

Resumo

Redução de custos e otimização dos recursos é a realidade da maioria das empresas, forçando-as a buscar estratégias para se manter competitivas no mercado, sendo a gestão enxuta umas das que apresenta eficácia. neste sentido, a filosofia *Lean* se apresenta como de grande auxílio para que empresas de diferentes áreas de atuação busquem a eliminação dos desperdícios em seus processos. A partir deste ponto de vista, este trabalho teve o intuito de, por meio de um estudo de caso, avaliar como a aplicação de uma ferramenta *Lean* - o VSM - contribuiu com ganhos obtidos para um setor uma empresa do segmento petrolífero. O mapeamento considerou desde o momento da chegada dos itens até a sua expedição ao cliente, incluindo as diversas atividades relacionadas ao processo, sendo possível a identificação de gargalos e possíveis desperdícios.

1. Introdução

A indústria do petróleo é responsável por fornecer uma das fontes de energia mais utilizadas no mundo. O setor petrolífero brasileiro atingiu a 4º colocação no ranking nacional de participação das exportações, ficando atrás apenas da soja, materiais de transporte aéreo, terrestres e ferroviários e dos minérios metalúrgicos (IBP, 2019). Com queda dos preços do barril de petróleo ocorrida a partir de 2014, decorrente da política externa da OPEP o caminho passa a ser a busca pela redução de desperdícios e o custo é sem dúvida um fator relevante para manter a competitividade (IBP, 2019).

Para se garantir competitiva em um mercado global e absorver as demandas incertas dos clientes, as empresas buscam a redução de custo e melhoria da eficiência para se garantir competitiva e sustentável (KOVÁCS, 2020). Para tal, o Pensamento Enxuto é capaz de construir um processo de produção capaz de produzir apenas o que é necessário, no tempo certo, mantendo um fluxo regular sem retrabalhos que gere o menor *lead time* possível com uma alta qualidade e principalmente um custo mais baixo (ROTHER & SHOOK, 2007).

O *Value Stream Mapping* (VSM) - Mapeamento do Fluxo de Valor - é uma das ferramentas de destaque da produção enxuta, pois apresenta todo o fluxo de um determinado processo, desde a etapa inicial até a final, facilitando a tomada de decisão (SHOU, 2017). A partir do exposto este estudo consiste em avaliar a implementação do VSM em uma empresa do ramo de óleo e gás. Situada no município de Macaé, a empresa é prestadora de serviço e um de seus pilares é a melhoria contínua, o que a motivou na aplicação de ferramentas do *Lean Thinking* -

pensamento enxuto - como o VSM.

O objetivo deste estudo é apresentar as vantagens que a utilização da ferramenta VSM para melhoria de processos pode trazer, tendo como objetivos: Apresentar brevemente conceitos da metodologia *Lean*; realizar estudo do VSM como ferramenta para melhoria de processos; analisar ferramentas de suporte/apoio da ferramenta VSM; validar a utilização da ferramenta VSM por meio de um estudo de caso.

A importância de analisar o cenário atual, mapeá-lo e identificar pontos de melhoria que permitam redesenhar o fluxo de maneira eficiente aponta a importância da ferramenta VSM para objeto de estudo. Conforme Rother & Shook (2007) o objetivo de mapear o fluxo é destacar as fontes de desperdícios e eliminá-las através da implementação de um fluxo em um “estado futuro” que pode tornar-se real em um curto período.

Incentivado pelo estudo de caso e por diversas ferramentas de qualidade, o estudo teve a intenção de realizar um estudo de caso em que pôde-se aliar conhecimento teórico sobre o tema Pensamento Enxuto e suas ferramentas de aplicação, dando enfoque especial ao VSM junto a experiência observada e relatada pelos autores deste trabalho.

2. Pensamento Enxuto

O termo “enxuto” deriva do inglês “*Lean*” e foi usado em 1990 para descrever os princípios, filosofia e técnicas usadas pela Toyota que fazem parte do STP e anos depois viria a ser conhecido, através de um documento interno da própria Toyota, como “O Jeito Toyota” (DADASHNEJAD; VALMOHAMMADI, 2018; STONE, 2012).

