

Impacto das Atividades de Valor Não Agregado na Rotina dos Mecânicos de uma Multinacional do Ramo Alimentício

Raphaela Nogueira Cabral

Prof^ª Dra. Márcia Marcondes Altimari Samed

Resumo

Existem várias técnicas que visam aumentar o desempenho operacional das indústrias, mas pouco se fala sobre os processos de suporte. Embora não sejam principais, os processos de suporte detêm grande parte do sucesso de uma organização e devem ser geridos com cautela, pois seus impactos não estão facilmente destacados no resultado final. O pensamento enxuto norteia diversos projetos de maximização da eficiência operacional e, nesse trabalho, aborda o impacto das atividades de valor não agregado no setor de manutenção de um terminal de transbordo, com objetivo de aumentar a eficiência da mão-de-obra através da aplicação do mapeamento de fluxo de valor. Os resultados evidenciam a influência que as atividades que não agregam valor têm sobre o desempenho do processo, sendo constatado por meio de simulação e cálculo da eficiência da manutenção através da comparação entre o cenário real e o cenário futuro, que conta com as propostas de melhoria pautadas no Ciclo PDCA.

Palavras-chave: *Mapeamento de Fluxo de Valor; Manutenção; Produtividade; Simulação.*

1. Introdução

Alguns dos fatores que mais influenciam nas características básicas que devem ser atreladas ao produto são o tempo, a qualidade e o custo da produção, que podem ser aprimorados a partir da manutenção de equipamentos. Embora as máquinas sejam consideradas um dos principais recursos produtivos, ainda é comum que elas não sejam tratadas com a devida atenção e, por consequência, quebrem. Ao quebrar, a máquina para todo o fluxo ao qual faz parte e atrasa o desempenho operacional, prejudicando os índices de performance da empresa.

Diante dessa situação, faz-se necessário o gerenciamento do processo de manutenção como um todo, que permite que os gestores acompanhem e meçam o desempenho das atividades, além de definir a sequência lógica de ações necessárias para alcançar as metas ou identificar a solução de problemas eventuais.

O *Lean Manufacturing*, ou também produção enxuta, visa aumentar a eficiência, a produtividade e a flexibilidade com menos recursos, de modo ágil e inovador. Por ser baseado em um pensamento, uma filosofia, o conceito de produção enxuta não se restringe à uma técnica

para o chão de fábrica ou para o campo, mas abrange também as áreas administrativas e todas as atividades que agregam valor ao produto. O pensamento que norteia esse sistema de produção tem o cliente como foco exclusivo, para que ele receba somente o que deseja, no momento e na quantidade requisitada. Desse modo, todo recurso despendido que não agrega valor ao cliente final será considerado um desperdício.

Paralelo ao pensamento enxuto, o processo de manutenção em questão engloba cinco desperdícios do *Lean*, por serem desdobramentos que não agregam valor ao processo. Os desperdícios da manutenção podem ser considerados como esperas entre as tarefas, transportes de ferramentas, movimentos desnecessários de pessoas, defeitos no serviço realizado e processos inapropriados.

O estudo em questão tem como base o terminal de transbordo agroindustrial de uma empresa multinacional do ramo alimentício. A empresa possui diversas unidades ao redor do mundo e, no Brasil, somam-se 60 silos e transbordos. Uma observação frequente nas filiais é a formação de filas de caminhões, que, dentre outras razões, formam-se devido à indisponibilidade de fluxo de carregamento/descarregamento. Um dos principais motivos pelos quais os fluxos ficam indisponíveis é a quebra de equipamentos críticos, uma vez que as unidades não possuem plano de manutenção preventiva, lidando com seus equipamentos de maneira corretiva.

Nesse cenário, o objetivo desse trabalho é identificar o impacto das atividades que não agregam valor ao processo e encontrar soluções viáveis para reduzi-las, de forma que a eficiência da manutenção da empresa em questão aumente. De maneira específica, objetiva-se que os dados coletados sejam mapeados em um fluxo de valor, de modo que seja possível estratificar os tempos de valor agregado e de valor não agregado, além de simular o cenário ideal e calcular as eficiências dos processos de manutenção real e ideal.

A minimização dos desperdícios vai ao encontro da justificativa da pesquisa, que se dá pelo impacto observado na produtividade de um dos setores da empresa. Uma das possíveis causas para essa situação encontra-se nos processos de manutenção, com foco no aproveitamento do tempo de mão-de-obra, cujo impacto afeta diretamente o processo geral devido às interrupções no fluxo, que precisam ser suficientemente minimizadas a fim de que a filial consiga desempenhar suas atividades com maior utilização de sua capacidade nominal.

2. Revisão da Literatura

Dividindo-se em duas partes, a revisão de literatura do artigo abrange a revisão conceitual e a revisão bibliométrica. Na primeira, serão apresentados conceitos de mapeamento de fluxo de valor, pensamento enxuto e manutenção centrada em confiabilidade, conforme autores influentes nas áreas. Em seguida, a revisão bibliométrica propõe a análise quantitativa e qualitativa de estudos cujos temas coincidem com as palavras-chave do presente trabalho, de modo que seja possível verificar sua originalidade e apresentar artigos com objetivos em comum.

2.1. Revisão Conceitual

A contextualização dos assuntos abordados no artigo dá-se pela revisão conceitual, que conta com tópicos relacionados às ferramentas, cálculos e filosofia a respeito do conceito de valor agregado a determinada atividade.

2.1.1. Mapeamento de Fluxo de Valor

O mapeamento dos processos industriais começou a ser difundido no início do século XX, através do trabalho de Frederick Taylor e Frank Gilbert (MARTINS; LAUGENI, 2006). Desde então, de acordo com Soliman (1998), o mapeamento facilitou a identificação de melhorias em cada etapa de um processo e permitiu que a visão do cliente fosse priorizada, de modo que o processo tivesse como foco o valor que ele agrega ao seu consumidor final. A eliminação das atividades que não agregam valor e a redução da complexidade dos procedimentos tornaram-se o norte da análise do fluxo de valor, que é uma ferramenta para avaliar uma operação desde os recursos de entrada no sistema até sua saída como produto acabado. O fluxo de valor é caracterizado pelo conjunto de ações necessárias para que um determinado produto passe pela solução de problemas, pelo gerenciamento da informação e pela transformação física, que são conhecidas como as três tarefas gerenciais críticas de qualquer negócio (WOMACK; JONES, 2004).

A literatura fornece diversas possibilidades de representação dos fluxos industriais, destacando-se o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV), ou *Value Stream Mapping* (VSM), criado por Rother e Shook (2003). Segundo Lasa et al (2008), o MFV é um método funcional

que visa reorganizar os sistemas de produção a partir do pensamento de produção enxuta (*Lean Thinking*), oriundo do Sistema Toyota de Produção.

De acordo com seus criadores, Rother e Shook (2003), o Mapeamento de Fluxo de Valor constitui-se de diagramas com figuras e caixas que representam um processo ou um fluxo de produção, dividindo-se em fluxo de informação, fluxo de processo e tempos de processo. De acordo com a Tabela 1, há três ícones da ferramenta classificados como gerais, que são o estoque de segurança, o operador e o *kaizen*.

Tabela 1 - Ícones Gerais

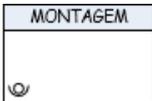
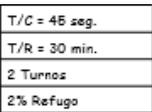
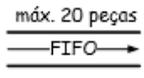
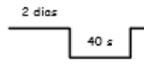
Ícones Gerais		
Símbolo	Nome	Função
	Estoque pulmão ou de segurança	Identificar possíveis estoques de segurança
	Operador	Representar um operador no seu local de trabalho
	Necessidade de melhoria (kaizen)	Indicar a necessidade de melhoria em processos específicos para se atingir o fluxo desejado

Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003)

A função do símbolo referente ao estoque pulmão é a identificação de estoques de segurança. O símbolo referente ao operador, por sua vez, representa a presença de um colaborador responsável por aquela atividade. Por fim, a presença do símbolo de necessidade de melhoria aponta que a etapa ou característica identificada no processo deve ser aprimorada.

Complementarmente, a Tabela 2 apresenta os ícones de material, que resumem todas as ações relacionadas a dados e sequência de materiais em um determinado processo. A Tabela 3, por sua vez, apresenta os ícones de informação, que são referentes ao fluxo e à informação gerada por ele.

Tabela 2 - Ícones de Materiais

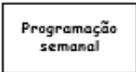
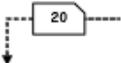
Ícones de Material		
Símbolo	Nome	Função
	Processo	Demonstrar os processos existentes
	Fontes externas	Representar clientes e fornecedores
	Caixa de dados	Registrar os dados de um processo
	Estoque	Demonstrar a quantidade e o tempo de cobertura de estoque
	Entregas	Indicar a frequência das entregas
	Movimento de materiais da produção empurrada	Representar o movimento de materiais que são empurrados pelo produtor, não puxados pelo cliente
	Movimento de produtos acabados para o cliente	Representar o movimento de produtos acabados, matéria-prima ou componentes empurrados pelo fornecedor
	Supermercado	Representar um estoque controlado de peças usado para puxar a produção
	Retirada	Indicar materiais sendo puxados, geralmente de um supermercado
	Fluxo sequencial	Representar a transferência sequencial de quantidades controladas
	Linha do tempo	Registrar o lead time de produção e os tempos de processamento

Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003)

Os ícones de materiais são a representação das ações e informações referentes a eles. Tem-se o processo em si e suas fontes externas, que representam os fornecedores, a caixa de dados e o estoque com suas respectivas informações, as entregas e a indicação de frequências, o movimento de materiais de produção empurrada ou puxada, o símbolo do supermercado

indicando o estoque de materiais que puxa a produção e o símbolo da retirada desses materiais, o fluxo sequencial e suas quantidades e, por fim, a representação do lead time.

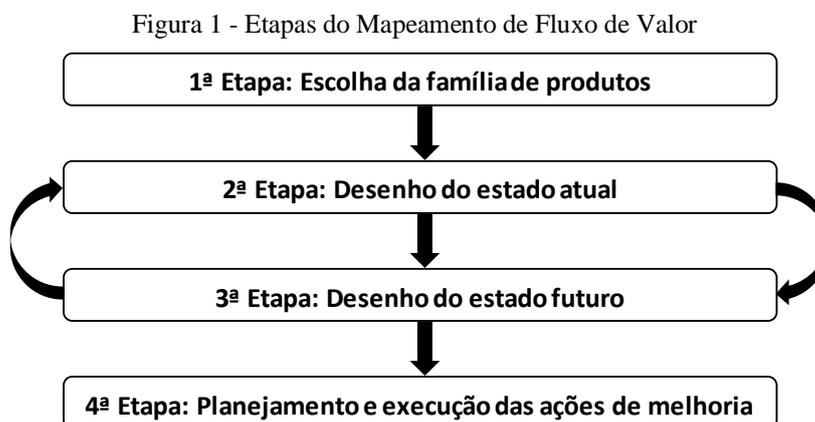
Tabela 3 - Ícones de Informação

Ícones de Informação		
Símbolo	Nome	Função
	Fluxo de informação manual	Indicar o fluxo de informação manual
	Fluxo de informação eletrônica	Indicar o fluxo de informação eletrônica
	Informação	Descrever um fluxo de informação
	Kanban de produção	Dar permissão a um processo de quanto e o que produzir
	Kanban de retirada	Dar permissão de quanto e o que pode ser retirado
	Kanban de sinalização	Indicar quando o ponto de reposição é alcançado em kanbans por lote
	Bola para puxada sequenciada	Dar permissão para produzir uma quantidade de tipos pré-determinados (sistema sem supermercados)
	Posto de kanban	Representar o local onde o kanban é coletado e mantido para transferência
	Kanban em lotes	Representar o kanban chegando em lotes
	Nivelamento de carga	Identificar o procedimento para nivelar o mix e o volume de kanbans (heijunka)
	Verificação	Indicar a necessidade de verificar os níveis de estoque para ajustar a programação

Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003)

A Tabela 3 apresenta as representações do fluxo do processo e das informações geradas nele. Há um símbolo para o fluxo de informação manual e um para o fluxo de informação eletrônica, além de um símbolo para descrever as informações do processo. Todas as indicações de *kanban* encontram-se nessa classificação de ícones, seja ele de produção, de retirada, de sinalização, de representação em lotes ou o próprio local onde é mantido. Além disso, há o símbolo da bola para puxada sequenciada, que mostra a permissão para produzir em um sistema sem supermercados, o símbolo de nivelamento de carga e o de necessidade de verificação dos níveis de estoque.

Rother e Shook (2003) sugeriram quatro etapas para a utilização do MFV, conforme a Figura 1, a seguir:



Fonte: Rother e Shook (2003)

- 1ª Etapa: Selecionar o produto ou família de produtos a serem mapeados atribuindo-os a um grupo de produtos que passa por etapas semelhantes e utiliza equipamentos comuns nos seus processos.

- 2ª Etapa: Elaborar o Mapeamento de Fluxo de Valor a partir da visita até o chão de fábrica e verificar o modo como o fluxo acontece, pessoalmente.

