

## **ANÁLISE DE IMPACTOS NA PRODUTIVIDADE DE EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS COM ADEQUAÇÕES DE SEGURANÇA (NR-12)**

Gabriel Bissoli Lorenzutti, Julio Domingos Neto, Matheus Scalfoni<sup>1</sup>,

Cecília Montibeller Oliveira,<sup>2</sup> Otávio Gaigher Simões<sup>2</sup> e Marllon Fraga Silva <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Acadêmicos do curso de Engenharia de Produção

<sup>2</sup>Eng. Civil, Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental – Docente Multivix - Serra

### **RESUMO**

O processo de redução e mitigação de riscos ocupacionais de máquinas e equipamentos industriais, para atendimento à obrigatoriedade da Norma Regulamentadora 12 e as demais normas técnicas vigentes, é visto de forma negativa pelas empresas brasileiras devido ao impacto na capacidade produtiva do equipamento, com redução de produtividade. Nesse sentido, este trabalho propõe uma análise aprofundada do processo de adequação à NR-12 de equipamentos industriais, para mapear as variáveis críticas em cada etapa, de forma a propor um fluxograma otimizado que reduza os riscos ocupacionais, melhorando o bem-estar dos colaboradores, com o menor impacto possível na produção. Acrescenta-se que, com a aplicação da metodologia proposta em projetos reais, foi possível observar redução dos impactos negativos, contribuindo para uma visão positiva destas adequações, e ainda o mais importante, atender aos requisitos da NR-12.

Palavras-chave: NR-12. Segurança. Adequação. Produtividade. Fluxograma. Otimização.

### **1. INTRODUÇÃO**

No atual cenário industrial, há cada vez mais exigências para que as empresas adotem melhorias em seus ambientes de trabalho buscando proporcionar aos seus trabalhadores, condições de trabalho que não os exponham a ambientes ou equipamentos com situações perigosas. O Brasil, que infelizmente se destaca de forma negativa ocupando a quarta posição na classificação mundial de países com acidentes fatais de trabalho nos últimos anos (MAGNUS, 2021), registrou somente no ano de 2022, de acordo com o Anuário Estatístico da Previdência Social (Ministério do trabalho e Emprego, 2023) um total de 612.920 acidentes. Destaca-se como um dos principais causadores destes eventos, o trabalho com máquinas e equipamentos industriais.

A Norma Regulamentadora NR-12 (ENIT, 2022), que foi publicada pelo Governo Federal em 1978 e passou por constantes revisões até o texto atual, auxilia os empregadores brasileiros na prevenção de acidentes do trabalho estabelecendo os requisitos mínimos obrigatórios de segurança a serem

adotados em máquinas e equipamentos, cuja implementação será denominado neste trabalho como “processo de redução e mitigação de riscos”. Este processo é aplicável a todas as máquinas e equipamentos em operação no Brasil, independente do seu ano de fabricação (com exceção dos equipamentos listados no item 12.1.4 da NR-12, devendo as empresas brasileiras adequarem seus maquinários para atendimento à legislação vigente, evitando assim penalidades financeiras ou interdições de operações por auditores fiscais do Ministério do Trabalho e Emprego. Para cada equipamento, deve ser conduzido um estudo preliminar por um profissional legalmente habilitado que indicará a necessidade de implantação de sistemas de segurança, como por exemplo, instalação de proteções fixas (enclausuramento da zona de perigo) e sensores de segurança (para parada do equipamento em caso de acesso à zona perigosa). Essa implantação de sistemas de segurança pode exigir a alteração de estruturas da máquina ou de procedimentos de trabalhos já em vigor no ambiente de trabalho, gerando assim, uma perspectiva negativa por parte das empresas de que este processo pode impactar negativamente na capacidade produtiva do equipamento.

Nesse contexto, este trabalho propõe uma análise aprofundada de processos de redução de riscos de equipamentos industriais de uma empresa de grande porte, do setor de Manufatura, no estado do Espírito Santo, para identificação das variáveis críticas que mais impactaram na produtividade, permitindo assim, o desenvolvimento de uma metodologia otimizada para reduzir os impactos na capacidade produtiva, e ainda o mais importante, reduzir os riscos de segurança dos trabalhadores. A análise das variáveis irá utilizar dados qualitativos e quantitativos coletados em campo por meio de um formulário desenvolvido pelos autores e da cronometragem de tempo de processo dos equipamentos que sofreram intervenção, antes e depois do projeto de redução de riscos.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

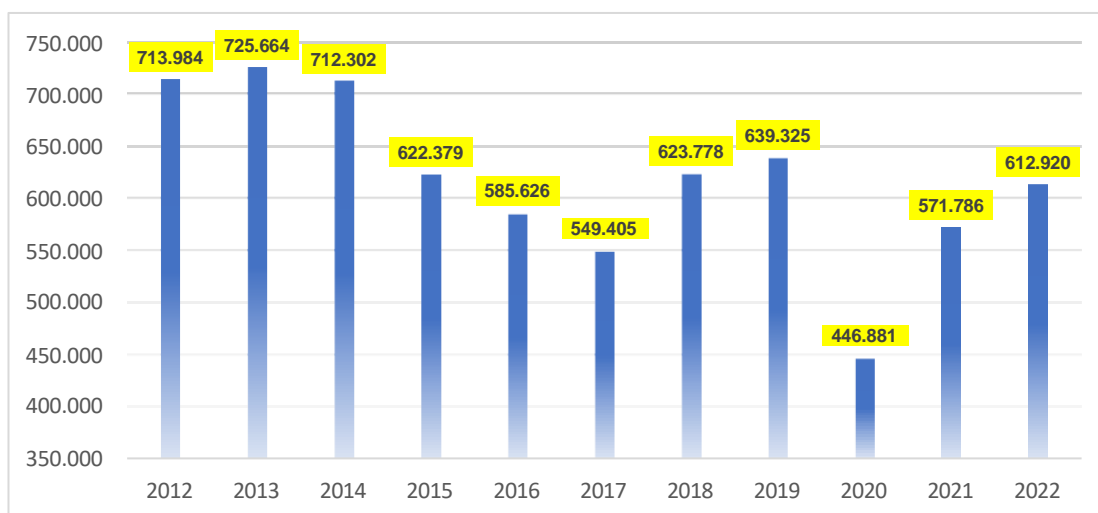
### **2.1 SEGURANÇA DO TRABALHO**

A Segurança do Trabalho pode ser entendida como o conjunto de medidas adotadas visando proteger a integridade e a capacidade de trabalho de um

colaborador, evitando doenças ocupacionais e acidentes do trabalho (UFRB, 2024).

