

Processo de produção visando à implementação da Produção mais limpa em uma industrial metalmeccânica

Production process aiming at the implementation of Cleaner Production in an industrial metalworking

Claudiana Aparecida e Silva Noro, graduada, Faculdade Meridional – IMED.

claudynoro@hotmail.com

Jeancarlos Araldi, Doutorando, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.

jean.araldi@imed.edu.br

Mauro Almeida Tanaka, MBA em Gestão da Produção e Qualidade, Faculdade Meridional – IMED.

mauro.tanaka@hotmail.com

Edson Pacheco Paladini, Doutor, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.

paladini@floripa.com.br

Resumo

Considerando que as empresas estão preocupadas com a gestão sustentável em seus processos de produção, é de importância a verificação os processos de produção em uma indústria metalmeccânica, com ênfase no processo de produção mais limpa como ferramenta na tomada de decisão empresarial. Neste artigo propomos a sugestão de um sistema de melhoria contínua, utilizando a produção mais limpa no departamento da macharia em uma indústria metalmeccânica, que produz implementos agrícolas no norte do Rio Grande do Sul. O método de observação participante para a descrição de processos de produção com entrevistas semiestruturadas, tendo a análise de conteúdo como resultados. A utilização desta ferramenta foi satisfatória, pois houve diminuição de componentes na produção como matéria-prima, e melhoria nos processos produtivos. Destaca-se que a produção mais limpa gera economia de processos de fabricação, eliminando desperdícios como matérias-primas, resíduos, água e energia, gerando retornos financeiros e sustentáveis as empresas.

Palavras-chave: Produção mais limpa; tomada de decisão; melhoria contínua.

Abstract

Considering that companies are concerned with sustainable management in their production processes, it is of importance to check the production processes in a metalworking industry, with an emphasis on the cleaner production process as a tool in business decision making. In this paper we propose the suggestion of a system of continuous improvement using the cleaner production in the machinery departamento in a metalworking industry that produces agricultural implements in the north of Rio Grande do Sul. The participant observation method for the description of production processes with semi-structured interviews, with content analysis as results. The use of this tool was satisfactory, since there was decrease of componentes in the production as raw material, and improvement in the productive processes. It should be noted that cleaner production generates savings in manufacturing processes, eliminating waste such as raw materials, waste, water and energy, generating financial and sustainable returns to companies.

Keywords: *Cleaner production; Decision making; continuous improvement.*

1. Introdução

A sustentabilidade tornou-se um tema predominante para as organizações que estão buscando transformar seus processos de produção ágeis, sustentáveis e mantendo a competitividade perante seus *stakeholder*. O P+L (Produção Mais Limpa) é um sistema que agrega valor aos processos de produção, reduzindo e, até mesmo, extinguindo poluições de sobras de materiais utilizados durante os processos de fabricação, podendo reutilizar algumas matérias-primas em outros produtos/processos.

Atualmente, a P+L integra uma estratégia tecnológica, econômica e ambiental dos processos, enfatizando a eficiência de matérias-primas e dos insumos através da redução de desperdícios, utilizando reciclagem dos resíduos gerados, desenvolvendo um benefício econômico ambiental (UNEP, 2016; CNTL, 2016). Além de gerar economia de insumos e componentes, esta ferramenta de produção é bastante utilizada em empresas que almejam controlar o fluxo de mercadorias destinadas ao descarte como uma forma de rentabilidade, diminuindo os custos da produção.

Estudos recentes mostram o empenho das empresas à procura da utilização desta ferramenta (P+L) como forma de aumentar o controle de sustentabilidade e lucratividade. Contudo, visam diminuir os resíduos como um todo, sem perder a qualidade nos produtos e nos processos, que representam o foco principal das organizações (NARA et al., 2015). Neste contexto, também é uma forma para auxiliar na eliminação de desperdícios de tempo, de transporte, e pode agregar valor nos processos de produção, por meio da reutilização de resíduos tratados, tornando-os reaproveitáveis.

Nos processos de produção que agregam valor encontra-se em específico o departamento de macharia, além da possível reutilização de componentes, insumos e matérias-primas, o operador bem capacitado e a tecnologia que é oferecida a este, tem relevância a questão do meio ambiente, que o setor se encontra poluído e com conformidades extremas de desperdício cabendo sugestões de melhoria da P+L.

Assim, nota-se que o cenário empresarial tem se preocupado em tornar seus processos sustentáveis, não se esquecendo do meio ambiente e do social humano. Este estudo analisou os processos de produção de uma indústria do setor metalmeccânico de grande porte, na região norte do Rio Grande do Sul e teve por objetivo sugerir um sistema de melhoria contínua utilizando a P+L no departamento de macharia de uma indústria que produz implementos agrícolas.

