinada. A Tabela 6 apresenta a distribuição baseada na análise do relatório de compras no intervalo de seis meses anteriores à coleta, uma vez que alguns dos materiais utilizados na produção são comprados esporadicamente.

Tabela 6 – Distribuição Compras/Suprimentos

Setores	Valor de compras no semestre [R\$]	Distribuição [%]
Injeção	120.727,00	2,36%
Revestimento	2.047.606,00	40,07%
Fundição	1.684.020,00	32,95%
Acabamento	956.034,00	18,71%
Usinagem	301.718,00	5,90%

Fonte: do autor (2019).

4.4.1.3 *Controle de qualidade*

Para este setor, não existem ainda dados quantitativos que sirvam de base de distribuição. Foi necessário, então, definir um direcionador baseado na análise, junto ao gerente do setor, das atividades realizadas diariamente relacionadas aos processos produtivos. Dessa forma, foram estimadas as parcelas de tempo despendidas nas seguintes atividades: análise das matérias primas utilizadas na injeção de peças, no banho cerâmico e na fundição; análise de dureza do tratamento térmico; liberação de lotes de produtos usinados e acompanhamento da auditoria final dos produtos. O resultado da avaliação é apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 – Distribuição Controle de Qualidade

Setores Atividades	Distribuição [%]
Injeção	
Injeção	20%
Revestimento	
Banho	10%
Fundição	
Fundição	20%
Acabamento	
Tratamento Térmico	10%
Auditoria Final	10%
Usinagem	30%
Usinagem Centro CNC	
Torneamento CNC	
Torneamento Convencional	
Fresagem	
Rosqueamento	
Furação	
Brochamento	
Chaveteamento	
Rebarbação	

Fonte: do autor (2019).

4.4.1.4 Engenharia

O direcionador das atividades deste setor foi elaborado com base nas estimativas fornecidas pelo engenheiro responsável, que estimou a criticidade de cada processo produtivo no desenvolvimento dos produtos, do projeto ao acompanhamento das amostras. Para isso, ele levou em conta a demanda de tempo, o nível técnico dos membros da equipe e as etapas do processo que normalmente são mais problemáticas. De acordo com as informações levantadas, os processos de injeção e fundição são os mais complexos, pois pequenas diferenças nos seus parâmetros como, por exemplo, temperatura e pressão de injeção, dimensão dos canais e tempo de resfriamento, podem elevar consideravelmente o número de perdas e tornar necessária a reavaliação do projeto. Os processos de usinagem, por sua vez, exigem bastante trabalho relacionado às tolerâncias dimensionais. Definiu-se então uma distribuição entre os setores, apresentada na Tabela 8.

Tabela 8 – Distribuição Engenharia

Setores	Distribuição
Injeção	20%
Revestimento	15%
Fundição	20%
Acabamento	25%
Usinagem	20%

Fonte: do autor (2019).

4.4.1.5 Expedição

Ao contrário das demais atividades de apoio produtivo, a atividade da Expedição é relacionada aos produtos mais facilmente do que às atividades produtivas. Portanto, seu critério de distribuição é apresentado posteriormente na seção de cálculo dos custos dos produtos.

4.4.1.6 Manutenção

As manutenções realizadas na empresa são apontadas no sistema ERP, de maneira que, para cada serviço, são informadas as horas despendidas, o equipamento no qual foi realizada a manutenção e os materiais utilizados, como peças de reposição. Como os equipamentos são vinculados às atividades, os custos dos materiais são diretamente alocados a elas. Então, para distribuir os custos da atividade da Manutenção, definiu-se o direcionador com base nas horas apontadas a cada mês. A Tabela 9 apresenta um resumo dos apontamentos realizados em um mês, no qual os equipamentos similares foram agrupados para facilitar a visualização.

Tabela 9 – Distribuição Manutenção

Atividades	Recursos	Manutenção preventiva [h]	Manutenção corretiva [h]	Total [h]	Distribuição [%]
Injeção	Injetoras	22,63	7,83	30,47	16,72%
Banho	Tanques de revestimento	3,73	1,00	4,73	2,60%
Secagem	Refrigeradores da sala de seca	3,92	4,02	7,93	4,35%
Deceragem	Caldeira autoclave	0,92	0,00	0,92	0,50%
Fundição	Fornos de indução	50,07	8,87	58,93	32,34%
Desm. Martetele	Marteletes	5,05	0,42	5,47	3,00%
Corte	Máquinas de corte	2,42	15,82	18,23	10,01%
Jat. Gancheira	Jato gancheira	4,83	0,00	4,83	2,65%
Jateamento Manual	Jatos manuais	0,83	0,00	0,83	0,46%
Jat. Aut. Carbono	Jatos automáticos carbono	5,80	1,32	7,12	3,91%
Jat. Automático Inox	Jato automático inox	7,42	3,57	10,98	6,03%
Insp. e Ajustagem	Mesas de inspeção e ajustagem	0,00	0,67	0,67	0,37%
Lixamento	Lixadeiras acabamento	0,00	1,43	1,43	0,79%
Desempeno Prensas	Prensas hidráulicas	0,00	12,73	12,73	6,99%
Tratamento Térmico	Fornos de tratamento térmico	2,92	0,00	2,92	1,60%
Torneamento Conv.	Tornos mecânicos	0,00	1,97	1,97	1,08%
Torneamento CNC	Tornos CNC	5,15	3,73	8,88	4,87%
Fresagem	Fresas	0,00	1,68	1,68	0,92%
Rosqueamento	Rosqueadeiras	0,00	1,50	1,50	0,82%

Fonte: do autor (2019).