O acidente do trabalho é todo evento não desejado ou planejado que resulta em uma lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte, ou perda, ou redução (permanente ou temporária) da capacidade para o trabalho, que ocorre pelo exercício laboral a serviço da empresa (BRASIL, Lei nº 6.367/1976). No Brasil, os números de acidentes do trabalho são alarmantes, sendo a média de um acidente a cada 51 segundos no período entre 2012 e 2022 (GLOBO, 2024). Neste mesmo período, já foram mais de R\$150 bilhões gastos com afastamentos acidentários.

**Figura 1** Número de registros de acidentes do trabalho por ano (2012 a 2022)



Fonte: Ministério do Trabalho e Emprego (2023)

## 2.2 NORMAS VIGENTES PARA O PROCESSO DE REDUÇÃO E MITIGAÇÃO DE RISCOS EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

O processo de redução e mitigação de riscos em máquinas e equipamentos precisa de um embasamento legal sólido para que haja um direcionamento aos empregadores quanto ao que se faz necessário implementar em uma máquina ou equipamento para que não haja exposição dos colaboradores a riscos ocupacionais. No Brasil, este embasamento é encontrado nas Normas Regulamentadoras e Normas Técnicas.

As normas regulamentadoras, também conhecidas pela abreviação NR, estão em vigor no Brasil desde 08 de junho de 1978, através da portaria 3.214 e

visam estabelecer condições de trabalho adequadas para garantir a segurança e saúde do trabalhador no ambiente de trabalho (SILVA, 2019). Ao todo, existem atualmente no Brasil 38 Normas Regulamentadoras (ENIT, 2022), cuja gestão é de responsabilidade do Ministério do Trabalho e Emprego do Governo Federal, sendo que a NR-12 é a específica que trata sobre Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos.

De acordo com Camisassa (2000), a Norma Regulamentadora NR 12 visa a segurança e integridade física do trabalhador, estabelecendo requisitos mínimos para o trabalho seguro em máquinas operatrizes. Conforme o texto previsto no item 12.1.1 da norma, ela tem como função o estabelecimento de requisitos mínimos para a prevenção de acidentes nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos (ENIT, 2022).

Atualmente, a NR-12 possui 156 itens em seu corpo principal e 12 anexos que abordam requisitos específicos para diferentes tipos de equipamentos.

Outro grupo de normas que precisam ser estudadas e consultadas são as Normas Técnicas elaboradas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), que têm como objetivo estabelecer especificações, regulamentar e padronizar vários aspectos relacionados a processos, serviços e pesquisas. Existem normas técnicas setoriais para diferentes setores da economia, incluindo segurança do trabalho, construção civil, saúde, energia, meio ambiente, entre outros.

As principais normas ABNT NBR relacionadas à segurança de máquinas e equipamentos, que devem ser utilizados nos processos de redução de riscos incluem:

- ABNT NBR ISO 12100:2013 – Segurança de máquinas - Princípios gerais de projeto - Avaliação e redução de riscos.
- ABNT NBR 14153:2022 – Segurança de máquinas - Partes de sistemas de comando relacionadas à segurança - Classificação por categorias de segurança.
- ABNT NBR ISO 13849-1:2019 – Segurança de máquinas - Partes do sistema de comando relacionadas à segurança - Parte 1: Princípios gerais de projeto.

### 2.3 APRECIÇÃO DE RISCO

De acordo com a ABNT NBR ISO 12100:2013, uma “apreciação de risco é um processo composto por uma série de etapas que permite, de forma sistemática, analisar e avaliar os riscos associados à máquina”. Trata-se de um processo essencial para garantir a segurança de colaboradores que realizam suas atividades laborais em máquinas e equipamentos.

Este processo deve ser elaborado baseado em um estudo aprofundado dos perigos de um equipamento, sejam eles mecânicos, elétricos, térmicos, ergonômicos, entre outros, para que seja evitado a ocorrência de danos por falta de reconhecimento dos perigos.

Além de identificar os riscos ocupacionais, conforme previsto pela ABNT NBR 12100:2013, é necessário a estimativa do risco (utilizando metodologias previstas pela ABNT ISO/TR14121-2:2018) para estabelecer quais são os perigos que possuem maior potencial de gerar danos aos operadores com base na frequência de exposição, probabilidade de ocorrência e número de pessoas expostas. Essa estimativa do risco serve como um dado para especificar a prioridade dos perigos em que se deve buscar a redução dos riscos.

Todos os perigos significantes identificados pela apreciação de risco serão tratados pelos demais profissionais envolvidos no processo de redução de riscos de segurança da máquina. Deverão ser adotadas medidas de controle como por exemplo, a instalação de proteções fixas (corretamente dimensionadas pelas normas técnicas vigentes) e proteções móveis com monitoramento por sensores de segurança (que interrompem o funcionamento da máquina ao serem abertas), além de medidas administrativas tais como sinalizações ou treinamentos específicos.

O processo de apreciação de risco em um equipamento deve ser realizado por uma equipe multidisciplinar para que seja possível identificar o maior número de riscos possíveis. Além disto, com o envolvimento de várias áreas que possam ter interação com o equipamento, é possível mapear com maior assertividade os impactos da implantação de um sistema de segurança, adotando assim, medidas alternativas para atender a legislação e não prejudicar a operação dos colaboradores.

## 2.4 CRONOANÁLISE

Segundo Navarro e Rocha (2014), a Cronoanálise é uma técnica utilizada para medição de tempo. É realizado um estudo para encontrar o tempo ideal de execução de uma atividade em um posto de trabalho. De acordo com (BARNES, 1977), uma operação a ser estudada é dividida em elementos e cada um desses elementos é cronometrado para se chegar ao cálculo de quanto tempo um trabalhador completa seu trabalho sem nenhuma desinteligência (BARBOSA et al., 2017).

Segundo (CAMPOS, 2013), a aplicação da cronoanálise tem diversos resultados positivos, como por exemplo: aperfeiçoamento de métodos de produção, haja vista que é possível descobrir a forma mais rápida e eficiente de executar determinada tarefa; redução do custo produtivo graças à eliminação de quaisquer atividades que não agregam valor nos postos de trabalho; Melhora a segurança ocupacional ao identificar movimentos que gerem fadiga; e aumento da qualidade pois com a cronoanálise é necessário manter as características padronizadas do produto para satisfazer as expectativas dos clientes.

## 2.5 MAPA DE PROCESSOS

Segundo TEIXEIRA (2013), o mapeamento de processos é uma ferramenta de extrema importância para as organizações que desejam melhorar ou implantar novos processos, tornando-se um assunto de grande importância para a Engenharia de Produção.