2. Referencial Teórico

2.1 Produção mais limpa

A P+L é adotada como *cleaner production*, é uma ferramenta de estratégia, aplicada na produção e nos produtos com o objetivo de economizar e potencializar a eficiência do uso de energia, água e matérias-primas, reaproveitando resíduos gerados nas indústrias tem métodos e procedimentos simples que geram economia, tendo uma forma de produzir melhor, gastando menos. Sendo que, para isso, nem sempre é necessário ter alteração do processo produtivo, dependendo apenas de investimentos financeiros tecnológicos (HINZ; VALENTINA; FRANCO, 2006; ZAMBON; RICCO, 2009).

Criada pela *United Nations Environmental Programme* (UNEP), em 1991, e conforme a *International declaration on cleaner production*, reconhecem que a P+L tem estratégias

de ações que estimulam a produtividade ambiental e prevenção da poluição ambiental, desenvolvendo as políticas e práticas adequadas. Ressaltam também, que esta ferramenta é usada de forma preventiva aplicada aos processos, em produtos/serviços, para proteger e reduzir riscos para o meio ambiente, tornando um preventivo à saúde humana e gerando benefícios econômicos às empresas (UNEP 2016).

Apesar dos grandes benefícios e vantagens da P+L, podem-se considerar algumas desvantagens e barreiras como: econômicas – falta de recursos para aquisições, planejamento inadequado, sistêmicos – carência de documentação e falta de treinamento dos colaboradores, organizacional – ausência de motivação, alta rotatividade, técnica – falta de recursos e pessoas para coleta de dados e limitação de acesso, comportamental – resistência em mudanças, falta de liderança e supervisão, governamental – política inadequada e resistência e falta de apoio, e outras barreiras como limitação de medidas e implementação (MEDEIROS et. al, 2015).

2.2 Processos que agregam valor

Os processos que agregam valor têm o conceito no qual o cliente está disposto a pagar pelo produto/serviço, focando na melhoria da qualidade dos mesmos, e estar à frente de seus concorrentes, o que explica a necessidade do cliente e na qual escolha vai optar por adquirir (ROTHER; SHOOK, 2003).

Em vista que as empresas tinham dificuldades de ter uma produção enxuta, foi na década de 80 e 90, surgiu a ferramenta o mapeamento de fluxo pelas fábricas da Toyota por *Operations Management Consulting* (OMCD), para analisar todas as operações do processo de produção desde a etapa do fornecedor até o cliente verificando a agregação de valor do produto (ROTHER; SHOOK, 2003).

Então, a utilização do mapeamento de fluxo surgiu com a necessidade de melhorar o processo produtivo, buscando formas de encontrar melhorias, dando eficiência de gerenciar e obter redução de custo com acompanhamento de movimentações de materiais e pessoas.

Mesquita e Alliprandini (2003) afirma que o mapeamento de fluxo de valor é preciso ter visão dos processos e conhecimento das consequências de desperdícios, sugerindo e propondo maneiras eficazes de análise ajudando na otimização do fluxo eliminado os desperdícios e tempo

2.3 Melhoria Contínua de processos

Para Tanaka et al. (2012), a melhoria contínua é o planejamento de toda a organização em aumentar a satisfação dos clientes internos – entre departamentos e externos, através da filosofia do *TQM* (*Total Quality Management*) gerenciamento total da qualidade. Neste contexto, é preciso esforço e dedicação dos gerentes e colaboradores para ter a quantia no mercado, tendo benefícios satisfatórios em custos e no lucro.

Dentro da melhoria contínua existem ferramentas como o *Kaizen* e também o PDCA que ajudam nas melhorias de processos se tornando um ciclo de continuidade. A ferramenta *Kaizen* busca melhorar os processos de forma enxuta que é primordial para implementar um fluxo de valor, verificado causas e consequências para obter a qualidade na produção de produtos, e proporciona resultados sem grandes investimentos em curto tempo (LEITE, 2015).

Para Leite (2015), para que o processo seja satisfatório, é preciso que os colaboradores tenham um pensamento *Kaizen*, como: pensar em como fazer, do que não pode ser feito, ou corrigir erros imediatos usando a sabedoria, e não buscar a perfeição nos processos, para isto, corrigir erros imediatos usando a sabedoria, e não buscar a perfeição nos processos, para isto, é necessário capacitá-los dando fundamentação teórica para enxergar o problema rapidamente e ter uma melhoria continuada.

Nos processos de melhoria contínua, o *Kaizen* pode ser continuado através do ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), que de modo repetitivo promove melhorias e monitora o controle, mantendo atualizado (FUSCO, 2015).

3. MÉTODO

O estudo tem por objetivo analisar a estrutura de modo sustentável para gerar recursos à empresa, apresentando melhorias no setor de macharia da fábrica, por meio do método de produção mais limpa, para adquirir recursos de maneira ambiental e social, para aplicar no departamento.

Este estudo é de natureza aplicada voltada ao método qualitativo, onde a questão trabalhada é analisar e propor melhorias, gerando resultados para a empresa. Neste contexto qualitativo, este estudo tem caráter exploratório, pois proporciona ao pesquisador uma finalidade de desenvolver e esclarecer conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas e visa o aprimoramento ou descoberta de ideias. Este estudo, além de exploratório, tem a finalidade descritiva, pois como o próprio nome diz, será apresentado de forma descritiva à ocorrência dos fatos seguidos pela empresa na produção mais limpa.

