
ANÁLISE ERGONÔMICA NO PROCESSO DE QUEBRA DE CANAL EM UMA FUNDIÇÃO POR MEIO DO MÉTODO OWAS

SANTOS, Lucas Bechelli ¹
TAMAZZIA, Luis Fernando ²
LUSSOLI, Rosineide Junkes ³

RESUMO

Atualmente a qualidade de vida tem se tornado um fator determinante na escolha de uma empresa para se trabalhar. Sendo assim, no ramo de fundição e principalmente no processo de quebra de canal, são necessárias intervenções para melhorias ergonômicas e de segurança. Com base nisso, o presente artigo teve como objetivo analisar as posturas ergonômicas no processo de quebra de canal em uma fundição. Para realizar a avaliação utilizou-se do método OWAS, que se baseia na observação, registro e classificação de posturas. A ferramenta avalia combinações das posições de dorso, braço, pernas e o fator de carga, podendo ser classificado em até 72 posturas tipicamente adotadas em uma indústria pesada. Após a aplicação do método OWAS no processo de quebra de canal, foi possível avaliar 234 posturas ergonômicas de trabalho, sendo que 40% dessas posturas devem receber intervenção imediata ou a curto prazo.

Palavras-chave: Análise Ergonômica; Quebra de Canal; OWAS.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a qualidade de vida tem se tornado um fator determinante na escolha de uma empresa para se trabalhar, sendo responsável inclusive por estabelecer uma relação de cooperação e respeito mútuo entre as partes. Desta forma, a ergonomia e segurança do trabalho se apresentam como elementos relevantes para a definição de um plano de carreira para os funcionários dentro de qualquer organização. Sendo assim, no ramo de fundição e principalmente nos processos de quebra de canal são necessárias intervenções para melhorias ergonômicas e de segurança.

¹Graduanda(o) do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário UNISOCIESC, bechellilucas@gmail.com; ²Graduanda(o) do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário UNISOCIESC, luisf.tamazzia@gmail.com; ³Professora orientadora: Dra., Centro Universitário UNISOCIESC, rosineide.lussoli@unisociesc.com.br;

No setor metal mecânico 75,2% dos trabalhadores relatam que sofreram algum sintoma musculoesquelético no último ano, com índice de 38,5% de afastamento em decorrência destes problemas (PICOLOTO; SILVEIRA, 2008). Mais precisamente, na área de acabamento, 78% dos operadores sentiram algum tipo de desconforto ergonômico, sendo a coluna a região do corpo mais afetada (PEREIRA *et al.*, 2013).

Além disso, historicamente dentro dos processos de uma fundição, a quebra de canal é o que menos recebe investimentos diretos, ficando defasado em relação às demais áreas em aspectos de produtividade, ergonomia e segurança do trabalho

Neste sentido, a principal motivação para sustentar o presente projeto de pesquisa, reside nos altos índices de insatisfação na realização de trabalhos manuais com grandes exigências físicas, resultando em um índice elevado de afastamentos, oriundos de acidentes e doenças ocupacionais (BATIZ *et al.*, 2016; IIDA, 2005).

Outro ponto relevante segundo Misztal *et al.*, (2015) é que no ramo de fundição são registrados grandes níveis de rotatividade em funções operacionais, quase sempre relacionadas a insatisfação dos colaboradores na execução de suas atividades.

No atual contexto do processo de quebra de canal, o perfil da mão de obra operacional é de baixa qualificação e remuneração, em contrapartida as atividades exigem alto esforço físico e condições de trabalho ruim. Desta forma, a mão de obra direta acaba optando por outros ramos de atuação com remuneração equivalente e melhores condições.

Portanto, foi proposto uma análise ergonômica no processo de quebra de canal em uma fundição, avaliando a postura através do método OWAS (Ovaco working posture analysis system).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem por objetivo apresentar uma revisão atualizada da literatura em relação ao tema proposto, apresentando os principais conceitos utilizados ao longo da pesquisa.

2.1 PRODUÇÃO ENXUTA X ERGONOMIA

Conforme Favaretto *et al.*, (2011) atualmente para uma empresa se manter competitiva no mercado é crucial que seja implantada a filosofia da produção enxuta (PE). Além da competitividade, outro dos principais motivos para se implantar a PE é o combate de problemas críticos à produção, com tempo médio para implantação de 4,9 anos (SAURIN *et al.*, 2010).

Segundo Peralta *et al.*, (2016) na fábrica Lean o processo da produção enxuta abrange todos os envolvidos, desde a concepção do produto, aos trabalhos da base operacional. Todos são relevantes para a análise e solução de problemas. É necessário o envolvimento das áreas de segurança e ergonomia para avaliação dos trabalhos executados e correção de possíveis fontes de lesões identificadas. Ao contrário de outros sistemas, os funcionários são considerados como seres humanos e determinantes no processo de produção, indo ao encontro dos conceitos de ergonomia (BRAZ, 2018).