Ainda de acordo com TEIXEIRA (2013), esta ferramenta realiza uma análise estruturada de um processo permitindo melhor entendimento das variáveis críticas e eliminação ou simplificação dos processos que necessitam de mudanças.

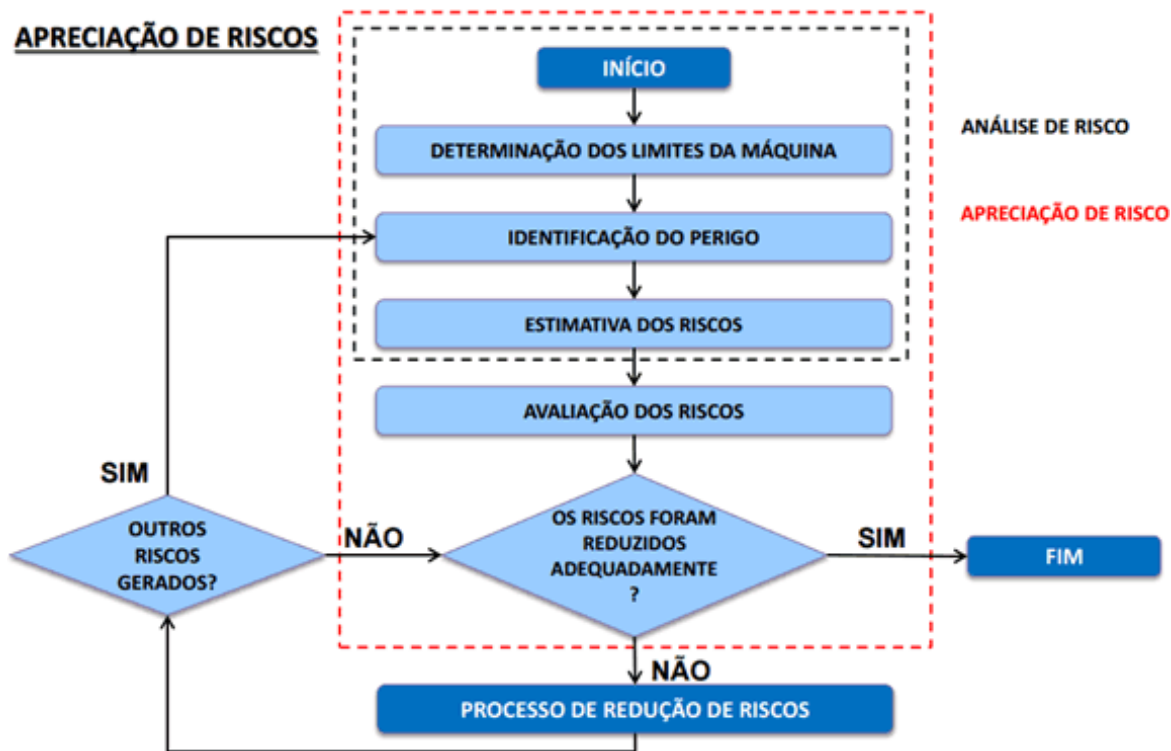
Já para VILLELA (2000), o mapeamento de processos é uma ferramenta gerencial analítica e de comunicação que tem a intenção de ajudar a melhorar os processos existentes ou de implantar uma nova estrutura voltada para processos. A correta utilização desta metodologia permite a redução nas falhas de integração entre sistemas, possibilita uma melhor compreensão dos processos atuais e elimina ou simplifica aqueles que necessitam de mudanças.

### 3. METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa experimental realizada em uma empresa de grande porte, do setor de Manufatura, localizada no norte do estado do Espírito Santo, com o propósito de avaliar quais variáveis de um processo de redução e mitigação de riscos que mais geram impactos negativos na produtividade (capacidade de produzir peças por hora, tempo de preparação (*setup*) e intervenção de manutenções) dos equipamentos industriais. A empresa possui 2.812 colaboradores, com mais de mil equipamentos produtivos em sua planta fabril.

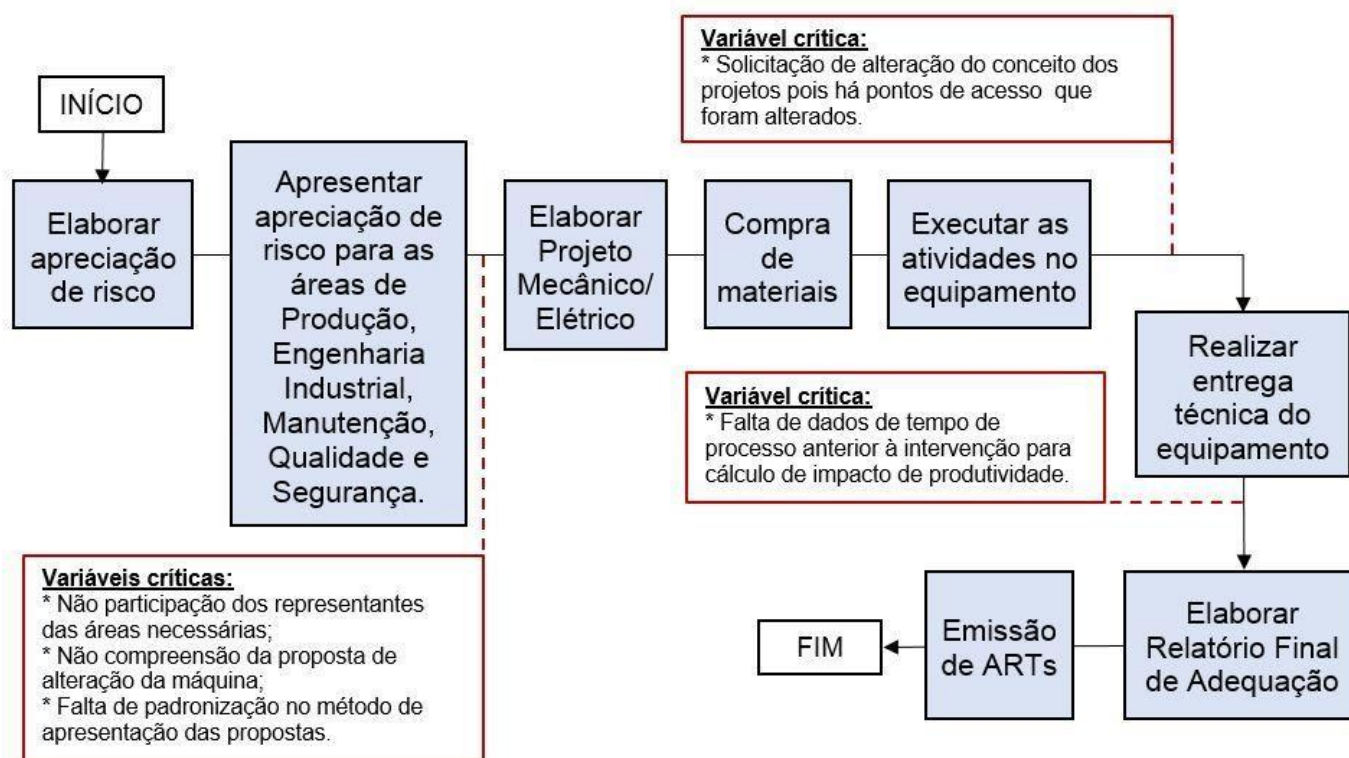
Na empresa em questão, há um setor dedicado exclusivamente para a adequação de máquinas à NR-12, tendo em seu corpo técnico profissionais que exercem as seguintes funções: Analistas de Projetos, Técnicos de Projeto, Projetistas (Mecânicos e Elétricos), Eletricistas, Mecânicos e Caldeireiros. É esta equipe que estuda quais são os pontos perigosos de uma máquina, elabora o documento denominado “Apreciação de Risco” e adota as medidas necessárias (ex: proteções, sensores, procedimentos) para reduzir os riscos que os trabalhadores ficam expostos, seguindo o fluxograma estabelecido pela ABNT NBR ISO 12100:2013 (Figura 1).