Ainda, utiliza-se de dois tipos de procedimentos técnicos: o estudo de caso único, pois realizou-se uma análise de um estudo prévio e profundo em uma única empresa e a pesquisa com observação participante, foi observado de forma encoberta onde o próprio pesquisador entrevista e participa no ambiente de trabalho em estudo.

Para tanto, esta pesquisa científica, tem a mensuração de coletar e observar os métodos utilizados em um estudo. As técnicas utilizadas para a coleta de dados deste estudo são de entrevistas semiestruturadas que são aplicadas do entrevistador aos entrevistados solicitando uma lista de itens, fazendo com que o entrevistador possa fazer demais perguntas de forma adequada no decorrer das entrevistas.

As entrevistas proporcionam confiança sem interrupções de conversas, músicas, ruídos etc. As entrevistas foram aplicadas aos gestores dos departamentos da produção que ao todo são cinco gestores e dez coordenadores que ocorreram em agosto a outubro do ano do estudo, contudo a análise documental e de processos da empresa deu-se por meio de uma observação participante, coletada pelo próprio pesquisador.

Neste trabalho, a técnica utilizada para analisar os dados é a análise e interpretação dos dados coletados, o método utilizado foi à análise de conteúdo que, é um conjunto de técnicas que permite uma visão dos sistemas e apreciações da comunicação de forma definida, analisado de forma documental como: planilhas, entrevistas e, também, com o mapeamento de fluxo utilizado na ferramenta de coleta de dados observação participante.

As entrevistas neste estudo serão aplicadas ao gestor do departamento de macharia, na qual podem surgir mais perguntas ao longo da entrevista e serão gravadas e transcritas. Ao todo as entrevistas foram feitas com gestores e coordenadores da fábrica que envolve o processo, e para relatar as entrevistas, foi utilizado a análise de conteúdo apriore.

4. RESULTADOS

4.1 Descrição Geral dos processos de produção para peças de conjuntos fundidos

O processo de produção das peças de conjuntos fundidos que são peças fabricadas no setor da fundição tem a seguinte estrutura conforme o fluxograma da Figura 1:

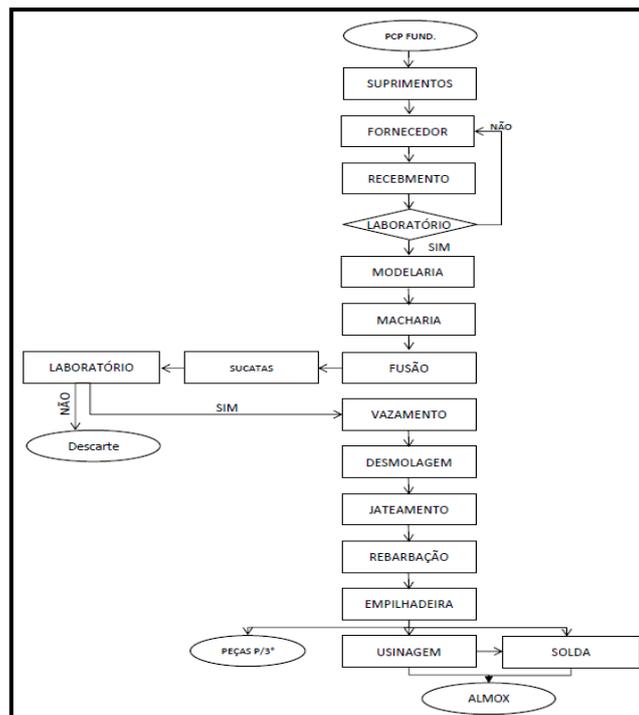


Figura 1 - Fluxograma do processo de produção de conjunto fundido. Fonte: elaborado pelos autores.

O procedimento da fundição começa com três processos de fabricação. O primeiro e mais importante é o pedido de fabricação através do setor PCP fábrica, que é recebido do almoxarifado e verificam a falta das peças fundidas, mandando a programação através de cartões *kanban* para o PCP fundição. Além da programação da fábrica, o PCP da fundição recebe dos clientes que compram diretamente lá a especialidade da cada peça, se a peça é somente fundida, ou precisa ter um acabamento de pintura, específica da cor vermelha (cor padrão de fabricação de máquinas agrícolas). Já a terceira programação ocorre através da empresa matriz que gera os pedidos de exportação.

Então, após os procedimentos a cima o PCP (fundição) verifica a disponibilidade de matéria prima que é solicitado ao setor de compras através da ordem de compra. O fornecedor entrega a mercadoria para o setor de recebimento, e analisa a pesagem da mercadoria enviando uma amostra para o laboratório da fundição. O laboratório tem a função e dever de verificar se a densidade da matéria prima é igual ao padrão de fabricação. Se rejeitada, a mercadoria é enviada novamente ao fornecedor trazendo outra até encontrar a densidade certa para a fabricação.