- 3ª Etapa: Elaborar o Mapeamento do Fluxo de Valor Futuro, que conta com o planejamento das necessidades para que o processo se torne mais enxuto.

- 4ª Etapa: Planejar as ações de melhoria fazendo uma programação das ações a serem realizadas a fim de alcançar o cenário ideal, e, posteriormente, torná-lo o cenário real e recomeçar o ciclo.

A utilização das quatro etapas apresentadas resulta na correta execução da ferramenta e oferece diversos benefícios à indústria, tais como a identificação dos desperdícios e de suas

fontes, uma visão ampla e integrada do fluxo, uma linguagem comum aos processos, a formação de uma base para o plano de implementação enxuta e, também, mostra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo do material (ROTHER E SHOOK, 2003).

2.1.2. Pensamento Enxuto

O Sistema Toyota de Produção (STP) originou-se no Japão, no período pós Segunda Guerra Mundial, com o intuito de eliminar continuamente os desperdícios da fábrica de automóvel Toyota, além de buscar eficiência dos seus processos (HOEFT, 2012). Assim como o Sistema Toyota de Produção, o Controle da Qualidade Total foi introduzido no Japão na década de 50 e, percorrendo paralelamente caminhos distintos, influenciaram a formação do conceito do Pensamento Enxuto (WOMACK et al. 1997), que é baseado em cinco princípios básicos: a especificação do valor, a identificação da cadeia de valor, o fluxo, a produção puxada e a perfeição.

De acordo com Womack et al (1997), especificar o valor está atrelado a relacionar todas as características do produto ou serviço desenvolvido que são desejadas pelo cliente final, o que permite identificar as atividades que contribuem para atingir os requisitos do consumidor e, então, eliminar as fontes de desperdício. Identificar a cadeia de valor, por outro lado, abrange o conjunto de todas as atividades necessárias para que o cliente receba aquilo que comprou, desde o desenvolvimento do produto e do gerenciamento da informação até a transformação física. Com a cadeia de valor mapeada, o terceiro princípio será cumprido através da fluidez das atividades, visando suprir a espera para execução das tarefas. A produção puxada agiliza a produção e reduz o estoque, pois significa que o processo só ocorrerá a partir do momento em que o cliente solicitar determinado produto ou serviço. Por fim, o critério de perfeição mostra que é necessário melhorar continuamente para que os resultados sempre apareçam, uma vez que o trabalho de redução de desperdícios e de recursos desnecessários é um ciclo.

2.1.3. Manutenção Centrada na Confiabilidade

Alinhado ao objetivo do projeto, a intenção de ter maior aproveitamento do tempo dos mecânicos da empresa em questão é que a manutenção possa ser trabalhada de maneira preventiva. A manutenção preventiva é planejada e esquematizada com paradas periódicas para a sua realização, com intuito de permitir o funcionamento perfeito da máquina durante um

período pré-estabelecido dentro de uma faixa de erro mínimo (REZENDE, 2008). Com essa estratégia, viabiliza-se o melhor desempenho dos equipamentos e consequentemente os resultados produtivos do terminal, o que está relacionado à sua confiabilidade.

Siqueira (2005) afirma que a origem da Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) está relacionada aos processos tecnológicos e sociais que se desenvolveram após a Segunda Guerra Mundial. As pesquisas realizadas pela indústria bélica americana, juntamente com a automação industrial em escala mundial, foram decisivas para o desenvolvimento do campo tecnológico graças à evolução da informática e da telecomunicação.

Lafraia (2001) define a confiabilidade como a probabilidade de um item desempenhar adequadamente seu propósito especificado, por um determinado período e sob condições ambientais pré-determinadas. Sua base é identificar quais ações devem ser tomadas a fim de reduzir a probabilidade de falha dos equipamentos e identificar os custos mais efetivos. O foco da MCC, portanto, é a priorização da preservação da função do sistema ao invés de restabelecer o item físico para uma condição ideal.

A Manutenção Centrada na Confiabilidade baseia-se na análise da importância para o processo, definindo, para cada equipamento, qual o melhor tipo de manutenção e a periodicidade mais adequada. Com ela, é possível diminuir as paradas não programadas de equipamentos, diminuir ou eliminar atividades desnecessárias, otimizar as equipes de manutenção, aumentar a vida útil e a disponibilidade dos equipamentos, além reduzir o custo global de manutenção.

2.1.4. Manutenção Aplicada no Mapeamento de Fluxo de Valor

De acordo com Slack (2000), manutenção é o termo usado para abordar a forma pela qual as organizações tentam evitar as falhas ao cuidar de suas instalações físicas. Por falha, entende-se como a interrupção ou alteração da capacidade de um item desempenhar uma função requerida ou esperada (SIQUEIRA, 2005). A manutenção não deve se limitar a apenas corrigir problemas cotidianos, mas deve perseguir sempre a melhoria constante, tendo como norte o aproveitamento máximo dos instrumentos de produção, aliado ao zero defeito (VIANA, 2002).

A análise do processo de manutenção por meio do mapeamento de fluxo de valor é uma vertente muito nova da ferramenta, que ainda apresenta publicações escassas na literatura. A

primeira metodologia para mensurar as operações de manutenção com uso do mapa de fluxo de valor foi publicada por Kannan et al. (2007).

A compreensão do estudo parte do entendimento do *lead time* na manufatura, que, segundo Stevenson (2001) é considerado como o tempo de ressuprimento, decorrido entre a emissão do pedido e o recebimento da mercadoria. Por ser uma medida de tempo, o *lead time* na manufatura relaciona-se com a flexibilidade do sistema produtivo em responder a uma solicitação do cliente, de modo que quanto menor o tempo de transformação de matéria-prima em produto acabado, menor o custo do sistema produtivo ao atender as necessidades dos clientes. Partindo-se do conceito de *lead time*, pressupõe-se uma analogia com o conceito de *Mean Maintenance Lead Time* (MMLT), ou Tempo Médio de Manutenção, definido como “o tempo entre o reconhecimento da necessidade de manutenção em uma parte do equipamento até a realização dessa manutenção e o reparo do equipamento” (KANNAN et al, 2007).

Em um nível operacional, o Tempo Médio de Manutenção atua como uma ferramenta para medir as atividades de manutenção em si, de maneira geral. De acordo com a Equação 1, ela engloba três outros conceitos:

$$MMLT = MTTO + MTTR + MTTY \quad (1)$$

- *MTTO: Mean Time to Organize*, ou Tempo Médio de Preparação, tempo necessário para gerir as tarefas necessárias para iniciar a manutenção;

- *MTTR: Mean Time to Repair*, ou Tempo Médio de Reparo, tempo gasto para fazer a manutenção do equipamento;

- *MTTY: Mean Time to Yield*, ou Tempo Médio de Teste, tempo despendido para o equipamento ser testado e ter garantia de que está operando com qualidade.

Ao analisar o que cada um dos itens da fórmula representa, é possível perceber que somente o Tempo Médio de Reparo é responsável por agregar valor ao processo, enquanto que os demais correspondem aos tempos de preparo do serviço. Desse modo, o cálculo da Eficiência da Manutenção é dado pela Equação 2:

$$\% \text{ Eficiência da Manutenção} = \left(\frac{MTTR}{MMLT} \right) * 100 \quad (2)$$

O cálculo da eficiência da manutenção é um parâmetro para verificar se houve melhoria do cenário real para o cenário ideal do mapeamento de fluxo de valor.

2.1.5. Ciclo PDCA

O Ciclo PDCA é uma ferramenta com objetivo de auxiliar no diagnóstico, análise e melhoria de falhas em processos organizacionais, considerada extremamente útil para a solução de problemas (PACHECO et al, 2012). Essa ferramenta é pautada na melhoria contínua e é considerada extremamente efetiva, pois conduz a ações sistemáticas que visam garantir a sobrevivência e o crescimento das organizações por meio da agilidade na obtenção de resultados (QUINQUIOLO, 2002).

PDCA é a abreviação para os conceitos que regem a ferramenta: *Plan, do, check, act*, cuja tradução livre significa planejar, fazer, verificar e agir. Segundo Campos (1992), as etapas consistem em:

- I) *Plan*: Diz respeito ao reconhecimento do problema através da observação de suas características, análise do processo e possíveis planos de ação. É necessário definir o que se quer e planejar como isso será alcançado, envolvendo definição de objetivos, estratégias e planos de ação.
- II) *Do*: É a prática de tudo o que foi planejado na etapa anterior, sendo realizada uma ação para bloquear as causas fundamentais do problema.
- III) *Check*: Etapa de verificação da efetividade do plano de ação, momento em que o resultado planejado é comparado com o resultado alcançado. A diferença consiste na presença de um problema a ser resolvido, pois o planejamento da primeira etapa deve resultar no alcance dos objetivos almejados.
- IV) *Act*: A última etapa consiste em agir para que o problema seja corrigido e não se repita. Aqui, existe uma padronização das ações para a eliminação definitiva do problema para que o mesmo não reapareça, além de uma conclusão, que é a revisão de todas as atividades para planejamentos de melhorias futuras.

O Ciclo PDCA trata a solução de problemas como uma necessidade contínua, pois uma vez em que o ciclo se encerra, será necessário reavaliar o processo para verificar qual outra oportunidade de melhoria ainda persiste, para então refazer o ciclo. Essa ferramenta indica o caminho para alcançar as metas estipuladas, sendo necessário dispor de meios para ter todas as informações necessárias à disposição. De acordo com Choo (2003), o Ciclo PDCA envolve a busca por melhoria contínua até se atingir o padrão estabelecido, sendo sempre necessário

capacitar a equipe, propiciando a criação de novos conhecimentos e a atualizações de um novo padrão. Assim, o conceito de melhoria está atrelado ao estabelecimento de novas metas a cada vez que uma delas for alcançada, a fim de sempre trabalhar por novos objetivos.

2.1.6. Programa 5S

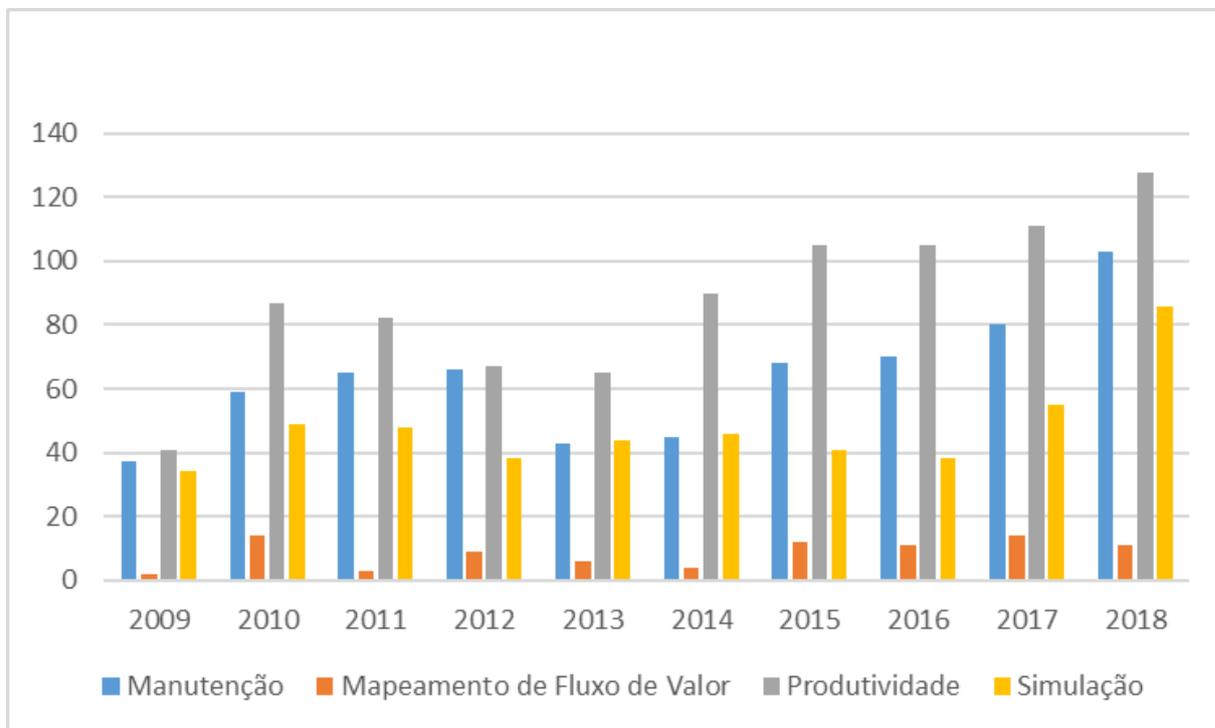
Segundo Dennis (2008), o 5S é um sistema de padronização e organização do local de trabalho, com objetivo de torná-lo autoexplicativo. Por ser uma ferramenta de melhoria contínua, requer a conscientização e a disciplina dos funcionários, que, segundo Dennis (2008), devem atuar na correção de maneira simples e imediata. O programa 5S deve ser aplicado diariamente, como uma nova maneira de conduzir a empresa com ganhos efetivos de produtividade (FALCONI, 2004).