**Figura 2** Fluxograma de “Apreciação de Risco” conforme a ABNT NBR 12100:2013



O processo de redução de riscos é dividido em várias etapas e demanda o envolvimento de vários profissionais de diferentes áreas e funções. Tanta extensão no processo gera inúmeras variações que podem resultar em impactos negativos para o projeto. Buscando minimizar os possíveis impactos negativos na produtividade oriundos do processo de redução de riscos, o grupo de trabalho escolheu um projeto de adequação que supostamente gerou redução de capacidade produtiva e aumento do tempo de preparação. Para este projeto, foi elaborado um mapa de processo (Figura 3) para entender quais foram as variáveis críticas que mais impactaram negativamente no desempenho do equipamento

**Figura 3** Mapa de processo para identificação das variáveis críticas do processo de redução de risco de uma máquina.



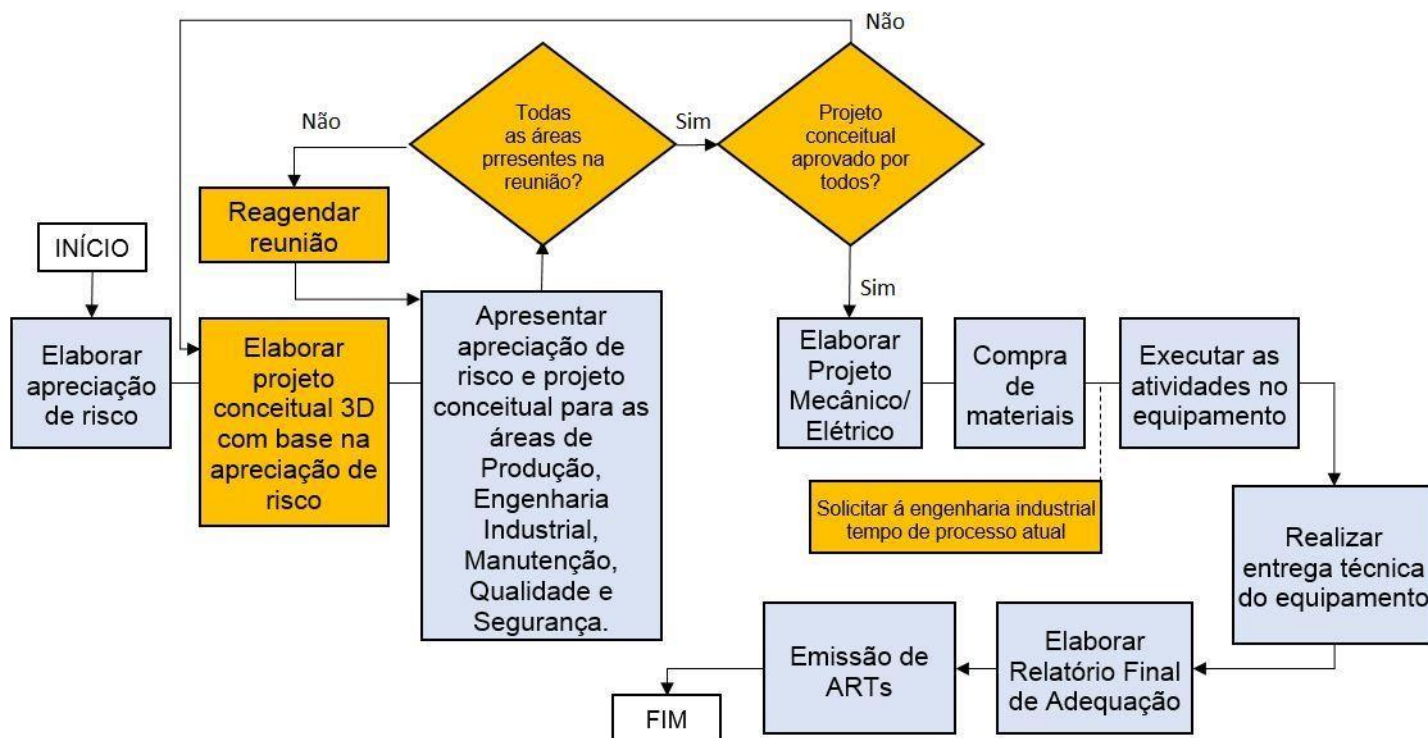
Fonte: produzido pelos autores do presente trabalho (2024).

Com base no mapa de processo, foi possível evidenciar que as variáveis críticas que impactaram, ou que possam ter impactado, na produtividade dos equipamentos industriais foram: A não participação dos representantes das áreas de produção na reunião em que foi discutido as mudanças a serem realizadas no equipamento; Não compreensão da proposta de alteração da máquina visto que não foi apresentado nenhum croqui ou projeto conceitual; Falta de registro dos assuntos acordados em reunião da apresentação da



apreciação de risco; Solicitação de alteração do conceito do projeto pela área de produção, após a execução, informando de forma retardada a necessidade de acesso em áreas que foram enclausurados; e a falta de dados de tempo de processo anterior à intervenção para cálculo de impacto de produtividade, a fim de validar se houve mesmo impacto negativo na produtividade.

**Figura 4** Fluxo do processo de redução de risco otimizado com inclusão de etapas (em laranja) para tratativas das variáveis críticas.



Fonte: produzido pelos autores do presente trabalho (2024).