Em ambas as práticas de manufatura enxuta ou ergonomia a meta é prover melhorias relacionadas à produtividade, qualidade e segurança. Enquanto a PE procura mapear o fluxo dos produtos nos processos e evoluí-los, a ergonomia faz uma melhor avaliação do trabalhador, atuando nos processos para respeitar seus limites físicos, cognitivos e psicossociais (DAGOSTIN, 2017).

Apesar da manufatura enxuta promover a melhoria das condições de trabalho, vários estudos apresentam uma deficiência na questão ergonômica após a implementação de suas práticas (PERALTA *et al.*, 2016). Conforme Saurin *et al.*, (2010) existe uma grande dificuldade em operacionalizar os conceitos da PE para as melhorias na prática.

De acordo com Peralta *et al.*, (2016) a principal causa dos efeitos prejudiciais da mentalidade enxuta é o aumento na intensidade do trabalho, normalmente seguido de uma resistência dos colaboradores às novas metas. Dentre os principais fatores que geram o aumento dessa intensidade, se destacam: as ausências de pausas durante as atividades, a pressão gerada pela produção puxada, redução dos tempos de ciclos e de recursos, as insistentes horas extras e a sobrecarga de tarefas.

Após uma pesquisa realizada em 47 empresas que trabalham com produção enxuta, nacionais e multinacionais, de segmentos variados e com posições de destaque, foi possível concluir que há baixo interesse na integração da PE com a gestão de segurança, saúde e meio ambiente. Portanto, justificando o demérito da manufatura enxuta em melhorar as condições de trabalho (SAURIN *et al.*, 2010)

Independentemente dos relatos de adversidade provocados aos trabalhadores menos instruídos, principalmente nas indústrias automotivas, o Lean Manufacturing, pode sim, ter resultados positivos nas condições de trabalho. (PERALTA *et al.*, 2016). As empresas precisam integrar os fatores humanos em conjunto com as práticas da mentalidade enxuta (SAURIN *et al.*, 2010).

É possível, através de um bom planejamento e análise, realizar a organização das atividades nos postos de trabalho, aumentando o controle em relação ao fluxo de materiais e pessoas, diminuindo o número de movimentações (PERALTA *et al.*, 2016).

D'agostin (2017) afirma que para conseguir maior agilidade, ganhos de produtividade e reduzir os desperdícios, a padronização é essencial. Após a definição dos critérios de aceitação, é possível a rápida identificação dos desvios, aumentando a estabilidade da mão de obra (SAURIN *et al.*, 2010).

2.2 ERGONOMIA

A ergonomia estuda como adaptar o trabalho ao homem. E abrange todas as interações entre o homem e qualquer atividade com um fim produtivo. A ergonomia parte sempre do sentido do trabalhador para o trabalho, entendendo que é mais difícil adaptar o homem ao trabalho do que vice-versa (IIDA, 2005).

Para Iida (2005), o objetivo base da ergonomia é identificar os fatores que influenciam no ciclo produtivo e reduzir os efeitos prejudiciais à saúde do trabalhador. Desta forma, se reduz o cansaço, as dores e o estresse, o que consequentemente reduz os erros e acidentes, impulsionando a produtividade.

De acordo com Semensato (2013), o papel central da ergonomia é transformar o trabalho de forma que as situações laborais não alterem a saúde dos trabalhadores e ao mesmo tempo, a empresa alcance seus objetivos financeiros.

Batiz *et al.*, (2016 *apud* BATIZ, 2014) afirma que as quatro principais causas de danos à saúde que atraíram a atenção de especialistas em ergonomia e saúde e segurança no trabalho nas últimas décadas são: posturas no trabalho, movimentação manual de cargas, movimentos repetitivos e estresse ocupacional.

O setor metalmeccânico tem chamado a atenção dos especialistas em saúde do trabalho, pois seus problemas ergonômicos ocorrem justamente nesses pontos. Segundo Batiz (2016), os trabalhadores da fundição estão expostos a riscos para a saúde originados de três principais fatores: manuseio de peso, posturas adotadas e rotas percorridas.

Grande parte das atividades realizadas na indústria de fundição envolve mão de obra manual, sendo que, a maioria delas são bastante repetitivas, monótonas e ocorrem em ritmo intenso, o que explica a alta incidência de Lesões por Esforço Repetitivo (LER) (MOTTIN *et al.*, 2012).

Para Mottin (2012), o processo produtivo de uma fundição possui diversos elementos que contribuem para que ocorram as LERs, como: repetição, força, postura inadequada, choque e impacto, estresse mecânico, vibração e temperatura, associados à duração, intensidade e frequência.

Em um estudo realizado em uma fundição do Rio Grande do Sul, 75,2% dos trabalhadores relataram algum sintoma musculoesquelético nos últimos doze meses e 38,5% já se afastaram de suas atividades por esses problemas (PICOLOTO; SILVEIRA, 2008).