A aprovação do material é destinada ao setor de modelaria, que tem a função de fabricar as placas e os moldes para a fusão das peças. As placas de moldes em si, são terceirizados e para que o material que se fixa no molde grudar, é necessária uma mistura na centrifugadora onde a modelagem destina o material recebido como água, bentonita, areia

e carvão que funcionam como aglomerante para misturar e enviar através de uma esteira até o operador para preencher o molde. Com o PCP no controle, são feitos cartões *kanban* para que na hora do vazamento verifiquem o tipo de peça que está sendo vazado. A modelaria é o principal fornecedor para ambos os departamentos: macharia (fabricação de machos) e modelagem (fabricação de moldes), ambos trabalham em conjunto para que o líquido vazado seja formado a espessura correta da peça.

Tendo a fabricação dos moldes, o recebimento também destina a macharia para fazer os machos de peças. Estes machos ficam na estrutura do molde para que o vazamento de ferro caia no molde até o macho, sem derreter a areia e sem vazarem dando um desperdício e retrabalho. Por isto, é necessária a aprovação do laboratório para verificar as densidades químicas da matéria prima.

Com os moldes e machos já a espera do vazamento, o forno é responsável para que os materiais sejam derretidos. O operador da fusão (que fica localizado ao forno) recebe mercadorias da fábrica de qualquer setor não reaproveitáveis ou com defeito de fabricação que são chamados de refugos (além da fábrica, também é comprada sucata para derretimento, que são feitas ordem de compra pelo PCP da fundição). Se as peças recebidas da fábrica forem pintadas, são enviadas ao jateamento de granalha que retira toda a impureza da peça tirando materiais que para a fusão são extremamente perigosos.

O derretimento dos materiais em andamento no forno a uma temperatura de 1.500°C graus, o laboratório faz amostras de 20 em 20 minutos com bolachas de ferro que são visualizadas por meio do espectro e repassadas às informações de componentes ao computador. Se caso houver um elemento químico como Cr (cromo) na matéria prima que está sendo derretido, o laboratório tem a função de avisar imediatamente o operador da fusão para que pare com o procedimento de fusão e jogue em painéis de resíduos para descarte. Este material é altamente tóxico, inimigo do metal para a aglomeração de elementos utilizados na areia verde (areia do molde) não é utilizado.

Depois o forno ter derretido as sucatas é ocorrido o vazamento de ferro fundido a temperatura aproximada a 1400 a 1420°C graus tendo dois cartões de temperatura. O operador da fusão separa em painéis para que o operador do vazamento possa vazar nos quatro corredores de moldes. Esta operação é repetida cinco vezes ao dia para não parar o processo produtivo da fundição, já que a demanda é grande.

Após o vazamento é deixado às peças descansando durante 30 minutos peças menores e peças maiores 40 minutos para voltar a uma temperatura inferior a 100°C graus, para que a desmolagem seja feita. Este processo é efetuado com o operador retirando as peças dos moldes e machos, onde a peça se solidifica dentro do molde sendo processada por uma máquina de desmolar (vibradora) com o operador tirando-as manualmente a areia batendo na peça quente com uma marreta para remover as sobras da areia verde.

O jateamento por sua vez, é feito com o jato de granalha para a limpeza da peça, é onde a peça dá o brilho na cor cinza. Este processo com o jato é necessário para retirar as incrustações da areia nas cavidades mais fundas, onde a desmolagem não consegue retirar totalmente, pois a areia usada na confecção do molde pode grudar e fixar sobre a peça, e com a ajuda do jato as imperfeições causadas no processo de resfriamento seja eliminado.

No fluxo da fundição, a rebarbação/acabamento é específica da retirada dos canais de alimentação, ou seja, são as rebarbas, massalotes, sobras onde se formam no processo de fundição de secamento da peça com o molde. Esse processo é fundamental para que a peça não tenha defeitos, o operador faz um processo manual com a esmerilhadeira/discos para que finalmente tenha o formato da peça fundida.

Em seguida as peças com todo o acabamento pronto são enviadas aos pontos de fluxo e distribuição de materiais, onde o operador de empilhadeira verifica através do cartão *kanban* o destino da peça. Este transporta a caixa de peças aos setores de usinagem (quando é necessário algum furo específico na peça) ou para o setor de almoxarifado para o abastecimento da peça no estoque que é repassado ao PCP fábrica.

4.2 Descrição do departamento de Macharia

O departamento de macharia (ou fabricação de machos), é um dos processos mais detalhados da fundição, pois os machos precisam ser fixados dentro do molde, para que o encaixe esteja nas medidas corretas na hora do vazamento. Se o macho não estiver bem modelado, ou seja, cortado e lixado indevidamente sem retirar as rebarbas ou machos com defeito, podem acarretar em desperdícios de ferro fundido e também de tempo de produção perdido, além de matéria-prima jogada fora e enviada para material de coleta terceirizado de resíduo de areia de fundição classe I e II conforme a classificação da NBR 10004.