No fluxo otimizado, é obrigatória a participação de pelo menos um representante de cada área para estar ciente das modificações a serem feitas no equipamento, sendo registrado a presença e alinhamentos através de ata de reunião que é arquivada pela equipe de projetos. Além disso, em cada reunião com as diversas áreas será apresentado um projeto conceitual em 3D, elaborado pelo projetista mecânica utilizando o software *SolidWork*, para garantir o entendimento do que está sendo proposto no processo de redução de riscos, melhorando a comunicação entre as áreas. Caso algum aspecto do projeto não seja aprovado, será feita uma revisão que posteriormente será apresentada às áreas em outro encontro. No caso de aprovação, é dada continuidade do fluxo com a compra dos materiais.

Com o envolvimento de todas as áreas e registros dos alinhamentos, a tendência é que se reduza as solicitações de alteração do projeto. Adicionalmente, será necessário a solicitação do tempo de processo do equipamento antes do projeto de redução de riscos para que seja possível a comparação com a situação futura.

Após o término da otimização do fluxo, como forma de validar o processo, a metodologia foi adotada pela equipe de projetos e aplicada em 71 equipamentos. Um questionário foi elaborado pelos autores, com uso de software *Excel*, e aplicado de forma presencial aos colaboradores que tenham interação com os equipamentos entre o período de 17/04/2024 à 17/05/2024, totalizando 31 dias. O formulário foi aplicado nos três turnos de trabalho da empresa. Os colaboradores que participaram da pesquisa são das áreas de Produção, Manutenção, Engenharia Industrial e Qualidade. O questionário (Figura 5), aplicado em caráter qualitativo e de forma anônima, tinha como objetivo entender a percepção dos colaboradores quanto ao impacto gerado com o processo de redução de riscos nos equipamentos. Os colaboradores foram questionados quanto a cinco aspectos de produtividade e segurança que deveriam avaliar se não houve impacto, se houve pouco impacto, se houve impacto ou se o processo de redução de risco impactou muito a produtividade.

**Figura 5** Questionário qualitativo para avaliar impacto na produtividade dos equipamentos industriais.

	<b>Não impactou</b>	<b>Pouco impacto</b>	<b>Impactou</b>	<b>Impactou muito</b>
Capacidade produtiva (Peças por hora)				
Manutenção (quantidade, tempo)				
Percepção de Nível de Segurança				
Tempo de preparação (setup)				
Índice de acidentes				

Fonte: produzido pelos autores do presente trabalho (2024).

De forma complementar ao processo de validação do fluxo otimizado, foi realizada também a comparação entre o tempo de processo antes e após a intervenção do processo de redução de riscos. Foi realizada uma medição da capacidade produtiva de cada equipamento utilizando a metodologia de cronoanálise, com o objetivo de gerar dados quantitativos que sustentem a análise sobre a existência de impacto negativo na produtividade do equipamento.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a análise dos resultados obtidos com este trabalho, os dados coletados foram tabulados em uma planilha eletrônica com o uso do *software* Microsoft Excel. A tabela 1 apresenta os resultados do questionário aplicado.

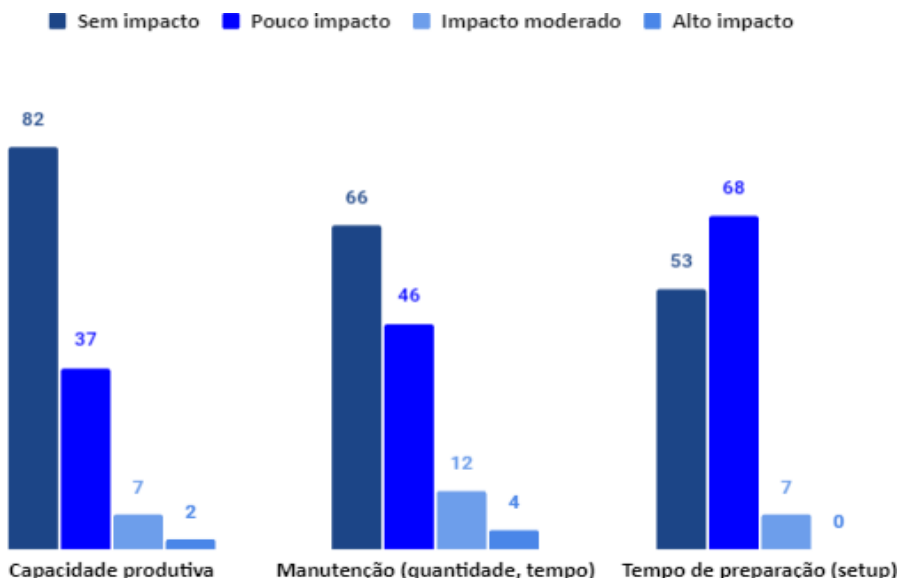
**Tabela 1** Resultado de dados qualitativos coletados através de formulário.

	Sem impacto	Pouco impacto	Impacto moderado	Alto impacto
Capacidade produtiva (diminuiu produção de peças/hora)	82	37	7	2
Manutenção (aumentou frequência e tempo)	66	46	12	4
Tempo de preparação (aumentou tempo de <i>setup</i> )	53	68	7	0
Índice de acidentes (diminuiu ocorrências de acidentes)	0	1	6	121
Percepção do nível de segurança (diminuiu os riscos dos equipamentos)	0	11	5	112

Fonte: produzido pelos autores do presente trabalho (2024).

A análise dos resultados obtidos será realizada com base na representação gráfica dos dados, nas Figuras 6 e 7.

**Figura 6** Dados qualitativos de percepção dos colaboradores do impacto na produtividade com os processos de redução de riscos.



Fonte: produzido pelos autores do presente trabalho (2024).