Segundo Campos et al. (2011), a nomenclatura do programa 5S provém de cinco conceitos traduzidos do japonês, seu país de origem, que norteiam a implementação da ferramenta nas empresas: *Seiri*, ou Senso de Utilização, é o ato de descartar tudo aquilo que não é útil ao trabalho e que está apenas ocupando espaço; *Seiton*, Senso de Organização, não diz respeito apenas à organização do ambiente, mas também à setorização dos itens e à identificação dos mesmos; *Seiso*, Senso de Limpeza, visa prevenir a sujeira por meio da identificação de sua origem, atuando na causa raiz; *Seiketsu*, Senso de Padronização, consiste em garantir a padronização e a higiene do ambiente; *Shitsuke*, Senso de Autodisciplina, é a integração dos quatro sentidos anteriores, que garante que todos os colaboradores da empresa estão alinhados em questão de disciplina e cultura do zelo pelo ambiente de trabalho.

2.2. Revisão Bibliométrica

O tema central do trabalho apresentado é a produtividade na manutenção analisada por meio do mapeamento de fluxo de valor e da simulação, que são justamente as quatro palavras-chave que o representam. Utilizando-se como base os anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção, o ENEGEP, e do Simpósio de Engenharia de Produção, o SIMPEP, é possível observar determinadas frequências de publicação relacionadas a esses assuntos. O gráfico da Figura 2 mostra a evolução da quantidade de publicações em que as palavras “manutenção”, “produtividade”, “simulação” e “mapeamento de fluxo de valor” apareceram nos anais do ENEGEP nos últimos dez anos.

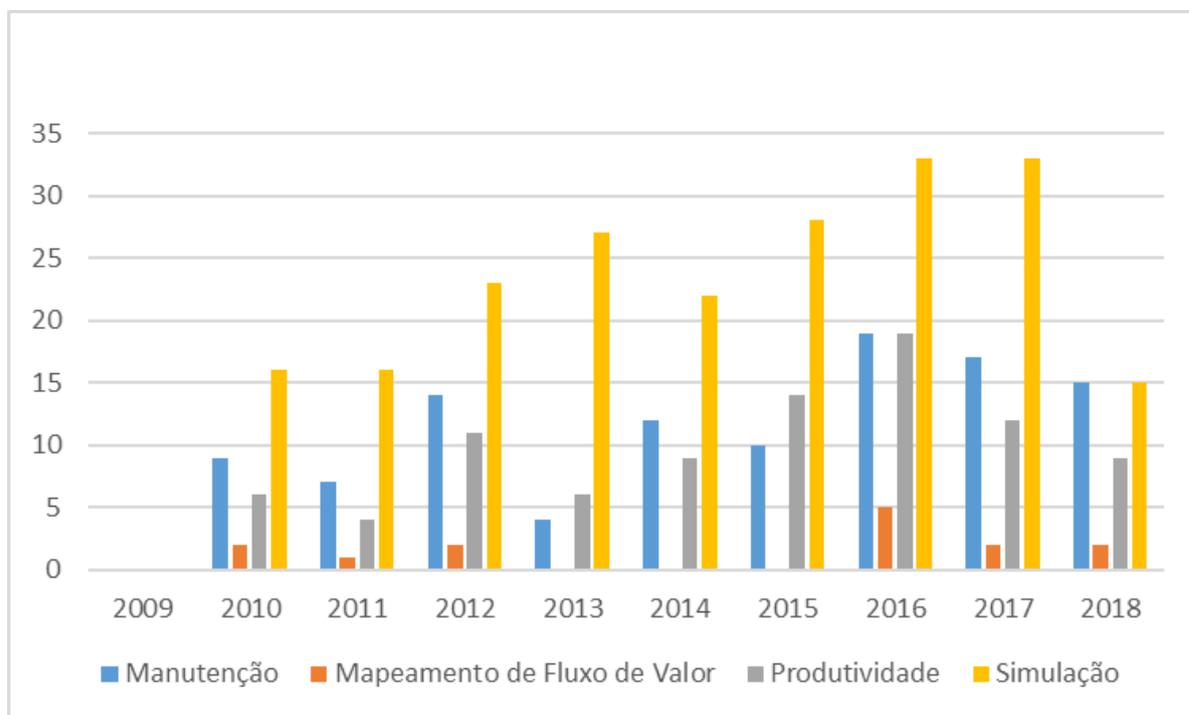
Figura 2 - Ocorrências das palavras-chave no ENEGEP



Fonte: A autora (2019)

As análises consideram as publicações dos últimos dez anos, a partir de 2009 até 2018. Foram pesquisadas as mesmas palavras-chave para ambas as bases de dados selecionadas, ENEGEP e SIMPEP, sendo que os resultados encontrados nos anais do SIMPEP encontram-se no gráfico da Figura 3.

Figura 3 - Ocorrências das palavras-chave no SIMPEP

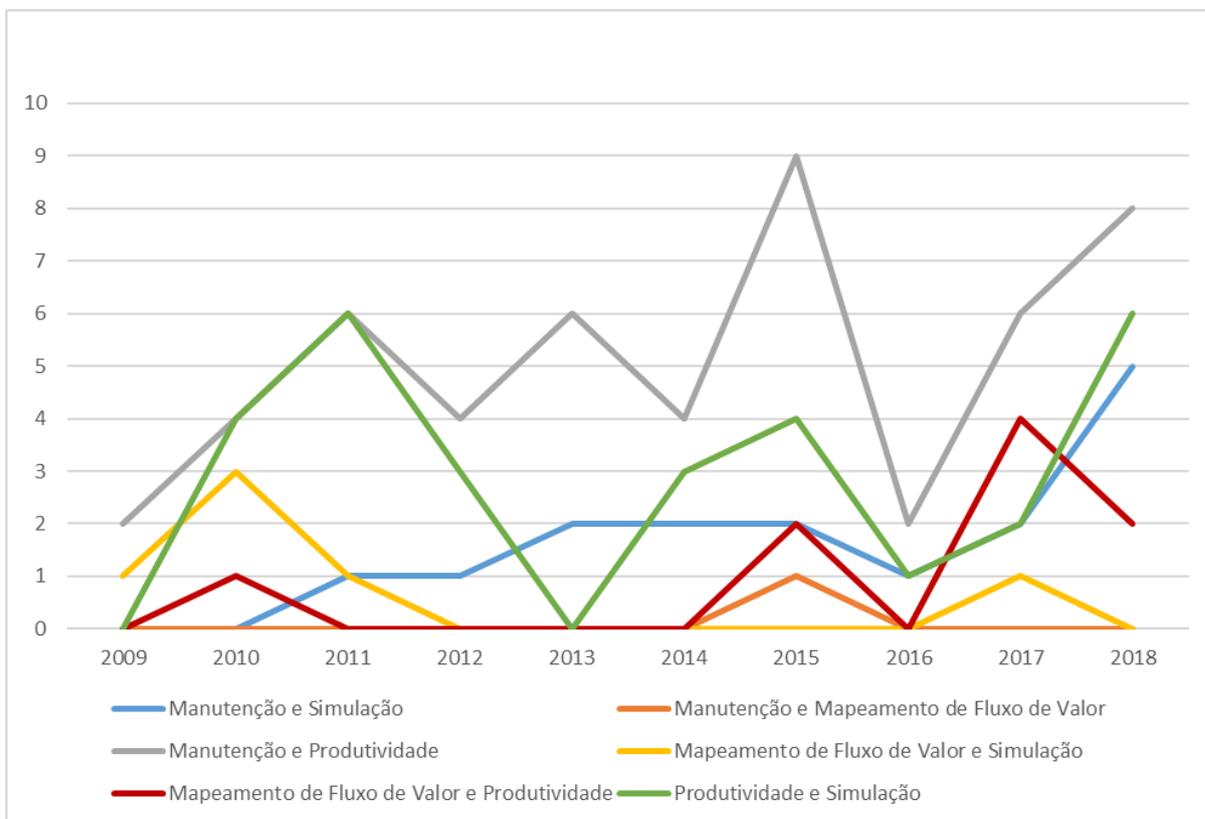


Fonte: A autora (2019)

Os gráficos apresentam um comportamento favorável para os temas abordados, principalmente quando se tem o ENEGEP como base de dados. É visível o crescimento das quatro palavras-chave ao longo dos dez anos, mostrando um aquecimento dos projetos relacionados aos assuntos do presente trabalho.

Nesse sentido, tornou-se interessante descobrir qual a relação entre manutenção, produtividade, mapeamento de fluxo de valor e simulação dentre as publicações apontadas nos gráficos, o que está representado na Figura 4.

Figura 4 - Ocorrências simultâneas de palavras-chave no ENEGEP



Fonte: A autora (2019)

Através dos dados apresentados na Figura 4 é possível perceber poucas e esporádicas publicações com as combinações em questão. Embora todas as quatro palavras-chave estejam em constante ascensão nas publicações do meio acadêmico, poucas são as publicações que combinam os temas entre si. Isso mostra uma possibilidade de se estudar outro nicho de pesquisas, que combina produtividade, simulação e mapeamento de fluxo de valor na área da manutenção.

Utilizando-se o SIMPEP como base de dados para as combinações de palavras-chave, foi encontrada apenas uma publicação, em 2016, que atende a produtividade na área da manutenção.

A partir dos estudos encontrados na pesquisa de revisão bibliométrica, a análise qualitativa faz-se interessante para que o conteúdo dos demais artigos possa ser apresentado e torne-se base de conhecimento para esse trabalho. Desse modo, foram selecionados cinco artigos que foram resultado das pesquisas de palavras-chave simultâneas no ENEGEP, sem critério de seleção definido, apenas considerando aqueles com maior afinidade de conteúdo.

O artigo de Gusmao (2018) apresenta o estudo da capacidade de uma equipe de manutenção de uma grande mineradora localizada no Espírito Santo. O objetivo do trabalho é construir uma análise de horas disponíveis em relação às horas efetivas da equipe, de modo a encontrar taxas de capacidade e disponibilidade para uma semana de trabalho, concomitantemente verificando a influência de outros fatores que reduzem a produtividade desta equipe. Com abordagens quantitativa e qualitativa, os resultados do trabalho foram o cálculo das capacidades nominal, efetiva e de utilização da equipe de manutenção, que demonstraram grande desperdício por conta do deslocamento dos funcionários e, como consequência, os autores do trabalho propuseram uma mudança de layout juntamente com a apresentação do estudo de viabilidade econômica.

O trabalho de Tondato e Quintilhano (2018) tem como objetivo apresentar um modelo de implantação da Manutenção Autônoma como forma de auxiliar os gestores na sistematização dos cuidados de manutenção e operação de seus equipamentos. Foi apresentado um modelo de controle da eficiência do equipamento, a Eficiência Global de Produção, que auxilia a equipe da Manutenção Autônoma na detecção e priorização das perdas dos equipamentos, direcionando as atividades de manutenção para tratar anomalias que proporcionam as maiores perdas. Como resultado, a implementação da manutenção autônoma contribuiu para que a Eficiência Global de Produção passasse de 28,1% para 58,1% em dois anos de trabalho, indicando que o equipamento aumentou sua capacidade de produção. Além disso, os refugos foram reduzidos em 36,6% desde seu índice inicial, demonstrando que o programa é capaz de promover o trabalho em equipe e, conseqüentemente, o alcance das metas.

O objetivo do artigo de Marafon (2018) foi demonstrar o aumento da produtividade na indústria têxtil através da aplicabilidade de ferramentas estratégicas propostas pelo *Lean Manufacturing*. Utilizando-se a célula com maior índice de gargalos na empresa, o trabalho deu início com a sensibilização das equipes, mapeamento de fluxo de valor e a implantação das ferramentas: fluxo contínuo e trabalho padronizado. Como resultado ocorreu um aumento de 20,6% na produtividade. Além disso, outro resultado significativo foi apresentado com a mudança do layout e aproximação das máquinas e a retirada das atividades que não agregavam valor, diminuindo-se a movimentação de 37,79 metros para 9,95 metros. Conseqüentemente, houve uma redução de 74% na movimentação das colaboradoras no processo produtivo.

O artigo de Hamerski (2018) teve como objetivo analisar o impacto que as variações na gestão de estoque e pedidos de compra possuem no tempo de entrega. No trabalho, foi desenvolvido um modelo de simulação de eventos discretos com o software *ProModel*, visando

auxiliar gestores na definição de estoques para os seus sistemas de produção, a fim de garantir a continuidade do fluxo de trabalho das equipes. Com a simulação de três cenários, constatou-se que nos cenários 1 e 2 os blocos da alvenaria são comprados a partir de uma ordem de compra quando o estoque atinge seu nível mínimo. A diferença entre os dois primeiros cenários consiste no fato de, no cenário 2, o gestor fazer o pedido levando em consideração o índice de perdas de material e a variabilidade no tempo de entrega do fornecedor. Já no cenário 3, as chegadas de materiais na obra são preestabelecidas com base na estimativa da produção. Os resultados do estudo demonstraram que o melhor desempenho aconteceu no cenário 2, pois não faltaram blocos e a mão de obra não ficou ociosa.