É necessário que a macharia esteja sempre dois dias com a programação à frente do setor de moldagem, que é o próximo passo para a produção, isto é chamado de estoque de segurança da Macharia. Este tipo de estoque é uma prevenção se algum sinistro acontecer na máquina desde manutenção, limpeza geral, troca de grades e sensores, falta de matéria-prima ou atraso de recebimento de materiais, falta de pessoal, palestras, reuniões, análises de areia e resina, vazamento de matéria-prima (areia ou resina), falhas na programação, falhas de encaixe na máquina, defeito elétrico, sensores ou peças quebradas, outras paradas, e trocas de borrachas de vedação do sopro nas grades de caixas de moldes.

Neste setor, existe uma programação feita pelo excel através do departamento PCP da fundição, recebem comandos de fabricação feitas pelo PCP fábrica, peças de terceiros do departamento de peças e peças de exportações enviadas solicitações da empresa matriz, e é repassado aos operadores para noção de fabricação. Neste controle observa-se os códigos de produtos produzidos, tipo de peça para uma localização da sala de moldes. Os moldes para fabricação na máquina demoram em torna de 1 minuto a 1 minuto e 40 segundos o giro dependendo a peça, para que o operador possa programar a quantidade necessária de giros, e a quantidade produzida. Cada caixa de metal de macho é constituída por aberturas, onde o operador precisa regular a máquina para que ocorra a vazagem de areia e resina corretamente, em caso de falta de análise é desperdiçado todo o trabalho, pois as aberturas não serão as mesmas conforme o molde de macho.

As matérias-primas utilizadas para a fabricar os machos são: resina, areia juntamente com o catalizador. A resina é extremamente necessária para a produção dos machos para que a areia se torne fixa e resistente a temperatura do vazamento de ferro fundido. É utilizado em torno de 100 a 150 ml ao dia de resina para cada 16 a 18 kg de areia necessária para a fabricação dos machos. Esta resina tem quatro galões encontrados na área externa no segundo andar que comporta a macharia, em média de quatorze dias de produção é necessária a troca do galão pelo outro. A resina serve para polimerizar a ação através do calor aquecido no aquecedor que encontra-se na area interna a uma distância de 200 metros do silo e do misturador. Após aquecida e chegar a temperatura de 35 a 40°C graus, é programado para transportar por meio de mangueiras até o misturador que é feito as misturas de areia, resina e catalizador (tendo composição química de acelerar o processo de cura na secagem da areia e resina em segundos), para que caia na máquina e faça o processo de fabricação.

Na máquina modelo VICK HV-2 própria para a fabricação de machos para a fundição, é preciso estes procedimentos de materiais para que possa ocorrer o sopro de areia para que seja fixado no molde. Neste processo, a máquina é programada pelo operador o tipo de peça e o peso de areia, para que o sopro preencha a quantia necessária das placas metálicas do macho. Após as peças na mesa, é necessário cortar as rebarbas, onde a engenharia e PCP façam o esboço para que os operadores saibam qual a peça que está sendo fabricada. As sobras do macho de areia são colocadas em uma caixa que é destinado a coleta de resíduo de areia, onde uma empresa terceirizada coleta duas vezes por semana. O macho por fim, é a cópia fiel da peça, e necessita de cuidados de qualidade verificado pelo PCP e coordenador.

4.3 Análise dos processos que agregam valor do departamento de Macharia

No departamento da Macharia encontra-se atividades dos operadores que agregam valor ao processo, como também a qualificação dos operadores, boas ferramentas, bom *layout*, ambiente limpo, influenciam para que os operadores tenham rotinas tranquilas e bom ambiente de trabalho, tendo retorno das atividades na produção. Neste setor, são dispostos em três operadores que auxiliam no processo de fabricação. O operador 1 e 2 tem as mesas rotinas, já o operador 3 classificado como o coordenador do setor, tem responsabilidades diferentes como organizar os carrinhos, layout do setor e verificar a qualidade dos machos, nestes processos não há agregação de valor, somente em verificação de qualidade.

Conforme a Figura 2, nota-se os processos diários dos operadores da empresa com os três processos que agregam valor entre eles: o que agrega valor ao processo, o que não agrega, o que não agrega, mas, necessário para o processo e tipo de operação do fluxo de materiais.

Nº	OPERADOR	AGREGA VALOR?			
		SIM	NÃO	NECESSÁRIO	OPERAÇÃO
1	LIGAR A MÁQUINA			X	●
2	ANALISAR A FICHA DE PROGRAMAÇÃO			X	■
3	DESLOCAR-SE ATÉ A SALA DE MOLDE		X		→
4	SEPARAR AS CAIXAS METÁLICA DOS MOLDES	X			●
5	DESLOCAR-SE ATÉ O POSTO DE TRABALHO		X		→
6	ABRIR PORTA DA MÁQUINA			X	●
7	COLOCAR A CAIXA 1	X			●
8	ENCAIXAR	X			●
9	COLOCAR A CAIXA 2	X			●
10	ENCAIXAR	X			●
11	COLOCAR A CAIXA 3	X			●
12	ENCAIXAR	X			●
13	FECHAR PORTA DA MÁQUINA			X	●
14	DESLOCAR-SE ATÉ O POSTO DE TRABALHO		X		→
15	PROGRAMAR MÁQUINA	X			●
16	PEGAR O CILINDRO DE BATER			X	●
17	ESPERAR EM TORNO DE 30 SEGUNDOS P/GIRO DA MÁQUINA			X	■
18	BATER NA MÁQUINA PARA SOLTAR O MACHO			X	●
19	PEGAR O MACHO	X			●
20	COLOCAR O MACHO NA MESA			X	●
21	REPETIR PROCESSO Nº17			X	■

Figura 2 – Processos que agregam valor dos operadores no departamento da Macharia. Fonte: elaborado pelos autores.

