

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

GABRIEL PIMENTEL DE ANDRADE

PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DA FERRAMENTA
DMAIC PARA REDUÇÃO DE RISCOS DE ACIDENTES EM
CABINES DE APLICAÇÃO DE VERNIZ E LIXAMENTO: UM
ESTUDO DE CASO EM UMA FÁBRICA DE MÓVEIS

ITUIUTABA

2019

GABRIEL PIMENTEL DE ANDRADE

PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DA FERRAMENTA DMAIC
PARA REDUÇÃO DE RISCOS DE ACIDENTES EM CABINES DE
APLICAÇÃO DE VERNIZ E LIXAMENTO: UM ESTUDO DE CASO EM
UMA FÁBRICA DE MÓVEIS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia
de Produção da Universidade Federal
de Uberlândia, como requisito parcial
à obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof^a. Dra. Déborah
Oliveira Almeida Carvalho

ITUIUTABA

2019

PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DA FERRAMENTA DMAIC
PARA REDUÇÃO DE RISCOS DE ACIDENTES EM CABINES DE
APLICAÇÃO DE VERNIZ E LIXAMENTO: UM ESTUDO DE CASO EM
UMA FÁBRICA DE MÓVEIS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia
de Produção da Universidade Federal
de Uberlândia, APROVADO PARA
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Produção pela banca
examinadora formada por:

Ituiutaba, 22 de novembro de 2019.

Déborah Oliveira Almeida Carvalho (orientadora), <FACES/UFU>

Fernando de Araújo, <UFG (Catalão)>

Fernando Lourenço de Souza, <FEMEC/UFU>

**PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DA FERRAMENTA DMAIC PARA
REDUÇÃO DE RISCOS DE ACIDENTES EM CABINES DE APLICAÇÃO DE
VERNIZ E LIXAMENTO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA FÁBRICA DE MÓVEIS**

**DMAIC TOOL IMPLEMENTATION PROPOSAL FOR ACCIDENT RISK
REDUCTION IN BOOTHS OF VARNISH APPLICATION AND SANDING: A CASE
STUDY IN A FURNITURE FACTORY**

Gabriel Pimentel de Andrade * gabrielpandrade@gmail.com

Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba - MG

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo analisar uma fábrica de móveis do interior paulista, reduzindo o grau de riscos de acidentes das principais atividades, através de um trabalho preventivo. Foi possível identificar oportunidades de melhoria que pudessem reduzir o risco de acidentes nas cabines de aplicação de verniz e lixamento. Acidentes de trabalho no Brasil possuem números alarmantes que confirmam cada vez mais a necessidade de investimento em segurança ocupacional dentro das fábricas e indústrias. Para isso, foi mensurado através de uma metodologia própria da empresa o Grau de Risco das atividades realizadas nas cabines, bem como a ferramenta DMAIC, sendo possível identificar e realizar ações que dessem aos funcionários maior segurança durante o andamento de suas atividades produtivas. Utilizando recursos próprios e baixos custos, realizando consultas a fornecedores e integrando áreas de apoio dentro da fábrica, foi possível realizar mudanças na forma como eram movimentados os objetos de maior criticidade dentro das cabines, além de identificar melhores produtos no mercado que foram determinantes para reduzir consideravelmente o Grau de Risco nas cabines de aplicação de verniz e lixamento, gerando também outros ganhos como qualidade, tempo e custos.

Palavras-chave: Segurança no trabalho. Risco de acidente. Fábrica de móveis. DMAIC.

Abstract: In Brazil, accidents at work have alarming numbers that increasingly confirm the need for investment in occupational safety within factories and industries. In the present article, a furniture factory was analyzed in the interior of São Paulo, where it was possible to identify, through preventive work, improving opportunities that could reduce the risk of accidents in the varnish application and sanding booths. For this, the degree of risk of the activities carried out in the cabins was measured through a methodology of the company, as well as the DMAIC tool, enabling identification and achievement of actions that would give employees greater safety during the development of their productive activities. Using its own resources and low cost, consulting with suppliers and integrating support areas within the factory, it was possible to make changes in the way the most critical objects were moved inside the booths, as well as identifying better products in the market that were decisive to considerably reduce the degree of risk in the varnish application and sanding booths, also generating other gains such as quality, time and cost.

Keywords: Safety at work. Risk of accident. Furniture Factory. DMAIC.

1. INTRODUÇÃO

A segurança ocupacional jamais deveria ser um fator opcional dentro das indústrias e organizações, porém infelizmente não é isso que as pesquisas mostram. Até mesmo nas empresas extremamente automatizadas é possível notar inúmeros acidentes de trabalhos causados, ou por falta de equipamentos de segurança, dispositivos de alerta e barreiras físicas, ou por pouca conscientização, omissão do assunto e falta de políticas que abordem o tema da maneira correta. Com o tempo o assunto vem tomando grande espaço na sociedade e têm chamado a atenção de empresários que percebem a importância dessa questão, mas ainda existem pessoas que acreditam que os elevados custos de investimento para uma segurança defensiva dentro das organizações não compensa.

Segundo Brainer (2018), as regiões Sudeste e Sul são as que mais produzem móveis no Brasil e, a nível nacional, o setor moveleiro possui aproximadamente 22 mil estabelecimentos empregando cerca de 235 mil funcionários. Nesse ramo de indústria existe uma grande quantidade de matéria-prima advinda das florestas, no

qual a questão socioambiental muitas vezes atua apenas como coadjuvante na gestão das empresas, e a preocupação com a saúde dos funcionários é relativamente baixa (PRADO; LORENZO, 2011).

Segundo o Observatório Digital de Segurança e Saúde no Trabalho, do Ministério Público do Trabalho (MPT), mais de 4,5 milhões de acidentes de trabalho foram notificados entre 2012 e 2018. Nesse mesmo período houve mais de 16 mil acidentes que resultaram em mortes, aproximadamente 1,7 milhões de afastamentos acidentários e mais de 350 milhões de dias de trabalho perdidos, um gasto estimado de 79 bilhões de reais pagos pelo INSS a causas acidentárias considerando benefícios iniciados em anos anteriores.