Outro estudo no setor de acabamento, indicou que 78% dos operadores possuem algum desconforto, sendo a coluna a região do corpo mais afetada. Para 59% dos operadores, o desconforto sentido aumenta durante a jornada de trabalho, o que pode apontar sua origem (PEREIRA *et al.*, 2013).

Para Batiz (2016) a movimentação manual de cargas, principalmente quando envolve levantamento de peso, deve ser considerada um trabalho pesado, mesmo que o consumo de energia e a pulsação não aumentem significativamente.

A movimentação é uma grande fonte de perigos e problemas para trabalhadores industriais em todo o mundo (SHARMA; SINGH, 2014). Kroemer e Grandjean (2007) afirmam que o verdadeiro problema na movimentação manual de cargas não é o quanto eles demandam do músculo, mas o desgaste que gera nos discos intervertebrais.

Ainda sobre as cargas, Antonelli *et al.*, (2011) afirma que o transporte manual de cargas na fundição excede as capacidades e limitações humanas, o que pede uma intervenção no processo em busca de melhoria e definição de um limite máximo.

Já em relação à postura, Guérin *et al.*, (2001) mostra que a partir da análise postural é possível entender a complexidade da atividade e os problemas que possui. Acrescentando ainda que as posturas são um objeto de estudo em si, já que são fontes de fadiga e podem gerar distúrbios vertebrais e articulares.

Batiz *et al.*, (2016) destaca que em uma fundição 78,9% das posturas analisadas são inadequadas. 31,4% declararam que a postura de trabalho em pé, piora a dor que sentem em decorrência do trabalho.

Dos trabalhadores entrevistados, 68,6% avaliou como ruim ou regular o layout da fundição, o que segundo eles atrapalha a execução de suas atividades e leva à adoção de posturas inadequadas.

Entende-se então, que o setor de fundição precisa de ações imediatas para melhorias ergonômicas. Por outro lado, as características de ergonomia e segurança não costumam formar a linha principal das atividades de melhoria no processo de fundição (BUTLEWSKI *et al.*, 2014).

Grande parte dos problemas ergonômicos do setor podem ser reduzidos através da introdução da automação nos processos, o que elimina as atividades manuais (MISZTAL *et al.*, 2015).

Misztal *et al.*, (2015) ainda aponta que a automação do processo de fundição é uma inovação tecnológica que melhora a produtividade e as condições de trabalho. Além disso, possibilita a tirar os trabalhadores dos trabalhos pesados sob condições difíceis, além de permitir a redução de mão de obra direta.

2.3 PROCESSO DE FUNDIÇÃO

Para Soares (2000), dentre os mais variados tipos de processos de fabricação, a fundição possui grande destaque, permitindo a produção desde peças simples e pequenas, como itens de jardinagens, até mesmo peças de grandes proporções e complexidade, como para atender à indústria aeronáutica. Atualmente as fundições tem sua produção voltada principalmente ao mercado automobilístico.

O processo de fundição consiste no derramamento do metal líquido (totalmente fundido) em uma cavidade do molde que possui as formas geométricas desejadas. Após a solidificação do metal, tem-se então o produto. Existem várias técnicas de processos de fundição, como: molde de areia, com matriz, de precisão, fundição contínua, entre outras (CALLISTER JUNIOR; RETHWISCH, 2018).

Tâmega (2017) diz que na maioria das vezes os moldes são feitos de areia e o vazamento do metal acontece através da ação da gravidade. Esse molde é a base para o processo chamado de moldagem em areia. Para a realização da moldagem é necessário primeiramente fazer um tratamento na areia, garantindo que ela tenha as características para suportar o fluxo do metal e a permeabilidade.

Conforme Callister Junior e Rethwisch (2018), o molde é composto por duas partes, onde através do modelo da peça que se deseja fundir, a areia é compactada. Além do modelo da peça, nesse molde são incorporados outros elementos que garantem a qualidade do produto, como canais de alimentação.

Para a realização de furos, cavidades ou reentrâncias em uma peça é necessário a utilização do que chamamos de “macho”, que também é composto de areia. Dessa maneira, ao fechar o molde o metal líquido não irá preencher esse espaço (TÂMEGA, 2017).

Como afirma Soares (2000, p.112), durante a fase do projeto deve ser escolhida a posição da peça no molde que definirá a maior ou menor facilidade na extração do modelo, o número e a complexidade de cada um dos machos, dificuldades de montagem e rebarbas mal posicionadas e problemas na alimentação. Às vezes uma simples alteração da posição da peça no molde pode resolver defeitos de alimentação persistentes.

Para se acelerar o escoamento do metal e reduzir possíveis problemas de qualidade, normalmente são adicionados aos moldes canais de alimentação, por onde o metal líquido irá preencher a cavidade, dando formato à peça (CALLISTER JUNIOR; RETHWISCH, 2018).

Os canais de alimentação tem como principal função garantir o acesso do metal a todas as regiões do molde. Os moldes são projetados para absorver a maior quantidade possível de peças, e normalmente possuem um único canal de distribuição. Os canais de alimentação possuem formato cônico (SOARES, 2000).