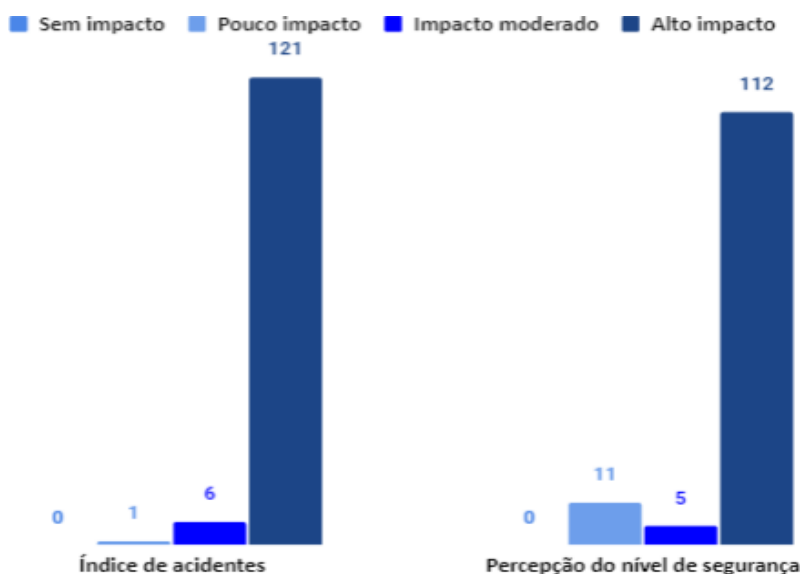
Com base no gráfico, observou-se que a grande maioria dos colaboradores relatou que não houve impacto negativo na capacidade produtiva (82; 64%),

enquanto outra parte significativa acredita que houve pouco impacto (37; 29%). Apenas uma pequena parcela dos colaboradores entrevistados afirmou que houve impacto significativo na capacidade produtiva dos equipamentos que foram submetidos ao processo de redução de riscos para atendimento à Norma Regulamentadora 12 (9; 7%).

Na avaliação do impacto de Manutenção dos equipamentos, os dados mostram que a maioria dos colaboradores (66; 52%) também acham que as adequações não geraram impactos negativos quando a frequência ou tempo de máquina parada para manutenções. Evidenciou-se ainda que uma pequena parte (46; 36%) dos entrevistados informou que houve pouco impacto nas manutenções, enquanto outro grupo de operários relatou que houve sim impacto negativo significativo (16; 12%).

Os dados relativos à percepção de impacto no tempo de preparação (*setup*) dos equipamentos mostram que a grande maioria (68; 53%) informou que houve sim impacto negativo, embora tenha sido pouco. Uma outra parcela de colaboradores (53; 41%) informou que não houve impacto no tempo de preparação, enquanto a minoria (7; 6%) informou que os impactos foram significativos.

**Figura 7** Percepção de impacto dos colaboradores quanto a redução de riscos nos equipamentos submetidos ao processo de redução de riscos.



Fonte: produzido pelos autores (2024)

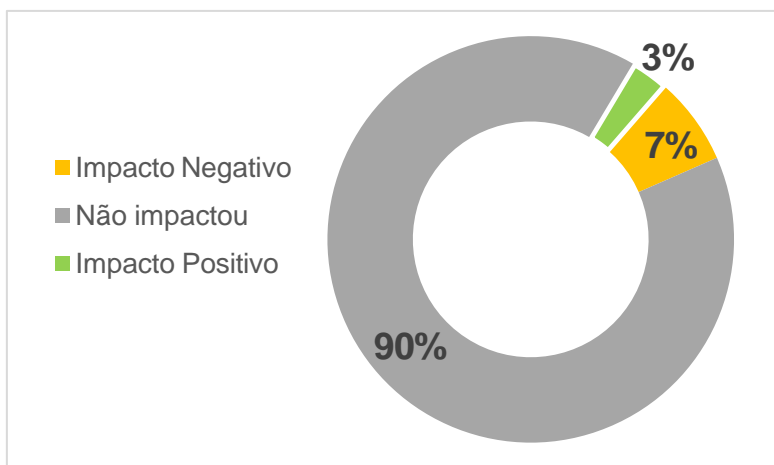
Diferente dos outros quesitos sendo avaliados, a avaliação de impacto do “Índice de acidentes” e “Percepção do nível de segurança” dos operadores é inversa aos outros quesitos, ou seja, quanto maior o impacto relatado pelos operadores, melhor o resultado. Na percepção dos colaboradores quanto ao índice de acidentes (redução de ocorrência) a grande maioria (121; 95%) relatou que o processo de redução de risco agregou muito na redução de acidentes. Ou seja, os acidentes que podem ocorrer oriundos da operação do equipamento diminuiriam. Uma pequena parte (6; 4%) respondeu que houve impacto moderado enquanto apenas 1 colaborador (1%) relatou ter percebido pouco impacto na redução de ocorrência de acidentes.

Por fim, as respostas dos colaboradores quanto ao impacto na percepção do nível de segurança mostram que a grande maioria (112; 88%) percebeu um alto impacto na redução de riscos, se sentindo mais seguro em seus postos de trabalho. Uma outra pequena parte (5; 4%) informou que percebeu um impacto moderado na redução de riscos enquanto outra parcela (11; 8%) relatou que o impacto quanto a percepção do nível de segurança foi pouca.

#### DADOS QUANTITATIVOS – CRONOANÁLISE

Para a análise quantitativa do impacto na produtividade dos equipamentos industriais submetidos ao processo de redução de riscos, foram comparados os tempos de processo e capacidade produtiva (antes e depois) dos 71 equipamentos no qual o novo fluxo otimizado foi aplicado. Os dados, que estão dispostos no Anexo I deste trabalho, foram representados pela Figura 8.

**Figura 8** Capacidade produtiva de equipamentos impactadas com as adequações de NR-12.



Fonte: produzido pelos autores deste trabalho (2024)

Observa-se na figura acima que a grande maioria dos equipamentos não tiveram impacto na capacidade produtiva (64; 90%) após a implementação dos sistemas de segurança para redução dos riscos do equipamento. Entretanto, uma pequena parte dos equipamentos (5; 7%) registraram impactos negativos na capacidade produtiva, sendo que a maior variação identificada foi de 10,02% do Equipamento 6 (Anexo I). Há também equipamentos que registraram impactos positivos (2; 3%) na utilização do novo fluxo otimizado de redução de riscos, sendo que a maior variação ocorreu no Equipamento 61 (Anexo I) com um aumento de 33% na capacidade produtiva, após a instalação de um alimentador de peças automático (com o intuito de eliminar a exposição do operador à zona de perigo).

Esses números reforçam os benefícios em se utilizar o novo fluxo otimizado apresentado neste trabalho.

## **5. CONCLUSÃO**

Com base no trabalho que fora desenvolvido, conclui-se que os objetivos propostos por este estudo foram alcançados. Com o mapeamento do processo de redução de riscos que era aplicado anteriormente na empresa onde o trabalho foi realizado, foi possível analisar, de forma aprofundada, quais eram as variáveis que estavam gerando maior redução de produtividade dos equipamentos industriais após as adequações em atendimento à NR-12. O novo fluxo otimizado desenvolvido tratou todas essas variáveis críticas, melhorando o envolvimento de todas as áreas, desde o início do projeto de adequação, que poderiam ser impactos em suas atividades laborais. Além disto, as apresentações dos projetos conceituadas em modelagem 3D nas reuniões de alinhamento para a validação do trabalho mostrou-se eficaz na minimização dos impactos negativos na produção, permitindo melhores debates e observações.