No processo do operador encontram diversas atividades que agregam valor ao processo. O operador precisa separar as caixas metálicas dos moldes para a fabricação dos machos conforme a capacidade da máquina faz-se três machos, e analisar a ficha de controle do

PCP, deslocar-se para buscar as caixas metálicas na sala de molde onde ficam guardadas as caixas não agrega valor, mas separar agrega, pois irá começar o processo para fabricação, voltar ao posto de trabalho e abrir porta da máquina não agrega, porém necessário, encaixar as placas na máquina agrega assim como fazer programações na máquina e pegar o macho pronto para prosseguir com o processo. Após processo 21, é encaminhado ao coordenador para organizar os carrinhos e fazer a qualidade dos machos. Nota-se então neste processo do operador tudo que for para produzir o macho agrega valor.

4.4 Melhoria contínua no processo produtivo da Macharia utilizando a P+L

Após analisar a estrutura do processo produtivo da macharia monitorando desde a entrada da matéria-prima areia e saída do macho pronto ao próximo passo para moldagem, diagnosticou que no ano de 2016, até o terceiro trimestre, houve grande quantidade de resíduos no departamento da Macharia como EPI'S contaminados (como luvas, macacões, mascarás e óculos), resíduo de areia de fundição classe I (como restos de torrões misturados com resina de fenol e catalisador, e areia pronta desperdiçada durante o processo), e resíduos diversos contaminados com óleo (como mangueiras, e outros lubrificantes) depositadas em containers separados. Os resíduos são destinados a empresa terceirizada, e tem destinação como aterro industrial e no coprocessamento de cimento. Neste processo a empresa contratante paga pela logística do serviço de retirar o container e transportar até o destino.

Em análises do departamento encontram-se certas perdas de areia no processamento que geram grandes resíduos. Estas perdas são feitas através da areia misturada no silo e com a máquina do misturador que faz a mistura da areia, da resina e do catalisador que em seguida, após a mistura é largada em forma de jato na máquina para fazer o macho. Este processamento é feito no segundo andar para o primeiro, já que a máquina encontra-se no primeiro andar e o misturador no segundo. Como grande parte da areia é despejada na máquina numa altura de distância entre ambas de 60 cm, a sugestão com a P+L é de colocar um tubo ou um funil onde areia não seja desperdiçada no processo evitando esta distância entre os equipamentos, não sujando a máquina e o chão evitando a limpeza duas vezes ao dia do operador, e eliminando o desperdício nesta parte diminuindo o consumo de matéria-prima.

Outra análise é reaproveitamento da areia fenólica, existe um equipamento que parte da areia possa ser recirculada novamente, é adquirindo um equipamento de regeneração mecânica de areia de fundição. Este equipamento novo no mercado fabricado pela empresa MSP, pode ser reutilizado com cinco toneladas de areia por hora, faz com que a areia e seus aglomerados químicos ligantes como resina de fenol através de sistema auto abrasão por centrífugos, ocorre à separação das partículas finas de areia retirando materiais magnéticos e resfriando a areia em seguida. Com a P+L, isto é eficaz para ter redução de refugos, desperdícios e matéria-prima utilizada no processo e economia do custo de terceirização e insumos o que compensaria futuramente o gasto com a máquina.

Outra sugestão é o desperdício da areia no fechamento da placa do molde que comprime a máquina no vazamento da areia para preencher o macho. Esta placa metálica tem duas cavidades, sendo à parte de baixo e a parte de cima que juntamente a máquina é 'grudada' para vazar a areia processada na placa, que forma em espécie de vácuo aos lados vazando uma pequena quantidade de areia fora do molde. Então, como sugestão para não ter grande excesso de areia desperdiçada neste processo é colocando borrachas grossas de

1 cm de espessura em volta da placa metálica para fazer o fechamento total sem ocorrer espaçamentos e desperdícios. Este processo da borracha para prensar bem os lados da placa custa em torno de R\$ 1,30 cada borracha, sendo que este pode ser comprada em três unidades e deve ser reaproveitada em outras placas.

Dentro das metodologias da P+L, a modificação do processo ou de matéria prima é válida para melhoria contínua. Neste caso avaliar as cavidades do molde metálico que é produzido pela modelagem (departamento anterior da macharia), é capaz de diminuir o excesso de rebarbas que se encontram na placa metálica e também, a diminuição do processo do auxiliar em cortar e lixar o macho e da matéria prima que será produzida. Neste contexto, seria importante a empresa avaliar as caixas metálicas dos moldes de machos, utilizando placas redondas ao invés de quadradas, já que teria uma probabilidade de diminuição.

