

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

GEOVANI AUGUSTO PEZARIM

**PROPOSTA DE REDUÇÃO DE PARADAS DE PRODUÇÃO DE UMA
INDÚSTRIA DE FORNECIMENTO DE BORRACHA NO SUL DO
BRASIL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**PONTA GROSSA
2017**

GEOVANI AUGUSTO PEZARIM

**PROPOSTA DE REDUÇÃO DE PARADAS DE PRODUÇÃO DE UMA
INDÚSTRIA DE FORNECIMENTO DE BORRACHA NO SUL DO
BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Cassiano Moro Piekarski

PONTA GROSSA

2017

	<p>Ministério da Educação UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CÂMPUS PONTA GROSSA Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção</p>	 <small>UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ</small>
---	---	--

TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC

Proposta de Redução de Paradas de Produção de uma Indústria de Fornecimento de Borracha no Sul do Brasil

por

Geovani Augusto Pezarim

Este trabalho de conclusão de curso (TCC) foi apresentado em 12 de junho de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Cassiano Moro Piekarski
(Orientador)

Prof. Dra. Joseane Pontes
(UTFPR)

Prof. Ms. Ana Caroline Dzulinski
(UTFPR)

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

RESUMO

PEZARIM, Geovani Augusto. **Proposta de redução de paradas de produção de uma indústria de fornecimento de borracha no sul do Brasil.** 2017. p82.
Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Engenharia de Produção -
Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

O mundo globalizado tem acirrado a competitividade entre as empresas. As organizações que desejam conquistar uma posição de destaque precisam controlar seus processos produtivos. A produção e a produtividade têm uma grande influência na obtenção de bons resultados. As paradas de produção afetam muitas organizações e interferem na produção e qualidade dos bens acabados. Uma empresa atingirá grandes resultados mantendo a disponibilidade para produzir de suas máquinas e equipamentos. Visando explorar essa temática, este estudo tem como objetivo propor ações para reduzir as paradas em uma linha de produção de uma indústria de fornecimento de borracha no Sul do Brasil. O processo estudado refere-se a confecção de mantas de borracha. Na metodologia foram aplicadas duas ferramentas: para a análise dos dados e priorização dos resultados foi utilizado o gráfico de Pareto, e para entender a causa raiz das paradas e propor ações para reduzi-las foi aplicado o método 5W2H. Foi identificado que essa empresa não possuía um sistema de controle de paradas adequado. Das falhas registradas, cerca de 47% não puderam ser identificadas antes da execução desse estudo, assim, foi sugerido uma reformulação do sistema atual de acordo com categorias mais adequadas. As principais ações sugeridas para reduzir as paradas de produção nessa empresa foram: uma melhor programação das atividades de limpeza e manutenção, revezamento nos horários de refeição, alteração dos parâmetros e condições de processamento da borracha, estudo de redução do tempo de *setup* e programação dos testes da engenharia em horários mais apropriados. Ações simples podem reduzir as interrupções da produção, e nem sempre é necessário a aplicação de grandes investimentos. O potencial de redução das principais paradas encontradas é de 68% nessa indústria de fornecimento de borracha. Este estudo reforça que ações simples e baratas podem gerar resultados efetivos.

Palavras-chave: Paradas de produção. Produtividade. Empresa de Fornecimento de Borracha. Gráfico de Pareto. 5W2H.

ABSTRACT

PEZARIM, Geovani Augusto. **Proposal to reduce production downtimes of a rubber supply industry in southern Brazil**. 2017. p82. Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Engenharia de Produção - Federal University of Technology – Paraná. Ponta Grossa, 2017.

The globalized world has intensified competitiveness among companies. Organizations that want to gain a prominent position need to control their productive processes. Production and productivity have a great influence on achieving good results. Production downtimes are problems that affect many organizations, and they interfere in the production and quality of the finished goods. A company will achieve great results while maintaining the availability to produce from its machines and equipments. To explore this theme, this study aims to propose actions to reduce downtimes in a production line of a rubber supply company in the South of Brazil. The process studied refers to the manufacturing of rubber blankets. Two tools were applied in the methodology: the Pareto chart was used to analyze the data, and the 5W2H method was applied to understand the root causes and propose actions to reduce them. This company did not have an adequate system to control these downtimes. About 47% of the failures that have been recorded prior to the execution of this study could not be identified. Thus, a reformulation of the current system was suggested according to categories that are more appropriate. The main suggested actions to reduce production downtime in this company were: better scheduling of cleaning and maintenance activities, taking turns at meal times, changing the parameters and processing conditions of the rubber, doing a study to reduce the setup time, and scheduling engineering tests at the most adequate times. Simple actions can reduce production interruptions, and it does not always require large investments. The main potential to reduce downtimes is 68% in this rubber supply industry. This study reinforces that simple and cheap actions can also generate effective results.

Keywords: Production downtimes. Productivity. Rubber Company. Pareto Chart. 5W2H.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura do trabalho.....	16
Figura 2 - Relação entre produção, manutenção e produtividade.....	22
Figura 3 - Pilares do TPM.....	25
Figura 4 - Exemplo de um gráfico de Pareto	33
Figura 5 - Etapas de execução da pesquisa	37
Figura 6 - Fluxograma do Processo Produtivo Estudado	45

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Pareto dos principais Grupos de Falha.....	49
Gráfico 2 - Resultados do Grupo de Falha 15.....	50
Gráfico 3 - Resultados do Grupo de Falha 00.....	51
Gráfico 4 - Resultados do Grupo de Falha 07.....	51
Gráfico 5 - Resultados do Grupo de Falha 08.....	52
Gráfico 6 - Resultados do Grupo de Falha 23.....	52
Gráfico 7 - As 20 principais paradas do Sistema anterior.....	53
Gráfico 8 - Tipos de Falhas do Sistema Proposto.....	55
Gráfico 9 - Resultados dos Grupos de Falha do Sistema Proposto.....	56
Gráfico 10 - Resultados do Grupo de Falha 00 do Sistema Proposto.....	57
Gráfico 11 - Resultados do Grupo de Falha 15 do Sistema Proposto.....	57
Gráfico 12 - Resultados do Grupo de Falha 08 do Sistema Proposto.....	58
Gráfico 13 - Resultados do Grupo de Falha 27 do Sistema Proposto.....	58
Gráfico 14 - Resultados do Grupo de Falha 05 do Sistema Proposto.....	59
Gráfico 15 - As 20 Principais paradas do Sistema Proposto.....	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dados para aplicação de um exemplo de Pareto.....	32
Quadro 2 - Modelo do 5W2H utilizado para propor ações	35
Quadro 3 - Principais materiais usados no referencial teórico	39
Quadro 4 - Trabalhos selecionados na revisão da literatura	40
Quadro 5 - Proposta para redução da 1 ^a e 8 ^a parada que mais aconteceram	61
Quadro 6 - Proposta para redução da 2 ^a parada que mais aconteceu	62
Quadro 7 - Proposta para redução da 3 ^a parada que mais aconteceu.....	62
Quadro 8 - Proposta para redução da 4 ^a parada que mais aconteceu	63
Quadro 9 - Proposta para redução da 5 ^a parada que mais aconteceu	64
Quadro 10 - Proposta para redução da 6 ^a parada que mais aconteceu	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação entre o sistema antigo e o proposto.....	55
Tabela 2 - Categorias de Paradas do Sistema Atual.....	71
Tabela 3 - Categorias de paradas do sistema reformulado.....	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEPRO	Associação Brasileira de Engenharia de Produção
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis
JIPE	Japan Institute of Plant Engineers
JIPM	Japan Institute of Plant Maintenance
OEE	Overall Equipment Effectiveness
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PDCA	Plan, Do, Check, Act
RPN	Risk Priority Number
t	Tempo
TPM	Total Productive Maintenance

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVO GERAL	14
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.3 JUSTIFICATIVA	15
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2 REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1 PRODUÇÃO INDUSTRIAL	17
2.2 MANUTENÇÃO	18
2.2.1 Manutenção Corretiva	19
2.2.2 Manutenção Preventiva	20
2.2.3 Manutenção Preditiva	20
2.3 A RELAÇÃO ENTRE PRODUÇÃO, MANUTENÇÃO E PRODUTIVIDADE	21
2.4 METODOLOGIAS E FERRAMENTAS APLICÁVEIS A REDUÇÃO DE PARADAS DE PRODUÇÃO	22
2.4.1 Total Productive Maintenance (TPM)	22
2.4.2 Overall Equipment Effectiveness (OEE)	28
2.4.2.1 Disponibilidade	28
2.4.2.2 Performance	28
2.4.2.3 Qualidade	28
2.4.3 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	29
2.4.3.1 Severidade	29
2.4.3.2 Ocorrência	30
2.4.3.3 Detecção	30
2.4.3.4 Número de Prioridade de Risco (NPR)	30
2.4.4 Poka Yoke	31
2.4.5 Gráfico de Pareto	31
2.4.6 5W2H	34
2.4.7 Síntese	35
3 METODOLOGIA	36
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	36
3.2 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA	36
3.2.1 Etapa 1 - Revisão da Literatura	37
3.2.2 Etapa 2 - Mapeamento do processo produtivo estudado	40
3.2.3 Etapa 3 - Coleta de dados do processo produtivo	41
3.2.4 Etapa 4 - Desenvolvimento da Proposta e Análise dos Resultados	42
3.2.5 Etapa 5 - Ações para resolver o problema	43
3.2.6 Etapa 6 - Divulgação dos Resultados	44
4 RESULTADOS	45
4.1 MAPEAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO	45
4.1.1 Caracterização do mapeamento do processo	46
4.2 SISTEMA DE PARADAS ATUAL	47

4.3 RESULTADOS DO SISTEMA DE PARADAS ATUAL	49
4.4 PROPOSTA DE UM SISTEMA DE PARADA MAIS EFICIENTE	53
4.5 RESULTADOS DO SISTEMA PROPOSTO	56
4.6 AÇÕES PARA REDUZIR AS PRINCIPAIS PARADAS.....	60
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
6 REFERÊNCIAS	68
7 APÊNDICE	71
7.1 APÊNDICE A – SISTEMA ANTIGO.....	71
7.2 APÊNDICE B – SISTEMA REFORMULADO.....	79

1 INTRODUÇÃO

As empresas do setor industrial têm uma grande preocupação com a produtividade e buscam estar sempre em vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes. Existem muitos obstáculos que podem interferir no sucesso de tais ações. Uma área da empresa que possui uma grande contribuição para os bons resultados é a produção.

Encontra-se produção para bens de consumo duráveis e não duráveis. Há uma grande variedade de produtos e materiais que são produzidos diariamente em todo o mundo e em diferentes ramos de atuação.

Kelly (2006) cita que muitas empresas de diversos segmentos industriais e serviços tem buscado identificar e também eliminar as perdas de seus processos. As perdas geradas na produção tem sido um fator limitador no aumento da produtividade e qualidade dos produtos.

No setor de fornecimento de borracha isso não é diferente. As empresas que querem ter um bom desempenho no mercado, manter uma elevada produtividade e ser referência em competitividade devem possuir uma produção estável e confiável. O alcance de tais resultados é possível através do aumento da disponibilidade dos equipamentos, e da redução das paradas de produção.

O presente estudo foi consolidado em uma indústria de grande porte de fornecimento de borracha no sul do Brasil. Essa empresa tem enfrentado um problema relacionado ao elevado número de paradas de produção de uma de suas linhas. Esse grande número de interrupções tem afetado negativamente a produtividade da mesma, impossibilitando melhores resultados. Apesar de muitas indústrias realizarem este tipo de investigação, ela é pouco divulgada devido a elevada competitividade industrial.

O sistema adotado para registrar as principais paradas de produção prejudica as ações preventivas neste caso. Este sistema é muito abrangente, possui diferentes formas de classificação de paradas, e impossibilita a identificação das principais causas.

Diversos estudos similares podem ser encontrados na literatura, Amaral e Diverio (2009) analisaram o tempo de parada em uma empresa do setor fumageiro. Ferreira, Philippi e Nunes (2010) buscaram analisar as paradas não programadas

no processo produtivo de cimento. Santos (2012) focou no controle de paradas das máquinas automáticas em uma indústria metalúrgica. Dotti e Bagetti (2013) analisaram as causas de paradas em uma indústria de laticínios, Bove e Gerber (2013) escolheram analisar os impactos das paradas das máquinas em uma fábrica de montagem de computadores, e Mello, Montevechi e Miranda (2014) procuraram analisar os impactos das paradas de máquinas por simulação em uma indústria farmacêutica.

Este trabalho busca identificar as principais paradas de produção em uma indústria de fornecimento de borracha, e responder a seguinte pergunta: “Quais ações são viáveis para reduzir as paradas de produção?”.

Os principais reflexos desse estudo estão relacionados com a redução do tempo das interrupções da produção, aumento do desempenho e competitividade, redução dos custos e aumento da produtividade. Ele também reforça que ações simples e baratas podem gerar soluções efetivas.

1.1 OBJETIVO GERAL

- Propor ações para reduzir as paradas de produção em uma linha de produção de uma indústria de fornecimento de borracha.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as metodologias e ferramentas utilizadas para reduzir as paradas de produção;
- Mapear o processo produtivo da indústria de fornecimento de borracha;
- Classificar as paradas de produção de acordo com categorias adequadas;
- Identificar as principais paradas de produção;
- Construir um plano de implementação das ações propostas.

1.3 JUSTIFICATIVA

Este trabalho justifica-se pela: contribuição acadêmica, redução das paradas de produção, contribuição social, e melhora no desempenho da empresa estudada.

Quanto a contribuição acadêmica, este trabalho busca mostrar que a aplicação de ferramentas e conceitos relevantes na área de Engenharia de Produção podem proporcionar grandes resultados. As principais ferramentas utilizadas foram: Gráfico de Pareto e 5W2H. Pequenas e simples ações podem ser desenvolvidas sem nenhum custo envolvido através da aplicação dessas ferramentas. Este estudo relaciona a teoria e a prática de uma forma aplicada, e se enquadra na subárea de Gestão da Produção, dentro da área de Engenharia de Operações e Processos da Produção, da Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO).

Quanto a contribuição para a redução de paradas de produção, este material busca identificar as principais paradas de produção e propor soluções. Com a redução das paradas de produção, esta empresa terá uma maior disponibilidade de suas máquinas e equipamentos, tendo um tempo maior para produção. Complementando essa afirmação, Rodrigues e Stankowitz (2015) relatam em seu estudo que o aumento da produtividade resulta em uma economia para as empresas, pois muitos insumos, mesmo com as paradas continuam sendo utilizados, um exemplo disso é a energia elétrica.

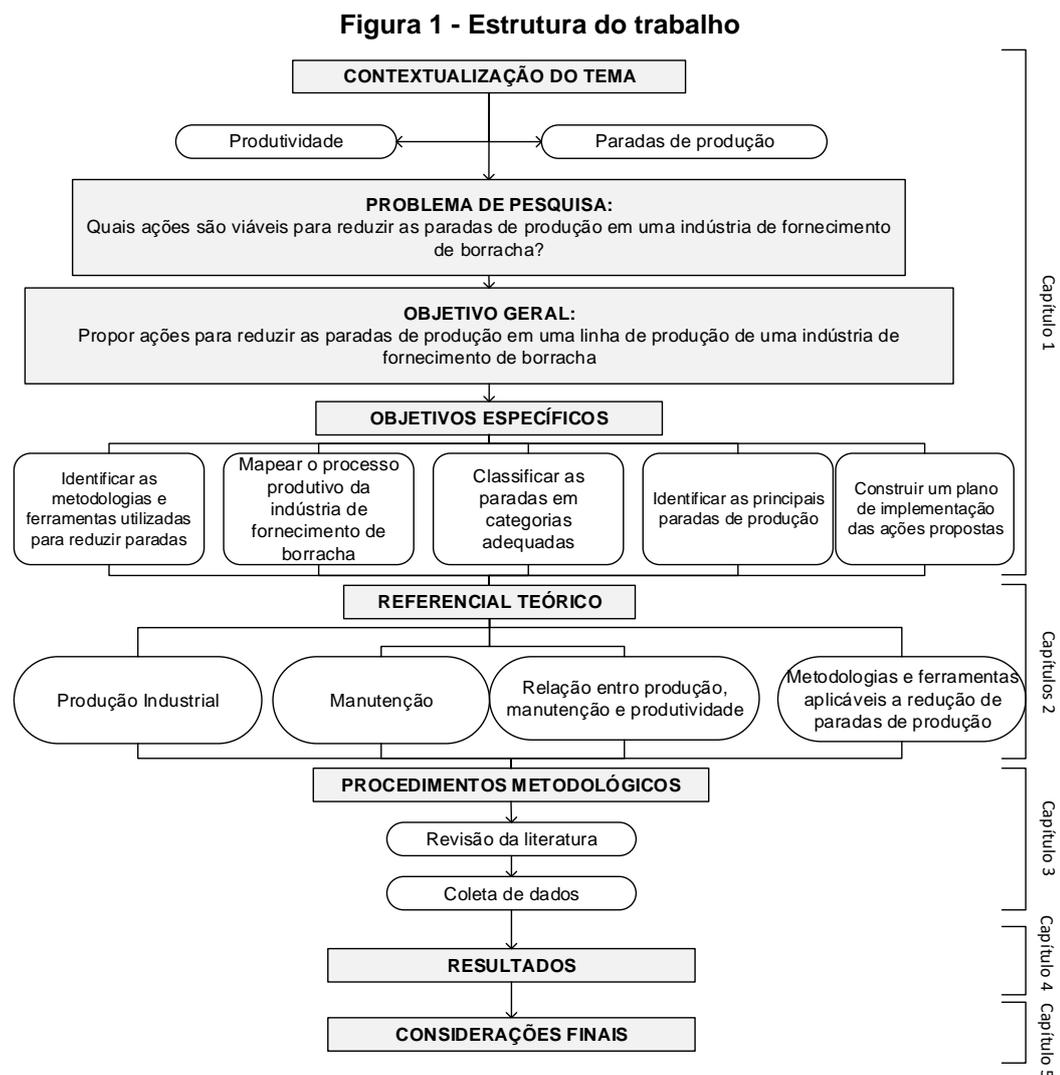
Este estudo tem ainda uma contribuição social, apresentando um potencial de ganho para os colaboradores da empresa envolvida. Essa organização bonifica seus funcionários através do cumprimento de metas. Uma das principais metas está relacionada com a produtividade. Com a redução das interrupções produtivas, haverá um aumento da produção, gerando um ganho para os colaboradores.

Quanto a melhora do desempenho, haverá um aumento da competitividade, e redução dos custos com as paradas. Conforme citam Ahuja e Khamba (2008), as empresas do ambiente altamente competitivo para serem bem sucedidas precisam possuir uma manutenção eficiente e estratégia de produção eficaz. Com a identificação e o tratamento das principais paradas de produção, e através de um bom programa de manutenção, haverá um aumento da produção, assim a empresa em destaque terá uma vantagem produtiva em relação aos seus concorrentes, aumentando sua competitividade, desempenho e um menor custo.

Este trabalho gera oportunidades de melhoria na linha de produção da empresa desse setor, o que contribui para melhorar o desempenho produtivo do setor da borracha.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A figura 1 representa todas as etapas que foram seguidas para o desenvolvimento deste estudo. Iniciando na contextualização do tema, e finalizando nas considerações finais. Ela contém a apresentação do problema, objetivos gerais e específicos, a divisão do referencial teórico, os procedimentos metodológicos, os resultados encontrados, e por fim as considerações finais.



2 REVISÃO DA LITERATURA

Para auxiliar na execução desse estudo, foi realizada uma análise bibliográfica. Os principais temas abordados estão relacionados com a produção industrial, manutenção, produtividade, ferramentas e metodologias aplicáveis para garantir que os objetivos desse estudo sejam cumpridos.