De acordo com Soares (2000), paralelamente aos processos de moldagem e fabricação de machos, é realizada a fusão da liga metálica, que será vazada no

conjunto do molde. Após o vazamento e solidificação é possível desmoldar a peça com dimensões próximas à necessária, faltando ainda as operações de acabamento, como quebra de canais e rebarbação.

É possível usar a mecanização e a automatização no processo de fundição, desde o recebimento das ligas metálicas (matérias-primas), passando pela fusão, vazamento do metal líquido nos moldes, desmoldagem, rebarbação e limpeza e inspeção (TÂMEGA, 2017, p.63).

Na sequência Tâmega (2017) relata que na etapa de desmoldagem normalmente são utilizadas esteiras vibratórias que ao mesmo tempo que irão movimentar as peças, através da vibração já vão quebrando os moldes e separando a areia. As areias de fundição podem ser reaproveitadas, dentro do próprio sistema de moldagem ou para outras aplicações. Após a segregação da areia, a peça ainda possui em seu conjunto os canais de alimentação, massalotes e rebarbas metálicas.

Na etapa de acabamento são realizadas as atividades de quebra de canais através de impacto, prensa ou corte, seguido da limpeza da areia utilizando-se normalmente os processos de jateamento ou tamboreamento e por último a etapa de rebarbação com ferramentas de corte (SOARES, 2000).

As atividades de segregação dos canais de alimentação, massalotes e rebarbas metálicas podem ser realizadas de maneira manual ou mecanizada. De maneira manual os alimentadores são removidos através de ferramentas de impacto, como marretas. Já tendo em vista uma produção seriada, normalmente são utilizadas ferramentas como serras de corte, martelotes pneumáticos e discos abrasivos (TÂMEGA, 2017).

2.4 OWAS (Ovaco working posture analysis system)

Para evidenciar o problema ergonômico no posto de estudo, fez-se necessário utilizar uma ferramenta ergonômica para mensurar o risco a que estão expostos os operadores em relação às posturas inadequadas que adotam em função das características da atividade e da carga movimentada.

Segundo Cardoso Junior (2006), o método OWAS é um dos mais tradicionais para a avaliação postural e de carga. Ele foi desenvolvido por um grupo siderúrgico

Tabela 1 – Classe de risco conforme postura registrada

Dorso	Braços	1			2			3			4			5			6			7			Pernas	Cargas
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1		
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1		
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	1		2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	4	4
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1		
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1		
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1		
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4

Fonte: lida (2005)

lida (2015) define então a classificação para cada postura de acordo com a classe final obtida na Tabela 1, sendo:

- Classe 1: postura normal, que dispensa cuidados, a não ser em casos excepcionais.
- Classe 2: postura que deve ser verificada durante a próxima revisão.
- Classe 3: postura que deve merecer atenção no curto prazo.
- Classe 4: postura que deve merecer atenção imediata.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo serão apresentados os procedimentos metodológicos utilizados pelos autores, necessários para obter os resultados e discuti-los.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Em relação ao tipo de pesquisa, o presente estudo trata-se de uma pesquisa qualitativa de natureza aplicada, tendo como objetivo o uso prático dos conhecimentos adquiridos, propondo possíveis soluções para a problemática tratada. Quanto ao objetivo, enquadra-se como uma pesquisa exploratória, tendo seu procedimento técnico como um “estudo de caso”.

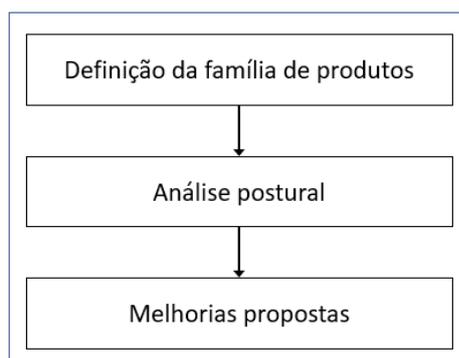
3.2 AMBIENTE DA PESQUISA

O presente estudo foi desenvolvido em uma empresa metalúrgica do setor automotivo da cidade de Joinville/SC, possuindo mais de 50 anos de experiência de atuação no mercado em que está inserida. Mais especificamente, a análise foi aplicada no setor de acabamento, com foco no processo de quebra de canal.

3.3 ETAPAS DA PESQUISA

A Figura 2 apresenta de forma geral um fluxograma das etapas realizadas durante a parte experimental da pesquisa.

Figura 2 – Fluxograma de etapas da pesquisa



Fonte: Os autores (2021)

3.3.1 Definição da família de produtos

Dentro dos mais de mil itens ativos que são fundidos na empresa onde foi realizada a pesquisa, fez-se necessário definir quais as peças que poderiam ter o processo de quebra de canal otimizado. Para isso foram analisadas a quantidade de peças que são fundidas no mesmo molde, a geometria da peça e o volume de produção.