Uma determinada fábrica de móveis foi o objeto de estudo de um projeto de melhoria na área de segurança ocupacional, a fim de reduzir os riscos em potencial de acidentes de trabalho. Para isso foram analisadas duas cabines de aplicação de verniz e uma cabine de lixamento, as quais possuem longos fluxos de trabalho e grande número de funcionários.

As duas cabines possuem juntas, cerca de 260 grades de ferro no solo, pesando cerca de 25 kg cada. Por baixo das grades, existem dois sistemas de filtração que são trocados a cada 15 dias, sendo necessário remover todas as grades a cada troca de filtros.

Por cima das grades, são utilizados 26 berços (nome usado para as prateleiras em que ficam os móveis que estão sendo trabalhados) nas cabines de aplicação de verniz e 12 bancadas de trabalho na cabine de lixamento. Cada berço e cada bancada possuem em média 25 kg e 80 kg respectivamente, e todas precisam ser movimentadas manualmente para fora das cabines a cada troca de filtros.

Algumas vezes no ano também é realizada a decapagem (processo químico de remoção de impurezas) de todas as grades e berços, que são feitas em outra cidade. Para isso, é necessário movimentar todo material para um ponto distante de coleta localizado no ambiente externo da fábrica.

Após o levantamento desses dados, foi verificada uma grande necessidade de melhoria na segurança ocupacional referente a essas cabines. Foi utilizada a ferramenta DMAIC para tratativa do problema, no qual foi possível identificar a causa raiz dos principais riscos de acidentes, realizar as ações de correção e ainda

levantar oportunidades de melhorias relacionadas à qualidade e redução de custos dos processos.

Este trabalho tem como principais objetivos apresentar uma análise acerca dos riscos de acidentes presentes nas cabines de aplicação de verniz e lixamento de uma fábrica de móveis, além da proposta de ações preventivas com intuito de reduzir o grau de risco de acidentes das mesmas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Segurança ocupacional

Para Tavares (2005), o risco pode ser definido como fatores de uma variável que possui um potencial para causar danos, bem como a possibilidade de perda de uma empresa motivada por algum acidente. Para isso é necessário sempre que as empresas adotem sistemas para assegurar a integridade física e mental de seus funcionários. Segundo Barbosa Filho (2011), procedimentos de segurança podem ser definidos como o aglomerado de orientações necessárias para que as atividades do trabalho sejam realizadas com total segurança e eficiência, precisando todas as recomendações estar escritas, visto que são bem mais do que meras prescrições.

Os acidentes ocupacionais afetam tanto a saúde física quanto mental dos trabalhadores, visto que as capacidades funcionais são reduzidas sensivelmente, o que implica na qualidade de vida dos trabalhadores e na produtividade abaixo do esperado. (SAAD; XAVIER; MICHALOSKI, 2006).

Investir em segurança ocupacional também reduz custos, uma vez que as empresas gastam menos com indenizações na justiça e também licenças médicas. Outro fator é a maior disponibilidade do funcionário trabalhando, reduzindo tempos de para e interrupções (NETO, 2015).

2.2. DMAIC

O DMAIC é uma ferramenta do *Six Sigma* que tem como objetivo operar algum sistema através da melhoria contínua, de modo a identificar melhorias que podem ser feitas em determinados processos, e utilização correta de pessoas capazes de

obter resultados mais satisfatórios através de treinamentos (CARVALHO; PALADINI, 2012).

Segundo Napoleão (2018), embora a utilização mais comum do DMAIC esteja ligada diretamente à filosofia dos Seis Sigmas, a sua aplicação não é exclusiva a projetos que envolvam os Seis Sigmas, podendo ser utilizada em qualquer caso ou problema no qual se deseja implementar melhorias. As etapas do DMAIC são mostradas na tabela 1.

Tabela 1 - Etapas DMAIC

ETAPA	DESCRIÇÃO
<i>Define</i> (Definir)	Essa etapa diz respeito à definição de todo o escopo e objetivos do projeto. É necessário definir muito bem uma meta e descrever todo o problema, todos os participantes que estarão envolvidos, os recursos necessários para realização do projeto, bem como o cronograma de entregas, impactos causados e retornos gerados.
<i>Measure</i> (Medir)	É preciso realizar toda a medição do processo atual e determinar qual é o foco do problema. Definir e avaliar o modo como os dados são coletados e o sistema de medição, estudar quais problemas merecem destaque dentro do projeto e quais são suas metas, e ainda realizar uma separação dos níveis de problemas dentro do escopo definido.
<i>Analyse</i> (Analisar)	Analisar todo o processo e as causas-raízes referentes a cada problema. Saber identificar os problemas prioritários e ainda entender muito bem o real motivo de seus acontecimentos de acordo com os dados medidos no item anterior. Grande uso de algumas ferramentas fundamentais: FMEA, Diagrama de Ishikawa, Fluxograma, Matriz GUT, testes de hipóteses, dentre várias outras.
<i>Improve</i> (Aperfeiçoar)	Nessa etapa o processo é melhorado, e em cada tipo de problema são propostas, avaliadas e implementadas soluções que otimizem cada problema. Os riscos são minimizados e um plano de ação é proposto para acompanhamento de todas as ações de melhoria.
<i>Control</i> (Controlar)	O novo sistema deve ser controlado, de forma dar continuidade nas ações de melhoria propostas e a meta seja mantida a longo prazo. Avaliar se os objetivos foram alcançados, tornar padrão e difundir entre as pessoas as alterações feitas, criar um plano de monitoramento dos resultados.

Fonte: adaptado de Werkema (2012).

3. METODOLOGIA

3.1. Ferramenta DMAIC

3.1.1. *Define*

Semanalmente, foram realizadas reuniões de performance na fábrica com a participação do gerente, supervisores, e das equipes de qualidade e engenharia.