2.1 PRODUÇÃO INDUSTRIAL

O termo produção é amplo e passou por diversas modificações até chegar aos dias atuais. O artesanato foi o que deu início a produção de bens manufaturados. Nesse tipo de negócio, o artesão era responsável por praticamente quase todas as funções envolvidas (PAIVA; JR & FENSTERSEIFER, 2009).

Do tempo do artesanato para cá, muita coisa mudou. As máquinas e equipamentos se tornaram mais modernas, e exigem um cuidado cada vez maior do operador. A produção cresceu, e a preocupação com a competitividade está mais evidente.

A produção é um objeto de estudo e desejo de melhoria das empresas. Entende-se que há uma relação positiva entre aumento de produção e lucratividade. O conceito produção é muito amplo e pode ser definido de variadas formas. Segundo a definição do dicionário contemporâneo da língua portuguesa, Caldas (2011), a produção é a “criação de bens e serviços para atender às necessidades econômicas”. O dicionário aurélio, Ferreira (1986), ainda complementa citando que é “o ato ou efeito de produzir, criar, gerar, elaborar, realizar”.

Para Shingo (1996), a produção pode ser definida como uma rede de processos e operações. Essa rede tem o objetivo de transformar uma matéria-prima em um produto acabado. Um produto deve obrigatoriamente passar por um processo e uma operação para ser considerado acabado. No entanto, Bove e Gerber (2013) citam que o sistema produtivo não pode ser resumido apenas na transformação de matéria-prima em produto acabado.

Shingo (1996) também cita que para promover melhorias significativas no processo de produção, é necessário distinguir o processo (fluxo do produto) da operação (fluxo de trabalho).

As empresas que querem ser líderes de seus segmentos devem possuir uma produção com um grau de confiabilidade elevado. Desta forma, é necessário investir em medidas que tornem a produção confiável. A produção atingirá esse patamar quando reduzir o número de paradas indesejadas da linha produtiva, sendo que a manutenção pode contribuir para esses resultados.

2.2 MANUTENÇÃO

A manutenção é uma atividade presente em toda empresa que possui algum tipo de máquina ou equipamento. Ferreira (1986) define o termo manutenção em seu dicionário como “os cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de motores e máquinas”. É extremamente raro uma indústria, independentemente de seu porte, que não realize algum tipo de atividade de manutenção. Isto ressalta a importância da atividade de manutenção para a empresa, uma vez que ela irá contribuir para o bom funcionamento dos equipamentos.

Para Dhillon (2002) a manutenção refere-se a todas as ações apropriadas para manter ou restaurar um item, uma parte ou um equipamento em uma determinada condição. A manutenção busca manter o bom funcionamento dos equipamentos, e de certa forma contribui para o bom funcionamento da produção.

A presença de máquinas e motores torna-se cada vez mais frequente e com melhores condições no ambiente produtivo atual. Takahashi e Osada (1993) citam que as máquinas e equipamentos tornaram-se cada vez mais avançados, e o número de peças também aumentou. Estes fatos dificultaram a manutenção da eficiência dessas máquinas.

A medida que as máquinas se tornaram mais modernas, fez-se necessário uma análise periódica nestes equipamentos, ou uma análise emergencial, em caso de perda da funcionalidade do equipamento. Segundo Takahashi e Osada (1993), com a evolução da mecanização, há uma maior necessidade de pessoas envolvidas para manutenção e apoio.

Xenos (1998) declara que as atividades de manutenção existem para evitar o processo de degradação dos equipamentos e instalações, causadas principalmente pelo uso e desgaste natural. Essa degradação pode aparecer de diversas formas, sendo as mais comuns: a aparência externa ruim dos equipamentos, perdas de

desempenho, fabricação de produtos com uma qualidade inferior, poluição ambiental e paradas de produção.

Para Praveen e Rudramurthy (2013), um bom sistema de manutenção contribui para a eficiência, segurança, qualidade, pontualidade, atendimento e satisfação do cliente.

A manutenção pode ser classificada de três diferentes formas: corretiva, preventiva e preditiva. A diferença nesse tipo de classificação é originada pela natureza e característica das mesmas. Cada tipo de manutenção possui suas vantagens e desvantagens. Cada empresa é independente para escolher quais são as melhores práticas a serem adotadas para cuidar da sua linha de produção.

2.2.1 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva, como o próprio nome já indica, é realizada como uma forma de correção ou reparo de um item, uma parte ou um equipamento. Para Otani e Machado (2008) é feita para a correção da falha ou desempenho menor que o esperado e pode ser dividida em manutenção corretiva não planejada e manutenção corretiva planejada. A não planejada é realizada após a ocorrência do fato, e a planejada é a correção que acontece em função de um acompanhamento preditivo.

No entanto, Dhillon (2002) declara que é um tipo de atividade não programada, e tem o objetivo de retornar um item ou equipamento para um estado definido, pois o pessoal da manutenção ou os usuários perceberam alguma falha ou deficiência nesse equipamento.

De acordo com Kelly (2006), embora este tipo de manutenção possa parecer uma ausência de política de manutenção, é sempre uma alternativa. As empresas precisam analisar bem seu processo produtivo, pois determinadas falhas podem custar mais caro que os outros tipos de manutenção. O autor também cita que o maior problema relacionado a esse tipo de manutenção é a necessidade de estoques elevados, uma vez que isso torna o trabalho imprevisível.

Essa imprevisibilidade é um grande problema para a manutenção corretiva. Manter elevados estoques na maioria das vezes não é uma boa saída. O estoque é dinheiro parado, e acaba dificultando a vida da empresa no aspecto do balanceamento dos custos.

2.2.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva tem o papel de prever a falha e não deixar que ocorra. Suas tarefas buscam reduzir a quantidade de falhas e quebras das máquinas e equipamentos. Muitas falhas podem ser evitadas com a prática desse tipo de manutenção.

Segundo Dhillon (2002), esse tipo de manutenção envolve todas as ações executadas através de um cronograma planejado, periódico e específico para manter um item ou equipamento em funcionamento através de verificação. Essa atividade é do tipo precatória, e busca prevenir ou reduzir a probabilidade de falhas.

Um processo que não pode sofrer falha, devido ao seu elevado grau de risco a vida, deve priorizar e investir imensamente neste tipo de manutenção. Um bom exemplo é a indústria aeronáutica, empresas que fabricam e operam aviões devem realizar manutenção preventiva constantemente. Uma vez que, uma falha no ar pode trazer risco a vida de muitas pessoas.

A manutenção preventiva é mais cara, pois as trocas são feitas antes que os componentes atinjam seus limites de vida. Sua principal função é controlar o estado e garantir a disponibilidade dos equipamentos (FOGLIATTO & RIBEIRO, 2011).

Quando se analisa todos os custos envolvidos, a manutenção preventiva acaba sendo mais barata que a corretiva. Com o aumento da disponibilidade das máquinas, e redução das paradas inesperadas, há um ganho em produtividade.

2.2.3 Manutenção Preditiva

Segundo Souza (2008) a manutenção preditiva é uma manutenção condicional, um tipo de manutenção preventiva em que as intervenções estão condicionadas a informações que revelam o estado de degradação de um equipamento ou sistema. Complementa ainda dizendo que a periodicidade das inspeções está condicionada ao monitoramento de parâmetros que possam indicar as condições do elemento analisado. Se for encontrado a existência de um funcionamento mal adequado, pressupõem-se a tendência de um defeito e é necessário uma parada para corrigi-lo.

Para Otani e Machado (2008) esse tipo de manutenção é aquela que permite garantir uma qualidade de serviço desejada. Ela se baseia em aplicar uma técnica de

análise sistêmica, utilizando supervisão centralizada e buscando reduzir a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva.

Na manutenção preditiva, as peças e componentes são trocados antes de atingirem seus limites de vida, através de uma previsão de quando esses itens estarão próximos do seu limite de uso (XENOS, 1998).

2.3 A RELAÇÃO ENTRE PRODUÇÃO, MANUTENÇÃO E PRODUTIVIDADE

A produção e a manutenção são atividades e áreas empresariais que devem caminhar juntas. Quanto melhor o relacionamento entre essas duas áreas da empresa, maior será a tendência de um melhor desempenho do negócio. Segundo Amaral e Diverio (2009), existem algumas funções importantes para as organizações, e a função manutenção tem um papel relevante, pois apoia a função produção dando um suporte técnico.

Existem dois diferentes tipos de paradas de produção, e de naturezas distintas, as paradas programadas, e as paradas não programadas. As paradas de produção programadas acontecem com o consentimento e vontade da empresa, sem que uma quebra e/ou falha aconteça. As paradas não programadas em contrapartida são eventos surpresa, que não foram planejados e ocasionados em função de uma quebra ou falha da linha de produção.

As manutenções preventivas e preditivas podem ser consideradas como paradas de produção do tipo programada. No entanto, as atividades de manutenção corretiva são paradas de produção não programadas.

Busso e Miyake (2013) ressaltam que no caso da manufatura de produção e em processo contínuo, é fundamental garantir a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos. Isso pode ser realizado através do auxílio da manutenção. Com o aumento da disponibilidade dos equipamentos, há uma possibilidade de aumento da produção, e conseqüentemente um aumento da produtividade da empresa.

De acordo com Xenos (1998), todas as formas de manifestações de degradação têm uma influência negativa na qualidade e produtividade. A baixa qualidade e produtividade acabam colocando em risco o futuro da empresa. O autor afirma que a manutenção pode desempenhar um papel importante na melhoria da produtividade, e os seus ganhos não podem ser desprezados. E deve-se levar em

conta as perdas por paradas de produção, pois quando se realiza a manutenção corretiva, ela pode sair muito mais cara do que se imagina.

Figura 2 - Relação entre produção, manutenção e produtividade



Conforme ilustrado na figura 2, a manutenção, a produção e a produtividade tem uma relação proporcional. Quanto melhor e mais eficiente forem as atividades de manutenção, melhor e mais eficiente serão executadas as atividades da produção. E uma vez que a produção for eficiente, maior será a produtividade.

No entanto, se a manutenção não for bem executada, a produção poderá ser interrompida. Essa parada na produção irá afetar negativamente a produtividade da empresa, tornando-a menos competitiva.

2.4 METODOLOGIAS E FERRAMENTAS APLICÁVEIS A REDUÇÃO DE PARADAS DE PRODUÇÃO

Existem diversas ferramentas e metodologias que podem ser aplicadas e apoiar a produção de uma empresa. Estas, se forem utilizadas de forma adequada, podem contribuir com a redução das paradas de produção. Algumas das principais metodologias e ferramentas conhecidas são: Manutenção Produtiva Total (TPM), Eficiência Geral de Equipamentos (OEE), Análise de Modo e Efeito de Falha (FMEA), *Poka Yoke*, gráfico de Pareto e o 5W2H.

2.4.1 Total Productive Maintenance (TPM)

A Manutenção Produtiva Total, também conhecida como TPM (*Total Productive Maintenance*), foi divulgada por Seiichi Nakajima na década de 80, através da publicação de dois livros no Japão. O TPM pode ser considerado uma metodologia de gestão industrial (CHIARADIA, 2004).

Como cita Ribeiro (2003), o TPM teve início no Japão através da empresa Nippon Denso KK, uma das empresas integrantes do grupo Toyota. No entanto, considera-se que o TPM deriva-se da Manutenção Preventiva, que foi originalmente

gerada nos Estados Unidos. Esta metodologia foi divulgada no Brasil apenas em 1986.

De acordo com Badhury (1998) a definição do TPM foi desenvolvida pelo *Japan Institute of Plant Engineers* (JIPE), o predecessor do *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM).

Para Ribeiro (2003), o TPM é uma estratégia de gestão do trabalho e busca maximizar a eficiência do sistema produtivo. Esses resultados são alcançados através da eliminação das perdas e do desenvolvimento do homem e sua relação com as máquinas e equipamentos.

Segundo Takahashi & Osada (1993), o TPM pode ser considerado um dos métodos mais eficazes para transformar uma fábrica em uma operação com gerenciamento orientado ao equipamento.

Para Stamatis (2011), o TPM possui cinco objetivos, que são:

- Maximizar a eficácia dos equipamentos;
- Desenvolver um sistema de manutenção produtiva para a vida do equipamento;
- Envolver todos os departamentos relacionados com a implementação do TPM, tais quais os que planejam, projetam, usam e mantem os equipamentos;
- Envolver todos os colaboradores de uma forma ativa;
- Promover o TPM através de gestão motivacional.

O TPM pode ser considerado uma metodologia muito eficiente para as empresas, e busca a falha zero e quebra zero para os equipamentos. Pode-se dizer que o alvo do TPM também é defeito zero para os produtos e a perda zero para o processo. É questionável se uma empresa conseguirá reduzir a zero suas quebras, falhas e defeitos. No entanto, se aplicado em sua totalidade, o TPM tende a promover bons resultados, chegando próximo desses valores.

As perdas são atividades consideradas desnecessárias, que acabam gerando custo e não agregam valor ao produto. Assim, elas devem ser eliminadas para que se consiga o menor custo possível em um sistema produtivo (Diedrich, 2002).

Ribeiro (2003) e Cury Netto (2008) declaram que o JIPM criou uma divisão para as principais perdas que prejudicam a eficiência dos equipamentos. Elas são conhecidas como as “seis grandes perdas dos equipamentos”, sendo elas:

1) Quebra/falha: esse tipo de perda acontece diretamente pela perda de função do equipamento. Geralmente ocorre de modo repentino, e reduz a função do equipamento em relação ao seu estado original. Uma das principais causas desse tipo de parada de produção origina-se da falta de manutenção, ou manutenção feita incorretamente nos equipamentos.

2) Mudança de linha e regulagens: essas perdas também acontecem pela parada da produção quando é necessário a mudança de linha. Geralmente a regulagem é a fase que toma mais tempo.

3) Pequenas paradas: as perdas nessa categoria ocorrem por pequenas anormalidades nos equipamentos, ou seja, devido a um problema momentâneo o equipamento para.

4) Queda de velocidade: toda vez que o equipamento opera em uma velocidade menor que a normal, há perdas. Neste caso o equipamento está reduzindo a velocidade da produção.

5) Produtos defeituosos e retrabalho: as perdas classificadas nesta categoria ocorrem devido as repetições nas atividades do processo para se produzir (recuperar) a mesma peça ou um tempo gasto desnecessariamente para se produzir um produto que será descartado.

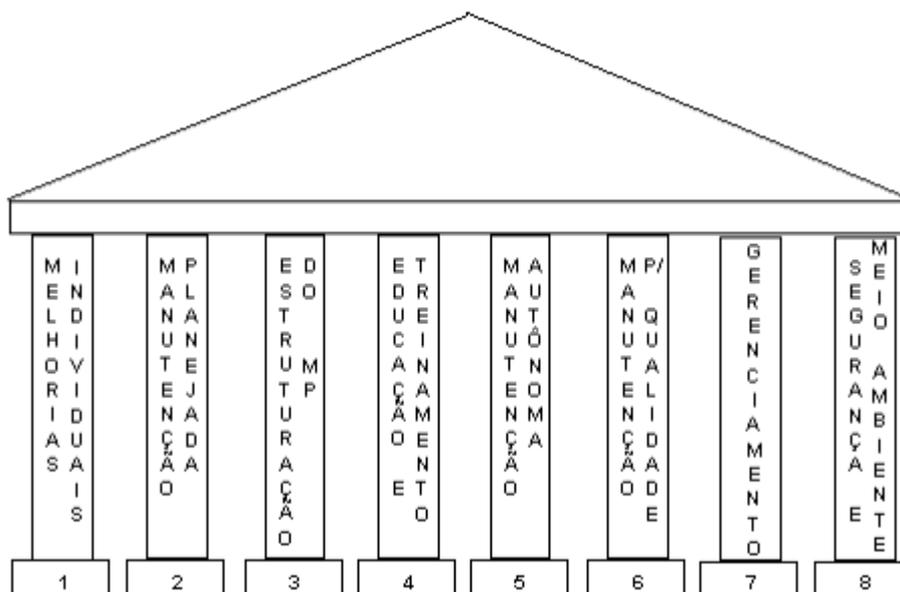
6) Início da operação e queda de rendimento: este tipo de perda é gerado a partir do início da operação e é contabilizada até a estabilização do processo, requerendo tempo e estudo.

De acordo com Yamaguchi (2005), o TPM implementa oito atividades para eliminar as seis grandes perdas dos equipamentos. Essas oito atividades sustentam o desenvolvimento do TPM, e são, portanto, chamadas dos oito pilares do TPM, que são:

1. Pilar melhorias individualizadas
2. Pilar manutenção planejada
3. Pilar para controle inicial
4. Pilar educação e treinamento
5. Pilar manutenção autônoma
6. Pilar manutenção da qualidade
7. Pilar administração e escritório
8. Pilar de segurança, higiene e meio ambiente

Um esquema dos oito pilares do TPM pode ser visto na figura 3.

Figura 3 - Pilares do TPM



Fonte: Yamaguchi (2005)

De acordo com Ribeiro (2003), estes pilares podem ser definidos da seguinte forma:

1. Pilar melhorias individualizadas

As melhorias individualizadas são o conjunto de atividades que buscam a obtenção máxima da eficiência dos equipamentos através da utilização máxima de suas capacidades.

O aumento da eficiência dos equipamentos apenas é possível através da eliminação das perdas. Este pilar também é responsável pela administração das modificações realizadas nos equipamentos, através de propostas de melhorias oriundas de diversas partes.

2. Pilar manutenção planejada

Este pilar do TPM busca a eliminação das perdas relativas a quebras e falhas, retrabalhos, produtos defeituosos, pequenas paradas, entre outros. Há um desenvolvimento de uma rotina de manutenção preventiva mais efetiva, visando a

melhoria contínua da disponibilidade e confiabilidade do equipamento, juntamente com a redução de custos da manutenção (MORAES, 2004).

Esse pilar está altamente relacionado com a manutenção preventiva dos equipamentos. Necessita-se criar uma inspeção periódica dos equipamentos industriais visando a redução das paradas não desejadas. Este pilar se for devidamente aplicado, tende a trazer resultados positivos para empresa. O objetivo desse pilar é proporcionar quebra zero nos equipamentos.

3. Pilar para controle inicial

Este pilar busca fazer um levantamento de todas as melhorias implementadas nos equipamentos, buscando melhorar a aquisição de novos equipamentos e projetos.

Ele baseia-se no conceito de Prevenção da Manutenção, obtendo todo o histórico de equipamentos similares ou anteriores, com o objetivo de obter equipamentos com um maior grau de confiabilidade e manutenibilidade (MORAES, 2004).

4. Pilar educação e treinamento

O TPM proporciona mudanças significativas na cultura da empresa, exigindo a necessidade de capacitação das equipes de trabalho. Este pilar busca promover o desenvolvimento das pessoas, através de treinamentos técnicos e comportamentais, deixando estas pessoas aptas para a execução de suas atividades e responsabilidades.

5. Pilar manutenção autônoma

O objetivo deste pilar é realizar uma autocapacitação dos operadores e torná-los aptos quanto a limpeza, inspeção e pequenos reparos nos equipamentos. Ele busca ajudar os operadores a terem um profundo conhecimento de seus equipamentos e processos, realizando pequenas tarefas de manutenção.

Segundo Moraes (2004) esse pilar baseia-se no treinamento teórico e prático recebido pelos operários, tão quanto no espírito de trabalho em equipe que contribui na melhoria de rotina das atividades da produção e manutenção.

O TPM busca aumentar a cooperação entre os diversos setores da empresa, um exemplo disso é o aumento da interação entre a produção e a manutenção. Os operários da produção poderiam realizar tarefas simples tais como limpeza, lubrificação e detecção de anomalias nos equipamentos, reduzindo assim muitas falhas.