Em relação a quantidade de peças que é possível fundir no molde, foram selecionadas as peças que apresentam o menor número possível em seu molde, visando diminuir a interação humana no processo.

Já quanto a geometria das peças, verificou-se quais facilitariam uma intervenção no processo, que possivelmente trará melhorias ergonômicas. Nesta

etapa, os itens foram selecionados em conjunto com a área de processos de fundição, mais especificamente de acabamento, com a intenção de aproveitar o know-how técnico para a definição das famílias de itens.

E por último, em relação ao volume de produção, priorizou-se as famílias com maior representatividade no mix de produção. Com isso buscou-se um maior impacto no processo, consequentemente melhorando de maneira proporcional a condição ergonômica do posto ao longo de uma jornada de trabalho.

Para tal priorização, seguiu-se as seguintes etapas:

1. Extração dos dados de produção de janeiro a agosto de 2021
2. Contabilização dos volumes totais produzidos
3. Cálculo do percentual representado em cima dos itens selecionados
4. Cálculo do percentual acumulado destes itens

Com estes dados os itens foram classificados e gerou-se um gráfico da curva ABC conforme os critérios da Tabela 2.

Tabela 2 – Critérios para classificação dos itens

Classe	Percentual
A	$\sum \text{acum} \geq 80\%$
B	$80\% > \sum \text{acum} \leq 95\%$
C	$\sum \text{acum} > 95\%$

Fonte: Os autores (2021)

Para o estudo de análise postural, foram analisados então todos os itens da classe A, que representam cerca de 80% do volume de produção dos itens pré-selecionados.

Detalhando o processo de quebra dos canais, foi possível definir quatro famílias de peças, onde cada família possui o mesmo sistema de alimentação e portanto, o mesmo processo de acabamento.

3.3.2 Análise postural

Com a definição das peças da classe A, foram selecionadas quatro famílias de itens. Para cada família avaliou-se um item, dado que a diferença entre as peças da mesma família não altera o método de quebra.

Para tal avaliação, foi aplicado o método OWAS a fim de identificar, registrar e classificar a postura dos trabalhadores durante a atividade laboral. Para cada um dos itens escolhidos, os colaboradores foram filmados durante a quebra de um lote, tendo sido extraídas posturas a cada 10 segundos. Tais posturas foram classificadas conforme o método OWAS determina (vide 2.4).

As filmagens, vide figura 3, foram realizadas nos turnos da manhã e tarde, sendo que os colaboradores não foram previamente selecionados ou avisados. Já a análise das filmagens foram realizadas em um computador, pausando o vídeo nos intervalos determinados e registrando as posturas.

Figura 3 – Filmagem do processo



Fonte: Os autores (2021)

3.3.3 Melhorias propostas

Com base na classificação das posturas, foram identificadas as atividades que apresentam maior risco ergonômico e necessitam intervenção.

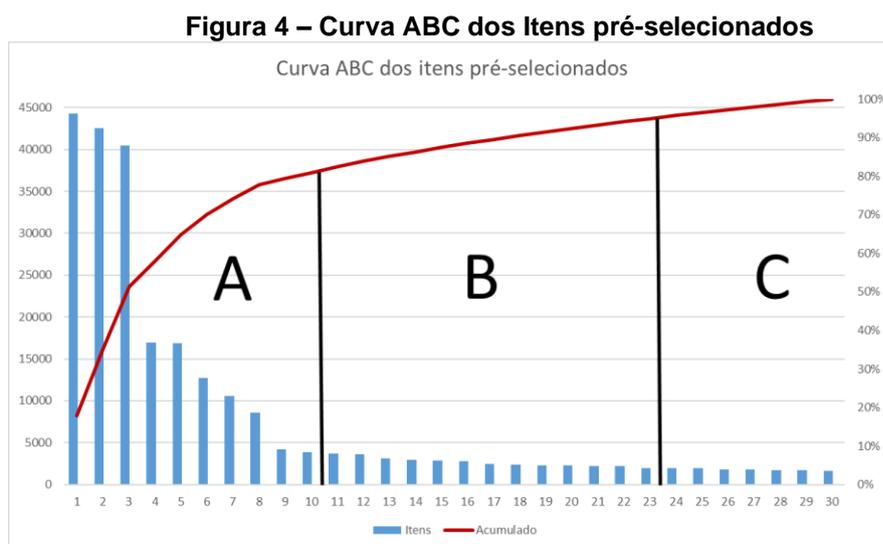
Para a criação das propostas utilizou-se a ferramenta de brainstorming e os conceitos embasados no conhecimento e experiência sobre manufatura enxuta, segurança, ergonomia e automação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Aplicados os métodos selecionados, obteve-se os seguintes resultados.

4.1 DEFINIÇÃO DAS FAMÍLIAS

Considerando os critérios definidos na metodologia, aplicou-se a análise da curva ABC (apenas nas famílias apontadas pela área de processos) para verificar as famílias que possuíam o volume mais relevante conforme a Figura 4.