Outras formas da empresa buscar inovações sustentáveis no processo conforme a P+L, é ter uma continuidade em melhorias através de um grupo de *ecotime*, para que fizessem as investigações sempre que necessário para verificar os desperdícios tendo controle em planilhas e relatórios, e um departamento de pesquisa e desenvolvimento para aprimorar conhecimentos e testá-los e aplicá-los na empresa, fazendo especializações, cursos, visitas técnicas para estar à frente em nível de competitividade no mercado.

Com a P+L também é possível criar relatórios de desperdícios de toda parte onde há matéria-prima utilizada, neste caso a areia, resina, catalisador, inclusive borrachas e madeiras que são usadas para fabricação de lixas e rebarbas. Estes relatórios precisam ser diários para ter um controle mensal e sempre verificar as causas de problemas. Já para melhoria contínua destes processos e outros, é importante ter uma ferramenta como *kaizen* para o processo para sempre ter um ciclo de melhorias e verificação dos problemas e maneiras de serem resolvidos.

Para tais melhorias no processo descritas, foi elaborado através da ferramenta de gestão um plano de ação como 5W2H para eventuais processos conforme a Figura 3.

PLANO DE AÇÃO 5W2H						
O QUE?	POR QUE?	QUEM?	QUANDO?	ONDE?	COMO?	QUANTO CUSTA?
Perdas de areia	Há grandes desperdícios pelo vácuo de distância do Silo e Máquina	Ecotime/ Coordenador da equipe	Conforme cronograma de melhorias da empresa	Departamento da Macharia 2º andar	Utilizando tubo ou funil de 60 cm para evitar o desperdício	Orçar/ fabricar este tubo de ferro, que se tornaria barato quando fabrica-lo pela empresa e soldado
Reaproveitamento da areia Fundição através da aquisição da máquina de regeneração	Gera alto custo fazendo coleta terceirizada em outro estado, para dar destino a sterro ou coprocessamento no cimento	Gerência da Fundição e Ecotime	Conforme cronograma de melhorias da empresa	Fábrica Fundição - Departamento da Macharia	Aquisição da Máquina de Regeneração Mecânica de areia de Fundição tornando-a areia verde	Orçar com empresa MSP ou outras
Colocar borrachas de 1 cm de espessura nas placas metálicas	Existe grande desperdício de areia jogada dentro da placa metálica do molde para fora	Operador da Macharia	Conforme cronograma de melhorias da empresa	Fábrica Fundição - Departamento da Macharia	Encaixando borrachas na hora do fechamento da placa superior e inferior na máquina	Custo da borracha em torno de R\$ 1,30 x 3 unidades: R\$3,90, podendo se reutilizada
Avaliar Cavidades da placa metálica do Molde Macho	Diminuir o processo de cortar rebarbas do operador e não ser reaproveitada	Departamento de Modelagem e PCP Fundição	Conforme cronograma de melhorias da empresa	Fábrica Fundição - Departamento de Modelagem	Ajustand o molde na placa metálica sem rebarbas	Não tem custo
Criação de equipe Ecotime	Verificação e análises sustentáveis nos processos de fabricação de toda a empresa	Departamento de RH juntamente com a seleção de alguns colaboradores do departamento da qualidade	Conforme cronograma de melhorias da empresa	Em toda empresa	Ter pessoas qualificadas para o desenvolvimento e expansão da Produção mais limpa no processo produtivo	Verificar com o Departamento de RH se irá ter custo para o Ecotime
Criação do departamento de pesquisa e desenvolvimento	Aprimorar conhecimentos sustentáveis e aplicá-los no processo produtivo	Departamento de RH	Conforme cronograma de melhorias da empresa	Empresa	Pessoas qualificadas para estudar, visitar empresas sustentáveis e aplicar na empresa buscando a inovação dos processos	Verificar com o Departamento de RH
Elaboração de controles diários	Ter controles de desperdícios de matéria prima, mão de obra, tempo, energia	Coordenador do departamento Macharia	Conforme cronograma de melhorias da empresa	Fábrica Fundição - Departamento da Macharia	Através da P-L existem controles que podem verificar as medidas de desperdícios achando as causas do processo	Não tem custo
Ferramenta <i>Kaizen</i>	Ter uma melhoria continua no processo do departamento da Macharia	PCP Fundição e Coordenador do departamento da Macharia	Conforme cronograma de melhorias da empresa	Fábrica Fundição - Departamento da Macharia	Utilizando ferramentas Kaizen e implementado no departamento	Não tem custo

Figura 3 – Plano de ação utilizando a P+L no departamento de macharia. Fonte: elaborado pelos autores.

Na utilização da P+L é possível fazer modificações de processo sem ter custos e também modificação de equipamentos, já que na maioria das fábricas de fundição são de uso de equipamentos e máquinas antigas, neste caso uma das sugestões é fazer um investimento e adquirir máquinas novas com uma tecnologia avançada que não ocorra desperdícios, focando na redução de impacto ambiental, social e econômico empresarial.