6. Pilar manutenção da qualidade

Este pilar tem o objetivo de eliminar as perdas relativas a qualidade do equipamento, ou seja, as perdas que afetam diretamente o produto produzido. De acordo com Moraes (2004), refere-se a interação da confiabilidade dos equipamentos com a qualidade dos produtos, e a capacidade de atender a demanda.

7. Pilar administração e escritório

O sétimo pilar busca otimizar e garantir a eficiência do processo administrativo. Essa otimização acontece através da eliminação das perdas que são originadas na geração de informações. Moraes (2004) cita que esse pilar também é conhecido como TPM de escritório. Ele usa conceitos de organização e eliminação de desperdícios nas rotinas administrativas.

8. Pilar de segurança, higiene e meio ambiente

O pilar de segurança, higiene e meio ambiente tem o objetivo de eliminar e prevenir toda situação ou condição que afete a segurança, buscando atingir o acidente zero. Tem foco ainda na qualidade de vida das pessoas e na garantia da integridade dos ativos industriais.

2.4.2 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

O conceito de Eficiência Global dos Equipamentos é muito utilizado no meio industrial. Esse termo é originado do inglês *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) e busca analisar a eficiência dos equipamentos do ambiente produtivo.

Belohlavek (2006) cita que o OEE é um conceito que consegue medir a produção industrial em função da disponibilidade, performance e qualidade de uma planta.

Segundo Garza-Reyes et al (2010) o OEE é uma métrica quantitativa que não é usada apenas para controlar e monitorar a produtividade dos equipamentos da linha de produção, mas também é usado como melhoria de desempenho, e também como indicador e condutor do processo.

2.4.2.1 Disponibilidade

O fator da disponibilidade é o mais observável na metodologia do OEE. A disponibilidade pode ser definida como sendo o tempo (t) disponível para a produção, ou seja, o tempo de operação subtraído do tempo de parada (BELOHLAVEK, 2006).

2.4.2.2 Performance

Para Belohlavek (2006) a performance pode ser medida como o desvio entre a produção real e a produção potencial. Esse fator engloba a conservação da capacidade produtiva buscando alcançar a capacidade potencial da planta.

2.4.2.3 Qualidade

O fator da qualidade trata-se da comparação dos produtos produzidos bons, com todos os produtos produzidos efetivamente. Os produtos são classificados como bons de acordo com parâmetros de qualidade pré-estabelecidos.

De acordo com Belohlavek (2006) os dados são coletados, e calculados da seguinte maneira:

Disponibilidade = t operação disponível / t operação total (Fórmula 1)

Performance = Output total / Output potencial (Fórmula 2)

Qualidade = Produção de qualidade produzida / Produção total (Fórmula 3)

O cálculo do OEE pode ser obtido através da multiplicação da disponibilidade, pela performance e pela qualidade.

OEE (%) = Disponibilidade x Performance x Qualidade x 100 (Fórmula 4)

2.4.3 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

A Análise de Modo e Efeito de Falha, também conhecida em inglês como *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), é um método muito utilizado para analisar as principais falhas de um processo produtivo.

De acordo com Bluvband e Glabov (2009) o FMEA é uma ferramenta pró-ativa e foi criada para identificar, avaliar e prevenir as falhas de um produto e/ou processo. Ela pode ser aplicada para o desenvolvimento de ações que visam minimizar as chances de ocorrência de uma falha potencial (CARPINETTI, 2012). É importante ressaltar que essa ferramenta busca atuar antes que uma falha ocorra, e sua função é prevenir esses eventos indesejados.

Como cita Carpinetti (2012), o método consiste na determinação de três diferentes critérios: severidade (S), ocorrência (O), e detecção (D). Esses critérios possuem a mesma relevância e são determinantes para obtenção dos resultados.

2.4.3.1 Severidade

A severidade engloba a gravidade da falha. Isso indica o quão ruim ela pode ser para um produto e/ou processo. Os valores desse critério variam convencionalmente de 1 a 10. Sendo que 1 representa uma falha que não possui grandes efeitos severos a um produto e/ou processo, e 10 em contrapartida possui

uma severidade extrema com graves consequências. Os valores intermediários determinam o grau da severidade de acordo com seu valor. Quanto maior o valor do critério, mais severo são seus efeitos para um produto e/ou processo, e quanto menor seu valor, menos severo é essa falha potencial para o que se estuda.

2.4.3.2 Ocorrência

O critério de ocorrência busca analisar qual a periodicidade de ocorrência de uma falha, ou seja, o quão frequente ela pode acontecer. Os seus valores variam de 1 a 10, quanto menor o valor menor a probabilidade de ocorrência de uma falha. Quanto maior o valor, maior a probabilidade de ocorrência de uma falha.

2.4.3.3 Detecção

A detecção é o critério que analisa qual a chance de se detectar a ocorrência de uma falha, antes que ela aconteça. Existem falhas que são fáceis de serem identificadas, e existem falhas que são difíceis de serem identificadas. Os valores desse critério também variam de 1 a 10, sendo que os valores menores indicam falhas fáceis de serem identificadas e os valores maiores falhas difíceis de serem identificadas.

2.4.3.4 Número de Prioridade de Risco (NPR)

Carpinetti (2012) relata que após a identificação dos valores de severidade, ocorrência e detecção é necessário o cálculo do número de prioridade de risco (NPR), ou conforme é popularmente conhecido em inglês, *Risk Priority Number* (RPN):

$$\text{RPN} = \text{S} \times \text{O} \times \text{D} \quad (\text{Fórmula 5})$$

Esse valor de RPN é o resultado da multiplicação dos três critérios identificados pela equipe responsável. O valor máximo de RPN para este método é 1000, representa as falhas que ocorrem sempre, que são difíceis de serem detectadas e possuem uma severidade extrema.

Todos os valores de RPN encontrados devem ser classificados em ordem decrescente. Quanto maior o valor encontrado, maior deve ser a importância dada pela empresa para esta falha. As falhas de elevados RPNs são as mais críticas para o produto e/ou processo investigado.

2.4.4 Poka Yoke

Os primeiros dispositivos *Poka Yokes*, dispositivos de detecção de anormalidades, foram criados na *Toyota Motor Company* em 1961, e buscavam operacionalizar o Controle de Qualidade Zero Defeito (DIEDRICH, 2002).

Os *Poka Yokes* são dispositivos criados para evitar que uma falha ocorra. São dispositivos a prova de falhas. Diedrich (2002) cita que esses mecanismos são utilizados para mostrar aos operadores a maneira adequada de se realizar uma operação, e declara que estes dispositivos buscam bloquear as principais interferências humanas na execução de uma operação. No processo produtivo não é raro a interferência humana de uma forma negativa.

Pode-se encontrar diversos *Poka Yokes* relacionados com a automação. Muitas máquinas e equipamentos são projetados hoje em dia com alguns desses dispositivos. Eles têm a função de proteger os colaboradores de eventuais acidentes e principalmente prevenir a ocorrência de falhas.

O tipo de processo e a natureza das anormalidades interferem diretamente no tipo de *Poka Yoke* que se deve utilizar. A maioria dos dispositivos empregados são simples, podendo comprovar tal afirmação pelos baixos custos associados a estes dispositivos. O que mais é requerido na aplicação dos *Poka Yokes* é a engenhosidade e criatividade, não recursos elevados e complexos (DIEDRICH, 2002).

2.4.5 Gráfico de Pareto

Esta é uma das ferramentas mais conhecidas e usadas para melhoria. É uma das sete ferramentas da qualidade juntamente com o fluxograma, o diagrama de Ishikawa, a folha de verificação, o histograma, o diagrama de dispersão e a carta de controle. O gráfico de Pareto também pode ser chamado de Diagrama de Pareto. A teoria dessa ferramenta foi desenvolvida pelo sociólogo e economista italiano Vilfredo Pareto (CARPINETTI, 2012).

É uma ferramenta muito simples e pode ser aplicada em diversas áreas de atuação. Conforme citado por Vieira (1999), é uma ferramenta que estabelece a ordem em que as causas das perdas devem ser sanadas, sendo esse o foco na área da qualidade.

Carpinetti (2012) declara que o princípio de Pareto afirma que algumas poucas causas, entre todas, são responsáveis pelos efeitos indesejáveis desse problema. Assim, se forem encontradas as principais causas de um problema, será possível resolver quase todas as perdas por meio de poucas ações.

O Diagrama de Pareto é uma ferramenta visual, dispõe as informações em um gráfico na forma de barras verticais. Com essa distribuição fica visível a ordem de relevância dos problemas levantados.

Vieira (1999) cita que as perdas podem ocorrer através de diversas causas, e geralmente usa-se o gráfico de Pareto nas seguintes ocasiões:

- Produção de itens com defeito, reparo, retrabalho e/ou falha;
- Despesas extraordinárias;
- Acidentes de trabalho, quebras de equipamentos, furto;
- Problemas com estoque, e entrega.

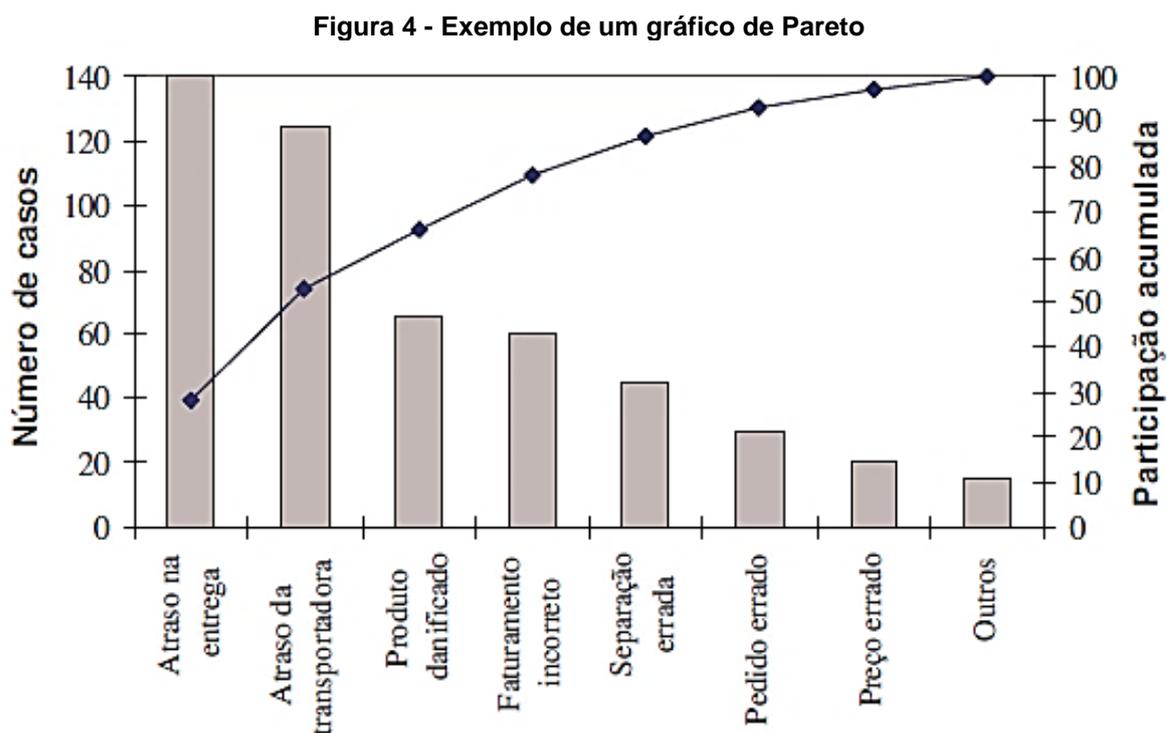
Um exemplo de dados usados para construção do diagrama de Pareto podem ser vistos no quadro 1. Essa aplicação do diagrama de Pareto foi apresentada por Peinado e Graeml (2007) em seu material.

Quadro 1 - Dados para aplicação de um exemplo de Pareto

Razões	Número de ocorrências	Casos acumulados	Percentual unitário %	Percentual acumulado %
Atraso na entrega	140	140	28	28
Atraso da transportadora	125	265	25	53
Produto danificado	65	330	13	66
Faturamento incorreto	60	390	12	78
Separação errada	45	435	9	87
Pedido errado	30	465	6	93
Preço errado	20	485	4	97
Outros	15	500	3	100
Total	500		100	

Fonte: Peinado & Graeml (2007)

As principais informações necessárias para a construção de um gráfico de Pareto são: a frequência, a porcentagem relativa e a porcentagem acumulada dos dados. Conforme pode ser visto no quadro 1, os dados precisam ser ordenados em ordem decrescente da frequência (número de ocorrências), ou seja, os elementos que mais aparecem, ou acontecem precisam vir em primeiro lugar.



Fonte: Peinado & Graeml (2007)

Após a obtenção das informações necessárias, é possível criar o gráfico. O diagrama de Pareto é uma junção de um gráfico de colunas, com um gráfico de linha, conforme mostrado na figura 4. As colunas representam os valores do eixo principal, e a linha representa os valores do eixo secundário (em porcentagem). Os valores do eixo principal são os valores da frequência, e os do eixo secundário a porcentagem acumulada.

Peinado e Graeml (2007), buscaram analisar as principais causas de devoluções de produtos de uma empresa. O gráfico de Pareto gerado mostra que se a empresa resolver os problemas de atraso, ela irá resolver 53% das devoluções, e assim sucessivamente.

Como o objetivo desse trabalho é identificar e propor ações de melhoria para as principais paradas de produção em uma linha de produção de uma empresa de fornecimento de borracha, essa ferramenta se encaixa perfeitamente para alcançar o objetivo do estudo. Através de seu uso, será possível ordenar as principais paradas de produção, e agir contra elas.

Outra ferramenta que será aplicada juntamente com o Pareto é a estratificação, que consiste em separar dados em grupos, e analisá-los separadamente. Os dados desse estudo serão separados em grupos de falha, de acordo com as categorias do sistema de controle das paradas de produção. Assim, ficará fácil saber quais grupos apresentam mais paradas.

2.4.6 5W2H

A ferramenta 5W2H é amplamente encontrada na literatura devido a sua simplicidade. Segundo Silva et al (2013) ela foi criada por profissionais da indústria automobilística no Japão como uma ferramenta auxiliar ao PDCA.

Seu nome deriva das iniciais das 7 palavras inglesas usadas em seu conteúdo: *What* (o que?), *Why* (por que?), *Where* (onde?), *Who* (quem?), *When* (quando?), *How* (como?) e *How Much* (quanto custa?). De acordo com Behr, Moro e Estabel (2008) o método busca responder, de maneira clara e objetiva, cada uma dessas sete perguntas.

Lisbôa e Godoy (2012) citam que essa ferramenta é recomendada para ser usada quando se deseja decompor e analisar cada fase do ciclo produtivo de forma separada. Ela busca identificar problemas e apresentar soluções para maximizar a produção.

Os resultados de sua aplicação não são definitivos, mas é de extrema importância a utilização do 5W2H dentro das organizações, uma vez que auxilia no desdobramento de planos e projetos (SILVEIRA; MARTELLI & OLIVEIRA, 2016).

O 5W2H busca elaborar os planos da ação de um problema. Ele direciona a execução das tarefas de forma clara e objetiva, assegurando que a implementação será feita de forma organizada (GROSBELLI, 2014).

Quadro 2 - Modelo do 5W2H utilizado para propor ações

Problema: Descrição do Problema (Falha)		
5W2H		Ação
What	O que deve ser feito?	
Why	Por que fazer?	
Who	Quem é o responsável pela ação?	
Where	Onde deve ser executado?	
When	Quando deve ser implementado?	
How	Como deve ser conduzido?	
How Much	Quanto vai custar?	

Fonte: Adaptado de Silva et al (2013)

2.4.7 Síntese

Um dos objetivos específicos desse estudo é identificar as metodologias e ferramentas que podem ser usadas para identificar as principais causas de paradas de produção e propor ações para resolvê-las.

Todas as ferramentas e metodologias citadas anteriormente são úteis de alguma forma na resolução de problemas envolvendo o assunto paradas de produção. A relação delas com o assunto é direta. Elas buscam auxiliar na identificação, evitar a ocorrência e tratar as principais causas encontradas.

No entanto, de todas as ferramentas citadas, foram aplicados na execução das atividades deste estudo apenas o gráfico de Pareto e o 5W2H. Essas ferramentas foram escolhidas pois estão diretamente relacionadas com os objetivos desse estudo, e são de fácil aplicação.

O Diagrama de Pareto foi utilizado, pois é uma ferramenta simples, visual, e que busca identificar e priorizar problemas. Assim, foi utilizado para identificar as principais causas de paradas de produção dessa linha e o seu impacto.

O 5W2H foi usado para propor as ações para a resolução dos problemas encontrados. Ele é importante, pois ajuda na identificação das causas e na formalização das propostas a serem executadas.

3 METODOLOGIA

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

De acordo com GIL (1994), esta pesquisa é classificada da seguinte forma:

- a) Quanto a natureza é aplicada, pois apresenta como característica principal a aplicação dos conhecimentos adquiridos no curso de Engenharia de Produção, e a prática destes.
- b) Quanto aos objetivos pode ser considerada uma Pesquisa Exploratória, Descritiva e Explicativa. Este estudo pode ser considerado exploratório, pois busca aprofundar o conhecimento em um tema não tão divulgado para as indústrias do setor da borracha, objetivando gerar uma visão sobre as principais paradas de produção para a indústria estudada. Esta pesquisa é descritiva, pois pretende descrever as características das paradas de produção e identificar a natureza de suas relações. E por fim, é explicativa, pois explica a razão das paradas, bem como identifica os fatores que contribuem para sua ocorrência.
- c) Quanto aos Procedimentos é classificada em Pesquisa Bibliográfica, Levantamento, e Estudo de caso. Esta pesquisa é bibliográfica, pois coleta informações a partir de materiais já elaborados (fontes bibliográficas). É, também, levantamento, pois há a coleta de informações com o gestor e os colaboradores chave da linha de produção buscando entender os dados coletados no sistema de informação de paradas de produção. Finalmente, é um estudo de caso, pois envolve um estudo profundo das paradas de produção com foco em detalhar o conhecimento.

3.2 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

Esta pesquisa será conduzida em 3 diferentes fases, respeitando 6 diferentes etapas. Nessas etapas há uma descrição das atividades que deverão ser realizadas passo a passo para o cumprimento dos objetivos deste estudo.

Figura 5 - Etapas de execução da pesquisa

ETAPAS DE EXECUÇÃO		
ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
Passo 1: Levantamento bibliográfico Passo 2: Atualização da revisão da literatura	Passo 3: Visita a linha de produção Passo 4: Levantamento de informações com os colaboradores Passo 5: Levantamento de informações com o gestor Passo 6: Mapeamento do processo produtivo	Passo 7: Análise do sistema de identificação de paradas atual Passo 8: Coleta dos dados das paradas do sistema antigo Passo 9: Tabulação dos dados e análise dos resultados iniciais
ETAPA 4	ETAPA 5	ETAPA 6
Passo 10: Classificação das paradas de acordo com categorias mais adequadas Passo 11: Treinamento dos operadores sobre as novas opções de paradas Passo 12: Identificação das principais paradas de produção	Passo 13: Aplicação do 5W2H e proposta de um conjunto de ações para reduzir as paradas	Passo 14: Divulgação dos resultados para o gestor da área Passo 15: Divulgação dos resultados para os colaboradores da linha de produção

 Fase 1

 Fase 2

 Fase 3

Segue a descrição de cada uma das etapas:

3.2.1 Etapa 1 - Revisão da Literatura

Passo 1: Levantamento Bibliográfico

Para construção e desenvolvimento do referencial teórico, foi realizado uma busca de possíveis materiais com potencial de contribuição para este estudo. Os principais tipos de materiais de consulta foram artigos publicados em jornais ou revistas, além de livros, teses e dissertações.