4.4.1.7 Planejamento e Controle da Produção

Durante a análise das atividades de planejamento e controle da produção, verificou-se que as operações com mais recursos demandam mais tempo na programação. A injeção das peças em cera, por exemplo, é etapa mais longa da programação, uma vez que é necessário sequenciar a produção em uma média de 20 recursos. Dessa forma, concluiu-se que o número de recursos sequenciados por atividade é um bom direcionador. No entanto, fatores como tempo de *setup*, capacidade produtiva e variabilidade no tempo de ciclo também influenciam na dificuldade da programação. Não foram encontrados dados que representassem estes fatores, portanto, foi solicitado a um programador que, baseado em sua experiência, estimasse o grau de dificuldade de sequenciamento para cada grupo de recursos, variando de 1 a 10. Dessa forma, o direcionador foi determinado pelo número de recursos multiplicado pelo grau de dificuldade estimado. A Tabela 10 apresenta a distribuição encontrada. Ressalta-se que, para o processo de revestimento como um todo, é considerado um recurso com capacidade infinita.

4.4.1.8 Segurança do Trabalho

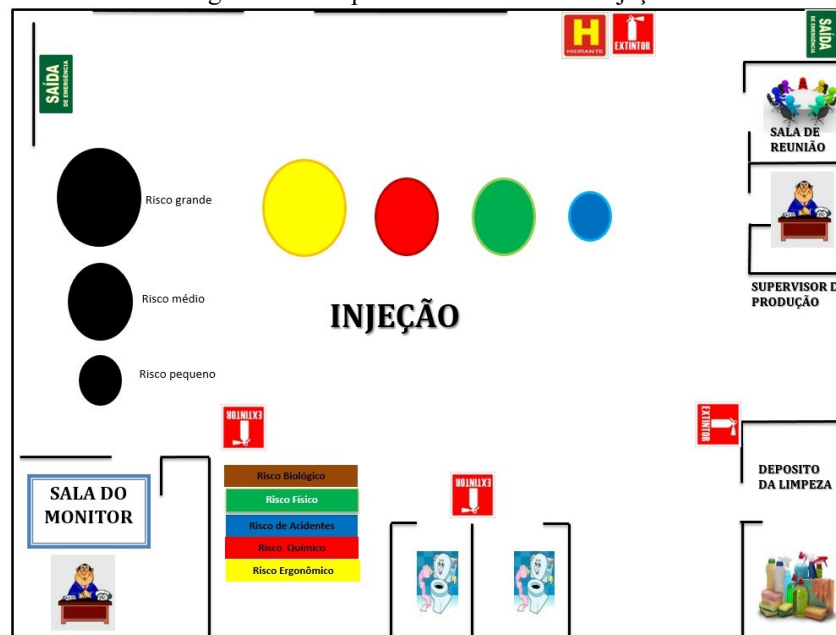
Para definir o direcionador da atividade considerada para a Segurança do Trabalho, procurou-se compreender quais processos produtivos requerem mais precauções relacionadas à segurança. Para isso, realizou-se uma análise dos mapas de risco elaborados pelo técnico de segurança. Os mapas informam qual é a intensidade de cada um dos seguintes riscos: físico, químico, biológico, de acidentes e ergonômico. A intensidade, por sua vez, pode ser pequena, média ou grande. De forma a quantificar os riscos de cada atividade, representou-se a intensidade pelos valores 1, 3 e 5, os quais foram somados para cada tipo de risco. A Figura 11 mostra o mapa de risco do setor de injeção, que apresenta risco ergonômico (grande-5), químico (médio-3), físico (médio-3) e de acidentes (pequeno-1). Portanto, foi atribuída a soma desses valores, igual a 12, para as atividades relacionadas.

Tabela 10 - Distribuição PCP

Atividade	Nº de recursos	Grau de dificuldade	Direcionador	Distribuição [%]
Injeção	18	4	72	26,67%
Revestimento (setor)	1	3	3	1,11%
Deceragem	1	2	2	0,74%
Fundição	3	5	15	5,56%
Desm. Martetele	3	2	6	2,22%
Jat. Gancheira	1	1	1	0,37%
Corte	2	1	2	0,74%
Jat. Aut. Carbono	3	1	3	1,11%
Jat. Aut. Inox	1	1	1	0,37%
Jat. Aut. Bauxita	1	1	1	0,37%
Jat. Manual	4	1	4	1,48%
Imersão Potassa	2	2	4	1,48%
Lixamento	5	2	10	3,70%
Insp. e Ajustagem	11	2	22	8,15%
Tratamento Térmico	2	2	4	1,48%
Desempeno Prensa	5	3	15	5,56%
Passivação	1	1	1	0,37%
Decapagem	1	1	1	0,37%
Gravação	1	1	1	0,37%
Insp. Part. Magnética	1	1	1	0,37%
Tamboreamento	3	2	6	2,22%
Auditoria Final	1	2	2	0,74%
Torneamento CNC	8	4	32	11,85%
Usin. Centro CNC	5	5	25	9,26%
Fresa	2	3	6	2,22%
Furadeira	6	2	12	4,44%
Rosqueadeira	2	2	4	1,48%
Brochadeira	1	2	2	0,74%
Chaveteira	1	2	2	0,74%
Torno Mecânico	3	2	6	2,22%
Rebarbação	2	2	4	1,48%

Fonte: do autor (2019).

Figura 11 – Mapa de risco do setor de injeção



Fonte: da empresa do estudo (2018).

Além disso, o risco atribuído à cada atividade foi multiplicado pelo número de colaboradores, de modo a representar as atividades relacionadas a treinamento, controle de acompanhamento médico e fiscalização do uso de EPI's na composição do direcionador. Para os casos em que os mesmos colaboradores realizam diferentes atividades, como os jateamentos automáticos, foi considerado o mesmo valor em cada uma delas. Para as atividades sem colaboradores fixos, como passivação, decapagem e imersão em potassa, foi considerado em cada uma delas 1 colaborador. O resultado da distribuição é apresentado a seguir, na Tabela 11.