Fonte: Os autores (2021)

Foram selecionadas as famílias da classe A, listadas na Tabela 3. A partir da definição das famílias, os itens escolhidos foram 3, 4, 9 e 10, considerando os outros critérios já apresentados no capítulo 3.3.1.

Tabela 3 – Famílias selecionadas

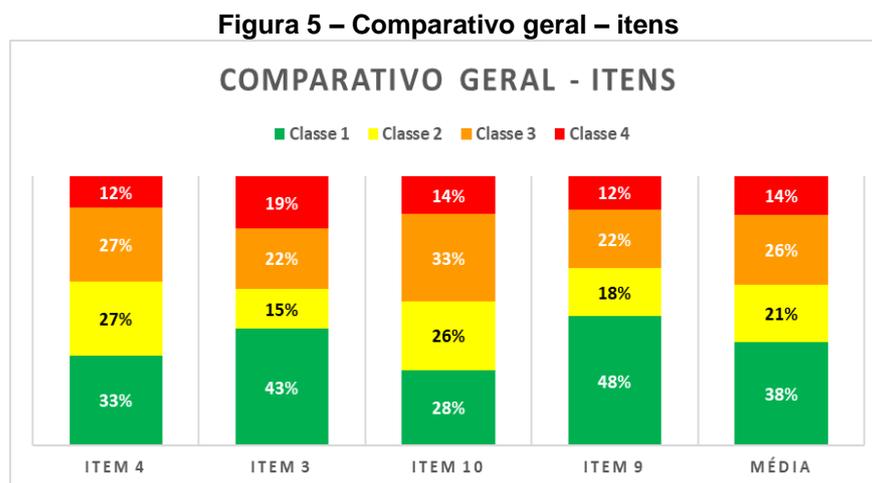
Item	Soma de Qtde	Selecionados / Família	Classificação
1	44311	Multifuncional	A
2	42504		
3	40476	5ª Roda	
4	16986	Multifuncional	
5	16901		
6	12687	5ª Roda	
7	10607	5ª Roda	
8	8564	5ª Roda	
9	4154	Eixo Dianteiro (cubo)	
10	3823	Suporte de eixo	

Fonte: Os autores (2021)

4.2 ANÁLISE POSTURAL

Após registradas e classificadas todas as posturas, observou-se que de fato o processo de quebra de canal expõe o colaborador a diversas situações severas do ponto de vista ergonômico. De todas as posturas avaliadas, 40% foram classificadas como classe 3 e 4, que são as mais críticas e necessitam intervenção imediata ou a curto prazo, o que evidenciou a necessidade de melhorias no processo.

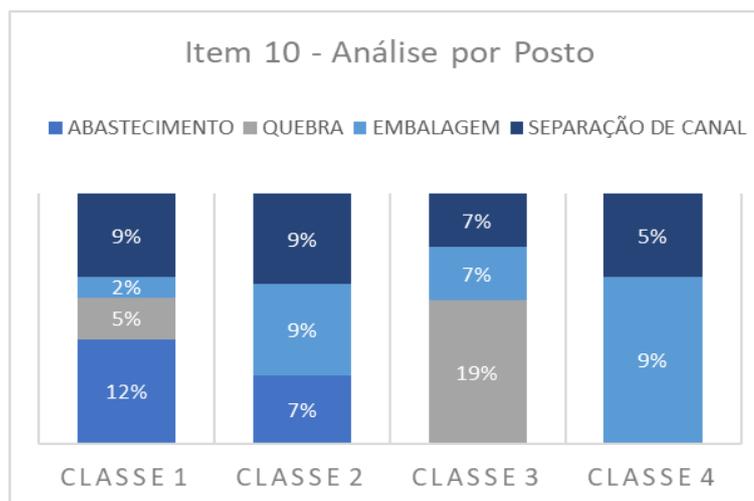
Entre os itens definidos, o que contabilizou o maior percentual de posturas críticas foi o item 10, como mostra a Figura 5. Avaliando os detalhes da peça, observou-se que esta era a peça mais pesada entre as escolhidas, possuindo todo o conjunto o peso de 231,6 Kg.



Fonte: Os autores (2021)

Isso fica nítido quando observamos a Figura 6, nela nota-se que no item 10, os postos que entram na classe 4 são os de embalagem e separação de canal, dado que na operação de embalagem é realizada uma flexão e torção do tronco pois o pallet se encontra no nível do piso. Já na separação de canais, o agravante é o peso dos canais (que são maiores em comparação aos outros itens) e o método de movimentação manual.