Com a crescente política da empresa de priorizar a segurança dos trabalhadores sempre, foram analisadas várias áreas que precisavam de modificações para atender as condições necessárias de um ambiente com a quantidade mínima de riscos de acidentes possível. Após observarem-se inúmeras oportunidades de melhoria, ficou constatado que as cabines de aplicação de verniz e lixamento da fábrica eram os locais com maior necessidade de ajustes relacionados à segurança ocupacional.

Para isso foi definida uma equipe para fazer um levantamento de todas as condições que ofereciam riscos à segurança e saúde ocupacional dos funcionários. Dentre todas as oportunidades observadas, os principais problemas encontrados foram:

- Retirada manual das grades de ferro do solo, com cerca de 25 kg cada;
- Período de troca de filtros muito curto – 15 em 15 dias – expondo o funcionário aos riscos com grande frequência;
- Movimentação manual de berços para o ponto de coleta para decapagem;
- Movimentação manual das bancadas de lixamento de aproximadamente 80 kg cada sempre que é realizada troca de filtros e retirada de grades;

Com base nos principais problemas levantados foram feitas medições do grau de risco de acidente das atividades do processo atual, e estudos para encontrar a causa raiz. Após isso, foi elaborado um plano de ações de modo a mitigar as principais falhas.

3.1.2. Measure

Para entender melhor a gravidade dos riscos de acidente referentes às oportunidades levantadas no *Define*, a empresa adotou uma ferramenta de autoria própria para mensurar o grau de risco das atividades. A ferramenta leva em consideração: exposição ao perigo (EP), quantidade de pessoas envolvidas na atividade (QP), eficácia do controle (EC), reconhecimento das pessoas referentes a situação perigosa (RP), a gravidade da lesão (GL) e a abrangência da lesão (AL). A equipe do projeto se reuniu para definir as notas referentes a cada fator, de modo a avaliar fielmente o grau de risco das atividades. O significado de cada fator, e as notas dadas são explicados a seguir.

- **Exposição ao perigo (EP):**

A figura 1 mostra o critério de avaliação para cálculo da nota da exposição ao perigo:

Figura 1 – Critério de avaliação para EP

		Frequência de Exposição		
		Baixa	Média	Alta
Intensidade de Exposição	Baixa	EP = 1	EP = 1	EP = 2
	Média	EP = 1	EP = 1	EP = 3
	Alta	EP = 2	EP = 3	EP = 3

Intensidade da exposição

Baixa – níveis detectados do agente perigoso abaixo ou próximo do nível de ação no ambiente.

Média – níveis detectados do agente perigoso acima do nível de ação e abaixo dos limites de tolerância recomendados.

Alta – níveis detectados do agente perigoso próximo ou acima dos limites de tolerância recomendados.

Frequência de exposição

Baixa – Exposição ao agente perigoso até três vezes na semana, por tempo menor que 25% da jornada de trabalho, ou diariamente por menos de 3 horas de exposição com intervalos maiores que 2 horas sem exposição.

Média – Exposição ao agente perigoso mais de três vezes por semana, por tempo maior que 25% da jornada de trabalho, mas não durante toda a jornada de trabalho ou diariamente com mais de 3 horas contínuas de exposição e com intervalos menores que 2 horas sem exposição.

Alta – Exposição ao agente perigoso praticamente todos os dias da semana, por tempo maior que a metade da jornada de trabalho e/ou com intervalos menores que 1 hora entre as exposições diárias.

Fonte: Manual de segurança ocupacional da fábrica (2019)

A frequência da exposição dos trabalhadores ao risco é relativamente baixa e a intensidade alta, resultando assim em uma nota 2.

- **Quantidade de pessoas envolvidas na atividade (QP):**

A figura 2 mostra o critério de avaliação para cálculo da nota da quantidade de pessoas envolvidas na atividade:

Figura 2 – Critério de avaliação para QP

Pequeno	Médio	Grande
quando o número de pessoas expostas ao perigo for correspondente a menos que 30 % do efetivo da área em avaliação no caso de várias pessoas exercendo a mesma tarefa(sempre considerando os cargos e funções específicas)	Quando o número de pessoas expostas ao perigo for superior a 30% efetivo e inferior a 60% do efetivo no caso de várias pessoas exercendo a mesma tarefa(sempre considerando os cargos e funções específicas).	Quando o numero de pessoas expostas ao perigo excede a 60% do efetivo no caso de várias pessoas exercendo a mesma tarefa(sempre considerando os cargos e funções específicas).
1	2	3

Fonte: Manual de segurança ocupacional da fábrica (2019)

A equipe analisou todas as pessoas que realizam a limpeza técnica em relação aos funcionários que trabalham nas cabines e constatou como “médio” o número de pessoas expostas ao perigo, sendo assim, a nota para esse quesito foi 2.

- **Eficácia do controle (EC):**

A figura 3 mostra o critério de avaliação para cálculo da nota da eficácia do controle:

Figura 3 – Critério para avaliação da EC

Eficaz	Precário	Inexistente
Existe uma forma de controle/dispositivo garantindo que mesmo numa distração não ocorra lesão ou dano.	Existe alguma forma de controle ou dispositivo que possa evitar e/ou atenuar a lesão, doença ou dano, ou cuja ação dependa da atitude ou atenção de quem executa.	Quando não existe nenhuma forma de controle ou dispositivo que possibilite evitar ou atenuar a lesão, doença ou dano.
1	2	3

Fonte: Manual de segurança ocupacional da fábrica (2019)

No processo atual, nenhuma forma de controle de modo a evitar acidentes foi identificada, portanto, foi escolhida a nota 3.