4.4.1.9 Supervisão Industrial e Diretoria Industrial

Tanto os supervisores quanto o diretor industrial relataram que a demanda entre os processos produtivos varia conforme o *mix* produtivo ou até mesmo com as condições climáticas. Por exemplo, períodos com umidade muito elevada podem prejudicar a eficiência dos equipamentos da sala de seca e reduzir a qualidade dos moldes, de maneira que aumenta a demanda pelo acompanhamento do processo. Dentro da normalidade, no entanto, considera-se que a demanda das atividades é bastante similar entre os setores produtivos. Dessa forma, determinou-se por distribuir os custos igualmente entre os setores.

4.4.2 Direcionadores de custos dos setores produtivos

Para cada um dos setores produtivos, foi necessário elaborar direcionadores que realizam a distribuição de todos os custos que, até o momento, não puderam ser destinados às atividades diretas. Estes custos são relacionados principalmente às atividades de apoio dos próprios setores produtivos e às atividades dos setores de apoio que não puderam ser distribuídas diretamente para as atividades produtivas, mas somente aos setores produtivos. Além disso, recursos como equipamentos de refrigeração, iluminação, materiais de limpeza, e alguns equipamentos de segurança, podem ser consumidos por diversas atividades simultaneamente e, dessa forma, têm seus custos alocados aos setores de maneira ampla. Junto aos gestores, foi determinado que essa distribuição deve ser proporcional à complexidade das atividades produtivas, de modo a carregar mais os custos das atividades mais complexas. Sendo assim, reuniu-se com a equipe da Supervisão Industrial e com os líderes dos setores produtivos para definir as distribuições apresentadas na Tabela 12.

Tabela 11 - Distribuição Segurança do Trabalho

Atividades	Riscos					Total	Nº de colaboradores	Direcionador	Distribuição
	Físico	Químico	Biológico	Acidentes	Ergonômico				
Injeção	3	3	0	1	5	12	45	540	18,80%
Montagem	3	3	0	1	5	12	6	72	2,51%
Banho	3	5	0	1	5	14	15	210	7,31%
Secagem	3	5	0	1	5	14	2	28	0,97%
Deceragem	5	1	0	3	3	12	2	24	0,84%
Fundição	5	1	0	3	3	12	23	276	9,61%
Desmoldagem Martetele	5	5	0	3	3	16	5	80	2,79%
Jateamento Gancheira	3	3	0	3	5	14	2	28	0,97%
Jateamento Automático Carbono	3	3	0	3	5	14	2	28	0,97%
Jateamento Automático Inox	3	3	0	3	5	14	2	28	0,97%
Jateamento Automático Bauxita	3	3	0	3	3	12	2	24	0,84%
Jateamento Manual	5	3	0	3	5	16	8	128	4,46%
Corte	5	3	0	3	5	16	4	64	2,23%
Lixamento	5	3	0	3	5	16	11	176	6,13%
Inspeção e Ajustagem	3	1	0	3	5	12	20	240	8,36%
Desempeno Prensa	5	1	0	3	5	14	14	196	6,82%
Tratamento Térmico	5	3	0	3	3	14	2	28	0,97%
Passivação	3	5	0	3	3	14	1	14	0,49%
Gravação	1	1	0	1	3	6	1	6	0,21%
Tamboreamento	1	3	0	3	5	12	2	24	0,84%
Polimento	5	3	0	1	5	14	1	14	0,49%
Decapagem	3	5	0	3	3	14	1	14	0,49%
Imersão Potassa	3	5	0	3	3	14	1	14	0,49%
Inspeção Partícula Magnética	1	3	0	1	3	8	2	16	0,56%
Auditoria Final	1	1	0	1	3	6	4	24	0,84%
Usinagem Centro CNC	5	1	0	1	5	12	13	156	5,43%
Torneamento CNC	5	1	0	1	5	12	18	216	7,52%
Torneamento Convencional	5	1	0	1	5	12	3	36	1,25%
Fresagem	5	1	0	1	5	12	2	24	0,84%
Rosqueamento	5	1	0	1	5	12	2	24	0,84%
Furação	5	1	0	1	5	12	4	48	1,67%
Brochamento	5	1	0	1	5	12	1	12	0,42%
Chaveteamento	5	1	0	1	5	12	1	12	0,42%
Rebarbação	5	1	0	1	5	12	4	48	1,67%

Fonte: do autor (2019)

Tabela 12- Distribuição Setores Produtivos

Setores	Distribuição
Atividades	
Acabamento	100%
Desmoldagem martetele	3,00%
Jateamento gancheira	3,00%
Jateamento automático carbono	4,00%
Jateamento automático inox	4,00%
Jateamento automático bauxita	4,00%
Jateamento manual	5,00%
Corte	3,00%
Lixamento	5,00%
Inspeção e ajustagem	15,00%
Desempeno prensa	15,00%
Tratamento térmico	10,00%
Passivação	4,00%
Gravação	1,00%
Tamboreamento	2,00%
Polimento	4,00%
Decapagem	3,00%
Imersão potassa	4,00%
Inspeção partícula magnética	7,00%
Auditoria final	4,00%
Injeção	100%
Injeção	90%
Montagem	10%
Revestimento	100%
Banho	80%
Secagem	20%
Fundição	100%
Deceragem	30%
Fundição	70%
Usinagem	100%
Usinagem centro CNC	40%
Torneamento CNC	30%
Torneamento convencional	5%
Fresagem	8%
Rosqueamento	5%
Furação	4%
Brochamento	3%
Chaveteamento	3%
Rebarbação	2%

Fonte: do autor (2019)

4.4.3 Resultado final da redistribuição dos custos das atividades indiretas para as atividades diretas

Foram definidas, então, as bases de distribuição que transferem todos os custos indiretos para as atividades diretas. Observa-se que, para parte das distribuições, foi possível definir direcionadores que se modificam automaticamente, de acordo com o panorama da empresa. Dessa forma, as distribuições apresentadas na Tabela 13 são pertinentes ao período em que os dados foram coletados, porém, devem variar mensalmente.