Após a consulta desses materiais, foi realizada uma seleção e filtragem. Nessa etapa, os textos que possuíram um grau de contribuição elevado foram selecionados. As principais bases de dados consultadas para embasamento teórico desse estudo foram a *Science Direct* e a *Scopus*.

Na Base de dados do *Science Direct* foi feita a maior parte das buscas dos materiais. Para o termo de pesquisa *production* e *improvement* através do título, e buscando apenas artigos de *journals* e da área da engenharia, foi encontrado uma quantidade de 67 artigos.

Trocando o termo de pesquisa para *production* e *downtime*, levando em consideração os mesmos critérios de seleção, *journals* e título, e materiais a partir de 2006, encontrou-se apenas 1 artigo compatível.

Já para o termo de pesquisa *production* e *stop*, para *journals*, título e artigos a partir de 2006, foram encontrados 16 materiais que se adequavam a essa busca. Quando se trocou o termo de pesquisa por *production* e *stopping*, mantendo os mesmos critérios citados, extraiu-se 16 artigos potenciais.

No entanto, na base de dados *Scopus* foi realizado apenas duas filtrações de materiais. Os critérios de busca levaram em consideração a consulta de artigos pelo título, apenas estudos de *physical sciences*, e materiais publicados a partir do ano de 2006.

Os termos de pesquisa *production* e *breakdown* retornaram uma quantidade de 36 artigos potenciais. Entretanto, para o termo de pesquisa *production* e *downtime* foram encontrados apenas 15 artigos com potencial de utilização para o referencial teórico.

Foram extraídos no total 157 artigos somando os coletados na *Science Direct* e na *Scopus*. Destes, 17 foram excluídos pois estavam duplicados e 10 excluídos porque não estavam disponíveis.

Após feita a primeira triagem de artigos, foi feita uma primeira análise nos artigos para avaliar quais possuíam relevância para este estudo em questão. Ao todo, 110 artigos foram descartados por não terem muita relevância para o tema.

Também foi utilizado o *Google* para a realização de buscas manuais. Os principais termos pesquisados foram, “paradas de produção tese”, “pdf paradas de produção tese”, “pdf paradas de produção dissertação”, “análise de parada de produção”, “*Total Productive Maintenance*”, “*Overall Equipment Effectiveness*” e “*production breakdown analysis*”.

Nesta busca manual foram selecionados 42 artigos, somados em todas as buscas, publicados em revistas ou congressos dentre milhares de opções encontradas pelo site. Foram selecionados ainda 6 livros relacionados com algum dos tópicos do referencial teórico dessa pesquisa.

Quadro 3 - Principais materiais usados no referencial teórico

Título	Autor (es)	Tipo	Ano
Análise do tempo de parada em uma linha de produção em uma empresa do setor fumageiro	Vinicius Amaral, Tâmara Silvana Menuzzi Diverio	Artigo	2009
Engineering Maintenance: A Modern Approach	B.S. Dhillon	Livro	2002
Gerenciando a Manutenção Produtiva	Harilaus G. Xenos	Livro	1998
Gestão da qualidade: conceitos e técnicas	Luiz Cesar Ribeiro Carpinetti	Livro	2012
Manutenção produtiva total: estudo de caso em uma empresa automobilística	Paulo Henrique de Almeida Moraes	Monografia	2004
OEE: overall equipment effectiveness	Peter Belohlavek	Livro	2006
Processo de implementação da Manutenção Produtiva Total (T.P.M.) na Indústria Brasileira	Celso Ricardo Ribeiro	Monografia	2003
Proposta de melhorias aos impactos causados por Downtimes numa fábrica de montagem de computadores	Tatiana Cabral Magalhaes Bove, Juliano Zaffalon Gerber	Artigo	2013
TPM/MPT: manutenção produtiva total	Yoshikazu Takahashi, Takashi Osada	Livro	1993
Utilização de Conceitos do Sistema Toyota de Produção na Melhoria de um processo de fabricação de calçados	Hélio Diedrich	TCC	2002

O quadro 3 apresenta um resumo dos principais materiais utilizados no referencial teórico desse estudo. Esse quadro contém o título, o nome dos autores, o tipo e o ano da publicação.

Passo 2: Atualização da revisão da literatura

A revisão da literatura é um procedimento constante na elaboração de um trabalho acadêmico. Esta foi revisada e alterada sempre que necessário, até a conclusão do estudo.

Foi decidido após a primeira busca de materiais para o referencial teórico a utilização do método 5W2H para analisar as causas das paradas de produção e propor ações para reduzi-las.

Foi utilizado o *Google* como local de busca, e os termos pesquisados foram “5W2H”, “5W2H artigos” e “5W2H articles”. A ferramenta de busca retornou milhares de resultados, e destes, 5 foram selecionados para compor o referencial teórico e embasamento técnico deste estudo.

Quadro 4 - Trabalhos selecionados na revisão da literatura

Título	Autor (es)	Tipo	Ano
A implantação da ferramenta 5W2H como auxiliar no controle da gestão da empresa agropecuária São José	Heliel Eustáquio da Silveira, Rudimar Martelli, Valdinéia Ventura de Oliveira	Artigo	2016
Aplicação do método 5W2H no processo produtivo do produto: A Joia	Maria da Graça Portela Lisbôa, Leoni Pentiado Godoy	Artigo	2012
Gestão da biblioteca escolar: metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca	Ariel Behr, Eliane Lourdes da Silva Moro, Lizandra Brasil Estabel	Artigo	2008
Gestão da Qualidade: Aplicação da ferramenta 5W2H como plano de ação para projeto de abertura de uma empresa	Alisson O. da Silva et al.	Artigo	2013
Proposta de Melhoria Contínua em um Almoarifado utilizando a ferramenta 5W2H	Andressa Carla Grosbelli	TCC	2014

Os materiais contidos no quadro 4 foram os 5 estudos selecionados que abordaram sobre o 5W2H. Estes materiais foram escolhidos, pois descreveram bem o modelo e a aplicação da ferramenta apresentou resultados de fácil compreensão.

3.2.2 Etapa 2 - Mapeamento do processo produtivo estudado

O mapeamento do processo produtivo envolveu 4 passos que foram seguidos na seguinte ordem:

Passo 3: Visita a linha de produção

Para a realização do mapeamento do processo produtivo da linha de produção da empresa estuda é necessário conhecer como ele funciona. Desta forma, faz-se necessário agendar uma visita ao chão de fábrica.

Nesta visita será possível identificar todas as etapas que envolvem a produção, desde o início envolvendo o recebimento de matéria-prima, até o produto final. Esta visita contribuirá para uma melhor compreensão de todas as atividades e tarefas que compõem o processo produtivo, o que facilitará as análises de parada de produção futuramente.

Passo 4: Levantamento de informações com os colaboradores da linha de produção

Nesta visita a linha de produção foi importante a realização de conversas com os operadores. Estes puderam descrever suas atividades e principais tarefas executadas.

Eles também foram questionados sobre as principais dificuldades que enfrentavam para operar seus postos de trabalho e houve um levantamento de informações referentes a cada umas das etapas do processo produtivo. Não houve a

necessidade da aplicação de questionários. Uma entrevista com os operadores da linha, e anotações foi suficiente. Nessa entrevista foi discutido sobre o sistema, e as opções de falhas que ele possuía.

Passo 5: Levantamento de informações relevantes com o gestor da área

Após realizada a visita na linha de produção foco deste estudo, foi necessária uma entrevista com o gestor da área. Essa entrevista buscou levantar informações relevantes sobre o problema que vinha ocorrendo na linha de produção desta empresa.

Nessa entrevista foram apresentadas e discutidas todas as informações previamente levantadas com os operadores da produção. O gestor desta linha apresentou o problema perante a sua visão.

Passo 6: Mapeamento do processo produtivo

Após a execução dos passos anteriores, foi possível a representação do processo de forma visual. Foram desenhadas todas as etapas do processo produtivo, e realizado o mapeamento de todas as atividades através da ferramenta de fluxograma de processo.

Foi utilizada esta ferramenta, pois é simples, usada para representar um processo através de símbolos gráficos, e capaz de descrever seu o fluxo de atividades.

3.2.3 Etapa 3 - Coleta de dados do processo produtivo

Passo 7: Análise do sistema de identificação de paradas atual

A empresa estudada possuía um sistema de registro de paradas de produção. Neste sistema os operadores da linha de produção informavam qual foi a causa raiz da parada, e o tempo de duração de cada uma dessas paradas.

Foi levantado previamente que esse sistema era bem amplo e possui diversas opções de identificação para as interrupções da produção, podendo ser considerado muito abrangente. Isso tornava-o um problema, uma vez que a empresa tinha muitas paradas de produção, e estas eram classificadas de formas diferentes. Este sistema antigo prejudicava as ações para reduzir essas paradas.

Nesta análise, foi possível entender como esse sistema funcionava, e de que forma estavam dispostas as categorias das paradas. Assim, foi possível realizar a proposta de um sistema reformulado de acordo com categorias mais adequadas. Essa nova forma de identificar as paradas é mais simples e eficaz.

Passo 8: Coleta dos dados das paradas do sistema antigo

Após a identificação do funcionamento e compreensão do sistema de controle das paradas de produção, foi necessário a extração dos dados de paradas. Foram coletados dados dos 6 meses anteriores a data de coleta. Foi escolhido a coleta de dados de 6 meses, pois esses contém uma quantidade grande de dados.

A extração dos dados foi feita automaticamente através do sistema. Os dados foram exportados para o *Excel* e posteriormente tabulados.

Passo 9: Tabulação dos dados e análise dos resultados iniciais

Após a extração dos dados, estes foram tabulados no *Excel* e as paradas de produção dos 6 últimos meses identificadas juntamente com o tempo de duração de cada uma delas. Portanto, conseguiu-se levantar as principais causas de paradas.

Com os dados coletados foram gerados gráficos de Pareto para entendimento da situação atual.

3.2.4 Etapa 4 - Desenvolvimento da Proposta e Análise dos Resultados

Passo 10: Classificação das paradas de acordo com categorias mais adequadas

Uma das ações para reduzir a ocorrência das principais paradas de produção envolve a resolução do problema de abrangência do sistema de identificação de paradas.

Com a resolução desse problema, a identificação das principais paradas de produção ficará melhor. Assim, facilitará a tomada de providências por parte da empresa.

Este passo basicamente constituiu-se da elaboração de um novo método que torne a identificação das paradas de produção mais simples. As paradas de produção foram classificadas de acordo com categorias mais adequadas e foram determinadas

após a análise dos resultados iniciais. Os colaboradores puderam dar ideias, e apresentar sugestões.

Passo 11: Treinamento dos operadores sobre as novas opções de paradas

Os operadores da linha produtiva, juntamente com os líderes da produção e o gestor da área, precisaram ser treinados em relação ao novo método de identificação das paradas de produção. Nesse treinamento foram apresentadas as opções de paradas do sistema reformulado, e as dúvidas que eles tiveram foram esclarecidas. Espera-se resolver os principais problemas encontrados, e ser mais eficiente na resolução de problemas futuros que possam acontecer.

Passo 12: Identificação das principais paradas de produção

Após a tabulação dos dados foram construídos gráficos de pareto para apresentar os resultados. O gráfico de pareto busca priorizar as principais causas, ou seja, aquelas que causam a maior parte dos problemas. Desta forma, conseguiu-se levantar as principais causas e resolver a maioria dos problemas.

Por se tratar de uma ferramenta estatística e visual, ele é altamente recomendável. Sua recomendação é amparada pela simplicidade da ferramenta e facilidade da compreensão dos resultados.

3.2.5 Etapa 5 - Ações para resolver o problema

Passo 13: Aplicação do 5W2H e proposta de um conjunto de ações para reduzir as paradas

Para tratar e prevenir as principais paradas dessa linha de produção, foram propostas ações e divulgadas através da ferramenta 5W2H. Essas ações englobaram desde mudanças na forma de execução das atividades e tarefas, até a capacitação dos colaboradores dessa linha produtiva. A abrangência das ações foi determinada após um conhecimento preciso do problema da linha de produção abordada neste estudo.

3.2.6 Etapa 6 - Divulgação dos Resultados

Passo 14: Divulgação dos resultados para o gestor da área

Após a identificação das principais paradas de produção, e proposta de ações para reduzi-las, faz-se necessário a comunicação dos resultados para o gestor responsável da área.

Nesta conversa, foram apresentadas as principais causas das paradas de produção, juntamente com as ações propostas para resolvê-las. Assim, foi possível viabilizar tais ações, e estudar a necessidade de recursos e tempo para aplicação das sugestões.

Passo 15: Divulgação dos resultados para os colaboradores da linha de produção

Posteriormente a viabilização das propostas para reduzir as principais paradas de produção com o gestor responsável, foi importante comunicar os operadores da linha de produção dos resultados.

Foram apresentadas as principais causas das paradas de produção, e quais ações foram executadas para eliminá-las. Foi focado na importância da colaboração deles, uma vez que são os principais envolvidos no processo produtivo.

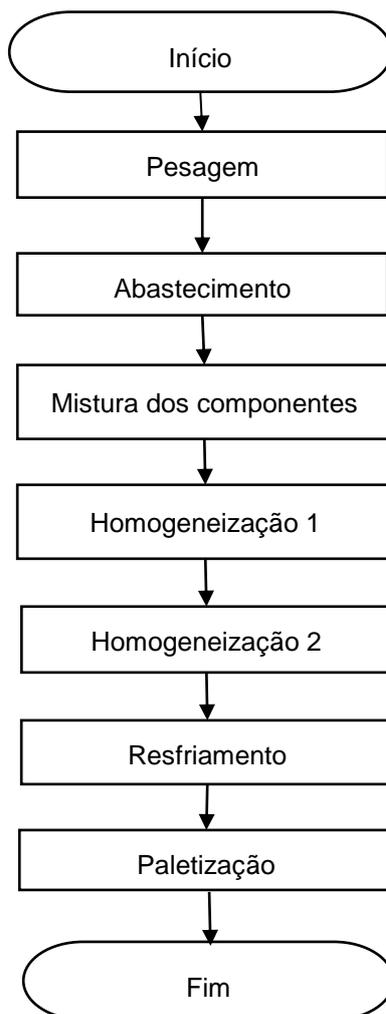
4 RESULTADOS

As etapas anteriores apresentaram alguns resultados para o cumprimento dos objetivos desse estudo. No capítulo 2, foi desenvolvido sobre o referencial teórico, nele está contido a identificação das principais metodologias e ferramentas utilizadas para a redução das paradas de produção, um dos objetivos específicos desse estudo.

4.1 MAPEAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO

Para aumentar a eficácia da aplicação deste estudo, é necessário conhecer o processo produtivo em questão. O mapeamento do processo analisado pode ser visto de acordo com a figura 6, e foi construído no passo 6 da metodologia.

Figura 6 - Fluxograma do Processo Produtivo Estudado



4.1.1 Caracterização do mapeamento do processo

Após o mapeamento do processo produtivo, descreve-se as etapas que o compõe como segue:

Pesagem: A primeira etapa do processo produtivo começa com a pesagem. Esse posto de trabalho tem o objetivo de pesar os químicos de acordo com uma quantidade já estabelecida em receita. Os operadores recebem essas receitas e conferem as quantidades de cada item.

As pesagens são realizadas em duas balanças automáticas, de acordo com a ordem de produção gerada no sistema pelo PCP. Os operadores selecionam essas ordens, verificam e separam os materiais que precisam ser pesados, e executam a tarefa. Os químicos são pesados em sacos, e são utilizados posteriormente na etapa de mistura dos componentes.

Abastecimento: Outra tarefa necessária nesse processo produtivo refere-se ao abastecimento de materiais. Os principais materiais abastecidos são: óleos, cargas brancas, cargas pretas e borracha. Os óleos, cargas brancas e cargas pretas são abastecidos em silos. Eles são inseridos nesses silos próximo ao momento da produção. Essa atividade é executada por um operador e controlada pelo sistema de abastecimento.

As borrachas são levadas até uma esteira no momento da produção, e pesadas de acordo com a quantidade necessária para cada receita. Os pacotes de químicos pesados na etapa anterior também são adicionados nessa esteira. Esta, conecta-se com o *banbury*, principal máquina do processo produtivo.

Mistura dos componentes: A mistura dos componentes acontece no *banbury*. Essa máquina conecta-se com os silos de cargas brancas, pretas e óleos. Todos os componentes da receita são inseridos no *banbury*. Isso inclui os materiais que estavam nos silos e na esteira.

O *banbury* é controlado por um sistema. As cargas brancas, pretas e óleos são pesados por um sistema de pesagem automático. Cada receita tem um tempo de produção no *banbury*. Quando esses materiais atingem esse tempo e uma temperatura adequada, eles são liberados para a próxima etapa do processo produtivo.

Homogeneização 1: Na sequência do *banbury*, acontece a etapa de homogeneização 1. Nessa parte do processo, os materiais que estavam dentro do *banbury* passam por um cilindro (C1) e ficam alguns minutos homogeneizando. Essa homogeneização depende do tipo de material que está em produção. Após essa etapa são formadas as mantas de borracha, as quais são transferidas por uma esteira para a etapa seguinte da produção.

Homogeneização 2: O material que estava nessa esteira de transferência passa por um segundo cilindro (C2) para terminar de ser homogeneizado. Após finalizada essa homogeneização, esse material é imergido em uma solução química para evitar que grude. Nessa parte do processo as mantas de borracha (produto final) já estão prontas, e irão entrar na penúltima fase do processo.

Resfriamento: A penúltima fase do processo é a do resfriamento, onde a manta de borracha já pronta, mas ainda quente, fica alguns minutos resfriando em uma esteira para poder ser guardada e enviada ao cliente final.

Paletização: A última fase do processo produtivo refere-se a paletização das mantas de borracha que estavam resfriando. Essas mantas são colocadas em paletes, identificadas com a etiqueta de produção e armazenadas para serem enviadas ao cliente final. Assim, encerra-se o processo produtivo.

4.2 SISTEMA DE PARADAS ATUAL

A empresa possui um sistema de paradas de produção, implementado em 2015, que sofreu poucas alterações. Esse sistema apresenta as opções de interrupção da produção. A linha produtiva dessa empresa sofreu várias modificações, e pode-se dizer que o sistema não acompanhou suas necessidades. Algumas paradas da linha, independente do tipo, não estão nesse sistema.

O sistema é dividido em grupos de falhas, que contém alguns subgrupos de falhas, os quais possuem suas opções de falhas. Pode-se dizer que as paradas planejadas não são um problema, mas também precisam ser registradas. Elas também são opções desse sistema. Cada grupo de falha contém um código de dois dígitos. Iniciando no 00 e chegando até ao 24. No entanto, os subgrupos de falha apresentam códigos de quatro dígitos, mantendo sempre os dois dígitos do grupo a que pertencem e mais dois dígitos específicos desse subgrupo. As falhas possuem

seis dígitos, carregando os quatro dígitos do subgrupo que está relacionada, e mais dois números referentes as próprias falhas. Portanto, é possível relacionar uma falha a um grupo e subgrupo de acordo com seus dígitos iniciais. Cada grupo, subgrupo, e falha tem uma descrição. Neste estudo, as falhas serão representadas por um nome genérico e o seu código original sucessivamente. A disposição do sistema atual pode ser vista na tabela 2, no apêndice A. Os nomes originais das falhas não serão divulgados devido a confiabilidade e especificidade das informações dessa empresa.

O sistema atual é muito abrangente, e pode-se dizer que ineficiente. Entende-se que um sistema simples facilita a operação. Há atualmente cadastrados nesse sistema: 21 grupos, 127 subgrupos e 255 falhas. Esses itens do sistema são fixos e não haviam sido alterados.