- **Reconhecimento das pessoas referentes a situação perigosa (RP):**

A figura 4 mostra o critério de avaliação para cálculo da nota do reconhecimento das pessoas referentes à situação perigosa:

Figura 4 – Critério de avaliação para RP

Fácil	Moderada	Difícil
se qualquer pessoa, com baixo nível de experiência, ou conhecimento da tarefa, ou instrumento de medição é capaz de identificar o perigo existente na tarefa. (TA NA CARA)	se o perigo pode ser identificado através de análise realizada por pessoas com experiência e/ou conhecimento da tarefa ou com uso de instrumentos de medição apropriados ou quando existe sinalização visível alertando quanto aquele perigo. no local onde a tarefa é executada.	se o perigo é identificado apenas de maneira reativa (ex: acidentes e incidentes) ou pelo uso de metodologias e/ou monitoramento específicos.
1	2	3

Fonte: Manual de segurança ocupacional da fábrica (2019)

Apenas os funcionários responsáveis pela limpeza técnica das cabines são capazes de observar as dificuldades e perigo do processo, por isso, foi escolhida a nota 2.

- **Gravidade da lesão (GL):**

A figura 5 mostra o critério de avaliação para cálculo da nota da gravidade da lesão:

Figura 5 – Critério de avaliação para GL

Baixa	Média	Alta	Extrema
Se a lesão ou dano for desprezível, ou no máximo lesões superficiais, cortes e arranhões recuperáveis, irritação reversível nos olhos, beliscões elétricos, desconforto temporário, contusões e torções, infecções passageiras, irritações e incômodos, todos eventos típicos de primeiros socorros.	Se a lesão resultar em lacerações, queimaduras superficiais, fraturas menores, perdas de pequenas partes do corpo tais como polpa do dedo, unha, dermatites, doenças ou lesões com incapacidades não permanentes e sem incapacitação para o trabalho.	Se houver potencial para decorrer amputações, fraturas múltiplas, queimaduras generalizadas de segundo e terceiro grau, envenenamento e lesões incapacitantes a exemplo de perda auditiva, cegueira, doenças ou lesões agudas provocadas por exposição curta ou temporária a agente externo.	Se resultar em câncer ocupacional, doenças degenerativas ou aquelas que podem encurtar a vida seriamente ou mesmo resultar em fatalidade.
1	3	5	9

Fonte: Manual de segurança ocupacional da fábrica (2019)

Caso algum acidente venha a acontecer nas cabines de aplicação de verniz e/ou lixamento, a gravidade da lesão poderia variar desde baixa até alta segundo o critério acima, sendo assim, foi escolhida a nota 5.

- **Abrangência da lesão (AL):**

A figura 6 mostra o critério de avaliação para cálculo da nota da exposição ao perigo:

Figura 6 – Critério de avaliação para AL

Isolada	Limitada	Ampla
Se a lesão ou doença decorrente é limitada a apenas uma pessoa no exercício das suas tarefas. Ou, em caso de perda material ela seja restrita à tarefa relacionada.	Se a lesão ou doença pode abranger mais de uma pessoa e limitada apenas a área em avaliação. ou, em caso de perda material ela pode afetar a área onde ocorreu, sem prejuízo de terceiros ou outras unidades.	Se a lesão ou doença pode abranger, além das pessoas na sua área de trabalho, outras áreas adjacentes ou pessoas que circulam na área, extrapola os limites da área ou mesmo da empresa. Em caso de perdas materiais, quando elas podem afetar as tarefas da empresa e/ou prejudicar terceiros.
1	3	5

Fonte: Manual de segurança ocupacional da fábrica (2019)

A abrangência para esse caso pode atingir apenas a área das cabines e os funcionários que trabalham nelas, portanto, foi escolhida a nota 3.

Após levantadas todas as notas referentes aos critérios de avaliação foi necessário calcular o grau de risco (GR), indicador necessário para entender a necessidade de melhoria e prioridade de correção acerca da segurança, conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2 – Avaliação do grau de risco

GRAU DE RISCO	CLASSE DE RISCO	NÍVEL DE AÇÃO
Até 36	Baixa	Adotar meios de manutenção das ações de controle existentes
37 a 56	Média	Avaliar ações com vistas à melhoria dos controles de tal maneira a diminuir a ocorrência ou atenuar as consequências
57 a 98	Alta	Elaborar plano de ação para adoção de meio de controle que contribuam para trazer o risco, PELO MENOS para médio
Acima de 98	Extrema	Exige adoção imediata de controle do risco. A tarefa deve ser imediatamente revista com foco no risco associado

Fonte: Manual de segurança ocupacional da fábrica (2019)

De acordo com a metodologia da análise de risco cedida pela empresa, o grau de risco é igual ao produto da nota obtida no cálculo da probabilidade (P) pela nota obtida no cálculo da severidade (S), onde:

$$P = EP + QP + EC + RP; \quad \text{Eq. (1)}$$

$$S = GL + AL; \quad \text{Eq. (2)}$$

$$GR = P * S \quad \text{Eq. (3)}$$

Sendo assim, os valores obtidos após a análise estão mostrados na figura 7 a seguir.

Figura 7 – Cálculo do grau de risco

Exposição ao perigo (EP)	Quantidade de pessoas (QP)	Eficácia do controle (EC)	Reconhecimento das pessoas (RP)	PROBABILIDADE (EP+QP+EC+RP)
2	2	2	3	9
Gravidade da lesão (GL)	Abrangência da lesão (AL)	SEVERIDADE (GL+AL)	GRAU DE RISCO (PxS)	CLASSE DO RISCO
5	3	8	72	ALTA

Fonte: Autoria própria (2019)

Após o cálculo, foi constatado que as situações atuais de segurança das cabines de aplicação de verniz e lixamento estão com um alto grau de risco de acidentes, necessitando de um plano de ações para melhorias na área.

3.1.3. Analyse

O cálculo do grau de risco comprovou a necessidade de intervenção no modo como eram feitas as limpezas técnicas nas cabines da fábrica de móveis. Para isso foram realizadas várias análises a respeito dos principais problemas levantados, de modo a identificar todas as causas raízes e traçar um plano de ação que pudesse mitigar as chances de acidentes. Foram feitas algumas reuniões de *brainstorming* com funcionários que trabalhavam nas cabines, técnico de segurança, engenheiro de manufatura, supervisor da área e fornecedor de materiais, e após alguns dias foi definido o plano de ações com base nas causas encontradas em cada tipo de problema, conforme mostrado na tabela 3.