O trabalho de Rabelo (2017) teve como objetivo analisar conceitos e práticas adotados no pensamento enxuto que contribuíram para o aperfeiçoamento dos processos de manutenção. O embasamento teórico da pesquisa constituiu-se pelo pensamento enxuto ou JIT; eliminação do desperdício, destacando-se o *Kanban*; envolvimento de todos, ressaltando o trabalho padronizado; e *Kaizen* ou melhoria contínua. A metodologia adotada caracterizou-se por uma revisão bibliográfica, levantamento documental, análise ex post facto, estudo de caso e investigação explicativa. Como resultados, as ferramentas propiciaram um ganho de produtividade e otimização na utilização dos recursos, além de influenciarem na redução do custo de manutenção dos vagões devido à utilização de um eficiente acondicionamento e controle de materiais estabelecidos conforme as diretrizes do *Kanban*.

3. Metodologia

O trabalho conta com uma metodologia de natureza exploratória, denominada pesquisa-ação. Nessa abordagem, o pesquisador desempenha um papel ativo na resolução do problema estabelecido, encontrando-se envolvido de modo participativo ou cooperativo. Com origem no ambiente empresarial, este método é uma abordagem eficaz para problemas relacionados à tecnologia e inovação técnica. A coleta de dados e a aplicação dos conceitos acadêmicos em uma organização, portanto, caracterizam uma pesquisa-ação (THIOLLENT, 1997).

O ambiente da pesquisa é um terminal de uma multinacional do ramo alimentício, localizado em Maringá. A realização do trabalho teve como base o acompanhamento do cotidiano dos mecânicos dessa empresa, cujas atividades estão representadas no fluxograma da Figura 5.

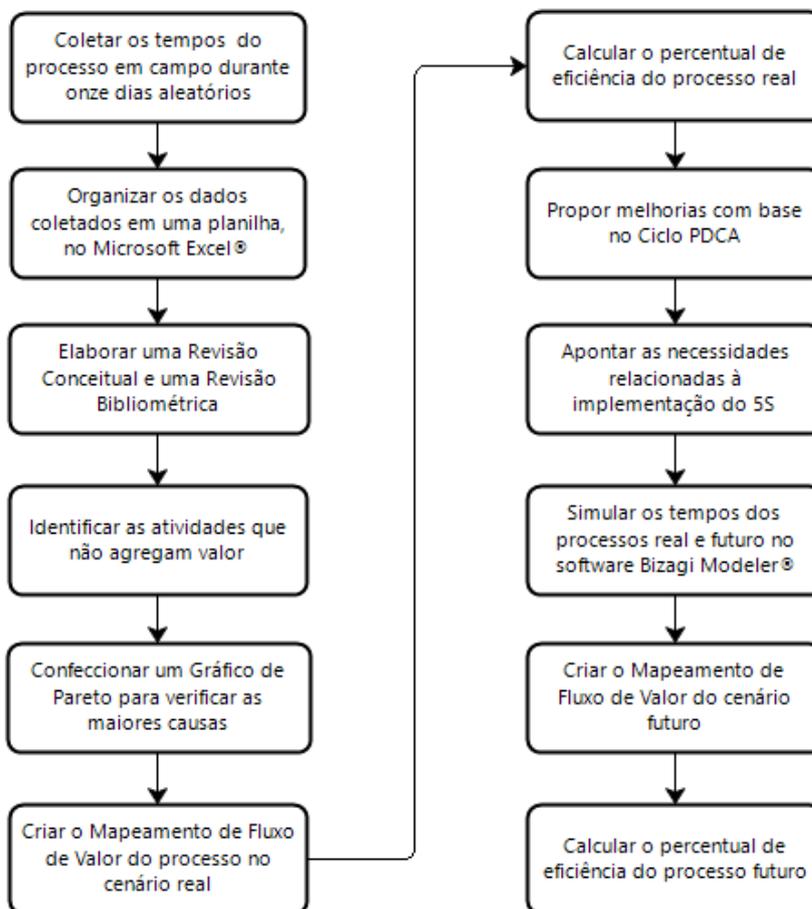
Legenda:

- - Início/fim do processo;
- ◇ - Decisão no processo;
- - Atividade no processo;
- ◆ - Atividades paralelas;
- ◊ - Inclusão de decisões.

A unidade conta com todos os recursos necessários para a execução dos serviços de manutenção, como oficina, mecânicos próprios e terceirizados, eletricitas, planejador e encarregado de manutenção, equipamentos de proteção individual e coletiva, materiais e ferramentas. No processo de manutenção constam atividades práticas e burocráticas, incluindo todas aquelas que são relacionadas à segurança no trabalho, como elaboração e aprovação de permissão de trabalho (PTP), bloqueio elétrico do equipamento e teste de energia zero. A PTP é um documento necessário para que um serviço possa ser feito, pois prevê os riscos aos quais os colaboradores estão sujeitos e as ações de segurança relacionadas a cada um deles. O bloqueio elétrico, por outro lado, é a desativação do painel de controle elétrico do equipamento que será mantido, para eliminar a possibilidade de funcionamento durante o serviço. Por fim, o teste de energia zero é o ato de dirigir-se até o equipamento e realizar a confirmação de que o bloqueio elétrico foi efetivo.

Muitos dos serviços de manutenção não eram executados em um tempo coerente, sendo despendidas horas a mais do que o necessário para manter determinado equipamento. Para confirmar essa primeira observação, os demais dias acompanhando a rotina dos mecânicos foram anotados em um bloco de notas, sendo informada a atividade realizada, seu tempo de execução e todos os empecilhos que surgiam ao longo do dia, seja uma ferramenta perdida, um atraso para aprovação de serviço, mau planejamento das atividades do dia ou até mesmo um café da manhã em equipe. A sequência das atividades realizadas está descrita na Figura 6.

Figura 6 – Resumo das atividades realizadas



Fonte: A autora (2019)

Com os dados de onze dias em mãos, foi possível determinar as atividades que não agregavam valor e que estavam presentes no cotidiano dos mecânicos, e, além disso, os tempos anotados permitiram verificar se tais atividades estavam impactando significativamente ou não no desempenho do setor de manutenção da filial. Com o apoio do coordenador da unidade, coordenador de confiabilidade e gerente da regional, foi iniciado um trabalho de estratificação das atividades e posterior análise para tomada de decisão.

A análise dos dados foi baseada no mapeamento de fluxo de valor (MFV), uma ferramenta que torna o processo visual e de fácil exposição dos pontos de melhoria como gargalos e atividades que não agregam valor. O MFV foi confeccionado a partir da análise dos dados no *Microsoft Excel*®, onde estavam organizados em cronograma diário, estratificados por classificação de atividade e expostos graficamente.

Os dados coletados serviram de base para o cálculo da eficiência da manutenção na empresa em questão, e, a partir da exposição dos tempos das atividades no mapeamento de

fluxo de valor, foi elaborada uma proposta de melhoria baseada no Ciclo PDCA. Um dos itens abordados está relacionado à implementação da ferramenta 5S, que, junto com as demais adequações propostas, possibilitou a simulação dos resultados comparativos entre o cenário real e o cenário futuro, realizada no software *Bizagi Modeler*®. Além disso, foi calculado o comparativo do percentual de eficiência do processo e, por fim, confeccionado o mapeamento de fluxo de valor do estado futuro.

4. Desenvolvimento

O trabalho conta com um levantamento de tempos em campo, com intuito de identificar as atividades que não agregam valor ao processo e tentar eliminá-las. No desenvolvimento, a empresa analisada é brevemente descrita para que o projeto seja ambientado. Em seguida, apresenta-se o diagnóstico do problema encontrado durante o acompanhamento dos mecânicos e finaliza-se com uma proposta de melhoria para reduzir as atividades que não agregam valor.

4.1. A Empresa

Com mais de 200 anos de história, a companhia de origem holandesa é verticalmente integrada e é responsável pelo processamento e comercialização de grãos e fabricação de alimentos e bioenergia, além de ter grande atuação logística, principalmente em portos. Seu faturamento é avaliado em cerca de 60 bilhões de dólares e, no mundo, possui cerca de 35 mil funcionários. No Brasil, a empresa atua desde 1905 e é a principal representante do agronegócio, sendo a maior exportadora do país nesse setor, com mais de 20 mil colaboradores. Já foi eleita diversas vezes como uma das melhores empresas para se trabalhar e é conhecida pelos destaques em sustentabilidade, ambos pela revista Exame.

O portfólio abrange margarina, farinha de trigo, óleos de cozinha, azeite, atomatados, maionese, mostarda, etc. Grande parte da matéria-prima é proveniente da própria empresa, que possui rastreabilidade de quase 100% das fazendas fornecedoras de grãos.

O acompanhamento para realização do trabalho foi feito em uma unidade caracterizada como transbordo, localizado na cidade de Maringá - PR. Diferentemente do silo, o transbordo não possui foco de armazenamento, mas sim de carregamento e expedição, de modo que os grãos cheguem majoritariamente prontos para serem expedidos e não precisem ficar

armazenados por muito tempo. Nesse transbordo, há cerca de 200 colaboradores e o processo consiste em receber os caminhões de soja ou milho, realizar a pré-limpeza do grão, quando necessário, e armazenar e descarregar nos vagões, cujo destino é o porto de São Francisco do Sul ou o porto de Paranaguá. A unidade possui capacidade de movimentação de 15 mil toneladas por dia, enquanto sua capacidade estática de armazenamento é de 160 mil toneladas. Os principais equipamentos responsáveis pelo processo são elevadores graneleiros, correias transportadoras, tombadores, secadores e transportadores de corrente.

No setor de manutenção do transbordo analisado há uma equipe de quatro mecânicos, dois eletricitistas, um planejador de manutenção, um encarregado de manutenção, um eletricitista terceirizado e 6 mecânicos terceirizados, que participam de serviços geralmente mais pesados e urgentes, em manutenções corretivas.

4.2. Diagnóstico

O trabalho foi realizado com base no acompanhamento da rotina dos mecânicos da empresa apresentada, sendo notado que o tempo para a realização das manutenções diárias era prejudicado por atividades que não agregavam valor, tornando o trabalho pouco produtivo. As atividades exercidas nos onze dias em que os mecânicos foram acompanhados foram classificadas em três categorias: Execução (verde), preparo (amarelo) e espera (vermelho), conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Tempo de Atividades por Classificação

Classificação	Dia 1 (min)	Dia 2 (min)	Dia 3 (min)	Dia 4 (min)	Dia 5 (min)	Dia 6 (min)	Dia 7 (min)	Dia 8 (min)	Dia 9 (min)	Dia 10 (min)	Dia 11 (min)
Ok	190	90	144	172	145	123	148	137	179	65	113
±	0	20	15	33	0	56	0	30	0	10	30
NVA	35	115	61	15	40	40	92	58	31	120	55
Soma	225	225	220	220	185	219	240	225	210	195	198
% NVA	15,56%	51,11%	27,73%	6,82%	21,62%	18,26%	38,33%	25,78%	14,76%	61,54%	27,78%
* Média NVA = 28,12%											

Fonte: A autora (2019)

* *non value activity*, atividade que não agrega valor.

A categoria “execução” conta com atividades que agregam valor ao processo e são indispensáveis, pois sem elas não há manutenção. A categoria “preparo” abrange atividades

necessárias para a realização do serviço, sendo majoritariamente itens de segurança. Aqui, enquadram-se processos como elaboração de Permissão de Trabalho Perigoso (PTP), aprovação de PTP, bloqueio elétrico e teste de energia zero.

Além das atividades de segurança, o tempo de deslocamento entre um local e outro também se enquadra em “preparo”. Basicamente, o amarelo são atividades necessárias, mas que não agregam valor e por isso poderiam ser otimizadas. A categoria “espera”, por sua vez, é caracterizada pelo vermelho, pois deve ser completamente eliminada. Além de não agregar valor, não se faz importante em nenhuma situação, pois são tempos gastos com esperas desnecessárias.

Os dados do Quadro 1 indicam que a média de atividades que não agregam valor é de 28,12%, sendo que, na teoria da manutenção, o máximo aceitável é de 15%. Os tempos inseridos a cada dia correspondem ao tempo em minutos referente à execução, preparação e espera. Com o resultado do percentual de atividade que não agrega valor, fez-se necessário dar início a um projeto de otimização de tempo.

A partir da comprovação da necessidade de otimizar os tempos das atividades de manutenção, as atividades acompanhadas foram analisadas separadamente, em uma média dos dias. Na classificação de execução, as atividades e os tempos médios em minutos estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Atividades de execução e tempos médios

Execução	Tempo Médio (min)
Avaliar/trazer ferramentas	30,88
Realizar tarefa	86,27
Guardar ferramentas	30,00

Fonte: A autora (2019)

Das atividades acompanhadas na Tabela 4, tem-se uma média de pouco mais de 30 minutos para avaliar as condições das ferramentas e deslocá-las da oficina até o local de trabalho, cerca de 86 minutos para o serviço de manutenção em si e 30 minutos para retornar as ferramentas até a oficina. Na Tabela 5 estão expostas as atividades referentes à preparação do serviço, juntamente com o tempo médio de cada uma delas.