Esse excessivo número de grupos, subgrupos e opções de falhas dificulta a procura do operador. Este muitas vezes gasta um tempo excessivo para buscar aquilo que procura. Muitas das falhas inseridas no sistema não são claras. Isso confunde o operador sobre qual a melhor opção de falha para ser registrada para a parada ocorrida.

O sistema apresenta uma opção em quase todas as suas categorias para representar uma falha que não está cadastrada. Essa falha é chamada de 'Falha está faltando'. Essa categoria deveria ser pouco utilizada, uma vez que um bom sistema de registro de paradas de produção deve conter as principais opções de interrupção.

As falhas destacadas na cor amarela na tabela 2, no Apêndice A, são todas do tipo 'Falha está faltando', que são:

- | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| a. Falha 006002 | g. Falha 059999 | l. Falha 109999 | q. Falha 159999 |
| b. Falha 008999 | h. Falha 069999 | m. Falha 119999 | r. Falha 209999 |
| c. Falha 019999 | i. Falha 079999 | n. Falha 129999 | s. Falha 219999 |
| d. Falha 029999 | j. Falha 089999 | o. Falha 139999 | t. Falha 229999 |
| e. Falha 039999 | k. Falha 099999 | p. Falha 149999 | u. Falha 239999 |
| f. Falha 049999 | | | |

Esse sistema está conectado com o sistema de operação do *banbury*. Quando o *banbury* fica parado por mais de 180 segundos, é necessário escolher nesse sistema o motivo dessa parada. Tanto as paradas planejadas quanto as não planejadas precisam ser identificadas. Essa identificação é realizada pelo operador do *banbury*, o qual controla e monitora as outras partes do processo rigorosamente. Se esse

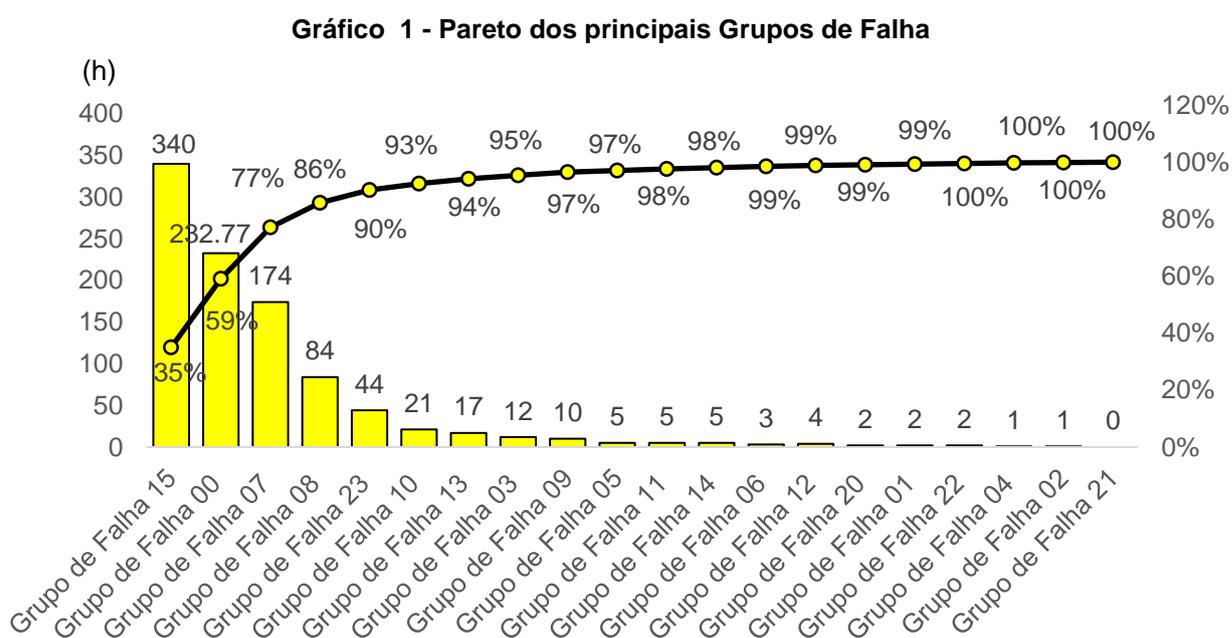
registro não for executado, o sistema de operação do *banbury* trava e não permite a continuação da produção.

O registro da falha acontece da seguinte forma, primeiro o operador que opera esse sistema precisa selecionar o grupo de falha referente ao problema, em seguida escolher o subgrupo que essa parada se refere, e por fim determinar a falha que causou a parada da produção. Quando o operador não encontra a causa da parada da linha de produção no sistema, ele seleciona a opção 'Falha está faltando'. O sistema permite também descrever com detalhes qual o motivo da parada, o que raramente vem sendo executado pelos operadores.

Mensalmente são gerados relatórios dessas paradas pelo PCP da empresa. Estes relatórios buscam identificar quais foram as principais paradas de produção do mês analisado.

4.3 RESULTADOS DO SISTEMA DE PARADAS ATUAL

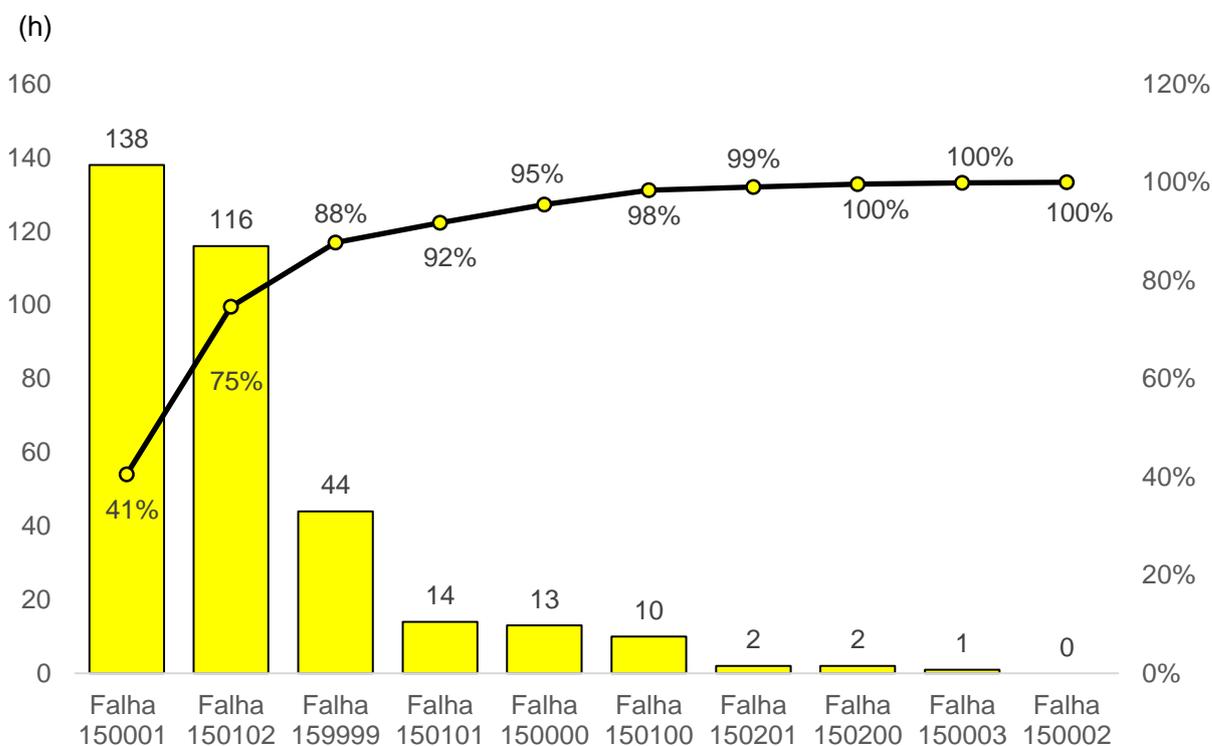
Os dados coletados para análise do sistema atual foram referentes ao período de 01 de julho de 2016 a 29 de dezembro de 2016. Essa atividade refere-se aos passos 8 e 9 da metodologia. As principais categorias de grupos de falhas desse período podem ser vistas no gráfico 1. As falhas desse sistema são extraídas automaticamente do sistema.



Nesse período em análise, foram registradas 964,77 horas de paradas. Os principais grupos de falhas registrados foram: 15, 00, 07, 08 e 23. Estes cinco grupos de falha que mais causam paradas na produção representam 874,77 horas, e 90% do total da não produtividade desse período.

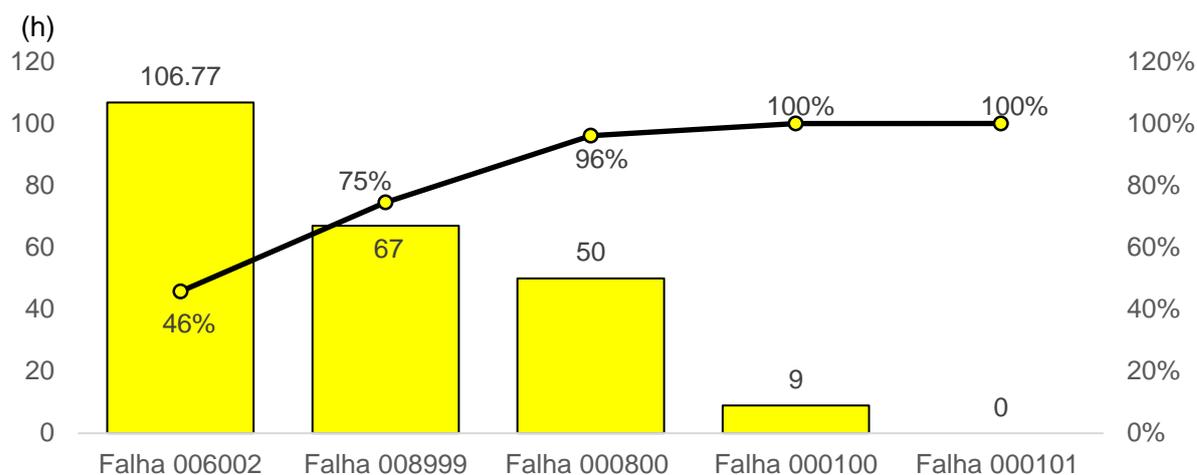
A principal categoria do grupo de falha é a 15. Para esse período, foram inseridas 340 horas de interrupções da produção desse tipo no sistema, isso representa 35% do total. O grupo de número 00 foi o segundo que mais causou paradas na produção, 232,77 horas e 24% do total.

Gráfico 2 - Resultados do Grupo de Falha 15



O grupo de falha mais registrado no sistema possui três falhas que merecem destaque. São as falhas 150001, 150102 e 159999. Estas pararam a linha de produção por 298 horas no total. A falha 159999 é do tipo falha está faltando. Portanto, 13% do total de falhas (44 horas) não podem ser identificadas.

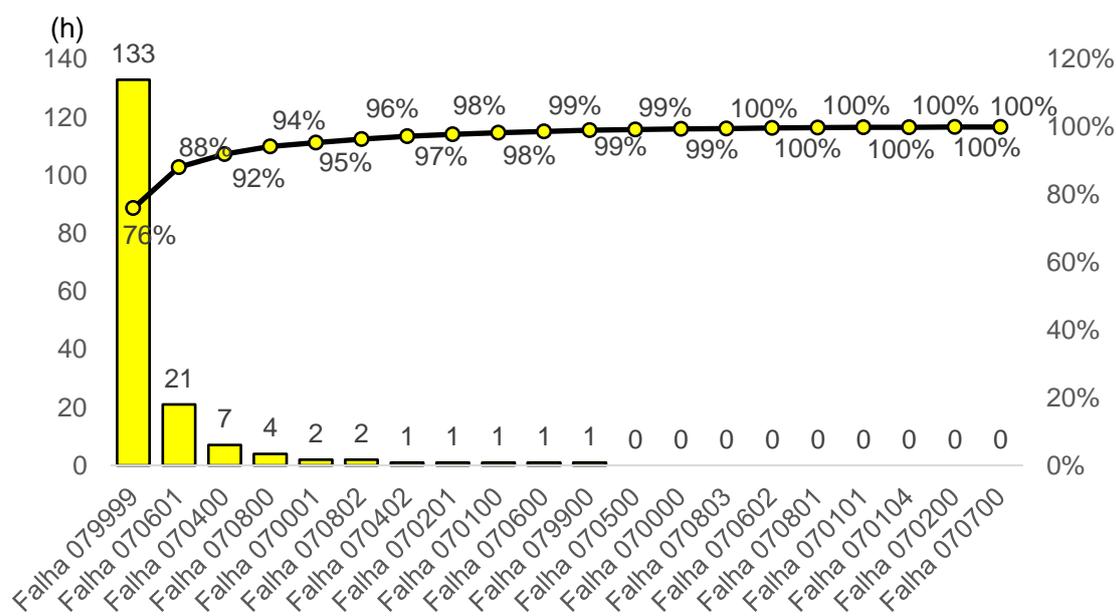
Gráfico 3 - Resultados do Grupo de Falha 00



As falhas 006002 e 008999 podem ser classificadas como falha está faltando. Elas referem-se a pausa por tempo indeterminado e parada não determinada. Elas não revelam o real motivo da parada. Uma vez que pausa por tempo indeterminado e parada não determinada podem ter inúmeras causas.

Essas duas opções de falha representam 173,77 horas de paradas, 75% do total desse grupo de falha. A falha 000800 teve 50 horas de interrupção da produção nesse período, exigindo uma maior atenção por parte da empresa.

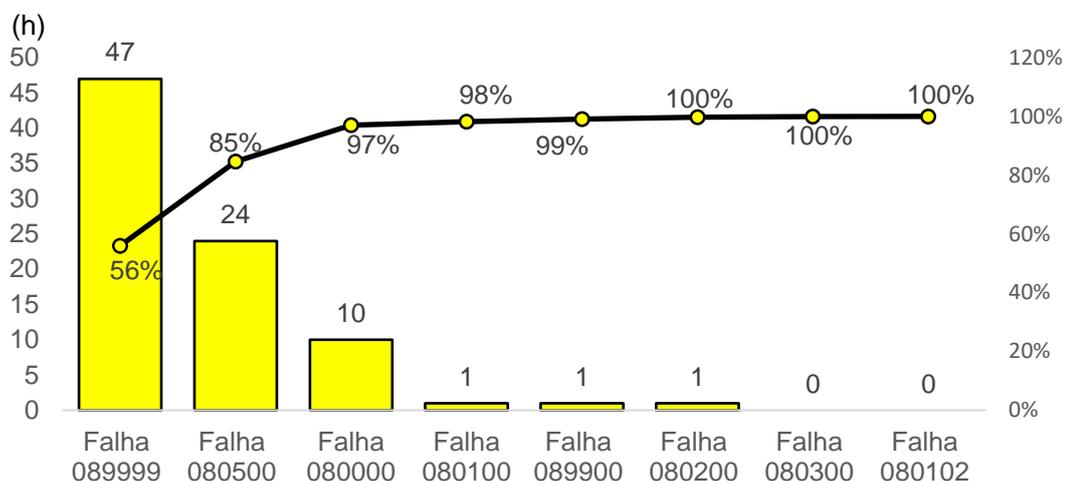
Gráfico 4 - Resultados do Grupo de Falha 07



A maior causa de parada do gráfico 4 é a falha de número 079999. Esse item também é do tipo falha está faltando. Neste caso 133 horas (76% do total) desse grupo não podem ser identificadas.

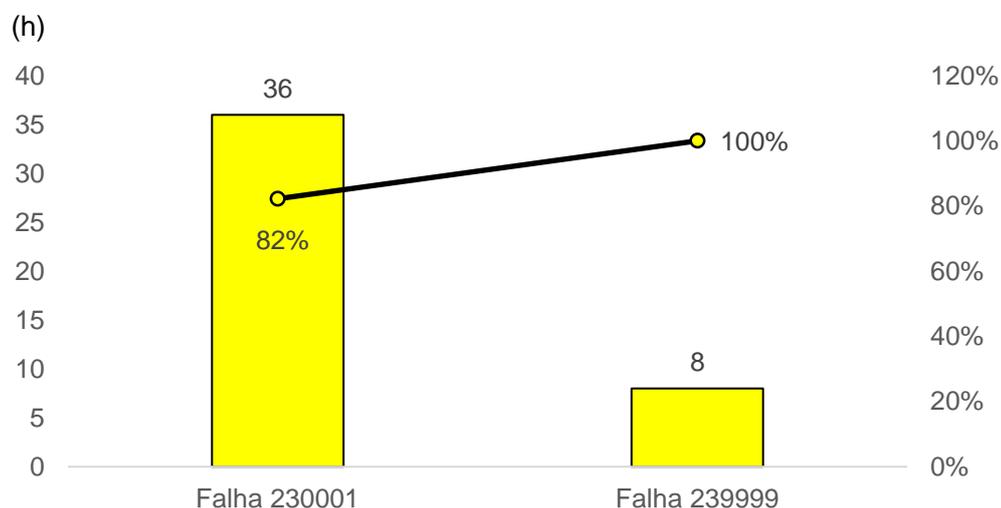
Desta forma, a empresa não compreende qual foram as causas de parada da linha produtiva referente a esse grupo. Isso impossibilita a tomada de ações.

Gráfico 5 - Resultados do Grupo de Falha 08



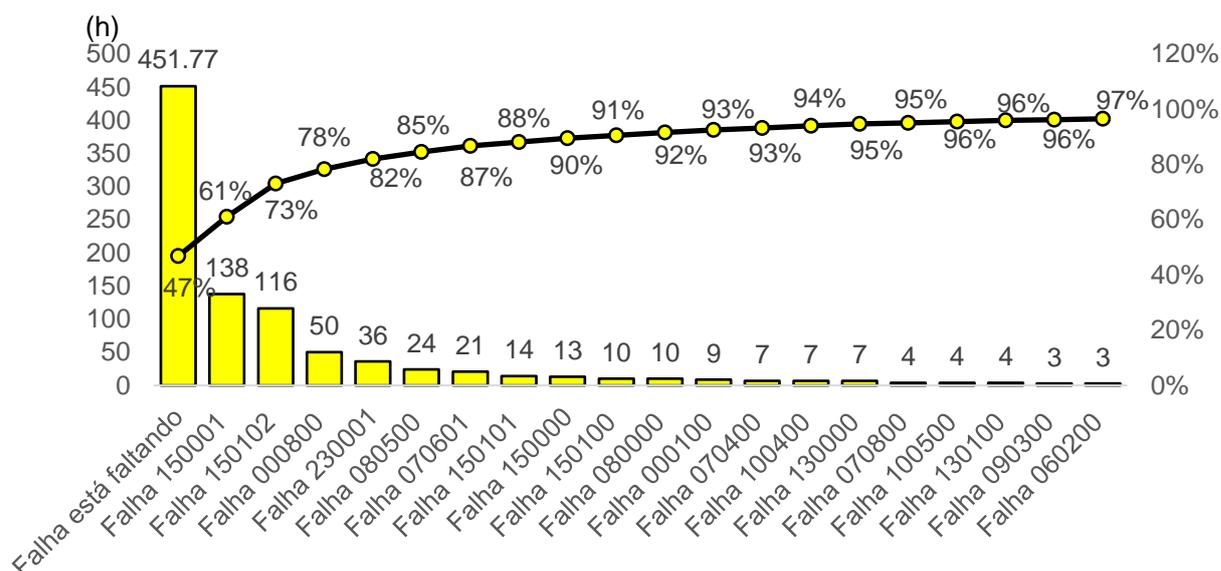
A principal causa de parada do grupo 08, gráfico 5, também é uma incógnita. A falha 089999 representou 56% dos registros de paradas desse grupo, um total de 47 horas. No entanto, essa falha é do tipo falha está faltando.