Tabela 3 – Causas raízes e ações dos problemas

PROBLEMA	CAUSAS RAÍZES	AÇÕES
Retirada manual das grades de ferro do solo	Inexistência de ferramenta adequada para remoção de grades	Desenvolver ferramenta para retirada de grades
Período de troca de filtros do solo muito curto, expondo mais os funcionários aos riscos	-Período definido apenas na experiência dos funcionários (cheiro da cabine, aspecto visual dos filtros, percepção de passagem de ar); -Não é considerada a cadência das cabines para realização de troca de filtros.	-Consultar fornecedores para aquisição de filtros com maior durabilidade; -Instalar manômetros para mensurar a cadência das cabines através da diferença de pressão interna, de modo a não realizar trocas desnecessárias de filtros.
Movimentação manual de berços para um ponto de coleta para decapagem muito distante das cabines	-Inexistência de meio transporte ou ferramenta adequada para movimentação de berços; -Inexistência de rotas alternativas pavimentadas;	-Criar um suporte para colocar os berços e transportar até o ambiente externo com uma paleteira; - Pavimentar área externa próximo a cabine para criação de um novo ponto de coleta mais próximo.
Movimentação manual das bancadas de lixamento durante troca de filtros e retirada de grades	Inexistência de meio de transporte ou ferramenta adequada para movimentação de bancadas	Instalar rodízios nos pés das bancadas, de modo a facilitar a movimentação sem muito esforço humano

Fonte: Manual de segurança ocupacional da fábrica (2019)

3.1.4. *Improve*

Após serem levantadas todas as principais causas raízes a respeito dos problemas e realizado o plano de ações, iniciou-se a busca por recursos e pessoas para dar andamento às melhorias. Para isso, algumas ações puderam ser feitas dentro da própria fábrica com recursos e maquinário próprio, enquanto outras foi necessário envolver equipes de apoio para desenvolvimento de certas ferramentas.

- **Retirada manual das grades de ferro do solo, com cerca de 25 kg cada:**

Nas cabines existem cerca de 260 grades no piso que precisam ser removidas para troca de filtros a cada 15 dias, após isso elas são recolocadas. Porém não existia qualquer tipo de ferramenta propícia para retirada das mesmas, sendo todo o processo realizado manualmente. Cada grade possui uma massa de aproximadamente 25 kg, o que faz com que a repetição dos movimentos possa gerar danos à saúde física dos funcionários.

Para isso, foi acionada a área da infraestrutura da fábrica de modo a auxiliá-los no desenvolvimento de ferramentas que pudessem facilitar a retirada das grades de modo mais seguro. Foram feitos dois ganchos para duas pessoas retirarem a mesma grade, desse modo, o funcionário nem precisa se abaixar/curvar para realizar a remoção das mesmas. Na figura 8 é mostrado como era antes da utilização dos ganchos e na figura 9 é possível verificar que a utilização desses ganchos ficou mais ergonômica.

Figura 8 – Retirada manual das grades do solo



Fonte: autoria própria (2019)

Figura 9 – Retirada das grades do solo com uso de nova ferramenta



Fonte: autoria própria (2019)

- **Período de troca de filtros muito curto – 15 em 15 dias – expondo o funcionário aos riscos com grande frequência.**

Após algumas análises foi observado que a determinação para realizar a troca de filtros a cada 15 dias foi de acordo com a experiência dos funcionários e supervisores, e alguns testes realizados no passado pela equipe da engenharia e da qualidade. Eles alegaram que era possível perceber a alteração no odor da cabine, além do aspecto visual dos filtros no solo e a passagem de ar interna que começava a ficar reduzida após esse período. Daí determinaram a periodicidade quinzenal para troca dos filtros.

Além da alta exposição ao perigo, foi percebido que não existe uma medição da cadência de aplicação de verniz que é realizado nas cabines. Por motivos diversos, às vezes as cabines não operam em 100% de sua capacidade, fator pelo qual não precisaria sempre ser realizada a troca dos filtros a cada 15 dias.

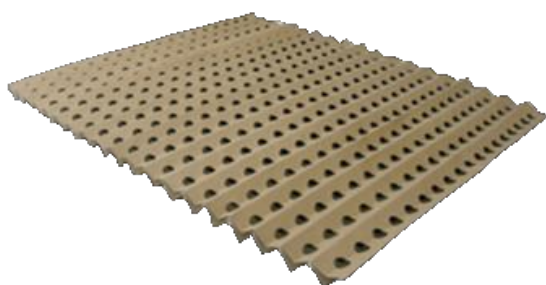
Para isso foi solicitada a visita do fornecedor de filtros à fábrica para analisar algum outro produto que estivesse disponível no mercado e que pudesse ter uma maior durabilidade sem perda de qualidade. O atual sistema era composto por uma manta de fibra de vidro e um filtro plissado, mas após algumas análises, foi observado que uma outra manta poderia ser usada, substituindo o atual sistema. A nova manta, chamada Separadora de Névoa de Tinta, possui uma durabilidade

prevista para 30 dias, além de possuir uma qualidade maior na retenção de partículas de verniz, e um menor custo.

Para mitigar o problema de trocas de filtros mesmo com cadência baixa das cabines, foi analisada também junto ao fornecedor a instalação de manômetros antes e depois do sistema de filtração, capazes de medir a diferença de pressão e a perda de pressão interna das cabines em períodos distintos. Tanto os manômetros quanto a nova manta foram orçados para compra em 2020, e aprovados pela área financeira da fábrica. A figura 10 tem fotos do filtro e da manta usados atualmente, e a figura 11 tem uma foto da manta separadora que será testada nas cabines a partir do ano de 2020.