Tabela 5 - Atividades de preparação e tempos médios

Preparação	Tempo Médio (min)
DDS	16,55
PTP	22,60
Aprovação PTP	5,13
Bloqueio	11,63
Energia Zero	7,50

Fonte: A autora (2019)

Os itens de preparação da Tabela 5 contam com a Dica De Segurança (DDS), que leva em média 16,55 minutos, a elaboração da Permissão de Trabalho Perigoso (PTP), que leva pouco mais de 22 minutos em média, a aprovação da PTP em cerca de 5 minutos; o bloqueio elétrico, que demora em média 11,63 minutos e, por fim, o teste de energia zero em 7 minutos e meio. Por fim, os itens referentes às atividades de espera estão expostos na Tabela 6, juntamente com seus tempos médios.

Tabela 6 - Atividades de espera e tempos médios

Espera	Tempo Médio (min)
Prévia	31,73
Aguardar PTP	19,67
Aguardar bloqueio	21,00
Aguardar vigia	11,00
Perda de material	50,00
Aguardar mecânico	7,00
Confirmação	36,00

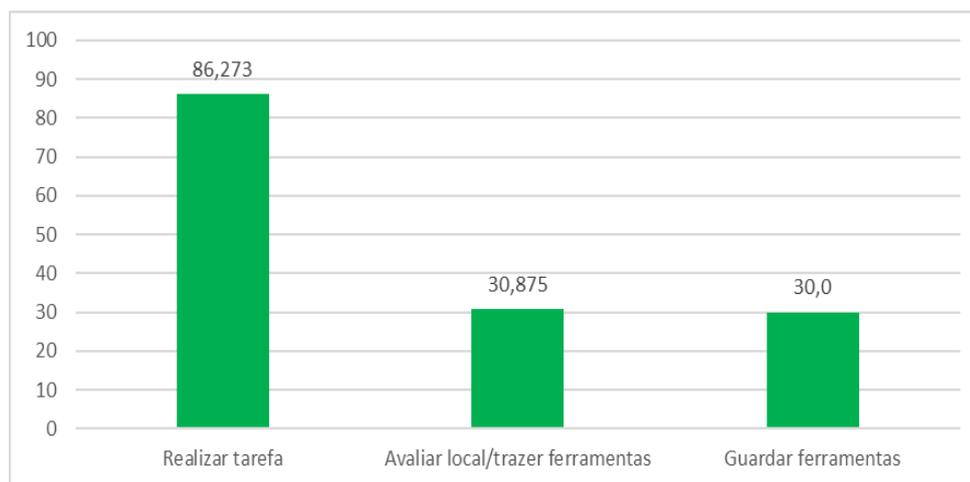
Fonte: A autora (2019)

Na classificação de espera, a “prévia” é o momento em que o planejador e o encarregado de manutenção repassam as necessidades do dia, informando a ordem de serviço à equipe. Em média, essa etapa leva 31,73 minutos do dia. Há, também, quatro etapas em que é necessário aguardar por algo, seja pelo aprovador da PTP (quase 20 minutos em média), pelo bloqueador (21 minutos), pelo vigia que acompanhará o serviço por segurança (mais de 10 minutos) ou pelo mecânico, caso ele não termine o compromisso anterior a tempo de iniciar a próxima manutenção (média de 7 minutos). A perda de material não é frequente, mas quando ocorre demora em média 50 minutos.

As tabelas têm o intuito de indicar qual a participação de cada categoria de atividade no total de tempo despendido nos onze dias avaliados. O resultado percentual com relação ao tempo total de cada dia ao longo dos onze dias é de 50,41% para execução, 18,26% para preparação e 31,33% para espera. Isso significa que apenas metade do tempo foi utilizado para atividades que agregam valor à manutenção, sendo que cerca de 1/3 do tempo total é gasto com atividades desnecessárias, que devem ser eliminadas. É possível evidenciar que o foco deve ser, de fato, as atividades classificadas na categoria “espera”.

Conforme a Figura 7, a maior parte das atividades de execução são para a realização da tarefa em si, o que é coerente com o esperado.

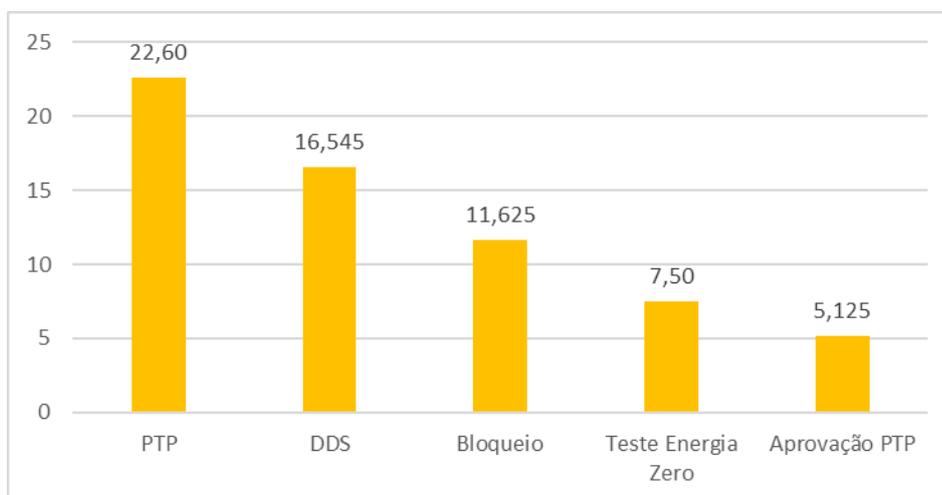
Figura 7 - Média dos tempos de execução



Fonte: A autora (2019)

O mesmo gráfico foi confeccionado para as atividades de preparo (Figura 8) indicando que a confecção da PTP é a atividade que demanda maior tempo dos profissionais, seguida do DDS, que é realizado diariamente com toda a equipe de manutenção. O bloqueio elétrico e o teste de energia zero são atividades sequenciais, que não despendem um tempo significativo mas devem ser otimizadas. Por fim, a aprovação da PTP demora cerca de 5 minutos, pois se constitui apenas da leitura, compreensão e assinatura do documento.

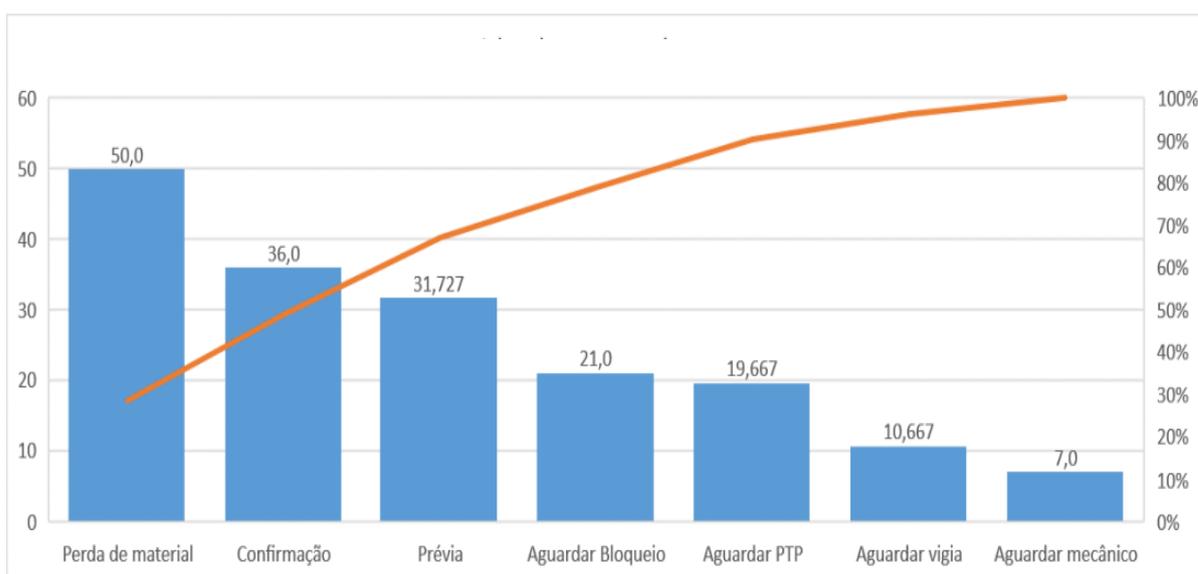
Figura 8 - Média dos tempos de preparação



Fonte: A autora (2019)

Como a categoria de espera é o foco de atuação, deve ser trabalhada com maior atenção e cuidado com cada uma das atividades. Por isso, foi confeccionado um Gráfico de Pareto (Figura 9) para destacar os principais responsáveis pelo grande tempo despendido desnecessariamente e, com isso, ficou evidente que a perda de materiais é a maior causadora de esperas. Mesmo sendo um evento ocasional que se repetiu apenas duas vezes durante os onze dias observados, quando acontece alguma perda de material a consequência é um grande atraso que acarreta em um tempo crítico perdido.

Figura 9 - Média dos tempos de espera

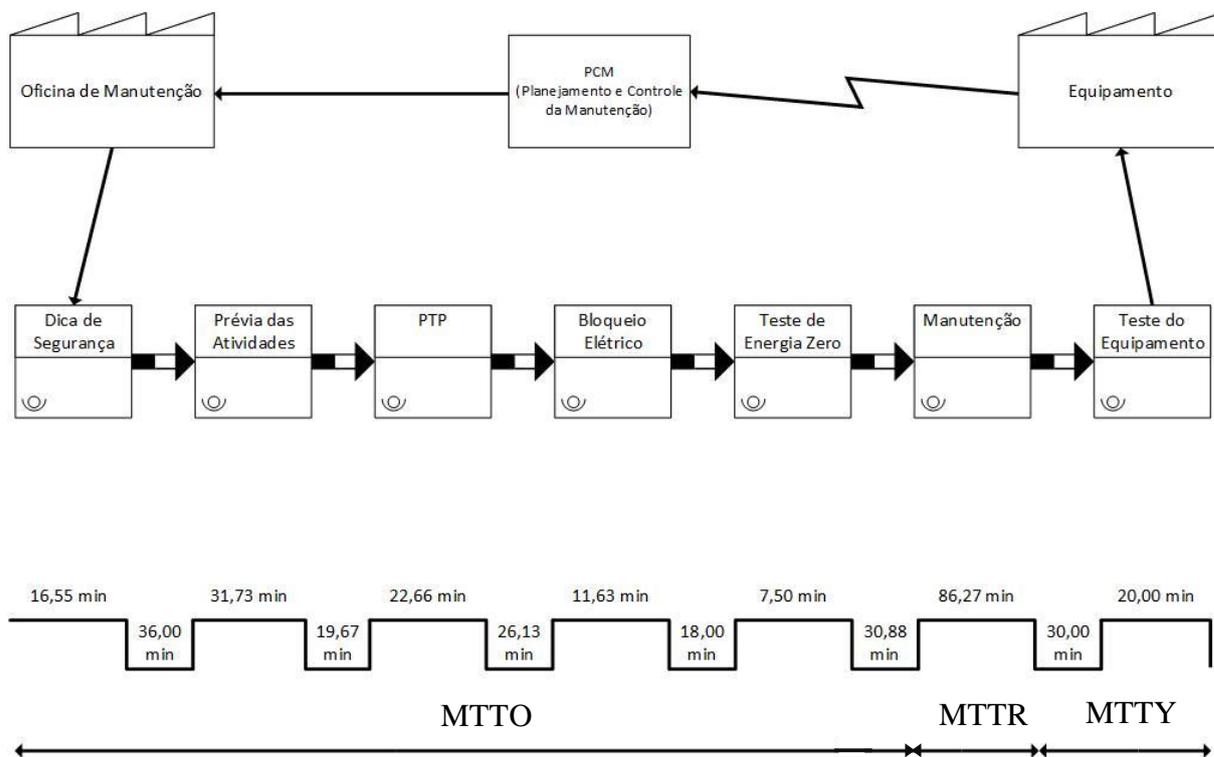


Fonte: A autora (2019)

O Gráfico de Pareto também indica que outro grande causador das esperas é a confirmação de quais serviços serão realizados em cada dia, que demonstra a falta de planejamento prévio de manutenção e não condiz com o conceito de manutenção preventiva, pois essa atividade consiste em buscar informações acerca da disponibilidade dos equipamentos para que possa ser realizado um serviço de manutenção no dia determinado. As duas principais causas, perda de material e confirmação dos trabalhos que serão feitos no dia, são o foco de atuação para que a produtividade do trabalho dos mecânicos aumente e, conseqüentemente, suas atividades de valor não agregado diminuam.

O Mapeamento de Fluxo de Valor (Figura 10) representa o processo abordado no diagnóstico, evidenciando os tempos de espera e preparação entre as atividades e o tempo de execução das mesmas, além de classificar cada etapa do processo em atividades *Mean Time to Organize* (MTTO), *Mean Time to Repair* (MTTR) e *Mean Time to Yield* (MTTY).