Gráfico 6 - Resultados do Grupo de Falha 23



No grupo de falha 23, o que precisa de atenção é a falha 230001. Ela representa 82% das paradas desse grupo. A falha está faltando representa os outros 18% de registros de paradas registrados para essa categoria. Assim, 8 horas de paradas não foram identificadas.

Gráfico 7 - As 20 principais paradas do Sistema anterior



As vinte principais paradas (falhas) da produção do período identificado são mostradas no gráfico 7. A falha está faltando foi contabilizada como se fosse um único tipo de falha, portanto todas as opções falha está faltando dos grupos de falhas foram somadas.

Como pode ser visto, 47% das paradas foram identificadas como falha está faltando. Isso representa 451,77 horas sem produzir. Os operadores não digitaram no sistema qual foi a falha ocorrida. Assim, quase metade das interrupções da produção não podem ser identificadas. Isso gera um problema para a empresa, pois ela não sabe o que deve fazer para reduzir as paradas da linha por não as conhecer.

Nove diferentes tipos de falha são responsáveis por 90% das paradas de produção. Esse número não é muito confiável, uma vez que esse grupo falha está faltando representa várias falhas que o sistema não contempla.

Esse problema evidenciado nessa análise dos dados vem ocorrendo desde a instalação do sistema atual. Evidencia-se a necessidade de mudanças no sistema vigente. Para a empresa reduzir o tempo de paradas de produção, precisa descobrir quais são as principais causas de suas ocorrências.

4.4 PROPOSTA DE UM SISTEMA DE PARADA MAIS EFICIENTE

Conforme descrito na metodologia no passo 10, e para resolver o problema enunciado nesse estudo, é necessária a reformulação do sistema atual. É praticamente impossível reduzir as paradas da linha produtiva sem conhecê-las. Com

um sistema mais eficiente, é possível identificar as principais causas de paradas da produção, e agir para reduzi-las. Após mapear o processo produtivo e entender o seu funcionamento, foi realizada uma conversa com os operadores que utilizam o sistema de paradas. Foi feito um *Brainstorming* em cada um dos 3 turnos analisados para identificar os itens que poderiam ser inseridos, mudados ou excluídos do sistema atual. Esse *Brainstorming* teve a duração de aproximadamente 2 horas em cada turno, 6 horas no total.

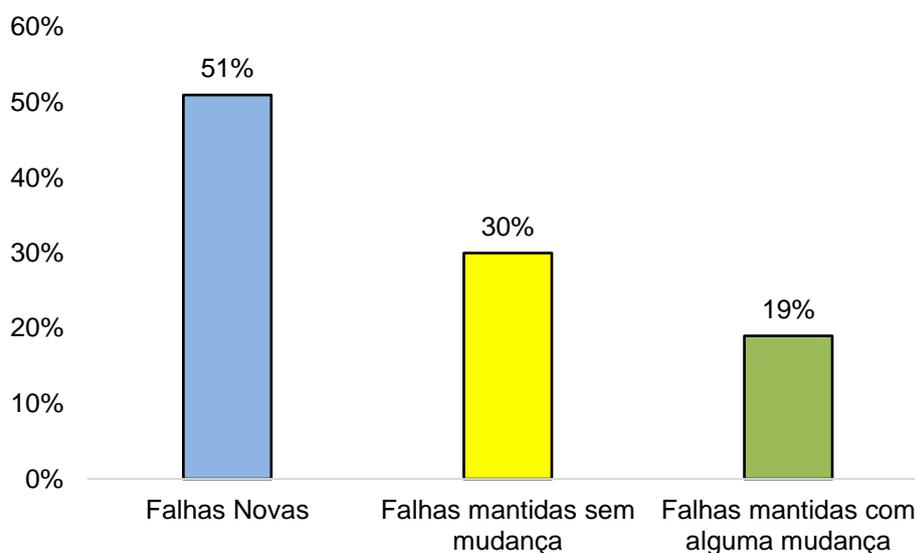
Nessa entrevista foram identificadas as principais lacunas do sistema atual, e quais opções de paradas de produção deveriam ser inseridas para complementar esse sistema. Após a execução dessa etapa, todas as informações anotadas foram analisadas. Identificou-se que o sistema realmente estava desatualizado, e necessitava de uma reformulação.

Em seguida, foi realizada a mesma entrevista com o gestor da área. Todos os dados coletados e ideias sugeridas foram discutidas para resolver o problema encontrado. Portanto, para preencher essa lacuna, uma nova proposta de opções de paradas de produção foi desenvolvida, e pode ser vista na tabela 3, no apêndice B.

A reformulação do sistema atual apresenta 17 grupos de falhas, 46 subgrupos de falhas, e 129 opções de falhas. Conforme pode ser visto no gráfico 8, os elementos na cor amarela representam os itens do sistema atual que foram mantidos sem nenhuma alteração. Os de cor verde são aqueles que foram mantidos, mas sofreram alterações no conteúdo. Isso foi necessário, pois algumas opções de falhas não eram claras, estavam duplicadas, ou talvez puderam ser agrupadas de acordo com suas características. As falhas azuis são novas opções, e não estavam presentes no sistema anterior.

O item de falha chamado 'Falha está faltando' foi removido de todos os grupos de falha que estava incluso anteriormente. Serão oferecidas ao usuário do sistema apenas as opções que ele busca encontrar. No entanto, entende-se que o processo produtivo é mutável. Modificações podem acontecer, e novas falhas podem surgir. Assim, pensando nisso, foi necessário a criação do grupo de falha 28, onde o usuário poderá cadastrar uma falha futura, ainda não identificada para o processo atual. Esse item é representado pela falha 129, onde o operador terá a opção de descrever todos os detalhes que causaram a interrupção da linha produtiva.

O sistema reformulado contém itens novos, sem alteração e com algumas modificações. Uma análise da nova composição de falhas pode ser vista no gráfico 8.

Gráfico 8 - Tipos de Falhas do Sistema Proposto

Esse novo sistema possui 65 novas falhas (51% do total), 39 falhas que foram mantidas sem nenhuma alteração (30% do total) e 25 falhas mantidas com alguma modificação em sua descrição (19% do total).

Após a reformulação do sistema e classificação das paradas em categorias de interesse, os operadores que utilizam esse sistema receberam um treinamento mostrando todas as modificações e como utilizar esse novo sistema. Todas as dúvidas puderam ser sanadas.

Tabela 1 - Comparação entre o sistema antigo e o proposto

	Grupos	Subgrupos	Falhas
Antes	21	127	255
Depois	17	46	129
Redução	19,0%	63,8%	49,4%

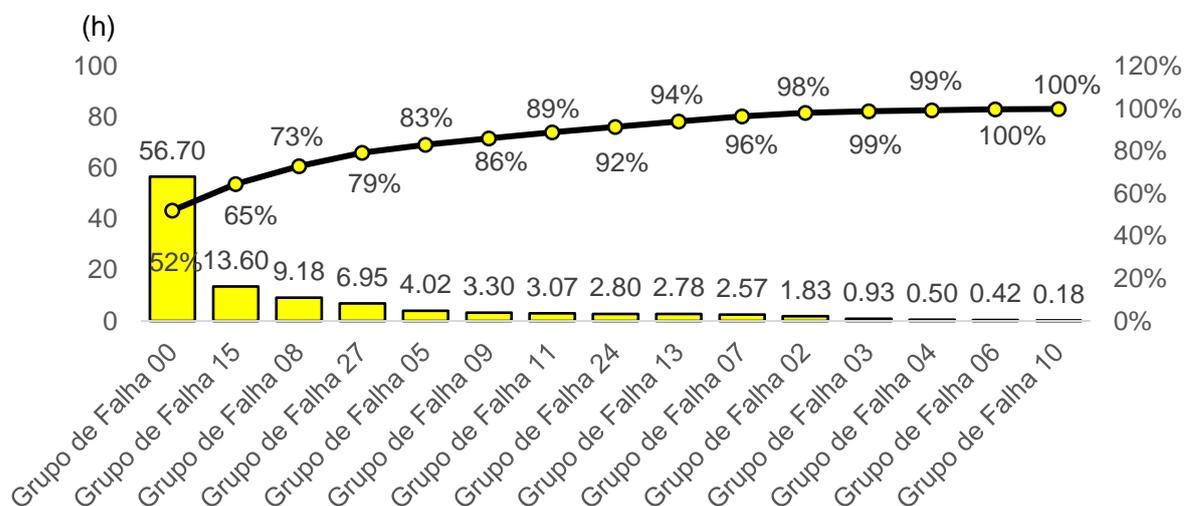
Uma comparação entre o sistema antigo e o proposto pode ser vista na tabela 1. Há uma grande redução na quantidade de subgrupos e itens de falha. No entanto, os grupos de falha não mudaram tanto quanto os outros componentes. No geral, esses resultados mostram a simplificação do sistema, chegando a 63,8% de redução na porcentagem de subgrupos.

4.5 RESULTADOS DO SISTEMA PROPOSTO

O novo sistema de identificação de paradas de produção fez-se necessário para possibilitar a identificação das principais causas de interrupção dessa linha. O antigo sistema permitia ao usuário registrar informações que não iriam ser relevantes no relatório de paradas.

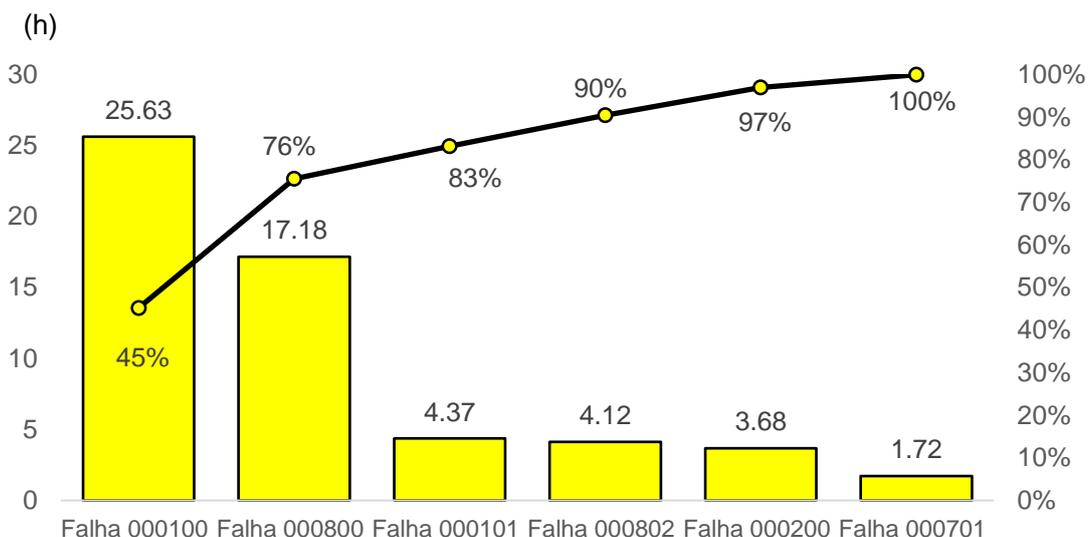
A proposta sugerida para o sistema reformulado entrou em teste no período de abril a maio de 2017 para averiguar sua eficácia e necessidade de ajustes. Os resultados encontrados foram satisfatórios.

Gráfico 9 - Resultados dos Grupos de Falha do Sistema Proposto



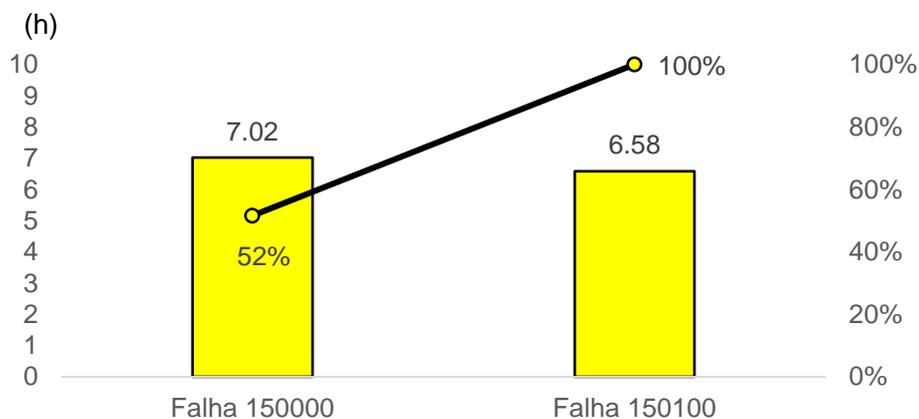
Após a reformulação das categorias do sistema, o Grupo de Falha que mais causou horas de paradas para o período analisado foi o 00. Isso indica que entre abril e maio de 2017, 56,7 horas de interrupção da produção foram provenientes de paradas planejadas. Este valor representa 52% do total. Pode-se dizer que é um fato positivo. A empresa sofreu menos paradas não planejadas do que anteriormente.

Os outros grupos de falhas que mais geraram horas de interrupções na linha dessa indústria foram os grupos 15, 08, 27 e 05. Estes cinco grupos somados pararam essa produção por 90,45 horas, ou 83% do total.

Gráfico 10 - Resultados do Grupo de Falha 00 do Sistema Proposto

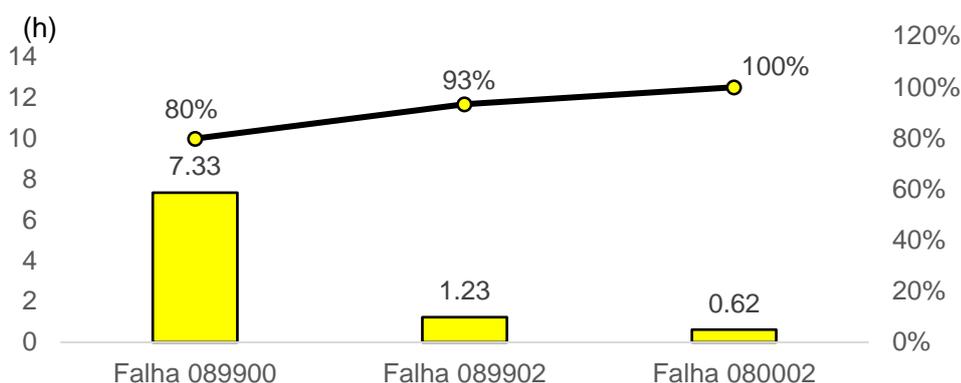
No grupo de Falha 00, as falhas que mais causaram interrupção dessa linha foram as falhas 000100 e 000800. Essas falhas juntas representam 76% do total desse grupo, ou 42,82 horas de paradas. A Falha 000100 representa as paradas provenientes de limpeza da área. Portanto, 25,63 horas foram dedicadas a limpar algum posto de trabalho ou a fábrica em geral. Estes resultados são compreensíveis, pois uma empresa que presa pelo 5S deve garantir a limpeza do seu ambiente produtivo.

A falha 000800 representa todas as paradas resultantes de horário de refeição. Portanto, essa falha engloba todas as paradas para almoço, jantar e ceia. Neste mês analisado, esse valor representou 17,18 horas de interrupções.

Gráfico 11 - Resultados do Grupo de Falha 15 do Sistema Proposto

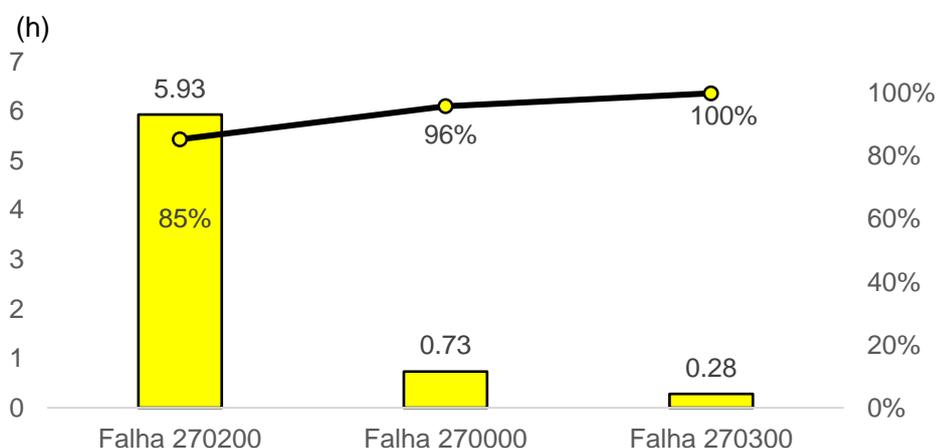
O grupo de falha 15 obteve apenas dois itens com registro de paradas. A categoria de falha mais utilizada foi a 150000, e a segunda mais utilizada foi a 150100. A parada 150000 (7,02 horas) representa todas as paradas que aconteceram por setup na produção. No entanto, a parada 150100 (6,58 horas) revela todas as horas paradas devido a troca dos turnos da produção. O ideal seria que as trocas dos turnos fossem realizadas com a produção rodando, o que nem sempre acontece.

Gráfico 12 - Resultados do Grupo de Falha 08 do Sistema Proposto



O grupo de falha 08 também não possui causas de paradas variadas. A maioria das paradas desse grupo se concentraram em três tipos de falhas. O item 089900 foi o mais utilizado, sendo o que merece uma maior atenção e destaque. Essa interrupção representou 80% do total de paradas desse grupo, ou 7,33 horas de paradas total. Essas horas de parada registram a dificuldade de operação na parte homogeneização 1 do processo produtivo. O fluxo produtivo não fluiu por dificuldade de trabalhar com o material produzido.

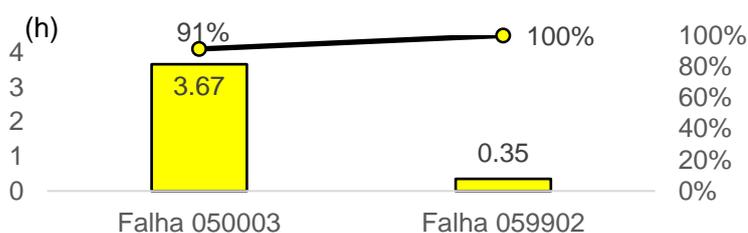
Gráfico 13 - Resultados do Grupo de Falha 27 do Sistema Proposto



O quarto grupo que mais causou parada nessa linha produtiva foi o 27. A falha que mais merece atenção por parte da empresa é a 270200. Esse item gerou 5,93 horas de paradas, ou 85% do total desse grupo.

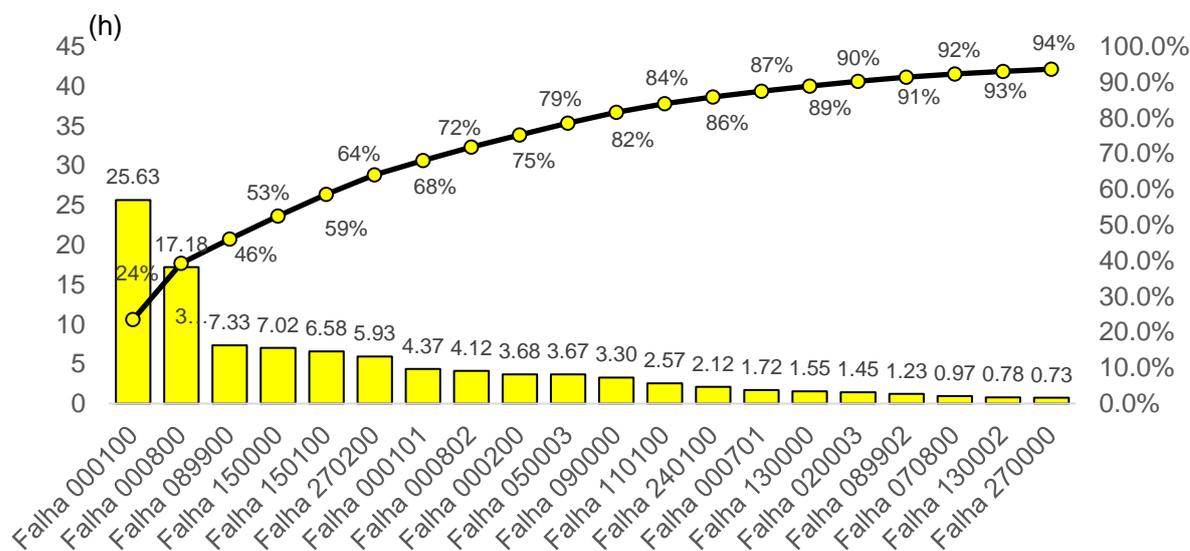
Essa falha representa o tempo que a linha produtiva ficou parada aguardando a Engenharia tomar decisões ou realizar os testes programados. Os outros itens de paradas somados registraram 1,02 horas de interrupção.