Tabela 13 – Redistribuição dos custos indiretos para as atividades diretas

Setores Produtivos Atividades Diretas	Atividades de Apoio [Direcionadores]									Distribuição dos custos indiretos dos setores produtivos baseada na complexidade das atividades
	Almojarifa do [nº requisições]	Compras/Suprimento [Valor de compras]	Controle de Qualidade [Estimado]	Diretoria Industrial [Igual entre os setores]	Engenharia [Estimado]	Manutenç. [Hr manutençãõ]	PCP [Nº recursos*dificuldade]	Segurança do Trabalho [Risco*Nº colaboradores]	Supervisão Industrial [Igual entre os setores]	
Injeção	20,75%	2,36%	-	20,00%	20,00%	-	-	-	20,00%	
Injeção	18,68%	2,13%	20,00%	18,00%	18,00%	16,72%	26,67%	18,80%	18,00%	90%
Montagem	2,08%	0,24%	-	2,00%	2,00%	-	-	2,51%	2,00%	10%
Revestimento	8,43%	40,07%	-	20,00%	15,00%	-	1,11%	-	20,00%	
Banho	6,74%	32,06%	10,00%	16,00%	12,00%	2,60%	0,89%	7,31%	16,00%	80%
Secagem	1,69%	8,01%	-	4,00%	3,00%	4,35%	0,22%	0,97%	4,00%	20%
Fundição	23,14%	32,95%	-	20,00%	20,00%	-	-	-	20,00%	
Deceragem	6,94%	9,89%	-	6,00%	6,00%	0,50%	0,74%	0,84%	6,00%	30%
Fundição	16,19%	23,07%	20,00%	14,00%	14,00%	32,34%	5,56%	9,61%	14,00%	70%
Acabamento	33,70%	18,71%	-	20,00%	25,00%	-	-	-	20,00%	
Desm. Martelete	1,01%	0,56%	-	0,60%	0,75%	3,00%	2,22%	2,79%	0,60%	3,00%
Jateamento Gancheira	1,01%	0,56%	-	0,60%	0,75%	2,65%	0,37%	0,97%	0,60%	3,00%
Jat. Aut. Carbono	1,35%	0,75%	-	0,80%	1,00%	3,91%	1,11%	0,97%	0,80%	4,00%
Jat. Aut. Inox	1,35%	0,75%	-	0,80%	1,00%	6,03%	0,37%	0,97%	0,80%	4,00%
Jat. Aut. Bauxita	1,35%	0,75%	-	0,80%	1,00%	-	0,37%	0,84%	0,80%	4,00%
Jateamento Manual	1,69%	0,94%	-	1,00%	1,25%	0,46%	1,48%	4,46%	1,00%	5,00%
Corte	1,01%	0,56%	-	0,60%	0,75%	10,01%	0,74%	2,23%	0,60%	3,00%
Lixamento	1,69%	0,94%	-	1,00%	1,25%	0,79%	3,70%	6,13%	1,00%	5,00%
Inspeção e Ajustagem	5,06%	2,81%	-	3,00%	3,75%	0,37%	8,15%	8,36%	3,00%	15,00%
Desempeno Prensa	5,06%	2,81%	-	3,00%	3,75%	6,99%	5,56%	6,82%	3,00%	15,00%
Tratamento Térmico	3,37%	1,87%	10,00%	2,00%	2,50%	1,60%	1,48%	0,97%	2,00%	10,00%
Passivação	1,35%	0,75%	-	0,80%	1,00%	-	0,37%	0,49%	0,80%	4,00%
Gravação	0,34%	0,19%	-	0,20%	0,25%	-	0,37%	0,21%	0,20%	1,00%
Tamboreamento	0,67%	0,37%	-	0,40%	0,50%	-	2,22%	0,84%	0,40%	2,00%
Polimento	1,35%	0,75%	-	0,80%	1,00%	-	-	0,49%	0,80%	4,00%
Decapagem	1,01%	0,56%	-	0,60%	0,75%	-	0,37%	0,49%	0,60%	3,00%
Imersão Potassa	1,35%	0,75%	-	0,80%	1,00%	-	1,48%	0,49%	0,80%	4,00%
Insp. Part. Magnética	2,36%	1,31%	-	1,40%	1,75%	-	0,37%	0,56%	1,40%	7,00%
Auditoria Final	1,35%	0,75%	10,00%	0,80%	1,00%	-	0,74%	0,84%	0,80%	4,00%

(continua)

Setores Produtivos Atividades Diretas	Atividades de Apoio [Direcionadores]									Distribuição dos custos indiretos dos setores produtivos baseada na complexidade das atividades
	Almoxarifado [n° requisições]	Compras/ Suprimento [Valor de compras]	Controle de Qualidade [Estimado]	Diretoria Industrial [Igual entre os setores]	Engenharia [Estimado]	Manutenç. [Hr manuten- ção]	PCP [N° recur- sos*dificul- dade]	Segurança do Trabalho [Risco*N° colabora- dores]	Supervisão Industrial [Igual entre os setores]	
Usinagem	13,98%	5,90%	30,00%	20,00%	20,00%	-	-	-	20,00%	
Usinagem Centro CNC	5,59%	2,36%	12,00%	8,00%	8,00%	-	9,26%	5,43%	8,00%	40%
Torneamento CNC	4,19%	1,77%	9,00%	6,00%	6,00%	4,87%	11,85%	7,52%	6,00%	30%
Torneamento Conv.	0,70%	0,30%	1,50%	1,00%	1,00%	1,08%	2,22%	1,25%	1,00%	5%
Fresagem	1,12%	0,47%	2,40%	1,60%	1,60%	0,92%	2,22%	0,84%	1,60%	8%
Rosqueamento	0,70%	0,30%	1,50%	1,00%	1,00%	0,82%	1,48%	0,84%	1,00%	5%
Furação	0,56%	0,24%	1,20%	0,80%	0,80%	-	4,44%	1,67%	0,80%	4%
Brochamento	0,42%	0,18%	0,90%	0,60%	0,60%	-	0,74%	0,42%	0,60%	3%
Chaveteamento	0,42%	0,18%	0,90%	0,60%	0,60%	-	0,74%	0,42%	0,60%	3%
Rebarbação	0,28%	0,12%	0,60%	0,40%	0,40%	-	1,48%	1,67%	0,40%	2%