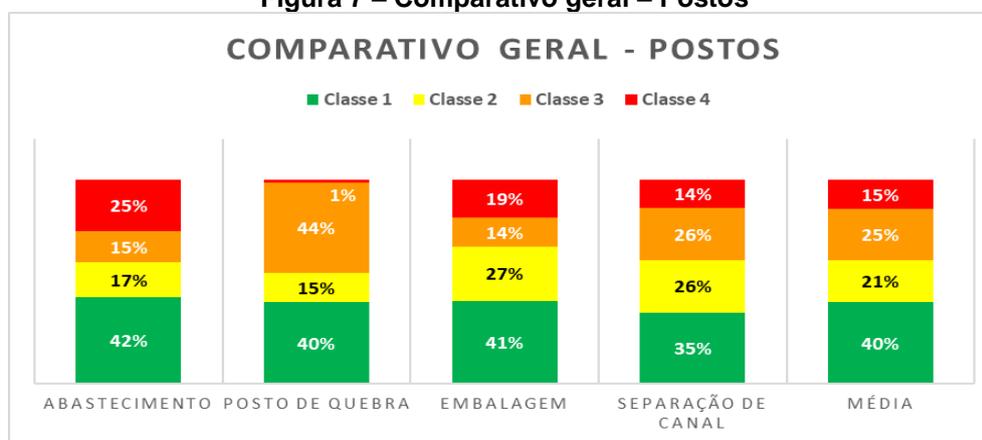
Figura 6 – Análise por posto – item 10



Fonte: Os autores (2021)

Dentre os postos, evidenciou-se que os mais críticos dentro de uma linha de quebra de canal são os de abastecimento e quebra, conforme apresentado na Figura 7. Entretanto, os postos de embalagem e separação de canal também apresentaram um nível elevado de posturas críticas, devendo ser abordado.

Figura 7 – Comparativo geral – Postos



Fonte: Os autores (2021)

O posto de quebra, diferente dos outros, possui uma grande concentração na classe 3. Isso ocorre pois no momento da quebra o operador está com os dois braços para baixo e normalmente com as pernas retas, o que evita que essa postura alcance uma classe quatro.

Porém o que foi observado, é que a intensidade do impacto e a frequência dos movimentos, fatores não avaliados no método OWAS, mas facilmente notados

no acompanhamento do processo, influenciam negativamente para uma piora na classificação das posturas. Além disso, verificou-se que em alguns casos, para acompanhar o movimento da peça na esteira, o operador realizava a quebra andando paralelamente a linha, o que traz grande prejuízo na avaliação da postura.

4.3 MELHORIAS PROPOSTAS

Com base nos resultados obtidos e nos conceitos de manufatura enxuta e ergonomia, analisando os postos sugere-se algumas melhorias.

Em relação ao posto de abastecimento, observou-se que 25% das posturas necessitam intervenção imediata (Classe 4), e grande parte desses apontamentos é resultado das flexões e torções lombares em decorrência da retirada do conjunto do fundo da caixa. Outros 15% são classificados como Classe 3, principalmente pelo esforço necessário para a movimentação do conjunto até a linha.

Propõem-se a automação do posto através de um manipulador para retirada do conjunto da caixa, eliminando o deslocamento do operador e o risco ergonômico desta atividade, dado que o equipamento poderá ser operado de dentro de uma cabine climatizada.

Na operação seguinte, sugere-se que o mesmo manipulador seja incrementado com um canhão pneumático, permitindo o possível ganho de uma mão de obra direta (duas atividades sendo realizadas por um só colaborador). Considerando que 44% das posturas do posto avaliadas são de classe 3, devido a adaptação postural do operador a geometria da peça e a força aplicada no equipamento para a quebra (efeito rebote), o manipulador permitirá a eliminação destas ameaças.

Seguindo para o próximo posto, a separação de canal, verificou-se que 14% das posturas avaliadas são de classe 4, somando-se a mais 26% de classe 3. Esse grande nível de risco ergonômico se dá principalmente pelo levantamento manual, aliado à torção e deslocamento do operador, para levar os canais até a caçamba de coleta.

Para adequação desta atividade, propõe-se para o trecho final da linha, a instalação de um mecanismo para separação de canal, por exemplo um eletroímã. Além disso, pode-se substituir a esteira emborrachada, situação atual, por uma

esteira vazada, permitindo a separação da areia por método gravitacional. O conjunto destas duas melhorias permitirá a redução de uma mão de obra destinada para a separação de canal.

Finalizando as observações, recomenda-se para o posto de embalagem a implantação de uma mesa elevatória, que permite a regulagem na altura ideal de trabalho. Visto que 19% das posturas são de classe 4 devido às torções e flexões na lombar para posicionar as peças no palete a nível do piso, e 14% são avaliadas como classe 3 atribuindo-se principalmente ao deslocamento com carga.

É importante ressaltar que as melhorias apresentadas acima, necessitam de um rearranjo físico das linhas de quebra, visando eliminar deslocamentos desnecessários e prover a infraestrutura necessária para a instalação dos equipamentos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo avaliar ergonomicamente o processo de quebra de canal através da aplicação do método OWAS. Com base nisso, conclui-se que:

Após a aplicação do método OWAS no processo de quebra de canal, foi possível avaliar 234 posturas ergonômicas de trabalho, sendo que 40% dessas posturas devem receber intervenção imediata ou a curto prazo.