Figura 10 - Mapeamento de Fluxo de Valor do Estado Atual



O mapeamento de fluxo de valor do processo de manutenção possui como cliente o equipamento que deverá ser mantido, pois é o elemento que dita a necessidade para o processo de manutenção ocorrer. O fornecedor, por sua vez, é representado pela oficina de

manutenção, que conta com as ferramentas e a mão-de-obra necessárias para suprir a necessidade do cliente (equipamento). A informação de que o equipamento precisa de manutenção chega até o PCM por meio de rádio ou telefone. Essa mesma informação é repassada para a oficina pessoalmente, em uma das etapas do processo. As etapas subsequentes são atualmente dependentes das etapas anteriores e ocorrem uma após a outra.

O cenário atual deixa claro o tempo significativo que se despende com esperas e preparação, classificados como MTTO. Após o DDS, há um tempo de 36 minutos referente ao ato de confirmar com a operação quais serão os equipamentos que poderão ser parados para que a manutenção seja realizada. Posteriormente, o ato de alinhar com o encarregado o cronograma e as equipes do dia, chamado de “prévia das atividades” pode ser eliminada, pois é uma rotina teoricamente semanal, não diária.

Antes da elaboração da PTP, gasta-se 19,67 minutos esperando a disponibilidade do responsável com permissão para elaborar esse documento, para só então despende 22,66 minutos para que o documento seja feito. Antes do bloqueio elétrico, é preciso que a PTP já esteja aprovada e, por isso, gastam-se 26,13 minutos de espera pela aprovação do documento somados à espera pelo eletricitista, para que o mesmo faça o bloqueio de 11,63 minutos. Para que o teste de energia zero seja feito, é preciso aguardar a chegada do mecânico e do vigia do serviço, o que demora em média 18 minutos. O teste de energia zero em si demora cerca de 7,50 minutos. Essa etapa é finalizada com os 30,88 minutos anteriores à realização da manutenção em si, que dura 86,27 minutos e é caracterizada como MTTR.

A atividade MTTY, por sua vez, é antecedida por uma espera de 30 minutos referente à limpeza do local e ao ato de guardar as ferramentas na oficina. O teste de funcionamento do equipamento demora cerca de 20 minutos.

Na literatura, o tempo médio de manutenção é apresentado como a soma dos tempos médios de preparação, de reparo e de teste, conforme a Equação 1. No caso apresentado, os tempos estão dispostos no mapeamento de fluxo de valor e indicados conforme sua classificação (MMTO, MTTR e MTTY). Desse modo, tem-se que o Tempo Médio de Manutenção (MMLT) referente ao caso é:

$$MMLT = 220,75 \text{ min} + 86,27 \text{ min} + 50,00 \text{ min}$$

$$MMLT = 357,02 \text{ min}$$

De acordo com a Equação 2, a literatura apresenta o percentual da Eficiência da Manutenção sendo a divisão do Tempo Médio de Reparo pelo Tempo Médio de Manutenção, multiplicado por 100. Portanto, nesse caso, a Eficiência da Manutenção é:

$$\% \text{ Eficiência da Manutenção} = (86,27/357,02) * 100$$

$$\% \text{ Eficiência da Manutenção} = 24,16\%$$

O cálculo da eficiência da manutenção é apenas um parâmetro de comparação entre o cenário atual e o cenário futuro, para verificar, em números, a efetividade da implementação das propostas de melhoria. Mesmo não havendo um limite teórico, é válido concluir que 24,16% de eficiência não é um valor satisfatório, pois, em um dia de 08:00 horas trabalhadas, isso representa apenas 01:55 horas de serviço realizado.

4.3. Proposta

O diagnóstico apresentado fornece embasamento para a elaboração da proposta de melhoria, cuja finalidade é sanar os principais problemas apresentados pelo Diagrama de Pareto e pelo Mapeamento de Fluxo de Valor, a fim de tentar diminuir o tempo despendido com atividades de valor não agregado através do Ciclo PDCA.

I. Plan: A primeira etapa do ciclo consiste no planejamento de qualquer ação pretendida, quando é definido o que se quer, qual a finalidade desejada e os métodos para alcançá-la, traçando estratégias, ações e objetivos quantificáveis.

O Gráfico de Pareto evidencia que, entre todas as atividades que não agregam valor, aquela que despense mais tempo dos mecânicos é a procura por ferramentas. Embora isso tenha ocorrido em apenas dois dos onze dias analisados, o tempo gasto foi significativamente relevante para a realização do serviço. Tal atividade aconteceu devido à desorganização da oficina, pois, além de a área não ter delimitação e espaço próprio para cada uma das ferramentas, os próprios mecânicos não possuem a cultura de mantê-las nos mesmos lugares. Nessa etapa, destaca-se a importância da implementação de um programa de 5S na empresa, podendo-se fazer um projeto piloto na oficina mecânica, além de treinamentos de capacitação e conscientização dos colaboradores para que todos entendam a essência dos sentidos e apliquem-nos por vontade própria. Com a efetivação do programa 5S, problemas como a perda

de materiais seriam veementemente evitáveis e, conseqüentemente, diminuiria-se o tempo gasto procurando-os.

Analisando-se o Mapeamento de Fluxo de Valor, fica claro que as necessidades de melhoria são principalmente relacionadas ao planejamento da manutenção. Atividades como a confirmação dos trabalhos são descartáveis a partir do momento em que eles são planejados a médio prazo, de preferência semanalmente. Essa mudança ocorrerá quando o ritmo do trabalho passar a ser ditado pela Ordem de Serviço, que deve ser confeccionada quando chegar a solicitação de manutenção de determinado equipamento e, então, todas as etapas referentes à segurança (DDS, elaboração e aprovação de PTP, bloqueio elétrico, teste de energia zero e desbloqueio elétrico) serão realizadas de acordo com ordem. Atualmente, só se inicia a próxima etapa quando a anterior estiver completamente finalizada, por exemplo: Mesmo sabendo que é necessária a assinatura de um responsável treinado na PTP, ele é comunicado sobre a manutenção somente quando a PTP é finalizada, e, então, também considera-se o tempo de deslocamento do responsável até a área operacional e o tempo de entendimento do serviço, para que ele possa confrontar com o procedimento descrito no documento, para só então assiná-lo. O planejamento semanal dos trabalhos e a emissão e acompanhamento da ordem de serviço poderiam amenizar o tempo despendido com esperas, que representam a parcela mais significativa das atividades de valor não agregado.

II. Do: A segunda etapa significa fazer, portanto, nesse contexto, é o momento em que o planejamento realizado na etapa anterior é colocado em prática. Para que isso aconteça, primeiramente é necessário capacitar a organização para que a implementação ocorra como planejado, envolvendo aprendizado individual e organizacional. Com isso, as ações planejadas podem ser implementadas.

Com base na etapa *Plan*, são propostas três ações de melhoria: Implementação do 5S, planejamento semanal das manutenções e acompanhamento da ordem de serviço. É válido ressaltar que atualmente a ordem de serviço é confeccionada, porém o propósito do documento não é bem aproveitado, fazendo com que ele seja visto como mais uma burocracia que atrapalha a fluidez do serviço. O programa 5S deve contar com um projeto piloto na oficina mecânica para verificar a sua eficácia, para então ser replicado nos demais setores do transbordo. É imprescindível que os sensores sejam seguidos ao máximo, dentro dos recursos disponíveis.

- Senso de Utilização (*Shitsuke*): Descartar todos os itens desnecessários, que ocupam o espaço da oficina. Aqui, enquadram-se as ferramentas inapropriadas para serviço, produtos vencidos e objetos antigos em desuso. A intenção do senso de utilização é a liberação de espaços físicos, reciclagem de recursos escassos, realocação de recursos que não estejam sendo bem utilizados, combate ao excesso de burocracia, etc.

- Senso de Organização (*Seiton*): Organizar as ferramentas, peças e produtos de acordo com algum tipo de classificação, alocando os itens em seus devidos lugares por meio de comunicação visual para facilitar o acesso a eles. Com a organização economiza-se tempo e cansaço físico e mental decorrentes de movimentação desnecessária, além de aprimorar o fluxo de pessoas e materiais.

- Senso de Limpeza (*Seisou*): Limpar as sujidades do ambiente e dos objetos dispostos nele, deixando clara toda identificação visual e preservando pela boa funcionalidade das ferramentas, sem acúmulo de pó ou graxa. A limpeza é capaz de manter a qualidade dos produtos, prevenir acidentes e, além disso, despertar o sentimento de bem estar dos colaboradores .

- Senso de Padronização (*Seiketsu*): Padronizar o ambiente com relação à funcionalidade de cada local ou item nele contidos, de modo que uma pessoa leiga consiga presumir onde deve guardar determinada peça. A padronização provém de regras a serem seguidas e possui ligação com o tempo para guardar os materiais, com as boas práticas de manutenção e com a higiene do local.

- Senso de Disciplina (*Shitsuke*): Elemento de extrema relevância entre os demais sentidos, a disciplina dos colaboradores é fundamental para manter o padrão estabelecido pelo 5S. Por meio de treinamentos, conscientização diária e incentivo de uns aos outros, a disciplina tende a seguir o modelo de melhoria contínua.

A segunda proposta de melhoria é o planejamento semanal das manutenções. No modelo atual, deve-se esperar a confirmação do setor operacional e o consenso entre o planejador e o encarregado de manutenção para decidir em quais equipamentos serão feitas as manutenções. No cenário ideal, o planejador de manutenção deve identificar os equipamentos que necessitam manutenção preventiva com, pelo menos, uma semana de antecedência. Ao longo da semana, a manutenção corretiva deve ser feita em intervalos planejados e liberados para essa possibilidade.

O planejamento semanal de manutenção deve seguir a recomendação do fabricante, pois cada equipamento tem um intervalo recomendado de manutenção preventiva baseado nas suas

características. Ao seguir esse padrão, a tendência é de que a manutenção preventiva passe a ser feita de forma sistêmica, reduzindo significativamente a necessidade de manutenções corretivas.

Por fim, deve-se acompanhar fielmente as ordens de serviço, entendendo sua relevância e os benefícios que podem trazer quando bem utilizadas. Atualmente, as ordens de serviço são confeccionadas, mas seu uso se restringe ao cumprimento de obrigações. Em um novo cenário, as ordens de serviço seriam acompanhadas em tempo real, a cada etapa do processo de manutenção, com a comunicação partindo do planejador de manutenção via rádio. O acompanhamento desse documento é capaz de reduzir o tempo de espera entre uma atividade e outra, pois, no cenário ideal, todos os envolvidos estariam cientes do seu papel no processo de antemão, não sendo necessário aguardar a comunicação e o entendimento do que deverá ser feito.

III. Check: Na terceira etapa, é realizada uma verificação dos resultados obtidos na implementação da etapa anterior e uma comparação com os resultados planejados, a fim de concluir se houve efetividade ou não. Para isso, essa etapa conta com a coleta de dados e a análise dos mesmos. Caso haja diferença entre os resultados reais e desejados, há a evidência de um problema, que deve ser resolvido na próxima etapa.

Não basta que as mudanças sejam implementadas, é necessário verificar se houveram resultados e se são efetivos. Para isso, deverão ser realizadas rodadas periódicas de medição dos tempos, em um período pré-definido. A cada vez, o resultado do cálculo da eficiência da manutenção deverá ser confrontado com a medição anterior, sempre esperando um aumento do percentual, pois visa-se a melhoria contínua.

IV. Act: A sequência da fase de verificação consiste em corrigir os problemas levantados durante a coleta de dados, com intuito de evitar a repetição dos mesmos. Essas ações envolvem a busca por melhoria contínua até que o padrão seja atingido, deixando evidente a necessidade de capacitação e propiciando a criação de novos conhecimentos e a atualizações do padrão.

Caso haja estagnação ou retrocesso nos resultados, será preciso realizar novas análises para identificar os principais causadores dos problemas, para então traçar novos planos de ação e recomeçar o ciclo de melhoria contínua. É muito importante que os colaboradores sejam informados das mudanças que presenciarão e conscientizados dos motivos dela, para que

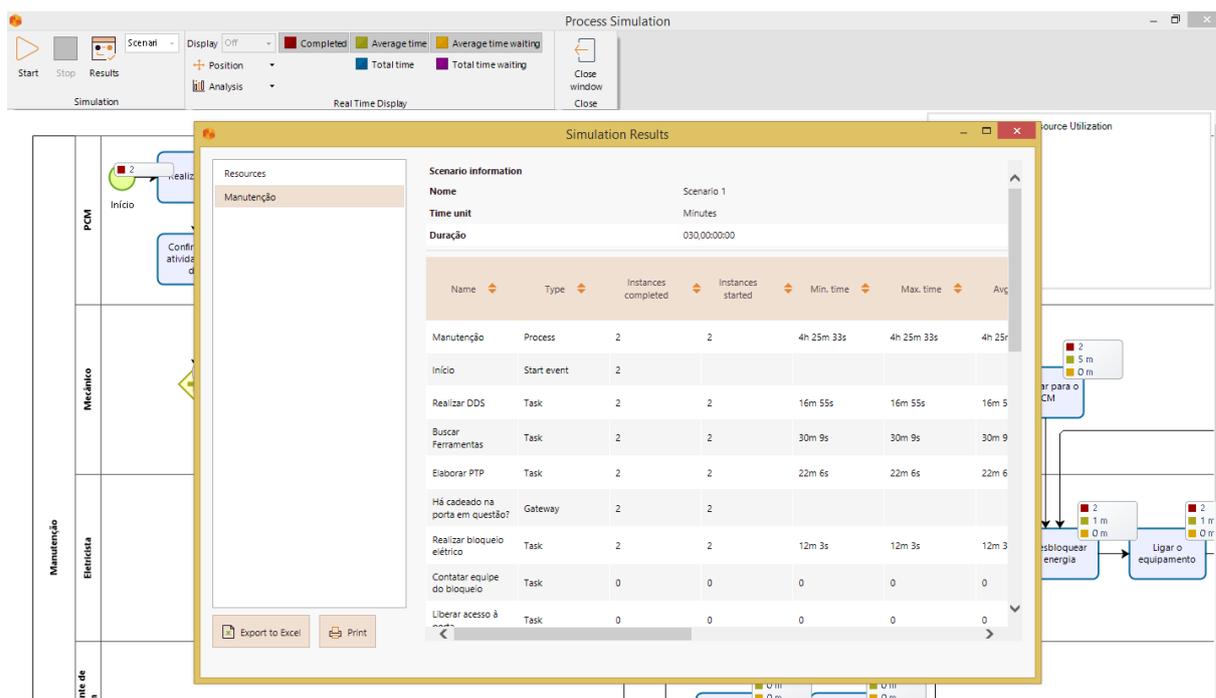
compreendam que o trabalho pode ser mais eficiente se as atividades que não agregam valor forem diminuídas.