Os dados coletados neste trabalho (qualitativos e quantitativos) reforçam que o fluxo otimizado melhorou significativamente a segurança do parque fabril, com uma redução notável nos índices de acidentes e uma maior percepção de segurança entre os trabalhadores. Além disto, mostraram ainda que na maioria dos projetos de redução de riscos em que o fluxo otimizado é empregado, não há impactos significativos na capacidade produtiva, respondendo assim a

hipótese deste presente trabalho. Adicionalmente, foi possível evidenciar que houveram projetos em que para a redução do risco do equipamento foi necessário alterar o método de trabalho, como por exemplo instalando novos periféricos, gerando assim um aumento na capacidade produtiva.

A partir deste trabalho, novos estudos podem ser realizados no fluxo do processo de redução de riscos para identificar outras variáveis que possam otimizar os resultados, como por exemplo a implementação de novas tecnologias emergentes que reduzam riscos e não interfiram na capacidade produtiva dos equipamentos industriais.

Sendo assim, este estudo comprova que é possível realizar o atendimento dos requisitos de segurança previsto nas normas vigentes, melhorando a condição de trabalho dos colaboradores, sem comprometer a eficiência operacional. O novo fluxo desenvolvido para este processo agrega ainda mais valor positivo às adequações de segurança, mostrando que é possível conciliar sim, a segurança do trabalho com produtividade.

## 6. REFERÊNCIAS

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR ISO 12100: Segurança de Máquinas – Princípios Gerais de Projeto – Avaliação de Riscos, 2013.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR ISO 14153: Segurança de máquinas - Partes de sistemas de comando relacionadas à segurança - Classificação por categorias de segurança, 2022.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR ISO 13849: Segurança de máquinas - Partes do sistema de comando relacionadas à segurança, 2013.

**BRASIL. Lei nº 6.367.** Lei sobre seguro de acidentes do trabalho a cargo do INPS e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 de Outubro de 1976. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6367.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6367.htm)> Acesso em: 06 jun 2024.

**BARBOSA, S.; CAVALVANTE, B.; SILVA, F.; NEGRÃO, L.; SANTOS, L.** Estudos de tempos: análise da capacidade produtiva da operação da produção

de picolés. Revista Latino Americana de Inovação e Engenharia de Produção, Belém (PA), v. 5, n. 8, p. 56-76, 2017. Disponível em:

<<https://www.semanticscholar.org/paper/ESTUDOS-DE-TEMPOS%3A-AN%C3%81LISE-DA-CAPACIDADE-PRODUTIVA-Barbosa-Cavalcante/dc2470be254a8f84504afd9167a4e44088c99742>> Acesso em: 12 nov. 2023.

**BARNES**, Ralph Mosser. Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho. Editora Blucher, 1977.

**CAMPOS, P. C.** Padronização de tempos e métodos nas atividades de classificação, empacotamento e armazenagem na cooperativa de cidadania e meio ambiente. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 2013.

**CAMISASSA**, M. Q. Segurança e saúde no trabalho: NRs 1 a 36 comentadas e descomplicadas. Grupo Gen-Editora Método Ltda, 2000.

**ENIT** – Escola Nacional de Inspeção do Trabalho. Segurança e saúde no trabalho – Normalização. NR - 12 Segurança no Trabalho de Máquinas e Equipamentos (2022). Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-12-atualizada-2022-1.pdf>> Acesso em: 15 nov. 2023.

**GARCIA**, Lucas Carvalho. CRONOANÁLISE PARA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS E AUMENTO NA PRODUTIVIDADE DO SETOR. 2022.

**GLOBO**. Uma pessoa morre a cada 3 horas vítima de acidente de trabalho no Brasil, 2024. Disponível em <https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/especial-publicitario/soc/noticia/2024/03/26/uma-pessoa-morre-a-cada-3-horas-vitima-de-acidente-de-trabalho-no-brasil.ghtml>>. Acesso em: 01/05/2024.

**MAGNUS**, Vinícius. ADEQUAÇÃO DE MÁQUINAS COM BASE NA NR 12, UM ESTUDO DE CASO EM UMA METALÚRGICA, 2021. UNISINOS. Disponível em:

<<http://repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/11720/Vin%C3%A9cius%20Magnus.pdf?sequence=1>> Acesso em: 13 nov 2023.

**MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO**. Anuário Estatístico da Previdência Social 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/previdencia/pt-br/assuntos/previdencia-social/arquivos/onlinte-aeps-2021-/secao-iv-2013-acidentes-do-trabalho>> Acesso em: 01 Abril 2024.



**NAVARRO, A.; ROCHA, J..** A importância da capacidade produtiva e cronoanálise para empresas do polo moveleiro de Ubá. In: Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção, v. 9, 2014, Viçosa (MG). Disponível em <[http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/20073/2/FB\\_CEEP\\_I\\_2020\\_16.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/20073/2/FB_CEEP_I_2020_16.pdf)>. Acesso em: 14 nov. 2023

**SILVA, Gabriele Antunes da.** Aplicação de ferramentas de cronoanálise visando aumento da produtividade em uma fábrica: um estudo de caso. 2022. Disponível em: <[https://abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_345\\_1772\\_40076.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_345_1772_40076.pdf)> Acesso em: 11 nov. 2023

**SILVA, Dione Carlos Soares da.** Adequação de máquinas e equipamentos antigos à NR-12 visando o baixo custo. 2019. 67 f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica). Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019. Disponível em: <<http://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/1921>> Acesso em: 11 nov. 2023

**TEIXEIRA, Ana Luisa Alves.** Mapeamento de Processos: teoria e caso ilustrativo. 2013. Disponível em <[https://www.puc-rio.br/ensinopesq/ccpg/pibic/relatorio\\_resumo2013/relatorios\\_pdf/ctc/IND/IND-AnaLuisaAlvesTeixeira.pdf](https://www.puc-rio.br/ensinopesq/ccpg/pibic/relatorio_resumo2013/relatorios_pdf/ctc/IND/IND-AnaLuisaAlvesTeixeira.pdf)> Acesso em: 12 Nov. 2023

**UFRB.** O que é Segurança do Trabalho? Disponível em: <<https://www.ufrb.edu.br/progep/index.php/avaliacao-de-desempenho/42>. Acesso em 14/05/2024> Acesso em: 14 mai 2024

**VILLELA, Cristiane da Silva Santos.** Mapeamento de processos como ferramenta de reestruturação e aprendizado organizacional. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. 2000.