Figura 10 – Filtro e manta usados atualmente nas cabines

a) Filtro plissado



b) Manta de fibra de vidro



Fonte: Google Imagens (2019)

Figura 11 - Manta separadora de névoa de tinta



Fonte: Google Imagens (2019)

- **Movimentação manual de berços para o ponto de coleta para decapagem;**

A fábrica de móveis possui cerca de 26 berços de aproximadamente 25 kg cada, que são utilizados de suporte para as peças que estão sendo aplicadas verniz. Sempre que havia a necessidade de enviá-los para decapagem, dois funcionários empilhavam um berço em cima do outro e levavam até o ponto de coleta segurando um em cada extremidade. O trajeto possui cerca de 100 metros até o local da coleta, sendo assim, os funcionários precisavam fazer cerca de 13 viagens para depositar tudo no ponto, totalizando cerca de 1300 metros carregando um total de 50 kg.

O trajeto até o ponto de coleta possui muitas curvas, em alguns pontos é estreito e em outros é necessário passar muito próximo à montagem final dos móveis, gerando inúmeros riscos: batida contra paredes nas curvas e caminhos estreitos, queda de material pesado em cima de partes do corpo, e ainda perda de qualidade caso houvesse alguma irregularidade na movimentação próxima à montagem final dos móveis.

Sendo assim, foi acionada a área da marcenaria para fabricar um suporte que fosse possível encaixar em uma paleteira, e colocar até dois berços para realizar a movimentação de forma mais segura. Além disso, foram utilizados velcros adesivos na paleteira, de modo a garantir que o suporte não escorregasse e ocasionasse a queda dos materiais.

Vale ressaltar, que a fabricação desse suporte também serve para transporte de outros materiais grandes e/ou pesados, garantindo um risco menor de acidente em outros processos da fábrica de móveis.

Na Figura 12 é possível visualizar como era feita a movimentação manual dos berços. Já nas Figuras 13 e 14 é possível visualizar como a movimentação foi facilitada com o novo suporte e o sistema de fixação do suporte.

Figura 12 – Movimentação manual de berços



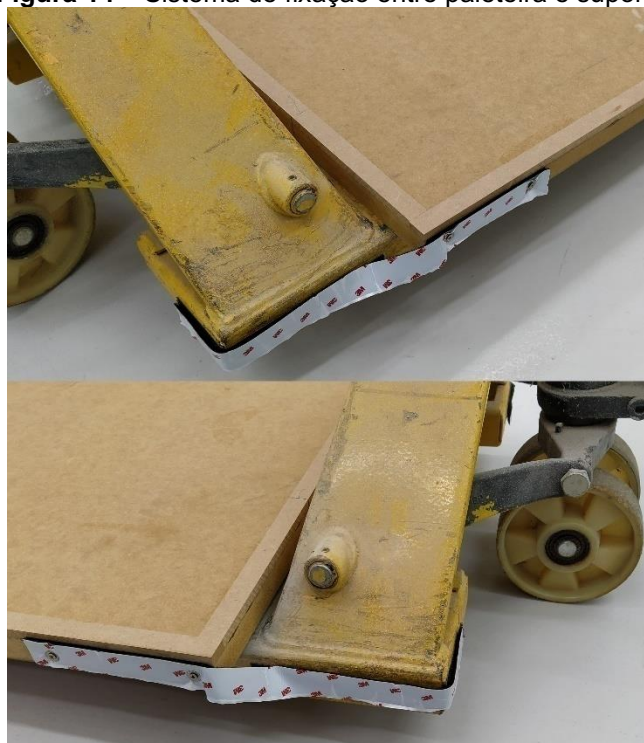
Fonte: autoria própria (2019)

Figura 13 – Movimentação de berços no novo suporte



Fonte: autoria própria (2019)

Figura 14 – Sistema de fixação entre paleteira e suporte



Fonte: autoria própria (2019)

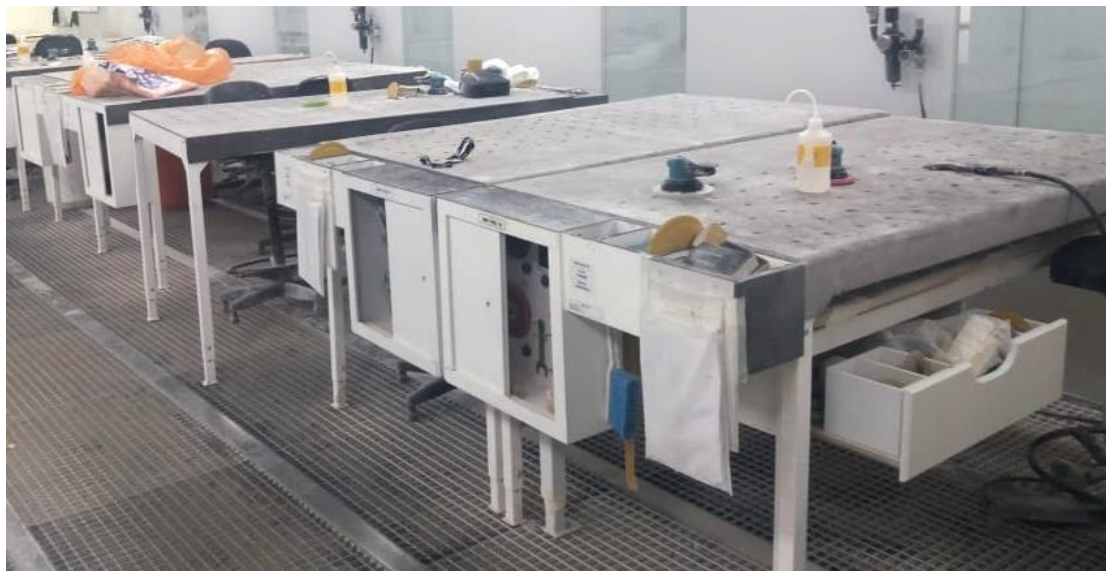
- **Movimentação manual das bancadas de lixamento de aproximadamente 80 kg cada sempre que é realizada troca de filtros e retirada de grades;**

A cabine de lixamento possui aproximadamente 12 bancadas de trabalho de aproximadamente 80 kg cada. De quinze em quinze dias é necessário retirar todas as bancadas para realização da troca de filtros do piso. Atualmente não existe nenhum procedimento que facilite a movimentação dessas bancadas dentro das cabines, sendo toda realizada pelo esforço manual dos funcionários que, normalmente, levantam as bancadas e levam até o ambiente externo, e após a limpeza técnica retornam para o local de origem.