Fonte: do autor (2019)

4.5 CÁLCULO DOS CUSTOS DOS PRODUTOS

Nesta etapa final, são apresentados os direcionadores que distribuem os custos das atividades para os produtos. O principal objetivo é que as variações no processamento de diferentes produtos sejam detectadas e, dessa forma, resultem em custeios mais precisos. Primeiramente, é apresentado o direcionador de custos da atividade indireta referente à Expedição, sendo esta a única atividade de apoio que tem seus custos distribuídos diretamente para os produtos. Em seguida, são apresentados os direcionadores das atividades diretas referentes aos setores produtivos.

4.5.1 Definição do direcionador de custos da Expedição

Na Expedição, a tratativa dada à diferentes produtos é bastante similar. As variáveis mais significativas no manuseio, embalagem e carregamento são o volume e a massa dos produtos. No cadastro da ficha técnica, contida no ERP, pode-se obter a massa de cada um dos produtos.

Dessa forma, o custo de um período alocado na Expedição é dividido pela massa total apontada nesta atividade no mesmo período. O resultado é, então, multiplicado pela massa de cada produto apontado neste período. Assim, o custo da atividade atribuído a cada produto é obtido.

4.5.2 Definição dos direcionadores de custos das atividades diretas

Observa-se que, mesmo com um grande número de operações, os recursos utilizados nos processos de fabricação de diferentes produtos são bastante semelhantes. Conclui-se então que, para as atividades diretas modeladas, a distinção mais objetiva de processamento de diferentes produtos é a capacidade produtiva.

Portanto, buscou-se no ERP uma forma de relacionar a capacidade produtiva dos processos às atividades. No roteiro de cada produto, as operações são atreladas aos recursos e, como exposto anteriormente, estes podem ser atrelados às atividades. Além disso, para cada operação, é informada a capacidade produtiva. Como exemplo, o roteiro de um produto utilizado em máquinas de açougues e frigoríficos (Figura 12) é apresentado na Tabela 14, com as informações relevantes e ainda com a inclusão das atividades relativas a cada recurso. Ressalta-se que o cacho deste produto é montado com apenas uma peça.

Figura 12 - Exemplo de produto microfundido



Fonte: da empresa do estudo (2017)

No roteiro, a capacidade é encontrada nas colunas “Lote padrão” e “Tempo padrão”, que informam a quantidade de peças e o tempo em horas, no entanto, são somente uma referência sobre a capacidade dos recursos e não necessariamente definem o tamanho dos lotes que realmente são produzidos. Para cada operação, então, é possível determinar o tempo necessário para se produzir uma peça. Com essa informação, o custo de cada produto, relativo às atividades, é calculado no ERP da seguinte forma: em cada atividade, são somados os tempos de todos os produtos que foram processados no período. O custo acumulado na atividade é dividido pelo tempo e, dessa forma, é obtido o custo-hora da atividade naquele período. Por fim, o custo de cada produto é calculado multiplicando-se os custos-hora das atividades pelos respectivos tempos de processamento. A Tabela 15 exemplifica o processo descrito, para uma situação com 3 produtos e 3 atividades.

Tabela 14 – Roteiro de operações de um produto

Código do recurso	Recurso	Operação	Atividade	Lote padrão	tempo padrão	Tempo por peça [h]
INJ001	INJETORA 01	INJECAO	Injeção	20	1,00	0,0500
REV002	BANHO ZIRCONITA 01	1° A2F	Banho	1	0,17	0,1667
REV002	BANHO ZIRCONITA 01	2° A2F	Banho	1	0,17	0,1667
REV005	BANHO MULITA 01	1° CHAMOTE FINO	Banho	1	0,17	0,1667
REV005	BANHO MULITA 01	1° CHAMOTE GROSSO	Banho	1	0,17	0,1667
REV005	BANHO MULITA 01	2° CHAMOTE GROSSO	Banho	1	0,17	0,1667
REV005	BANHO MULITA 01	3° CHAMOTE GROSSO	Banho	1	0,17	0,1667
REV005	BANHO MULITA 01	4° CHAMOTE GROSSO	Banho	1	0,17	0,1667
REV005	BANHO MULITA 01	5° CHAMOTE GROSSO	Banho	1	0,17	0,1667
REV005	BANHO MULITA 01	6° CHAMOTE GROSSO	Banho	1	0,17	0,1667
REV005	BANHO MULITA 01	7° CHAMOTE GROSSO	Banho	1	0,17	0,1667
REV013	BANHO BRANCO	BANHO BRANCO	Banho	1	0,17	0,1667
FUN004	CALDEIRA DECERAGEM GAS	DECERAGEM	Deceragem	10	0,17	0,0167
FUN001	FUNDICAO FORNO 01	FUNDICAO	Fundição	14	1,00	0,0714
ACA001	MARTELETE 01	DESMOLDAR	Desmoldagem Martetele	60	1,00	0,0167
ACA004	JATO GANCHEIRA 01	GANCHEIRA	Jateamento Gancheira	50	1,00	0,0200
ACA005	POLICORTE 01	DISCO DE CORTE	Corte	124	1,00	0,0081
ACA011	JATO ROTATIVO INOX 01	JATO ROTATIVO	Jateamento Automático Inox	14	0,33	0,0238
ACA020	POTASSA 01	POTASSA	Imersão Potassa	82	12,00	0,1463
ACA011	JATO ROTATIVO INOX 01	JATO ROTATIVO	Jateamento Automático Inox	14	0,33	0,0238
ACA034	LIXA PEQUENA 01	REBAIXAR / LIXAR	Lixamento	16	1,00	0,0625
ACA011	JATO ROTATIVO INOX 01	JATO ROTATIVO	Jateamento Automático Inox	14	0,33	0,0238
ACA022	INSPECAO / AJUSTAGEM 01	AJUSTAGEM / INSPECAO	Ajustagem e Inspeção	80	1,00	0,0125
ACA011	JATO ROTATIVO INOX 01	JATO ROTATIVO	Jateamento Automático Inox	14	0,33	0,0238
ACA022	INSPECAO / AJUSTAGEM 01	AJUSTAGEM / INSPECAO	Ajustagem e Inspeção	80	1,00	0,0125
ACA054	PRENSA 01	CALIBRACAO	Desempeno Prensa	20	1,00	0,0500
ACA018	PASSIVACAO	PASSIVACAO	Passivação	42	0,50	0,0119
ACA051	AUDITORIA	AUDITORIA DE PRODUTO	Auditoria Final	60	0,25	0,0042