Gráfico 14 - Resultados do Grupo de Falha 05 do Sistema Proposto



Outro grupo de falha que merece atenção é o grupo de número 05. Nesta categoria, o item que mais causou interrupção da produção nesse mês analisado foi o 050003. Essa falha representa problemas com a válvula da balança automática de dosificação de cargas escuras. O tempo que a principal falha desse grupo interrompeu a produção foi de 3,67 horas, ou 91% do total desse grupo. Este grupo possui com a reformulação do sistema 9 itens de falhas cadastrados, porém apenas 2 deles foram utilizados.

Gráfico 15 - As 20 Principais paradas do Sistema Proposto



O novo sistema de falha possui 129 opções de itens que podem ser registrados como causa de parada da linha dessa empresa. As dez principais causas de interrupções somam 79% do total de paradas dessa produção. Isso equivale a 85,52 horas.

As falhas que mais causaram paradas foram as planejadas, a 000100 e 000800. Juntas essas opções de paradas somaram 42,82 horas e 39% do total. Das 129 falhas registradas, 88 não aconteceram após a reformulação desse sistema. Portanto, apenas 41 tipos de falhas ocorreram no mês de abril de 2017.

O gráfico de Pareto como citado anteriormente busca priorizar os resultados, e se aproveitando dessa função da ferramenta, esse trabalho irá tentar resolver as falhas de mais frequência, resolvendo assim os principais problemas. O objetivo será tentar reduzir 70% das paradas, mais da metade do tempo total parado.

O gráfico 15 revela que as 8 primeiras paradas que mais aconteceram representam 72% do problema. Portanto, focando na resolução dessas oito falhas, os principais incidentes de paradas serão resolvidos.

4.6 AÇÕES PARA REDUZIR AS PRINCIPAIS PARADAS

Um dos objetivos específicos desse estudo é propor ações para reduzir a ocorrência das principais paradas de produção. Os dados foram coletados e priorizados através do gráfico de Pareto.

A nova interface do sistema de paradas é bem clara. As opções de paradas são objetivas e revelam a real causa do problema. As ações desse estudo serão direcionadas para reduzir ou minimizar a ocorrência das principais paradas de produção identificadas.

A ferramenta de gestão escolhida para executar o plano de ação é o 5W2H. Trata-se de uma técnica simples e efetiva para resolver problemas. Portanto, foram apresentadas ações focando nas 8 principais causas de paradas de produção dessa empresa, pois resolvendo as principais causas, se resolve os principais problemas. Assim, espera-se que pelo menos 70% das causas de paradas serão tratadas.

Quadro 5 - Proposta para redução da 1ª e 8ª parada que mais aconteceram

Problema: Limpeza da área (Falha 000100) e Manutenção Preventiva (Falha 000802)		
5W2H		Ação
What	O que deve ser feito?	Programar a limpeza da área nos dias que houver manutenção preventiva, e vice versa.
Why	Por que fazer?	Para reduzir a quantidade e tempo de paradas da produção
Who	Quem é o responsável pela ação?	Planejamento e Controle da Produção (PCP)
Where	Onde deve ser executado?	No chão de fábrica
When	Quando deve ser implementado?	Até 01 de junho de 2017
How	Como deve ser conduzido?	Quando houver a necessidade de manutenção preventiva em alguma máquina de um posto de trabalho, o PCP deve aproveitar essa oportunidade para realizar a limpeza dos outros postos de trabalho uma vez que a produção é em série a linha toda fica parada.
How Much	Quanto vai custar?	N/A

A principal causa de tempo de parada da linha produtiva nesse período foi devido a limpeza da fábrica (falha 000100). Uma indústria de fornecimento de borracha suja facilmente. Portanto, frequentemente deve ser executada uma limpeza minuciosa.

Esse item é classificado como parada planejada. Assim, não pode ser caracterizado como um problema produtivo. No entanto, para reduzir o tempo de parada da linha de produção, sugere-se que a empresa concilie essa atividade juntamente com a oitava maior causa de parada, a manutenção preventiva (falha 000802).

O quadro 5 apresenta uma proposta de ações a serem tomadas para reduzir o tempo não produtivo dessa fábrica. Quando for necessário a limpeza de algum posto de trabalho, é recomendável que uma manutenção preventiva seja executada em outro posto de trabalho disponível. Uma vez que a produção é em série, e uma parada de uma parte do processo, geralmente para o processo todo.

Ao executar essas atividades simultaneamente, a ocorrência de paradas da produção será reduzida. E, conseqüentemente, haverá uma maior disponibilidade dos equipamentos para produção. Quando for necessário a realização de manutenção corretiva de longo tempo, aconselha-se que os operadores sejam orientados a executar uma limpeza de seus postos de trabalho para aproveitar a parada.

Quadro 6 - Proposta para redução da 2ª parada que mais aconteceu

Problema: Parada para refeição (Falha 000800)		
5W2H		Ação
What	O que deve ser feito?	Realizar revezamento em horário de refeição
Why	Por que fazer?	Para reduzir o tempo de paradas nos horários de refeição
Who	Quem é o responsável pela ação?	Líder da produção
Where	Onde deve ser executado?	Na linha produtiva
When	Quando deve ser implementado?	Até 01 de junho de 2017
How	Como deve ser conduzido?	O líder da produção deve fazer uma escala para revezamento em horário de refeição, e garantir que tenha pelo menos um operador em cada posto de trabalho
How Much	Quanto vai custar?	N/A

Para resolver a segunda maior causa de paradas produtivas, é sugerido a realização de revezamento em horário de refeição (falha 000800). Esse tipo de parada também não é um problema produtivo. Porém, ele pode ser facilmente resolvido. A empresa deve desenvolver escalas de revezamento e adotá-las para evitar que a produção pare nesse período do dia. Essa ação é simples e pode reduzir perdas consideráveis na lucratividade dessa empresa.

Quadro 7 - Proposta para redução da 3ª parada que mais aconteceu

Problema: Dificuldade operação na máquina C1 (Falha 089900)		
5W2H		Ação
What	O que deve ser feito?	Mudar parâmetros e condições do processamento dos produtos produzidos
Why	Por que fazer?	Para reduzir a dificuldade de operação na máquina C1 e reduzir as paradas da produção decorrentes desse problema
Who	Quem é o responsável pela ação?	Engenheiro de Processo
Where	Onde deve ser executado?	No banbury e máquina C1
When	Quando deve ser implementado?	Até 20 de Junho de 2017
How	Como deve ser conduzido?	A Engenharia de Processos deve revisar os parâmetros e condições de processamento para todos os produtos que geram dificuldade de operação na máquina C1. Recomenda-se que esse ajuste seja feito na máquina C1 e banbury (parte antecedente do processo)
How Much	Quanto vai custar?	N/A

A terceira maior causa de parada da produção é proveniente de uma parte específica do processo (falha 089900). O posto de trabalho C1 vem enfrentando dificuldade na operação de alguns tipos de produtos produzidos. Cabe a Engenharia de Processo identificar quais são esses materiais e tentar melhorar seu processamento. Um produto melhor processado, irá facilitar a operação e evitar que a linha produtiva seja interrompida.

Essa é uma tarefa simples, mas um tanto quanto complexa. A indústria de fornecimento de borracha sofre grande influência da matéria prima utilizada. Portanto, qualquer troca de fornecimento de matéria prima é facilmente sentida nas diversas partes do fluxo produtivo.

Quadro 8 - Proposta para redução da 4ª parada que mais aconteceu

Problema: Setup longo (Falha 150000)		
5W2H		Ação
What	O que deve ser feito?	Estudo de redução do tempo de setup
Why	Por que fazer?	Para reduzir o tempo de setup e as paradas de produção
Who	Quem é o responsável pela ação?	Engenharia de Processo e PCP
Where	Onde deve ser executado?	Linha de produção
When	Quando deve ser implementado?	Até 15 de Julho de 2017
How	Como deve ser conduzido?	A Engenharia de Processo deve realizar uma análise de como o setup vem sendo executado atualmente e propor melhorias para tal atividade. Deve-se padronizar as atividades e treinar os colaboradores
How Much	Quanto vai custar?	N/A

Uma outra causa principal de parada de produção identificada, é o *setup* longo (falha 150000).. As ações para reduzir o setup precisam ser realizadas em conjunto com a Engenharia de Processo. Recomenda-se a realização de um estudo mais profundo sobre esse tema até 01 de julho de 2017 para tentar reduzir o tempo de execução das atividades desse tipo.

As atividades e o momento ideal para começar o *setup* devem ser padronizados. A execução da tarefa não pode sobrecarregar nenhum operador ou parte do processo. Ela deve ser bem distribuída. Aconselha-se que o PCP participe dessa análise para verificar a possibilidade de produção de lotes de produção maiores.

Quadro 9 - Proposta para redução da 5ª parada que mais aconteceu

Problema: Troca de Turno (Falha 150100)		
5W2H		Ação
What	O que deve ser feito?	Entregar o turno com a produção em funcionamento
Why	Por que fazer?	Para reduzir as principais causas de paradas de produção
Who	Quem é o responsável pela ação?	Líder da produção
Where	Onde deve ser executado?	Na linha produtiva
When	Quando deve ser implementado?	Até 25 de maio de 2017
How	Como deve ser conduzido?	O líder da produção deve informar ao departamento de recursos humanos sobre o atraso dos ônibus e cobrar soluções
How Much	Quanto vai custar?	N/A

A falha 150100 foi a quinta que mais aconteceu. No entanto, essa opção de interrupção da produção representa a troca entre os turnos, o compartilhamento de informação entre os operadores, onde os pontos relevantes do que aconteceu no turno anterior são repassados. Foi observado que muitos operadores as vezes não conseguem entregar o turno em funcionamento, pois os operadores do turno posterior não chegaram devido a atrasos de ônibus. Nesse caso, cabe ao departamento de recursos humanos da empresa intervir e cobrar soluções de quem fornece o serviço. Os operadores do turno anterior não podem esperar, e acabam indo embora.

Quadro 10 - Proposta para redução da 6ª parada que mais aconteceu

Problema: Aguardando Engenharia (Falha 270200)		
5W2H		Ação
What	O que deve ser feito?	Programar testes da produção para horários que a Engenharia de Processo esteja na fábrica
Why	Por que fazer?	Para reduzir as paradas da linha produtiva
Who	Quem é o responsável pela ação?	Planejamento e Controle da Produção (PCP)
Where	Onde deve ser executado?	Na linha de produção
When	Quando deve ser implementado?	Até 05 de junho de 2017
How	Como deve ser conduzido?	O PCP deve programar os testes da produção em horários que a Engenharia de Processo esteja na fábrica. Caso a produção esteja adiada, recomenda-se que não espere pela Engenharia e que produza a ordem seguinte da programação.
How Much	Quanto vai custar?	N/A

O quadro 10 representa as ações viáveis para reduzir as paradas de produção decorrentes da falha 270200. Essa falha registra o tempo que a linha produtiva ficou parada aguardando a Engenharia tomar alguma decisão ou realizar algum teste na produção. Uma situação que foi identificada que causa esse tipo de parada, é a programação de algum teste de um novo produto e/ou teste de processo para o início do turno em que a Engenharia começa a trabalhar. Muitas vezes a produção adiantava a produção de um lote anterior, e ficava parada aguardando a engenharia chegar na empresa para a execução dos testes.

Neste caso, recomenda-se que o PCP deixe avisado que caso ocorra esse tipo de situação, deve-se iniciar a ordem sequente ao teste. Assim, a linha produtiva não fica parada. O recomendável é que os testes sejam realizados em horários um pouco distante do início do turno para evitar esse tipo de problema.

A sétima parada que mais aconteceu, a falha 000101, também é uma das principais causas de parada dessa linha produtiva. Essa parada representa um tipo de limpeza específica de algumas máquinas e equipamentos para evitar contaminação nas produções posteriores de alguns tipos de materiais. Analisando a realização da tarefa, não foi identificada nenhuma ação que deva ser executada para reduzir o tempo de limpeza, visto que essa é uma atividade crítica e específica. Cabe ressaltar que isso não indica que no futuro nada possa ser feito para reduzir o tempo de execução dessa atividade.

A oitava parada mais registrada, manutenção preventiva (falha 000802), foi tratada juntamente com a primeira parada mais registrada, conforme indicado no quadro 5. Portanto, não há sugestão de ações além da indicada anteriormente para essa parada. Todos os resultados foram apresentados ao gestor da área, e aos operadores da produção.

Uma empresa que deseja gerar bons resultados precisa ter uma produção estável. Interrupções na linha de produção são muitas vezes evitáveis. Portanto, um bom sistema de identificação de paradas de produção é indispensável para se ter o controle da situação e conseguir tratar os principais problemas.

O antigo sistema utilizado pela empresa para controlar as paradas de produção era ineficiente. As principais opções de paradas da linha de produção não estavam inseridas nele. Os operadores muitas vezes não sabiam o que colocar. Havia uma opção de parada que era a mais utilizada e não relatava quais eram as principais causas de interrupção produtiva. Assim, essa empresa não sabia quais eram seus

principais motivos de paradas e nem como agir para resolvê-los. A proposta de reformulação do sistema, com alteração das opções de falhas mostrou-se eficaz.

O novo sistema de identificação de paradas de produção está mais simples, porém mais completo. O sistema que possuía 255 itens de paradas conta com apenas 129 opções de falhas após a reformulação. Através do sistema reformulado foi possível identificar as principais causas de não produtividade dessa linha e propor ações para resolvê-las.

As principais ações viáveis para reduzir as paradas de produção nessa empresa são uma melhor programação das atividades de limpeza e manutenção por parte do planejamento, revezamento nos horários de refeição, alteração dos parâmetros e condições de processamento da borracha no *banbury* e cilindro para alguns tipos de produtos, a realização de um estudo específico para padronização das atividades e redução do tempo de setup, e a programação de testes da engenharia em horários mais apropriados.

Todas as ações sugeridas são simples, e não requerem a aplicação de recursos financeiros. Exige-se apenas a aplicação de tempo e esforço dessa empresa para obtenção de bons resultados. Com a execução desse plano de ações, espera-se que haja uma redução na quantidade e tempo de paradas de produção dessa linha produtiva. As 8 principais paradas representam 72 % do total. No entanto, sugere-se ações para 7 delas (excluindo a falha 000101 por ser um procedimento específico e difícil de modificar). Assim, este estudo tem um potencial de redução para 68% das paradas.

Esse estudo mostra que ações simples tem um grande potencial de melhoria, neste caso podendo impactar em um ganho de produtividade, aumento do desempenho, e redução de custos. Nem sempre é necessário gastar dinheiro para implementar as ações propostas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Paradas de produção podem causar resultados indesejados para as organizações. Esse estudo tem uma grande importância, pois mostra que pequenas ações podem ser executadas para reduzir paradas de produção e reforça que ações baratas podem ser aplicadas para resolver problemas.

O objetivo geral desse estudo foi cumprido no passo 13. Nesta etapa, foi aplicada a ferramenta 5W2H para propor um conjunto de ações para reduzir as principais paradas de produção encontradas. O 5W2H é uma ferramenta simples e foi útil na execução desse estudo.

Os objetivos específicos também foram cumpridos no decorrer do desenvolvimento desse estudo. Na etapa 1, passo 2, foi executada a definição das metodologias e ferramentas que seriam utilizadas. Na etapa 2, passo 6, foi realizado o mapeamento do processo produtivo dessa indústria de fornecimento de borracha. Já no passo 10 da etapa 4 foi realizada a classificação das paradas do sistema proposta de acordo com categorias mais apropriadas. Ainda na etapa 4, passo 12, foram identificadas as principais causas de paradas de produção. Finalizando os objetivos específicos na etapa 5, passo 13, foi construído um plano de ação para diminuir a ocorrência das principais paradas.

Este estudo tem contribuição acadêmica, pela metodologia genérica e aplicação original, utilizando ferramentas simples, e gerando resultados relevantes. Apresenta também uma contribuição social, pois através da redução das paradas de produção os operadores poderão cumprir metas e se beneficiar com esses bons resultados.

A principal dificuldade encontrada foi para classificar as paradas em categorias mais apropriadas. A versão do sistema antigo não era muito organizada, e possuía alguns itens de difícil compreensão. A análise dos itens que deveriam estar no sistema proposto tomou um longo tempo, pela complexidade do processo produtivo.

6 REFERÊNCIAS

- AHUJA, I. P. S; KHAMBA, J. S. Total productive maintenance: literature review and directions. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 25, n. 7, pp. 709-756, 2008.
- AMARAL, V; DIVERIO, T. S. M. Análise do tempo de parada em uma linha de produção em uma empresa do setor fumageiro. **Revista da Faculdade Dom Alberto**, v. 2, n. 2, 2009.
- BADHURY, B. **Total Productive Maintenance**. New Delhi: Allied Publishers Limited, 1998.
- BEHR, A; MORO, E. L. da S; ESTABEL, L. B. Gestão da biblioteca escolar: metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 37, n. 2, p. 32-42, 2008.
- BELOHLAVEK, P. **OEE: overall equipment effectiveness**. Buenos Aires: Blue Eagle Group, 2006, 230 pp.
- BOVE, T. C., M. GERBER, J. Z. Proposta de melhorias aos impactos causados por Downtimes numa fábrica de montagem de computadores. In **XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2013, Salvador – BA. Anais. Salvador - BA, 2013, 14pp.
- BLUVBAND, Z; GRABOV, P. Failure Analysis of FMEA. In **Reliability and Maintainability Symposium (RAMS)**, 2009, Fort Worth. Anais: IEEE. Fort Worth, 2009. pp. 344-347.
- BUSSO, C. M; MIYAKE, D. I. Análise da aplicação de indicadores alternativos ao Overall Equipment Effectiveness (OEE) na gestão do desempenho global de uma fábrica. **Produção**, São Paulo, v. 23, n. 2, pp. 205-225, 2013.
- CALDAS, A. **Novíssimo Aulete dicionário contemporâneo da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Lexikon, 2011. 1456 pp.
- CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2012. 256 pp.
- CHIARADIA, A. J. P. **Análise da aplicação de indicadores alternativos ao Overall Equipment Effectiveness (OEE) na gestão do desempenho global de uma fábrica**. 2004. 133 pp. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre - RS, 2004.
- CURY NETTO, W. A. **A importância e a aplicabilidade da manutenção produtiva total (TPM) nas indústrias**. 2008. 63 pp. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora - MG, 2008.
- DIEDRICH, H. **Utilização de Conceitos do Sistema Toyota de Produção na Melhoria de um processo de fabricação de calçados**. 2002. 146 pp. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS, 2002.
- DHILLON, B. S. **Engineering Maintenance: A Modern Approach**. Boca Raton: CRC Press, 2002. 222 pp.