5. Resultados

A implementação das propostas no modelo PDCA sugere alterações nas atividades cotidianas dos mecânicos da empresa abordada. Partindo-se do pressuposto de que a ferramenta de melhoria contínua alcança resultados gradativos, o primeiro passo para o aprimoramento do processo tem foco nos elementos básicos, com intuito de aumentar a produtividade dos colaboradores e a eficiência do trabalho em si. A principal e mais recorrente atividade que não agrega valor ao processo analisado é a espera, que está presente na maior parte das atividades diárias, da mais simples à mais complexa.

A mensuração do resultado esperado pode ser feita por meio de uma simulação dos tempos do processo, comparando o cenário atual ao cenário futuro. Os tempos aferidos à campo, apresentados na Tabela 4, Tabela 5 e Tabela 6, foram inseridos no mapeamento do estado atual (Figura 5) com uso do *software Bizagi Modeler®*, que gerou o tempo total que esse processo levaria para ser completado, considerando as probabilidades de cada evento decisório (*gateway*) acontecer. A simulação é apresentada pelo software como na Figura 11.

Figura 11 - Simulação do Processo Real



Fonte: A autora (2019)

O *software* fornece a opção de exportar os dados resultantes da simulação para o formato de *Microsoft Excel*®. Assim, para melhor visualização, os valores gerados estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Tempo Total do Processo Real

Name	Type	Instances completed	Instances started	Min. time (m)	Max. time (m)	Avg. time (m)	Total time (m)
Manutenção	Process	2	2	265.55	265.55	265.55	575.3
Início	Start event	2					
Realizar DDS	Task	2	2	16.9167	16.9167	16.9167	33.833
Confirmar as atividades do dia	Task	2	2	32.2167	32.2167	32.2167	64.43
Buscar Ferramentas	Task	2	2	30.15	30.15	30.15	60.3
Elaborar PTP	Task	2	2	22.1	22.1	22.1	44.2
Há cadeado na porta em questão?	Gateway	2	2				
Contatar equipe do bloqueio	Task	0	0	0	0	0	0
Liberar acesso à porta	Task	0	0	0	0	0	0
Realizar bloqueio elétrico	Task	2	2	12.05	12.05	12.05	24.1
InclusiveGateway	Gateway	2	2				
Realizar teste de energia zero	Task	2	2	7.833	7.833	7.833	15.67
ParallelGateway	Gateway	2	2				
O trabalho é em espaço confinado?	Gateway	2	2				
Ir até o local do trabalho	Task	0	0	0	0	0	0
Aprovar PTP	Task	0	0	0	0	0	0
Aprovar PTP	Task	2	2	25.33	25.33	25.33	50.67
InclusiveGateway	Gateway	2	2				
Realizar manutenção	Task	2	2	104.05	104.05	104.05	208.1
Retornar para o CCM	Task	2	2	5	5	5	10
Desbloquear energia	Task	2	2	1	1	1	2
Ligar o equipamento	Task	2	2	1	1	1	2
O equipamento funcionou perfeitamente?	Gateway	2	2				
Limpar o local	Task	2	2	10	10	10	20
Guardar ferramentas	Task	2	2	20	20	20	40
Bloquear energia	Task	0	0	0	0	0	0
Refazer manutenção	Task	0	0	0	0	0	0
Fim	End event	2					

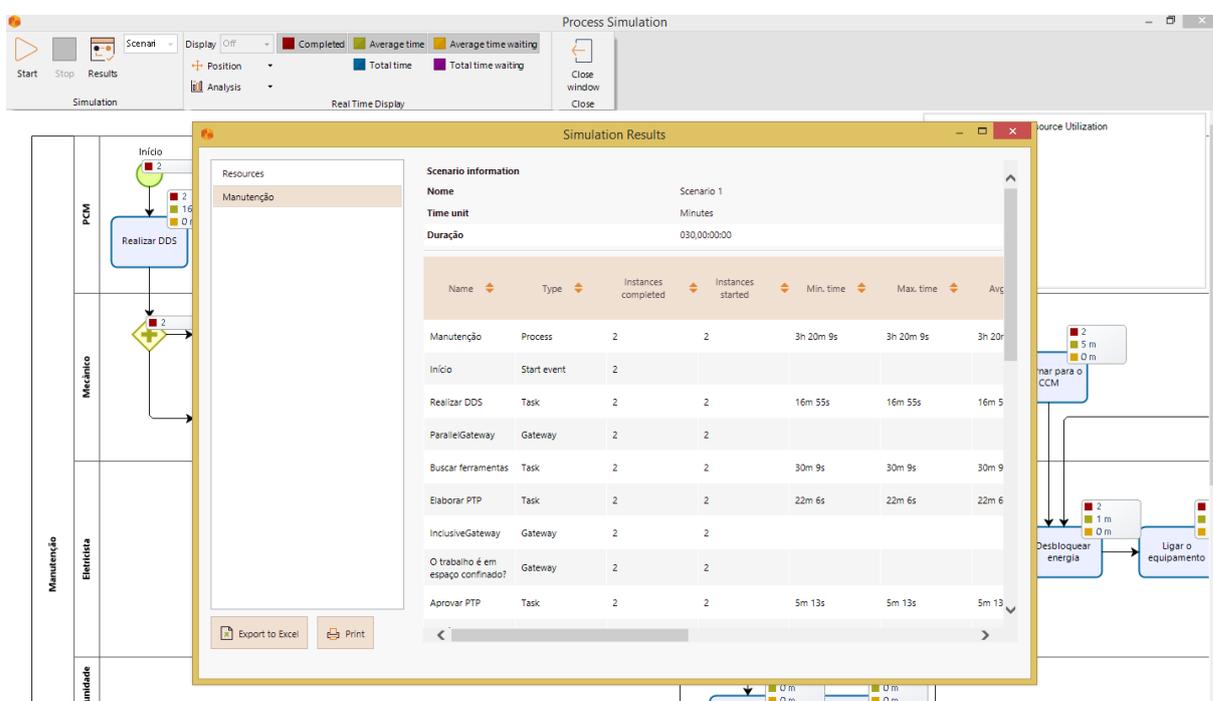
Fonte: A autora (2019)

A Tabela 7 apresenta todas as atividades e eventos decisórios do processo (*name*) e suas classificações (*type*), a quantidade de vezes em que cada etapa pôde ser completada dentro de um dia (*instances completed*) e a quantidade de vezes em que determinada etapa pôde apenas

ser iniciada (*instances started*). Então, as próximas colunas referem-se ao tempo de cada atividade: Tempo mínimo para ser realizada (*Min. Time*), tempo máximo (*Max. Time*), tempo médio (*Avg. Time*) e tempo total (*Total Time*), todos em minutos. Assim, tem-se que o Processo Manutenção ao todo leva 04:25:33 horas para ser concluído, do início ao fim.

Os tempos do mapeamento futuro referem-se apenas à Tabela 4 e à Tabela 5, pois nesse cenário deve-se fazer necessária a completa eliminação das atividades que não agregam valor (Tabela 6). Assim, esses valores foram inseridos no mapeamento e foi realizada uma nova simulação no mesmo *software*, como na Figura 12.

Figura 12 - Simulação do Processo Aprimorado



Fonte: A autora (2019)

Do mesmo modo, os valores gerados na simulação dos tempos do estado futuro foram exportados para o modelo de *Microsoft Excel®*, para que a visualização e o manuseio dos dados sejam facilitados. O resultado está apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 - Tempo Total do Processo Aprimorado

Name	Type	Instances completed	Instances started	Min. time (m)	Max. time (m)	Avg. time (m)	Total time (m)
Manutenção	Process	2	2	200.15	200.15	200.15	444.5
Início	Start event	2					
Realizar DDS	Task	2	2	16.9167	16.9167	16.9167	33.83
ParallelGateway	Gateway	2	2				
Buscar ferramentas	Task	2	2	30.15	30.15	30.15	60.3
Elaborar PTP	Task	2	2	22.1	22.1	22.1	44.2
InclusiveGateway	Gateway	2	2				
O trabalho é em espaço confinado?	Gateway	2	2				
Aprovar PTP	Task	2	2	5.2167	5.2167	5.2167	10.43
Ir até o local de trabalho	Task	0	0	0	0	0	0
Aprovar PTP	Task	0	0	0	0	0	0
Há cadeado na porta em questão?	Gateway	2	2				
Contatar equipe de bloqueio	Task	0	0	0	0	0	0
Bloquear energia	Task	2	2	11.983	11.983	11.983	23.967
Liberar acesso à porta	Task	0	0	0	0	0	0
Realizar teste de energia zero	Task	2	2	7.833	7.833	7.833	15.67
Manutenir	Task	2	2	91.05	91.05	91.05	182.1
Retornar para o CCM	Task	2	2	5	5	5	10
Desbloquear energia	Task	2	2	1	1	1	2
Ligar o equipamento	Task	2	2	1	1	1	2
O equipamento funcionou perfeitamente?	Gateway	2	2				
Bloquear energia	Task	0	0	0	0	0	0
Refazer a manutenção	Task	0	0	0	0	0	0
Limpar o local	Task	2	2	10	10	10	20
Guardar ferramentas	Task	2	2	20	20	20	40
Fim	End event	2					

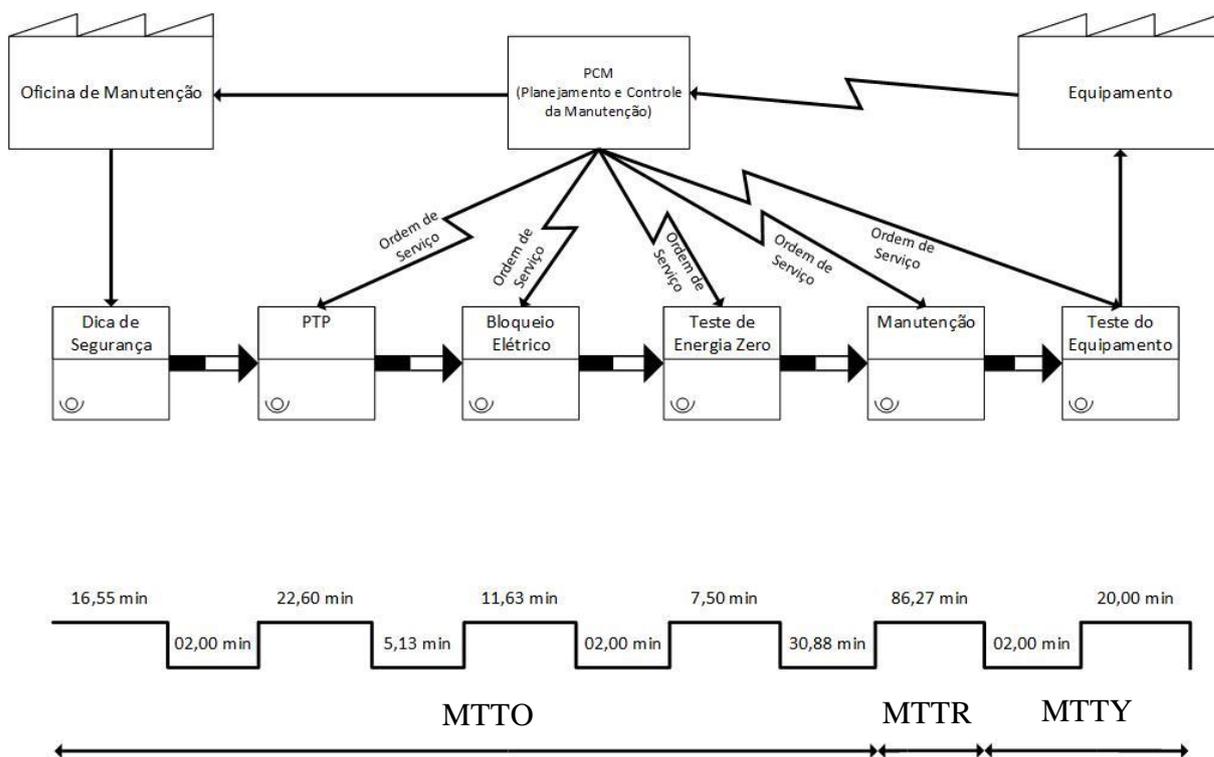
Fonte: A autora (2019)

Com a mesma estrutura da Tabela 7, a Tabela 8 também apresenta os tempos mínimo, máximo e médio, em minutos, para que o Processo Manutenção seja concluído. O resultado gerado na simulação mostra que, do início ao fim, o processo inteiro levaria 03:20:09 horas

para ser finalizado, considerando as probabilidades de ocorrências dos eventos decisórios (*gateways*).