Fonte: da empresa do estudo (2019)

Tabela 15 - Cálculo dos produtos (exemplo)

ETAPA 1				
Produtos	Tempo por produto - A1 [h]	Tempo por produto - A2 [h]	Tempo por produto - A3 [h]	Unidades produzidas
P1	0,1	0,2	0,15	200
P2	0,15	0,3	0,1	500
P3	0,2	0,2	0,2	300

ETAPA 2			
Atividades	Tempo total realizado [h]	Custo alocado [R\$]	Custo-hora [R\$]
A1	155	15.000,00	96,77
A2	250	20.000,00	80,00
A3	140	10.000,00	71,43

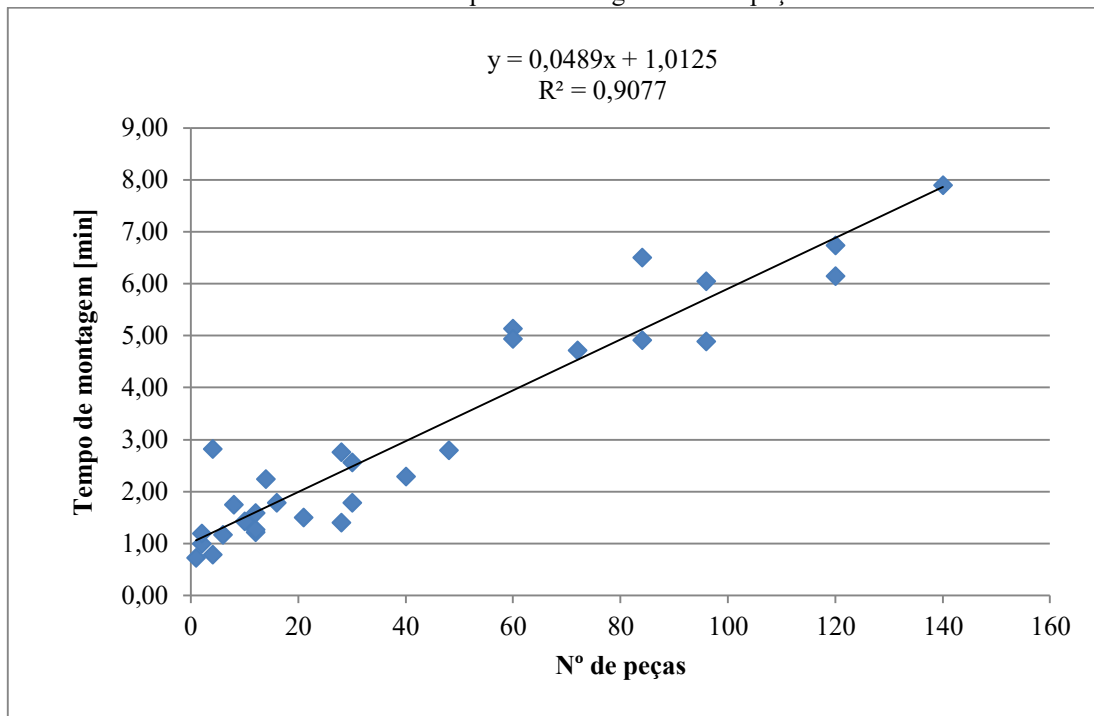
ETAPA 3				
Produtos	Custo - A1 [R\$]	Custo - A2 [R\$]	Custo - A3 [R\$]	Total [R\$/unidade]
P1	9,68	16,00	10,71	36,39
P2	14,52	24,00	7,14	45,66
P3	19,35	16,00	14,29	49,64

Fonte: do autor (2019)

Duas operações, no entanto, relativas à montagem dos cachos e ao período de seca entre os banhos, não constam no roteiro de operações. Portanto, para definir os tempos de processamento destas atividades, foi necessário parametrizar o ERP de forma diferenciada. Ressalta-se, ainda, que elas são realizadas em todos os produtos e, dessa forma, não é necessário identificar se fazem ou não parte do fluxo de diferentes produtos.

A montagem dos cachos de diferentes produtos foi acompanhada e os tempos foram cronometrados. Assim, por meio de uma regressão linear, definiu-se uma fórmula para calcular o tempo de processamento de todos os produtos. O Gráfico 01 apresenta a regressão que define o tempo de montagem dos cachos em minutos, no qual a variável considerada é o número de peças de cada cacho.