Para isso, foi realizada a compra de quatro rodízios para instalação nos pés de uma bancada, de modo a fazer testes para identificar a validação da eficácia. Após a instalação, foi verificado que os rodízios atendem perfeitamente as necessidades dos funcionários, que não precisam mais realizar grandes esforços para levantar e movimentar as bancadas, pois agora basta empurrá-las facilmente até os locais desejados. Enquanto antes era necessário duas ou até três pessoas para realizar a movimentação de uma bancada, agora cada funcionário consegue realizar a movimentação individualmente. Além da eliminação de riscos de acidentes nesse

processo, foi encontrado um ganho de tempo na preparação da cabine de lixamento para limpeza técnica. É possível ver como eram as bancadas de lixamento na figura 15, e na figura 16 como ficou uma das bancadas com os rodízios.

Figura 15 – Bancadas de lixamento



Fonte: autoria própria (2019)

Figura 16 – Bancadas de lixamento com rodízios instalados nos pés



Fonte: autoria própria (2019)

- **Alta distância das cabines até o ponto de coleta externo à fábrica das grades e berços para decapagem.**

As duas cabines de aplicação de verniz e a de lixamento estão a cerca de 100 metros de distância do ponto de coleta de grades e berços de envio para decapagem. Os operadores precisam fazer cerca de 13 viagens para depositar os berços no local, e cerca de 5 viagens para depositar todas as grades. Sendo assim, a distância percorrida total (D) é de aproximadamente 3,6 quilômetros, considerando ida e volta.

$$D = (13 + 5) * 2 * 100 = 3600 \text{ m} \quad \text{Eq. (4)}$$

Foi sugerido então, realizar a cimentação de uma área externa à fábrica, que possui acesso a uma saída de emergência. Segundo a Instrução Técnica Nº. 11/2014 - Saídas de Emergência, do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo (2014), as saídas de emergência precisam estar desobstruídas em todo tempo, não podendo haver nenhum móvel, objeto ou divisória atrapalhando o escoamento de pessoas. O Corpo de Bombeiros da Fábrica em questão também foi acionado e questionado da possibilidade do uso da saída de emergência em casos esporádicos. A informação foi confirmada e validada, sendo informada a mesma situação da Instrução Técnica consultada no site oficial do Corpo de Bombeiros.

Um novo ponto de coleta de grades e berços para decapagem pode ser viabilizado com a cimentação da área externa. Desse modo, o novo ponto ficaria a apenas 35 metros de distância das cabines aproximadamente, reduzindo as movimentações em cerca de 65% a cada atividade de decapagem.

$$D = (13 + 5) * 2 * 35 = 1260 \text{ m} \quad \text{Eq.(5)}$$

Realizando a subtração dos resultados obtidos nas equações 4 e 5, é possível analisar que a redução de movimentação seria de aproximadamente 2340 metros de distância.

3.1.5. Control

Após a realização de todas as ações, a equipe de segurança ocupacional da fábrica foi novamente acionada para verificar a eficácia das ações. Todas as mudanças surtiram efeito positivo, o que de fato reduziu consideravelmente o risco de acidentes nas cabines. Porém era necessário disseminar a importância das mudanças para os funcionários, e garantir que as melhorias fossem realmente colocadas em ação, com o uso correto das ferramentas e transporte de materiais.

Para isso, foi realizada uma demonstração com os funcionários das cabines sobre as melhorias realizadas, bem como as instruções para melhor uso das ferramentas para retirada de grades e transporte para movimentação dos berços. Foi criado um Procedimento Operacional Padrão (POP) para todas as novas atividades que seriam realizadas. Foi mostrado também o local correto que os materiais devem ficar, e explicado a importância de todas as alterações feitas no processo de limpeza técnica das cabines.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O novo cálculo do grau de risco foi definido da seguinte maneira, conforme figura 17, segundo as notas avaliadas pela segurança após a realização do projeto:

- Exposição ao perigo (EP): 1;
- Quantidade de pessoas envolvidas na atividade (QP): 2;
- Eficácia do controle (EC): 1;
- Reconhecimento das pessoas referentes a situação perigosa (RP): 1;
- Gravidade da lesão (GL): 3;
- Abrangência da lesão (AL): 1.

Figura 17 – Cálculo do grau de risco após realização das ações

Exposição ao perigo (EP)	Quantidade de pessoas (QP)	Eficácia do controle (EC)	Reconhecimento das pessoas (RP)	PROBABILIDADE (EP+QP+EC+RP)
1	2	1	1	5
Gravidade da lesão (GL)	Abrangência da lesão (AL)	SEVERIDADE (GL+AL)	GRAU DE RISCO (PxS)	CLASSE DO RISCO
3	1	4	20	BAIXA

Fonte: Autoria própria (2019)

O principal objetivo do presente trabalho foi alcançado, que era reduzir os riscos de acidentes nas cabines de aplicação de verniz e lixamento da fábrica em estudo, no qual o GR foi de 72 (alto) para 20 (baixo). Além disso, foi proposta uma ação com ganho de movimentação de aproximadamente 2340 metros a cada atividade de decapagem de materiais.

Foi possível também mensurar um considerável ganho financeiro e de qualidade com a troca do tipo do filtro usado no solo. O custo do m² da manta de fibra de vidro mais o custo do m² do filtro plissado eram superiores ao da nova manta separadora de névoa, além disso, a nova manta possui o dobro da durabilidade do sistema antigo, e ainda por ser apenas um material, há um considerável ganho de tempo nas trocas. Foi calculada uma redução de custos ao ano superior a R\$60.000,00, uma queda de quase 60% do valor que é pago atualmente com trocas de filtros do solo.