O resultado esperado no mapeamento futuro pode ser visualizado no mapeamento de fluxo de valor (Figura 13), que apresenta visivelmente as reduções dos tempos de espera e as otimizações do processo.

Figura 13 – Mapeamento de Fluxo de Valor do Estado Futuro



Fonte: A autora (2019)

O mapeamento de fluxo de valor do estado futuro desconsidera a atividade “prévia das atividades”, pois é um dos itens que não agrega valor ao processo. Além disso, todos os tempos entre atividades passam a considerar apenas o necessário para o deslocamento entre um local e outro, retirando os tempos de espera dos profissionais responsáveis. Essa alteração pôde ser feita por meio da comunicação eletrônica entre o setor de Planejamento e Controle da Manutenção com os mecânicos e demais envolvidos no processo, pois a informação gerada previamente na ordem de serviço já permite que o planejador de manutenção tenha embasamento para conduzir as etapas seguintes do processo.

Além das melhorias com relação aos tempos de espera ao longo do processo, a proposta também abrangeu a implementação da ferramenta 5S na oficina de manutenção. Anteriormente,

o local não dispunha de identificação das ferramentas, que eram guardadas de maneira desorganizada e em locais aleatórios, como apontado na Figura 14.

Figura 14 – Exemplo da Situação Anterior do Almojarifado da Oficina de Mecânicos



Fonte: A autora (2019)

Em contraste à situação observada como “antes”, o cenário “depois” contou com o grande suporte da liderança da unidade, que engajou os colaboradores a implementar a ferramenta 5S com foco na mudança de cultura. O exemplo está apresentado na Figura 15.

Figura 15 – Exemplo da Situação Atual do Almojarifado da Oficina de Mecânicos



Fonte: A autora (2019)

A situação atual do almojarifado da oficina de mecânicos apresenta pintura de sinalização para fluxo de pessoas e local de armazenamento de materiais, caixas etiquetadas e organização das ferramentas conforme suas características.

5.1. Análise dos Resultados

A comprovação dos resultados é analisada com base na Equação 1 e na Equação 2. No cenário aprimorado, os valores para a elaboração dos cálculos são retirados do mapeamento de fluxo de valor do estado futuro, que desconsidera todos os tempos de espera:

$$MMLT = 98,29 \text{ min} + 86,27 \text{ min} + 22,00 \text{ min}$$

$$MMLT = 206,56 \text{ min}$$

De acordo com a Equação 2, a literatura apresenta o percentual da Eficiência da Manutenção como a divisão do Tempo Médio de Reparo pelo Tempo Médio de Manutenção, multiplicado por 100. Portanto, no cenário futuro, a Eficiência da Manutenção é:

$$\% \text{ Eficiência da Manutenção} = (86,27/206,56) * 100$$

$$\% \text{ Eficiência da Manutenção} = 41,76\%$$

Como visto no tópico 4.2, a realidade do trabalho cotidiano dos mecânicos permitia uma eficiência de 24,16%. Isso representa apenas o ato de manter o equipamento, que melhor define as atividades que agregam valor ao processo. Em tempo, esse percentual equivale a 01:55 horas das 08:00 horas contratadas por dia. A proposta do cenário futuro promete, com mudanças simples, um aumento significativo do percentual de eficiência da manutenção. De 24,16%, apenas a ausência do tempo de espera seria responsável por atingir 41,76%. Nesse novo cenário, a eficiência equivale a 03:20 horas, das 08:00 horas de trabalho, com reparação do equipamento.

A simulação do processo nos estados atual e futuro resultou em valores significativamente diferentes. No primeiro caso, o processo de manutenção leva 04:25:33 horas para ser finalizado, considerando as probabilidades de cada evento decisório ocorrer. No segundo caso, o tempo para a conclusão do processo do início ao fim é de 03:20:09 horas. A subtração do primeiro pelo segundo tempo resulta em 01:05:24 hora e, sabendo-se que a única diferença entre as duas simulações é a ausência do tempo de espera, conclui-se que, de todo o processo, gastava-se uma hora apenas aguardando por pessoas e materiais. Resumidamente, os resultados esperados estão apresentados na Figura 16.

Figura 16 – Resultados Esperados

Eficiência da Manutenção no Cenário Real 24,16%	Eficiência da Manutenção no Cenário Futuro 41,76%
Tempo do Início ao Fim do Processo no Cenário Real 04:25:33	Tempo do Início ao Fim do Processo no Cenário Futuro 03:20:09

Fonte: A autora (2019)

Os resultados também foram significativamente impactados pela implementação da ferramenta 5S no ambiente de trabalho. Anteriormente (Figura 14), a oficina dos mecânicos era caracterizada por uma desorganização que dificultava a procura por ferramentas e demais materiais necessários para o trabalho. Com a conscientização e a disciplina dos colaboradores, o ambiente se tornou não somente mais organizado, mas mais seguro e produtivo (Figura 15), de forma que todos os itens dispostos nele estivessem dispostos com base em critérios de ordenação, além de devidamente sinalizados.

6. Considerações Finais

Por ser pautada em uma ferramenta de melhoria contínua, a proposta espera resultados gradativamente mais expressivos ao longo de cada conclusão do Ciclo PDCA. No primeiro momento, as principais mudanças a serem feitas também foram as mais básicas: planejamento e organização. Planejando-se cada etapa do processo com base na ordem de serviço e com comunicação constante, os tempos de espera por pessoas já podem ser diminuídos. Paralelo a isso, a organização do ambiente de trabalho, proveniente da implementação do 5S, permite a diminuição dos tempos de espera por materiais.

O impacto das atividades que não agregam valor pôde ser observado de duas maneiras: pela confecção dos mapeamentos de fluxo de valor dos estados atual e futuro e pela simulação dos tempos nesses dois cenários. Em ambos os casos, é possível constatar uma melhora significativa no desempenho do processo apenas com uma mudança simples de rotina, pautada em planejamento prévio e zelo pelo ambiente de trabalho. Para os colaboradores, isso resulta na diminuição do estresse, aumento da produtividade, potencialização do trabalho e maior segurança no ambiente. Para a empresa, o tempo que antes era despendido com atividades que não agregam valor, agora pode ser aproveitado para aprimorar o cenário de manutenções preventivas e, até mesmo, possibilitar a sua sistematização. Desse modo, poderá ser constatado

um menor número de ocorrências de quebras e falhas em equipamentos, conseqüentemente diminuindo a mão-de-obra e os custos com manutenção corretiva.

Durante toda a elaboração do trabalho, o período destinado à compilação dos tempos coletados em campo destacou-se quanto à necessidade de percepção das oportunidades viáveis de implementação, pois, em geral, empresas de grande porte possuem diversas regras internas e procedimentos padrão que não podem ser alterados ou otimizados, de modo que sejam formadas barreiras durante a elaboração de planos de ação. Ao se deparar com tantos dados, levando-se em consideração o espaço de atuação permissível para implementação de melhorias, o foco é indispensável para visualizar as oportunidades de aprimoramento do processo e decidir os melhores meios de abordá-las.

O presente trabalho atuou como projeto piloto no segmento agroindustrial de silos e transbordos da empresa em questão, sendo considerado modelo de replicação para as demais 57 unidades ativas ao redor de 8 estados brasileiros (Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás, Mato Grosso, Bahia, Piauí, Maranhão e Tocantins). Como continuação, espera-se que a mesma força utilizada para implementar o 5S no sentido de conscientizar e disciplinar os colaboradores, também seja utilizada para ensiná-los e auxiliá-los em assuntos relacionados ao gerenciamento de rotina, para que o planejamento se torne uma característica intrínseca a todos os envolvidos no processo. Espera-se, também, que a partir das mudanças implementadas na rotina dos mecânicos de todos os silos e transbordos da empresa em questão, seja possível aumentar o controle das atividades do setor de manutenção e migrar para um modelo preventivo e sistemático, que requer maior planejamento e organização em sua realização. Desse modo, a taxa de ocorrências de paradas por manutenção corretiva diminuiria, juntamente com os custos e com as interrupções no fluxo de recebimento, secagem ou expedição de grãos, evidenciando ganhos visíveis para a companhia por meio do uso efetivo da mão-de-obra dos mecânicos, sem perdas relacionadas a atividades que não agregam valor ao processo.

Referências

- CAMPOS, R.; OLIVEIRA, L. C. Q. de.; SILVESTRE, B. S.; FERREIRA, A. da S. **A Ferramenta 5S e suas Implicações na Gestão da Qualidade Total**. 2011. Disponível em <www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_12/copiar.php?arquivo=Campos_R...pdf>. Acessado em 06 nov, 2019.
- CAMPOS, V.F. **TQC: Controle da Qualidade Total (no Estilo Japonês)**. 2ª. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.

CHOO, C. W. **A Organização do Conhecimento**. São Paulo: SENAC, 2003.

DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada - Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

FALCONI, Vicente. **TQC – Controle Total da Qualidade**. 2.ed. Minas Gerais: INDG, 2004. 256 p.

GUSMAO, A. O. et al. **Estudo de Caso na Análise de Tempos e Capacidade da Equipe de Manutenção Preventiva**. XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Maceió, 2018. Disponível em <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_258_480_36104.pdf>. Acessado em 28 jun, 2019.

HAMERSKI, D. C. et al. **Simulação da Produção na Construção Civil: Gestão de Estoques para Alvenaria de Vedação**. XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Maceió, 2018. Disponível em <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_258_484_35834.pdf>. Acessado em 28 jun, 2019.

HOEFT, S. **Histórias do Meu Sensei - Duas Décadas de Aprendizado Implementando os Princípios do Sistema Toyota**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

KANNAN, S. et al. **Developing a maintenance value stream map**. Department of Industrial and Information Engineering from the University of Tennessee, 2007.

LAFRAIA, J. R. B. **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymak, 2001.

LASA, I. S.; LABURU, C. O.; VILA, R. D. C. **An evaluation of the value stream mapping tool**. Business Process Management Journal, v. 14, n. 1, p. 39-52, 2008.

MARAFON, Cristiane et al. **A Aplicabilidade de Ferramentas Estratégicas do Lean Manufacturing – Um Estudo de Caso da Indústria Têxtil de Cuiabá/MT**. XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Maceió, 2018. Disponível em <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_259_491_36394.pdf>. Acessado em 28 jun, 2019.

MARTINS P. G.; LAUGENI F. P. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 2006.

PACHECO, A. P. R. et al. **O Ciclo PDCA na Gestão do Conhecimento: Uma abordagem sistêmica**. Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, 2012.

QUINQUIOLO, J. M. **Avaliação da Eficácia de um Sistema de Gerenciamento para Melhorias Implantado na Área de Carroceria de uma Linha de Produção Automotiva**. Taubaté/SP: Universidade de Taubaté, 2002.

RABELO, A. C. et al. **Pensamento Enxuto nos Processos de Manutenção da Oficina de Vagões em uma Mineradora**. XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Joinville, 2017. Disponível em <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_238_376_33241.pdf>. Acessado em 28 jun, 2019.

REZENDE, A. C. **Curso Técnico Mecânico – Manutenção Industrial**. SENAI-CFP. 1ª edição, 2008.

ROTHER, Mike.; SHOOK, John. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SIQUEIRA, Iony Patriota de. **Manutenção Centrada na Confiabilidade: Manual de Implementação**. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005. p. 408

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000. p. 747.

SOLIMAN, F. **Optimum level of process mapping and least cost business process re-engineering**. International Journal of Operations & Production Management, v. 18, n. 9/10, p.810-816, 1998.

STEVENSON, W. J. **Administração das operações de produção**. Rio de Janeiro: LTC. 6. Ed, 2001.

THIOLLENT, M. J. M. **Pesquisa-Ação nas Organizações**. São Paulo: Atlas, 1997.

TONDATO, Rogerio; QUINTILHANO, Silvana Rodrigues. **A Manutenção Autônoma como Ferramenta para Melhoria Contínua: Um Estudo de Caso em uma Pequena Empresa Paranaense**. XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Maceió, 2018. Disponível em <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_258_485_35353.pdf>. Acessado em 28 jun, 2019.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM – Planejamento e Controle de Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

WOMACK, J. P; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

WOMACK, J. P; JONES, D. T. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro, Ed. Campus, 1997.