Gráfico 1 - Tempos de montagem x N° de peças



Fonte: do autor (2019)

A fórmula final, então, calcula o tempo de processamento em horas de cada produto (y) em função do número de peças dos cachos (x):

$$y = \left(\frac{0,0489x + 1,0125}{x} \right) / 60$$

Como foi exposto, a sala de seca é considerada como um recurso de capacidade infinita. Dessa forma, independentemente do tamanho do lote de um produto, o tempo de seca é o mesmo. Os tempos necessários para a secagem relativa aos diferentes banhos, que são o A2F, chamote fino, chamote grosso e banho branco, são encontrados nas fichas técnicas dos produtos, cadastradas no ERP. Dessa forma, para o cálculo dos custos, definiu-se que o tempo de processamento de um produto é o tempo de seca total dividido pelo tamanho do lote produzido. Para o produto apresentado anteriormente, por exemplo, o tempo de seca total é de 7,83 dias ou 188 horas. A Figura 13 mostra a parte da ficha técnica referente ao Revestimento, na qual os campos indicados com a letra “Q” são relativos ao número de banhos, enquanto os indicados pela letra “T” são relativos aos tempos de seca em horas. O tempo de processamento, por sua vez, deve variar de acordo com o tamanho do lote produzido.

Figura 13 – Ficha técnica: Informações sobre o revestimento

Cadastro da Ficha Técnica - VISUALIZAR

G <u>eral</u>		C <u>era</u>	Revestim <u>ento</u>
Qty Almg	0,000		Qty Muita
			0,000
Qty CHG	0,000		Lama 1
			FINA
A2F	2 Q		Tmp Seca
			6 T
Chamote Fino	1 Q		Tmp Seca
			10 T
Tmp Seca	10 T	Chamote Gros	Banho Branco
		7 Q	96 T

Fonte: da empresa do estudo (2019)

4.6 PARECER DA GERÊNCIA E AÇÕES FUTURAS

Para que os resultados obtidos fossem avaliados pela organização, a estrutura final do sistema de custos foi apresentada ao diretor executivo, ao gerente comercial e à contadora responsável da empresa. Ao mesmo tempo, abordou-se a metodologia utilizada, as vantagens e desvantagens do custeio baseado em atividades e as possibilidades proporcionadas pelo método que vão além do custeio de produtos. Foram expostas também as dificuldades encontradas no desenvolvimento do trabalho, as adaptações realizadas e seus impactos no sistema de custos.

Por parte da Direção, acredita-se que o sistema é uma grande evolução para a empresa em termos de gerenciamento de custos. O diretor também considera que muitas informações avaliadas cotidianamente pelos gestores, relacionadas à eficiência dos processos, desperdício de materiais, retorno sobre investimentos e, principalmente, à rentabilidade dos produtos, podem ser mais precisas e detalhadas, favorecendo bastante a tomada de decisão. Ele entende que muitas situações foram contornadas em virtude da escassez e da baixa

confiabilidade dos dados, como as distribuições baseadas na experiência dos colaboradores. Por outro lado, apesar de confiar na capacidade da equipe, ele presume que aumentam as chances de imprecisões e de suas consequências negativas. Mesmo assim, o diretor reconhece que o sistema já pode trazer benefícios e que, além disso, pode ser aperfeiçoado gradativamente.

Na visão do gerente comercial, o trabalho realizado é uma necessidade antiga da empresa e, ainda, que mais de uma consultoria foi contratada sem sucesso para aperfeiçoar a gestão de custos. Ele também relatou que desde a implantação do ERP, em 2009, o módulo de custos foi sempre subutilizado. Do ponto de vista comercial, o gerente acredita que o sistema pode auxiliar bastante na interação com os clientes, tanto no orçamento de novos produtos, quanto nos reajustes de preço dos produtos em carteira. Em razão da falta de informações sobre os custos dos processos, os orçamentos são realizados com certo grau de incerteza. Dessa forma, para não correr riscos, os custos são muitas vezes sobrestimados, elevam o preço de venda e, ocasionalmente, fazem com que a venda seja perdida. Em relação aos produtos fornecidos, ele expõe que os reajustes de preços somente são aprovados mediante à apresentação detalhada dos custos dos produtos, de maneira que justifique os reajustes. Portanto, assim como os orçamentos, esse processo também é afetado. De maneira geral, ele se mostrou entusiasmado para que o sistema entre em vigor e amplie a visão da gestão com mais informações e mais precisão.

A contadora, por sua vez, elencou os principais benefícios que podem ser trazidos ao seu setor. Ela afirmou também ter problemas com dados inconsistentes inseridos no ERP e, com a implantação do sistema de custos, muitos dos dados utilizados na Contabilidade teriam que ser revisados. Por ser interligado sistema de custos, o plano de contas da empresa que, segundo ela, é desorganizado, também seria revisado. Além disso, foi exposto por ela que, para a Contabilidade, o fator mais relevante na implantação de um sistema de custos preciso e integrado é o auxílio na apuração dos estoques, principalmente pelo fato de o controle do Governo (Fisco) sobre as informações das empresas ser cada vez maior.

Após os pareceres, foram discutidas possíveis ações futuras sobre o tema. Todos concordaram que, primeiramente, é necessário criar procedimentos para as atividades de apoio, de modo que forneçam dados úteis para a definição de direcionadores mais acurados. Por exemplo, os tempos das atividades do Controle de Qualidade podem ser registrados, de forma que se possa determinar com maior precisão as demandas e a eficiência do setor. Já nos setores produtivos, pode-se aperfeiçoar a modelagem para que os custos de atividades que

não agregam valor aos produtos também sejam fornecidos pelo sistema, como os custos das movimentações de produtos e materiais.