Observando-se essas posturas conforme seu impacto nos postos de trabalho, verifica-se que a operação com maior índice de Classe 4 é o de abastecimento, com 25%. Entretanto é perceptível que o posto de quebra de canal, oferece um grande risco ergonômico ao trabalhador, com 44% de sua atividade classificada como classe 3.

De acordo com os problemas listados neste processo, sugere-se para trabalhos futuros que sejam aprofundadas as melhorias como automação e alteração de layout já apresentadas, compreendendo que com investimentos é possível otimizar o processo, trazendo impactos produtivos, financeiros e principalmente proporcionando um ambiente mais humanizado de trabalho.

REFERÊNCIAS

- ANTONELLI, Bruna Angela *et al.* Avaliação da carga de trabalho físico em trabalhadores de uma fundição através da variação da frequência cardíaca e análise ergonômica do trabalho. **Revista Ação Ergonômica**, [S.L.], v. 4, n. 2, p. 10-45, jan. 2011.
- BATIZ, Eduardo Concepción *et al.* Assessment of postures and manual handling of loads at Southern Brazilian Foundries. **Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia**, Antioquia, n. 78, p. 21-29, jan. 2016. Universidad de Antioquia. <http://dx.doi.org/10.17533/udea.redin.n78a03>.
- BRAZ, Rafael Fernando. **A evolução do processo do Sistema Toyota de Produção perante a ergonomia**. 2018. 11 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018.
- BUTLEWSKI, M. *et al.* Ergonomic and work safety evaluation criteria of process excellence in the foundry industry. **Metalurgija**, [S. L.], v. 53, n. 4, p. 701-704, 2014.
- CALLISTER JUNIOR, W. D.; RETHWISCH, D. G.. **Ciência e Engenharia dos Materiais: uma introdução**. 9. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2018. 1014 f.
- CARDOSO JUNIOR, Moacyr Machado. Avaliação Ergonômica: Revisão dos Métodos para Avaliação Postural. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 6, n. 3, p. 133-154, dez. 2006.
- D'AGOSTIN, Miguel Ângelo. **Impactos das ferramentas de manufatura enxuta nas condições ergonômicas de trabalho: uma revisão bibliográfica**. 2017. 15 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Unisinos, São Leopoldo, 2017.
- FAVARETTO, Pablo Vinícius *et al.* Projeto de Layout Industrial para uma Empresa do Ramo Metal-Mecânico com Base nos Princípios da Produção Enxuta. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 13, n. 1, p. 45-71, 2011.
- IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2005. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521215271/>. Acesso em: 05 abr. 2021.
- KROEMER, Karl H. E.; GRANDJEAN, Etienne. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007. 315 p. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788560031290/>. Acesso em: 04 abr. 2021.
- MISZTAL, A. *et al.* The human role in a progressive trend of foundry automation. **Metalurgija**, [S. L.], v. 54, n. 2, p. 429-432, jan. 2015.

MOTTIN, Artur Caron *et al.* Ergonomic analysis of workplaces in the iron casting industrial pole in Claudio, Minas Gerais - Braz. **Work**, [S.L.], v. 41, p. 1727-1732, 2012. IOS Press. <http://dx.doi.org/10.3233/wor-2012-0376-1727>.

PERALTA, Carla Beatriz da Luz *et al.* Lean Manufacturing e ergonomia: uma revisão sistemática da literatura. **Journal Of Lean Systems**. Florianópolis, V. 2, n. 3, p. 22-36, 2016.

PEREIRA, Natália F. S. *et al.* Melhoria ergonômica em postos de trabalho do setor de acabamento de uma fundição através do método O. **Revista Eletrônica Produção & Engenharia**, [S. L.], v. 4, n. 2, p. 403-411, jan./jul. 2013. Semestral.

PICOLOTO, Daiana; SILVEIRA, Elaine da. Prevalência de sintomas osteomusculares e fatores associados em trabalhadores de uma indústria metalúrgica de Canoas – RS. **Ciência & Saúde Coletiva**, Canoas, v. 13, n. 2, p. 507-516, 2008.

SAURIN, Tarcisio Abreu *et al.* Identificação de oportunidades de pesquisa a partir de um levantamento da implantação da produção enxuta em empresas do Brasil e do exterior. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 17, n. 4, p. 829-841, 2010.

SHARMA, Rohit; SINGH, Ranjit. Work-Related Musculoskeletal Disorders, Job Stressors and Gender Responses in Foundry Industry Rohit. **International Journal Of Occupational Safety And Ergonomics**. Dayalbagh, India, p. 363-373. mar. 2014.

SOARES, Gloria de Almeida. **Fundição: mercado, processos e metalurgia**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2000. 123 p.

TÂMEGA, Fabio. **Fundição de processos siderúrgicos**. Londrina: Educacional S.A., 2017. 200 p.