5. Conclusão

Este estudo descreve analisa e propôs melhorias no processo produtivo em uma indústria metalmeccânica, levando em consideração a diminuição de resíduos, processos, energia, gases e matérias-primas, utilizando conceitos e soluções simples com técnicas baseadas nas ferramentas da P+L. Os resultados podem ser satisfatórios para a empresa que deseja implementar, pois este estudo propôs melhorias no processo em um setor onde havia maior desperdício.

No desenvolvimento do estudo observou-se a importância de que todas as empresas necessitam ter pessoas envolvidas para garantir resultados satisfatórios, já que no processo de fabricação da fundição, maior parte dos processos são manuais, ou seja, necessitando de colaboradores para a execução das mesmas.

Neste contexto, a P+L tornou-se uma ferramenta competitiva e inovadora para a gestão de diversos segmentos empresariais, gerando recursos naturais e sustentáveis para que as empresas alcancem seus objetivos de forma ambiental e reestruturando seu contexto organizacional, gerando recursos que eram considerados escassos com outras formas de renda, prevenindo acidentes tanto ambientais quanto sociais.

Em objetivos deste estudo, levou-se como primeiro passo a descrição dos processos de produção de toda a empresa, apresentando seus fluxogramas, funcionamentos de departamentos, ferramentas de gestão que a empresa utiliza como *kanban*.

Analisou-se como principal foco do trabalho, o processo do departamento da macharia localizado na fábrica de fundição. Detalhou-se o processo do departamento com as rotinas que agregam valor dos operadores, para verificar retrabalhos, desperdícios e atividades necessárias, mas que não agregam valor ao produto. Também foi desenhado o *layout* do departamento e estudou-se que o *layout* não interferia no processo.

Como sugestão de melhorias utilizando a P+L, diagnosticou-se por meio da análise desperdícios, retrabalhos, falta de departamentos como pesquisa e desenvolvimento e *ecotime* para que possam acompanhar processos inovando e verificando para continuidade do processo sustentáveis, diminuição de gases poluentes, economia, substituição de possíveis insumos.

Conclui-se que a metodologia abordada possa servir de exemplo a ser ampliado para estudos futuros e também para demais processos da empresa, como expansão a outros setores da fábrica que necessitam de transformações e análise de processo.

Referências

CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas. Implementação de programas de produção mais limpa. *Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/UNIDO/UNEP*, Porto Alegre, RS, p. 42, 2016.

FUSCO, L. *Padronização de atividades operacionais no setor de usinagem de uma empresa metal mecânica*. Dissertação 2015, 230 p. (Graduação em Engenharia Produção) – Engenharia de Produção, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2015.

HINZ, R. T. P.; VALENTINA, L. V. D.; FRANCO, A. C. Sustentabilidade ambiental das organizações através da produção mais limpa ou pela avaliação do ciclo de vida. *Estudos tecnológicos*, São Leopoldo, v. 2, n. 2, p. 91-98, 2006.

LEITE, J.V. G. A. *Melhoria de processo operacional utilizando mapa de fluxo de valor em uma indústria metal-mecânica*. Dissertação (Graduação em Engenharia Produção) – Engenharia de Produção, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2015.

MEDEIROS, D. D.; CALABRIA, F. A.; SILVA, G. C. S.; FILHO, J. C. S. Aplicação da produção mais limpa em uma empresa como ferramenta de melhoria contínua. *Revista Produção*, São Paulo, v. 17, n.1, p. 109-128, jan/abr. 2015.

MESQUITA, M.; ALLIPRANDINI, D. H. Competências essenciais para melhoria contínua da produção: estudo de caso em empresas da indústria de autopeças. *Gestão e Produção*, v.10, n.1, p.17-33, abr. 2003.

NARA, E.O.B.; GERHARD, G.; SEHN, K.T.; MORAES, J.A.R.; SILVA, A.L.E. Aplicação da metodologia de produção mais limpa em um processo de rotomoldagem como uma ferramenta sustentável aplicada à segurança do trabalho. *Revista Exacta – Engenharia da Produção*, São Paulo, v.13, n.1, p. 377-389, 2015.

ROTHER, M.; SHOOK, J. *Aprendendo a enxergar o fluxo de valor para agregar valor eliminando o desperdício*. 1 ed. Rio de Janeiro: Lean Institute Brasil, 2003.

TANAKA, W. Y.; MUNIZ Jr., J.; FARIANETO, A. Fatores críticos para implementação de projetos de melhoria contínua segundo líderes e consultores industriais. *Revista eletrônica Sistema e Gestão*, São Paulo, v.7, n. 1, p. 103-121, 2012.

UNEP – *International declaration on cleaner production*. 2016. Disponível em: <<http://www.unep.fr/scp/cp/network/pdf/english.pdf>>. Acesso em: abr. 2016.

ZAMBON, B.P.; RICCO, A. S. *Sustentabilidade empresarial: uma oportunidade para novos negócios*. Espírito Santo: 2009.