## ANEXO I – DADOS QUANTITATIVOS – CRONOANÁLISE

EQUIPAMENTO	MODELO	ANO FAB	CAPACIDADE (ANTES)	CAPACIDADE (DEPOIS)	HOUVE IMPACTO?
EQUIPAMENTO 01	-	2016	375 pcs/h	375 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 02	-	2002	375 pcs/h	375 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 03	PK1N1F	2021	375 pcs/h	375 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 04	PK1N1F	2021	375 pcs/h	375 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 05	-	2005	359 pcs/h	359 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 06	-	2005	359 pcs/h	323 pcs/h	Sim - Neg.

EQUIPAMENTO 07	-	2005	359 pcs/h	341 pcs/h	Sim - Neg.
EQUIPAMENTO 08	EU-30	1990	333 pcs/h	333 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 09	BOSS 338-44L	2019	240 barras/h	240 barras/h	Não
EQUIPAMENTO 10	BOSS 338-44L	2019	240 barras/h	240 barras/h	Não
EQUIPAMENTO 11	BOSS 338-44L	2019	240 barras/h	240 barras/h	Não
EQUIPAMENTO 12	A320-VII	2019	240 barras/h	240 barras/h	Não
EQUIPAMENTO 13	A320-VII	2019	240 barras/h	240 barras/h	Não
EQUIPAMENTO 14	A320-VII	2019	240 barras/h	240 barras/h	Não
EQUIPAMENTO 15	A320-VII	2019	240 barras/h	240 barras/h	Não
EQUIPAMENTO 16	M05122-N01	2017	350 pcs/h	350 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 17	ZBT8216-1	2010	359 pcs/h	377 pcs/h	Sim - Pos.
EQUIPAMENTO 18	340-1800072-11	2018	300 pcs/h	300 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 19	R-0609	1995	1 barra/vez	1 barra/vez	Não
EQUIPAMENTO 20	GOP32X50	1994	1 barra/vez	1 barra/vez	Não
EQUIPAMENTO 21	Tipo G	2007	169080 chic/dia	169080 chic/dia	Não
EQUIPAMENTO 22	Tipo G	2010	169080 chic/dia	169080 chic/dia	Não
EQUIPAMENTO 23	Tipo G	2010	169080 chic/dia	169080 chic/dia	Não
EQUIPAMENTO 24	Tipo G	2010	169080 chic/dia	169080 chic/dia	Não
EQUIPAMENTO 25	Tipo G	2010	169080 chic/dia	169080 chic/dia	Não
EQUIPAMENTO 26	Tipo G	2010	169080 chic/dia	169080 chic/dia	Não
EQUIPAMENTO 27	Tipo G	2007	169080 chic/dia	169080 chic/dia	Não
EQUIPAMENTO 28	Tipo G	2007	169080 chic/dia	169080 chic/dia	Não
EQUIPAMENTO 29	Tipo G	2006	169080 chic/dia	169080 chic/dia	Não
EQUIPAMENTO 30	Tipo G	2008	169080 chic/dia	169080 chic/dia	Não
EQUIPAMENTO 31	Tipo G	2011	169080 chic/dia	169080 chic/dia	Não
EQUIPAMENTO 32	M05415N01	2018	375 pcs/h	375 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 33	M-2163	1998	120 ciclos/h	120 ciclos/h	Não
EQUIPAMENTO 34	QTN150-300	1992	120 ciclos/h	120 ciclos/h	Não
EQUIPAMENTO 35	M-0937	1977	153/pcs h	153/h	Não
EQUIPAMENTO 36	GII+	2018	169080 chic/dia	169080 chic/dia	Não
EQUIPAMENTO 37	GII+	2019	169080 chic/dia	169080 chic/dia	Não
EQUIPAMENTO 38	NOR-10	2023	7200 pcs/dia	7200 pcs/dia	Não
EQUIPAMENTO 39	CLX450	2023	1 pc/vez	1 pc/vez	Não
EQUIPAMENTO 40	P350	2021	1 pc/vez	1 pc/vez	Não
EQUIPAMENTO 41	M05272N01	2017	375 pcs/h	375 pcs/h	Não

EQUIPAMENTO 42	M05272	2021	375 pcs/h	375 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 43	ET-1	2021	523 pcs/h	523 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 44	ET-1	2021	489 pcs/h	489 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 45	-	2023	400 pcs/dia	400 pcs/dia	Não
EQUIPAMENTO 46	M05275N01	2017	375 pcs/h	375 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 47	-	2017	327 pc/h	327 pc/h	Não
EQUIPAMENTO 48	-	2018	327 pc/h	327 pc/h	Não
EQUIPAMENTO 49	-	2015	359 pcs/h	359 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 50	BOSS 338-44LL	2018	218 barra/h	218 barras/h	Não
EQUIPAMENTO 51	BOSS 338HD	2021	240 barras/h	240 barras/h	Não
EQUIPAMENTO 52	BOSS 338HD	2021	240 barras/h	240 barras/h	Não
EQUIPAMENTO 53	BOSS 338HD	2021	240 barras/h	240 barras/h	Não
EQUIPAMENTO 54	BOSS 338HD	2021	240 barras/h	240 barras/h	Não
EQUIPAMENTO 55	M05403	2021	359 pcs/h	359 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 56	M-04574	2018	1 pc/vez	1 pc/vez	Não
EQUIPAMENTO 57	E100-CNC	1999	1 pc/vez	1 pc/vez	Não
EQUIPAMENTO 58	S-20	1994	1 pc/vez	1 pc/vez	Não
EQUIPAMENTO 59	RC8052MSP	1984	1 pc/vez	1 pc/vez	Não
EQUIPAMENTO 60	MICROMA 2-E	1998	1 pc/vez	1 pc/vez	Não
EQUIPAMENTO 61	TL-7/E-60	2010	7200 pcs/dia	9600 pcs/dia	Sim - Pos.
EQUIPAMENTO 62	SMT-SC160	2022	136/pcs h	136/h	Não
EQUIPAMENTO 63	EU-130	2011	118/pcs h	118/pcs h	Não
EQUIPAMENTO 64	EUK 4-130	2001	239/pcs h	223/pcs h	Sim - Neg.
EQUIPAMENTO 65	-	2016	359 pcs/h	344 pcs/h	Sim - Neg.
EQUIPAMENTO 66	M-0937	1979	101 pcs/h	101 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 67	15797690	2021	375/pcs/h	375/pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 68	M-2530	1996	375 pcs/h	375 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 69	RWE 2/A-130	2004	312 pcs/h	312 pcs/h	Não
EQUIPAMENTO 70	942	2010	523 pcs/h	491 pcs/h	Sim - Neg.
EQUIPAMENTO 71	M-0937	1987	102 pcs/h	102 pcs/h	Não