Debateu-se também sobre a importância da análise das despesas como apoio à tomada de decisão. No trabalho realizado, as atividades de apoio administrativo foram mapeadas e também fazem parte da estrutura, de maneira que já é possível obter informações mais detalhadas sobre as despesas. Apesar disso, estas atividades não puderam ser analisadas ao ponto de correlacioná-las à produção e, assim, permitir que as despesas sejam incorporadas no custo gerencial dos produtos de forma não arbitrária. Para que isso seja possível, além da estruturação de dados que, nestas atividades, são ainda mais escassos, são necessárias algumas modificações no ERP. Da maneira como o sistema foi customizado para a empresa, torna-se inviável a separação completa entre as informações contábeis e gerenciais, de maneira que a movimentação indevida das despesas pode comprometer os dados utilizados pela Contabilidade.

Com a estruturação de uma base de dados robusta, surgem mais possibilidades para a definição dos direcionadores. Por fim, então, foi proposta a utilização de métodos estatísticos de avaliação para, assim, garantir uma maior precisão do ABC. Por exemplo, a correlação entre os custos e os direcionadores pode ser verificada por meio de análises de regressão ou, também, pelo teste “F de Snedecor”, auxiliando na escolha entre os direcionadores.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estruturar o método de custeio baseado em atividades (ABC) em uma empresa de microfundição e, assim, possibilitar melhorias na gestão dos custos. Iniciou-se o trabalho com uma revisão da literatura sobre sistemas de custos, sobre o ABC e sua aplicação em organizações. Além da teoria relacionada à gestão de custos, também foi necessário revisar a literatura relacionada ao processo de fundição, com foco na microfundição. Durante a pesquisa, pôde-se observar que a estruturação de um sistema de custos exige um amplo conhecimento sobre a organização e todos os seus processos. Somado a isso, as pesquisas sobre a aplicação do ABC em diferentes organizações mostraram que o método pode ser estruturado de diversas formas, exigindo bastante capacidade analítica.

Para aplicar a metodologia na empresa objeto de estudo, então, foi necessário conhecer todos os seus departamentos e dialogar com praticamente todos os colaboradores. Dessa forma, o desenvolvimento do trabalho agregou bastante conhecimento sobre áreas diversas, como logística, comercial, qualidade e, ainda, sobre os processos produtivos. Como boa parte da coleta de dados e a estruturação foram realizadas no ERP, foi necessário compreender o funcionamento do sistema e como operá-lo. Para isso, vários colaboradores se disponibilizaram para dar instruções e muitas consultas à serviços terceirizados foram realizadas. Portanto, agregou-se também muito conhecimento sobre sistemas integrados de gestão, que atualmente são fundamentais no ambiente empresarial.

A coleta de dados foi, com certeza, a maior dificuldade encontrada no desenvolvimento. Em diversos momentos, foram observadas falhas na organização relativas a cadastros, apontamentos, localização de documentos e informações sobre os processos produtivos e de suporte. Pode-se concluir que estes fatores influenciaram na qualidade dos resultados. Por outro lado, os erros encontrados foram expostos aos responsáveis e boa parte pôde ser corrigida.

Ainda na fase de projeto da pesquisa, a obtenção das informações geradas pelo sistema proposto também fazia parte dos objetivos. No desenvolvimento, no entanto, pode-se compreender que a implantação de sistema de custeio baseado em atividades exige, além tempo e dinheiro, uma grande reestruturação organizacional. Principalmente, é necessário adequar muitos processos ao modelo de custeio, de forma que se possa mensurar o consumo dos recursos e das atividades. Dessa forma, os objetivos foram limitados até a fase de estruturação do método de custeio.

Mesmo com as limitações e as adversidades impostas, portanto, os objetivos propostos foram atingidos e considerados bastante satisfatórios pela organização. Buscou-se detalhar ao máximo todas as etapas do trabalho para, de alguma maneira, contribuir com a formação intelectual daqueles que se propuserem a analisa-lo, assim como contribuíram as obras estudadas durante a elaboração desta monografia.

REFERÊNCIAS

ABIFA. **Produção de fundidos tem alta de 2,6% no ano.** 2019. Disponível em: <<http://www.abifa.org.br/producao-de-fundidos-tem-alta-de-26-no-ano/>>. Acesso em: 9 out. 2019.

ASM INTERNATIONAL. **Molding and Casting Processes: Investment Casting.** In: STEDFELD, Robert L. et al (Org.). ASM Handbook: Volume 15 Casting. 4. ed. Asm International, 1998. p. 544.

BLOCHER, Edward J. et al. **Gestão Estratégica de Custos.** 3. ed. São Paulo: The Mcgraw-hill Companies, 2005. 708 p. Tradução de: Ariovaldo Griesi.

BORNIA, Antonio Cezar. **Análise Gerencial de Custos: Aplicação em empresas modernas.** 3. Ed. São Paulo, SP: Atlas, 2010

CATELLI, Armando; GUERREIRO, Reinaldo. **Uma análise crítica do sistema “ABC – Activity Based Costing”.** *Revista Brasileira de Contabilidade.* Brasília, 1995

DUBOIS, Alexy; KULPA, Luciana; SOUZA, Luiz Henrico de. **Gestão de Custos e Formação de Preços: Conceitos, Modelos e Instrumentos: Abordagem do Capital de Giro e da Margem de Competitividade.** 3 ed. São Paulo, Atlas, 2009

DUTRA, René Gomes. **Custos: Uma Abordagem Prática.** 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2009

MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de custos.** São Paulo: Atlas, 2003.

PADOVEZE, Clóvis Luís. **Contabilidade Gerencial: um enfoque em sistema de informação contábil.** São Paulo: Atlas, 1997.

RUPINDER, Sunpreet; SINGH, Sunpreet; HASHMI, Saleem. Investment Casting. In: HASHMI, Saleem (Ed.). **Reference Module in Materials Science and Materials Engineering.** Oxford: Elsevier, 2016. p. 1-18.

NAKAGAWA, Masayuki. **ABC Custeio Baseado em Atividade.** São Paulo: Atlas, 1994.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2002.