- DOTTI, D; BAGETTI, J. H. Análise de causas de paradas em máquinas de envase de leite UHT. In **XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2013, Salvador – BA. Anais. Salvador - BA, 2013, 11 pp.
- FERREIRA, A. B. de H. **Novo Dicionário da Língua Portuguesa**. 2 ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986. 1838 pp.
- FERREIRA, T. S; PHILLIPI, D. A; NUNES, M. F. Processo Produtivo de Cimento: Paradas Não Programadas No Coprocessamento. **VII Convibra Administração**, 2010, Congresso Online. Anais. Convibra. 2010. 16 pp.
- FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 288 pp.
- GARZA-REYES, J. A. et al. Overall equipment effectiveness (OEE) and process capability (PC) measures: A relationship analysis. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 27, n. 1, pp. 48-62, 2010.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1994. 207 pp.
- GROSELLI, A. C. **Proposta de Melhoria Contínua em um Almoarifado utilizando a ferramenta 5W2H**. 2014. 53 pp. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira - PR, 2014.
- KELLY, L. H. F. **Análise da Implementação da Manutenção Produtiva Total – Um estudo de caso**. 2006. 158 pp. Dissertação (Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional) - Universidade de Taubaté. Taubaté - SP, 2006.
- MELLO, M. S; MONTEVECHI, J. A. B; MIRANDA, R. C. Análise do Impacto das Paradas de Máquina em uma empresa farmacêutica por meio da simulação. **Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial**, v. 6, n. 12, pp. 48-72, 2014.
- MORAES, P. H. A. **Manutenção produtiva total: estudo de caso em uma empresa automobilística**. 2004. 91 pp. Dissertação (Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional) – Universidade de Taubaté. Taubaté - SP. 2004.
- PAIVA, E. L; JR, J. M. C; FENSTERSEIFER, J. E. **Estratégia de Produção e de operações: conceitos, melhores práticas, visão de futuro**. 2.ed – Porto Alegre: Bookman, 2009. 192 pp.
- PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007. 170 pp.
- PRAVEEN, K. R; RUDRAMURTHY. Analysis of Breakdowns and Improvement of Preventive Maintenance on 1000 Ton Hydraulic Press. **International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering**, v. 3, n. 8, pp. 636-645, 2013.
- LISBÔA, M. da G. P; GODOY, L. P. Aplicação do método 5W2H no processo produtivo do produto: A Joia. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, Florianópolis - SC, Brasil, v. 4, n. 7, p. 32-47, 2012.
- OTANI, M.; MACHADO, W. V. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. **Gestão Industrial**, v. 04, n. 02, pp. 01-16, 2008.
- RIBEIRO, C. R. **Processo de implementação da Manutenção Produtiva Total (T.P.M.) na Indústria Brasileira**. 2003. 68 pp. Monografia - Universidade de Taubaté. Taubaté – SP, 2003.

RODRIGUES, L. A; STANKOWITZ, R. Melhoria de uma linha de produção por meio de um programa de sugestão de ideias. In **V Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção**. 2015, Ponta Grossa – PR. Anais. Ponta Grossa - PR, 2015. 11 pp.

SANTOS, G. dos S. **Proposta de Controle de Paradas das Máquinas LPA (Linha de Produção Automática) na Indústria Metalúrgica Bramatel Sul**. 2012. 53 pp. Monografia (Graduação em Administração) - Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma - SC, 2012.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção**. 2 ed – Porto Alegre: Bookman, 1996. 291 pp.

SILVA, A. O. et al. Gestão da Qualidade: Aplicação da ferramenta 5W2H como plano de ação para projeto de abertura de uma empresa. In **3ª SIEF – Semana Internacional das Engenharias da FAHOR**. 2013. Horizontina – RS. Anais: FAHOR. Horizontina - RS, 2013.

SILVEIRA, H. E. da; MARTELLI, R; OLIVEIRA, V. V. de. A implantação da ferramenta 5W2H como auxiliar no controle da gestão da empresa agropecuária São José. **Revista de Administração do Sul do Pará**, v. 3, n. 2, pp 68-80, 2016.

SOUZA, R. Q. **Metodologia e desenvolvimento de um sistema de manutenção preditiva visando à melhoria da confiabilidade de ativos de usinas hidrelétricas**. 2008. 226 pp. Dissertação (Mestrado em Sistemas Mecatrônicos) - Universidade de Brasília. Brasília - DF, 2008.

STAMATIS, D. H. **The OEE Primer: Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability, and Maintainability**. Boca Raton: CRC Press, 2011. 502 pp.

TAKAHASHI, Y; OSADA, T. **TPM/MPT: manutenção produtiva total**. São Paulo: Instituto IMAM, 1993. 322 pp.

VIEIRA, S. **Estatística para a qualidade: como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços**. 15 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 1999.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.

YAMAGUCHI, C. T. **TPM – Manutenção Produtiva Total**. São João Del Rei: Instituto de Consultoria e Aperfeiçoamento Profissional, 2005. 37 pp.

7 APÊNDICE

7.1 APÊNDICE A – SISTEMA ANTIGO

Tabela 2 - Categorias de Paradas do Sistema Atual

Grupos de Falhas	Subgrupos de Falhas	Falhas
Grupo de Falha 00	Subgrupo 0010	Falha 001000
		Falha 001001
	Subgrupo 0020	Falha 002000
		Falha 002001
		Falha 002002
		Falha 002003
		Falha 002004
		Falha 002004
	Subgrupo 0030	Falha 003000
		Falha 003001
	Subgrupo 0040	Falha 004000
		Falha 004001
	Subgrupo 0050	Falha 005000
		Falha 005001
		Falha 005002
	Subgrupo 0060	Falha 006000
		Falha 006001
		Falha 006002
		Falha 006003
	Subgrupo 0070	Falha 007000
Subgrupo 0080	Falha 008000	
	Falha 008999	
Grupo de Falha 01	Subgrupo 0100	Falha 010000
		Falha 010001
	Subgrupo 0101	Falha 010100
		Falha 010101
	Subgrupo 0102	Falha 010200
		Falha 010201
	Subgrupo 0103	Falha 010300
		Falha 010301
	Subgrupo 0103	Falha 010301

Tabela 2 - Categorias de Paradas do Sistema atual (continuação)

Grupos de Falhas	Subgrupos de Falhas	Falhas
Grupo de Falha 01	Subgrupo 0199	Falha 019900
		Falha 019999
Grupo de Falha 02	Subgrupo 0200	Falha 020000
		Falha 020001
		Falha 020002
		Falha 020003
	Subgrupo 0201	Falha 020100
		Falha 020101
		Falha 020102
		Falha 020103
	Subgrupo 0202	Falha 020200
		Falha 020201
	Subgrupo 0203	Falha 020300
	Subgrupo 0204	Falha 020400
	Subgrupo 0299	Falha 029900
		Falha 029901
		Falha 029999
Grupo de Falha 03	Subgrupo 0300	Falha 030000
	Subgrupo 0301	Falha 030100
		Falha 030101
		Falha 030102
	Subgrupo 0302	Falha 030200
		Falha 030201
		Falha 030202
	Subgrupo 0303	Falha 030300
		Falha 030301
		Falha 030302
		Falha 030303
	Subgrupo 0399	Falha 039900
Grupo de Falha 04	Subgrupo 0400	Falha 040000
	Subgrupo 0401	Falha 040100
		Falha 040101
	Subgrupo 0402	Falha 040200
Subgrupo 0403	Falha 040300	

Tabela 2 - Categorias de Paradas do Sistema atual (continuação)

Grupos de Falhas	Subgrupos de Falhas	Falhas
Grupo de Falha 04	Subgrupo 0404	Falha 040400
	Subgrupo 0499	Falha 049900
		Falha 049901
		Falha 049999
Grupo de Falha 05	Subgrupo 0500	Falha 050000
	Subgrupo 0501	Falha 050100
		Falha 050101
		Falha 050102
		Falha 050102
	Subgrupo 0502	Falha 050200
	Subgrupo 0503	Falha 050300
	Subgrupo 0504	Falha 050400
	Subgrupo 0599	Falha 059900
Falha 059999		
Grupo de Falha 06	Subgrupo 0600	Falha 060000
	Subgrupo 0601	Falha 060100
	Subgrupo 0602	Falha 060200
	Subgrupo 0603	Falha 060300
	Subgrupo 0604	Falha 060400
	Subgrupo 0699	Falha 069900
		Falha 069901
Falha 069999		
Grupo de Falha 07	Subgrupo 0700	Falha 070000
		Falha 070001
		Falha 070002
		Falha 070003
	Subgrupo 0701	Falha 070100
		Falha 070101
		Falha 070102
		Falha 070103
		Falha 070104
	Subgrupo 0702	Falha 070200
		Falha 070201
	Subgrupo 0703	Falha 070300
		Falha 070301
Falha 070302		

Tabela 2 - Categorias de Paradas do Sistema atual (continuação)

Grupos de Falhas	Subgrupos de Falhas	Falhas
Grupo de Falha 07	Subgrupo 0704	Falha 070400
		Falha 070401
		Falha 070402
	Subgrupo 0705	Falha 070500
		Falha 070501
	Subgrupo 0706	Falha 070600
		Falha 070601
		Falha 070602
	Subgrupo 0707	Falha 070700
	Subgrupo 0708	Falha 070800
		Falha 070801
		Falha 070802
		Falha 070803
	Subgrupo 0799	Falha 070804
		Falha 079900
		Falha 079901
	Falha 079999	
Grupo de Falha 08	Subgrupo 0800	Falha 080000
	Subgrupo 0801	Falha 080100
		Falha 080101
		Falha 080102
	Subgrupo 0802	Falha 080200
	Subgrupo 0803	Falha 080300
	Subgrupo 0805	Falha 080500
Subgrupo 0899	Falha 089900	
	Falha 089999	
Grupo de Falha 09	Subgrupo 0900	Falha 090000
	Subgrupo 0901	Falha 090100
	Subgrupo 0902	Falha 090200
	Subgrupo 0903	Falha 090300
	Subgrupo 0904	Falha 090400
	Subgrupo 0999	Falha 099900
	Falha 099999	
Grupo de Falha 10	Subgrupo 1000	Falha 100000

Tabela 2 - Categorias de Paradas do Sistema atual (continuação)

Grupos de Falhas	Subgrupos de Falhas	Falhas
Grupo de Falha 10	Subgrupo 1001	Falha 100100
		Falha 100101
		Falha 100102
	Subgrupo 1002	Falha 100200
	Subgrupo 1003	Falha 100300
	Subgrupo 1004	Falha 100400
	Subgrupo 1005	Falha 100500
	Subgrupo 1099	Falha 109900
		Falha 109999
Grupo de Falha 11	Subgrupo 1100	Falha 110000
	Subgrupo 1101	Falha 110100
	Subgrupo 1102	Falha 110200
	Subgrupo 1103	Falha 110300
		Falha 110301
	Subgrupo 1199	Falha 119900
		Falha 119901
		Falha 119999
Grupo de Falha 12	Subgrupo 1200	Falha 120000
	Subgrupo 1201	Falha 120100
	Subgrupo 1202	Falha 120200
	Subgrupo 1299	Falha 129900
		Falha 129901
Grupo de Falha 13	Subgrupo 1300	Falha 130000
	Subgrupo 1301	Falha 130100
	Subgrupo 1302	Falha 130200
	Subgrupo 1303	Falha 130300
		Falha 130301
	Subgrupo 1304	Falha 130400
		Falha 130401
		Falha 130402
	Subgrupo 1305	Falha 130500
	Subgrupo 1306	Falha 130600
Falha 130601		

Tabela 2 - Categorias de Paradas do Sistema atual (continuação)

Grupos de Falhas	Subgrupos de Falhas	Falhas
Grupo de Falha 13	Subgrupo 1306	Falha 130602
		Falha 130603
	Subgrupo 1307	Falha 130700
		Falha 130701
		Falha 130702
	Subgrupo 1308	Falha 130800
		Falha 130801
		Falha 130802
	Subgrupo 1399	Falha 139900
		Falha 139999
Grupo de Falha 14	Subgrupo 1400	Falha 140000
	Subgrupo 1401	Falha 140100
	Subgrupo 1402	Falha 140200
		Falha 140201
	Subgrupo 1402	Falha 140202
		Falha 140203
Subgrupo 1499	Falha 149999	
Grupo de Falha 15	Subgrupo 1500	Falha 150000
		Falha 150001
		Falha 150002
		Falha 150003
	Subgrupo 1501	Falha 150100
		Falha 150101
		Falha 150102
	Subgrupo 1502	Falha 150200
		Falha 150201
		Falha 150202
Subgrupo 1599	Falha 159999	
Grupo de Falha 20	Subgrupo 2000	Falha 200000
		Falha 200001
		Falha 200002
	Subgrupo 2001	Falha 200100
		Falha 200101
		Falha 200102

Tabela 2 - Categorias de Paradas do Sistema atual (continuação)

Grupos de Falhas	Subgrupos de Falhas	Falhas
Grupo de Falha 20	Subgrupo 2002	Falha 200200
		Falha 200201
		Falha 200202
		Falha 200203
	Subgrupo 2003	Falha 200300
		Falha 200301
		Falha 200302
	Subgrupo 2004	Falha 200400
		Falha 200401
	Subgrupo 2005	Falha 200500
		Falha 200501
	Subgrupo 2005	Falha 200502
		Falha 200503
	Subgrupo 2006	Falha 200600
Falha 200601		
Falha 200602		
Subgrupo 2007	Falha 200700	
Subgrupo 2099	Falha 209999	
Grupo de Falha 21	Subgrupo 2100	Falha 210000
	Subgrupo 2101	Falha 210100
	Subgrupo 2102	Falha 210200
	Subgrupo 2103	Falha 210300
	Subgrupo 2104	Falha 210400
	Subgrupo 2105	Falha 210500
	Subgrupo 2109	Falha 219999
Grupo de Falha 22	Subgrupo 2200	Falha 220000
		Falha 220001
		Falha 220002
	Subgrupo 2201	Falha 220100
		Falha 220101
		Falha 220102
		Falha 220203
	Subgrupo 2202	Falha 220200
		Falha 220201
	Subgrupo 2203	Falha 220300
Falha 220301		

Tabela 2 - Categorias de Paradas do Sistema atual (continuação)

Grupos de Falhas	Subgrupos de Falhas	Falhas
Grupo de Falha 22	Subgrupo 2203	Falha 220302
	Subgrupo 2204	Falha 220400
	Subgrupo 2205	Falha 220500
	Subgrupo 2299	Falha 229999
Grupo de Falha 23	Subgrupo 2300	Falha 230000
		Falha 230001
	Subgrupo 2301	Falha 230100
	Subgrupo 2399	Falha 239900
		Falha 239999
Grupo de Falha 24	Subgrupo 2400	Falha 240000
		Falha 240001
	Subgrupo 2401	Falha 240100
		Falha 240101
		Falha 240102
		Falha 240103
		Falha 240104
	Subgrupo 2402	Falha 240200

 Falha está faltando

7.2 APÊNDICE B – SISTEMA REFORMULADO

Tabela 3 - Categorias de paradas do sistema reformulado

Grupos de Falhas	Subgrupos de Falhas	Falhas
Grupo de Falha 00	Subgrupo 0001	Falha 000100
		Falha 000101
	Subgrupo 0002	Falha 000200
	Subgrupo 0007	Falha 000700
		Falha 000701
	Subgrupo 0008	Falha 000800
		Falha 000801
		Falha 000802
Grupo de Falha 01	Subgrupo 0100	Falha 010000
		Falha 010001
	Falha 010002	
Subgrupo 0101	Falha 010100	
Grupo de Falha 02	Subgrupo 0200	Falha 020000
		Falha 020001
		Falha 020002
		Falha 020003
	Subgrupo 0201	Falha 020100
Subgrupo 0299	Falha 029900	
Grupo de Falha 03	Subgrupo 0300	Falha 030000
		Falha 030001
		Falha 030002
		Falha 030003
		Falha 030004
	Subgrupo 0301	Falha 030100
	Subgrupo 0399	Falha 039900
		Falha 039901
Falha 039903		
Grupo de Falha 04	Subgrupo 0400	Falha 040000
		Falha 040001
		Falha 040002
	Subgrupo 0400	Falha 040003
		Falha 040004
Falha 040005		

Tabela 3 - Categorias de paradas do sistema reformulado (continuação)

Grupos de Falhas	Subgrupos de Falhas	Falhas
Grupo de Falha 04	Subgrupo 0499	Falha 049900
		Falha 049901
		Falha 049902
Grupo de Falha 05	Subgrupo 0500	Falha 050000
		Falha 050001
		Falha 050002
		Falha 050003
		Falha 050004
		Falha 050005
	Subgrupo 0599	Falha 059900
		Falha 059901
		Falha 059902
		Falha 059903
Grupo de Falha 06	Subgrupo 0600	Falha 060000
		Falha 060001
		Falha 060002
		Falha 060003
		Falha 060004
	Subgrupo 0699	Falha 069900
		Falha 069901
		Falha 069902
		Falha 069903
		Falha 069904
Grupo de Falha 07	Subgrupo 0700	Falha 070000
		Falha 070001
	Subgrupo 0702	Falha 070200
		Falha 070201
		Falha 070202
		Falha 070203
	Subgrupo 0703	Falha 070300
		Falha 070301
	Subgrupo 0704	Falha 070400
		Falha 070401
		Falha 070402
	Subgrupo 0705	Falha 070500
		Falha 070501

Tabela 3 - Categorias de paradas do sistema reformulado (continuação)

Grupos de Falhas	Subgrupos de Falhas	Falhas
Grupo de Falha 07	Subgrupo 0706	Falha 070600
		Falha 070601
	Subgrupo 0708	Falha 070800
		Falha 070801
		Falha 070802
		Falha 070803
	Subgrupo 0799	Falha 079900
		Falha 079901
		Falha 079902
		Falha 079903
		Falha 079904
	Grupo de Falha 08	Subgrupo 0800
Falha 080001		
Falha 080002		
Falha 080003		
Falha 080004		
Subgrupo 0899		Falha 089900
		Falha 089901
		Falha 089902
		Falha 089903
		Falha 089904
Grupo de Falha 09	Subgrupo 0900	Falha 090000
		Falha 090001
		Falha 090002
		Falha 090003
Grupo de Falha 10	Subgrupo 1000	Falha 100000
		Falha 100001
		Falha 100002
		Falha 100003
		Falha 100004
	Subgrupo 1099	Falha 109900
		Falha 109901
		Falha 109902
		Falha 109903
		Falha 109904

Tabela 3 - Categorias de paradas do sistema reformulado (continuação)

Grupos de Falhas	Subgrupos de Falhas	Falhas
Grupo de Falha 11	Subgrupo 1100	Falha 110000
		Falha 110001
	Subgrupo 1101	Falha 110100
		Falha 110101
	Subgrupo 1199	Falha 119900
		Falha 119901
Falha 119902		
Grupo de Falha 13	Subgrupo 1300	Falha 130000
		Falha 130001
		Falha 130002
		Falha 130003
		Falha 130004
		Falha 130005
		Falha 130006
		Falha 130007
	Subgrupo 1399	Falha 139900
		Falha 139901
Grupo de Falha 15	Subgrupo 1500	Falha 150000
	Subgrupo 1501	Falha 150100
	Subgrupo 1502	Falha 150200
Grupo de Falha 24	Subgrupo 2400	Falha 240000
	Subgrupo 2401	Falha 240001
	Subgrupo 2402	Falha 240002
Grupo de Falha 27	Subgrupo 2700	Falha 270000
	Subgrupo 2701	Falha 270100
	Subgrupo 2702	Falha 270200
Grupo de Falha 28	Subgrupo 2800	Falha 280000



Falhas Novas



Falhas mantidas



Falhas alteradas