5. CONCLUSÃO

Não só nas indústrias de móveis, mas em todo o setor secundário da economia (responsáveis por transformar matérias-primas em bens de consumo) existem atividades que têm elevados riscos de acidentes e, que em grande parte, não costumam ser tão perceptíveis aos funcionários e áreas de apoio que estão inseridos nesse ramo. Por isso, é necessário sempre realizar algumas análises e medições detalhadas das reais circunstâncias de trabalho, para ser possível mensurar a criticidade dos processos em relação à ergonomia e segurança ocupacional.

No presente trabalho, foram observadas algumas oportunidades de melhoria, de modo a reduzir o Grau de Risco de algumas atividades com certo nível de periculosidade. Com recursos disponíveis na própria empresa e baixíssimo custo, foi possível idealizar ferramentas eficientes, meios de transporte que atendessem as necessidades de movimentação de material, e aperfeiçoar postos de trabalho de modo a tornar um ambiente fabril mais seguro.

Foi possível notar também a importância que reuniões com fornecedores e a busca frequente por novos produtos no mercado para os negócios de uma empresa. Neste caso, essa avaliação gerou ganhos em pelo menos quatro pilares

fundamentais: qualidade (novos filtros com maior absorção de partículas), custo (produto mais barato e com maior durabilidade), tempo (funcionários com maior disponibilidade devido aos filtros durarem o dobro do tempo em relação aos anteriores, reduzindo a frequência de trocas) e segurança (exposição ao perigo durante atividade de troca de filtros reduzida pela metade).

Além disso, todas as medidas tomadas foram preventivas, visto que as oportunidades levantadas foram identificadas antes de qualquer incidente. Investir e dedicar tempo na construção de políticas de segurança ocupacional nas organizações são mais rentáveis, pois os custos com licenças médicas e afastamentos por doença ou acidente são altos, e, caso tenham sido causados por adversidades da própria empresa, percebe-se algumas falhas da gestão empresarial, resultando em custos mais altos e menor produtividade.

Tendo em vista os resultados apresentados nesse trabalho, são feitas as seguintes sugestões para futuras pesquisas: resistência dos materiais para as grades do solo (realizar troca por perfis pultrudados, fibra de carbono, dentre outros materiais leves e resistentes) e engenharia econômica para investimentos que otimizem os processos das cabines da fábrica, de modo a reduzir custos com trocas de filtros e envio para decapagem, com avaliação do tempo de *payback*.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar segurança, sustento, afago e sabedoria em todos os momentos de minha vida, em especial nos últimos anos. A Ele toda a honra!

A meu pai Sávio, minha mãe Silvia, meu irmão Renan e minha cunhada Natália, que em amor em suas orações, palavras de ânimo, e excessivos cuidados sempre me deram toda base e recursos necessários, me ensinaram a ser uma pessoa correta e me incentivaram a ir além.

A minha namorada Marianne, mulher sábia, que em todos os momentos de cada dia me ajuda a me tornar um homem melhor, crescendo comigo em amor e concretizando sonhos junto a mim.

A meus colegas de trabalho Corvello, Alessandro, Arruda, Arnoldo e Maiara, que me deram a oportunidade de estagiar em uma excelente empresa, e sempre me ensinaram a ser um profissional melhor até a minha sonhada efetivação.

A minha orientadora Deborah pelo grande conhecimento, disponibilidade, paciência e imenso carisma. Bem como todo corpo docente da Universidade Federal de Uberlândia pela paixão no ensino de engenharia e na capacitação de melhores cidadãos.

E a todos que direta ou indiretamente estiveram presentes e fizeram parte da minha formação.

REFERÊNCIAS

BARBOSA FILHO, Antônio Nunes. **Segurança do Trabalho & Gestão Ambiental**. 4ed. São Paulo: Atlas, 2011.

BOMBEIROS, Corpo de. **INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº. 11/2014 Saídas de emergência**. São Paulo, 2014. Disponível em <http://www.ccb.policiamilitar.sp.gov.br/dsci_publicacoes2/_lib/file/doc/IT_11_2011.pdf>. Acesso em 25/09/19.

BRAINER, Maria S. de C. Pereira. **SETOR MOVELEIRO: ASPECTOS GERAIS E TENDÊNCIAS NO BRASIL E NA ÁREA DE ATUAÇÃO DO BNB**. Banco do Nordeste, Caderno Setorial ETENE, ano 3, nº 34, p. 1, junho de 2018.

CARVALHO, M.M. de.; ROTONDARO, R. G. **Modelo Seis Sigma**. In: CARVALHO, M. M. de.; PALADINI, E. P. (COORD). **Gestão da qualidade: teoria e casos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012

NAPOLEÃO, Bianca Minetto. **O que é DMAIC?**. Blog da Qualidade, 21 de junho de 2018. Disponível em <<https://blogdaqualidade.com.br/o-que-e-dmaic/>>. Acesso em 06 de outubro de 2019.

NETO, Nestor Waldhelm. **9 razões para investir em segurança do trabalho**. Segurança do Trabalho NWN, 2015. Disponível em < <https://segurancadotrabalhonwn.com/9-razoes-para-investir-em-seguranca-do-trabalho/>>. Acesso em 03 de outubro de 2019.

PRADO, L. L.; LORENZO, H. C. **A questão socioambiental nas empresas moveleiras do Pólo de Votuporanga - SP**. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, São Paulo, v.7, n.3, p. 28-51, 2011. Disponível em: < <http://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/509> >. Acesso em: 05 de Outubro de 2019.

SAAD, Viviane Leão; XAVIER, Augusto de Paulo; MICHALOSKI, Ariel Orlei. **Avaliação do risco ergonômico do trabalhador da construção civil durante o levantamento de paredes**. Anais do XIII Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP) – Bauru-SP, 6 a 8 de novembro de 2006.

TAVARES, J. C. **Noções de prevenção e controle de perdas em segurança do trabalho**. 4ª ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2005.

TRABALHO, Ministério Público do. **Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho**. SmartLab, 2019. Disponível em <<https://smartlabbr.org/sst>>. Acesso em 01 de outubro de 2019.

WERKEMA, C. **Criando a Cultura Lean Seis Sigma**. 3 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012