Womack e Jones (2004) definem pensamento enxuto como uma forma de buscar uma melhor maneira de gerenciar e organizar a relação de uma determinada empresa para com seus clientes, a sua cadeia de fornecedores, desenvolvimento de produtos e operações de produção, fazendo sempre cada vez mais com menos. Hassan; Barakat; Sobh (2020) reforça a ideia dos autores destacando o uso de pensamento enxuto como estratégia de eliminação de desperdício em todas as atividades, incluindo clientes e fornecedores. Para Womack (2004) os princípios da Manufatura Enxuta envolvem a identificação de 5 pontos que seguem. Zhou (2016) e Kovács (2020) contextualizam e associam algumas ferramentas:

- a) Valor: Conforme o do ponto de vista do cliente, pelo qual ele pagará. Werkema (2013) afirma que esse é o ponto de partida para o pensamento enxuto, definir o que é valor, devendo essa ser uma definição vinda do cliente e não da empresa;

- b) Fluxo de valor: Identificar os fluxos e etapas de valor do produto, eliminando as atividades que não agregam valor, tendo como principais ferramentas: Identificação de resíduos, 5 Porquê e VSM que veremos com mais detalhes a frente;
- c) Fluxo: Criar etapas de valor do processo ou produto, eliminando as paradas para fazer o fluxo fluir de forma perfeita sem interrupções, tendo com ferramentas: JiT (*Just in Time*), fluxo de uma peça só, *Takt-time desing*, SMED e Jidoka.
- d) Puxar: Garantir que o processo só gere aquilo que os clientes desejem, no momento desejado, permitindo que o cliente extraia valores do produto e como principais ferramentas: Sistema Puxado (*Pull System*), *Kanban*, Supermercado de Produção.
- e) Perfeição: Um processo mais eficiente identificando as áreas de melhoria e implementando as mudanças necessárias, tendo como principais ferramentas: Padronização, *Kaizen* e 5S.

De acordo com Ohno (1997) os materiais ganham valor através do trabalho que é embutido sobre ele. Diante dessa importância no processo de transformação da matéria identificado por Ohno (1997), foi desenvolvido o princípio das perdas pelo mesmo Ohno e que também é defendida por Shingo (1996) que busca identificar e eliminar as perdas, ou também chamado de muda na linguagem japonesa, que se apresentam ao longo do processo produtivo, ou seja, da sua cadeia de valor.

Womack (2004), assim como Rother & Shook (2007) e logicamente Ohno (1997) definem, inicialmente, como sendo sete os possíveis desperdícios onde o sistema enxuto deve focar: Superprodução, espera, transporte, processamento, estoque, movimento e produtos defeituosos, detalhados na Figura 1.

Figura 1 - Exemplos de desperdícios

Tipo de desperdício	Exemplos
Defeitos	Erros em faturas, pedidos, cotações de compra de materiais.
Excesso de produção	Processamento e/ou impressão de documentos antes do necessário, aquisição antecipada de materiais.
Estoques	Material de escritório, catálogos de vendas, relatórios.
Processamento desnecessário	Relatórios não necessários ou em excesso, cópias adicionais de documentos, reentrada de dados.
Movimento desnecessário	Caminhadas até o fax, copiadora, almoxarifado.
Transporte desnecessário	Anexos de <i>e-mails</i> em excesso, aprovações múltiplas de um documento.
Espera	Sistema fora do ar ou lento, ramal ocupado, demora na aprovação de um documento.

Fonte: Werkema (2013)

Há um 8º desperdício a ser considerado, que trata do desperdício intelectual, ou seja, o não aproveitamento da criatividade dos funcionários de suas ideias, habilidades, oportunidade de criarem melhorias, atrelado a possibilidade de as empresas terem perdas por não aprenderem a ouvir seus funcionários (VO; KONGAR; BARRAZA, 2019; LIKER, 2021).

2.1. *Value Stream Mapping* (VSM)

O VSM, sigla derivada do inglês *Value Stream Mapping* - Mapeamento do Fluxo de Valor - é uma ferramenta que foi desenvolvida pela *Toyota Motor Company* mais especificamente pela divisão organizada por Ohno e que tinha como objetivo implementar o Sistema Toyota de Produção nos seus fornecedores, com foco em identificar resíduos em fluxos de valor individuais e buscar uma ferramenta adequada para remoção do mesmo (BHAMU; SHAIENDRA KUMAR; SANGWAN, 2012). Para Rother & Shook (2007), essa ferramenta deve ser encarada como simples, que utiliza papel e lápis, apesar de já possuir softwares para isso, auxiliando o gestor a entender o fluxo de valor do seu processo. Para tal, recomenda-se seguir o caminho da produção de um produto, do consumidor até o fornecedor, desenhando uma representação visual e clara de cada etapa do processo referentes aos fluxos de materiais e informações. Só então deve-se formular questões que permita mapear os pontos de melhorias do processo, desenhando assim um novo mapa do estado futuro, de como o fluxo de valor deve seguir.

Para Shou (2017) a aplicação do VSM leva em consideração, inicialmente, quatro fases de análise do valor e desperdício de um fluxo de valor, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Etapas do VSM



Adaptado de Rother & Shook (2007)

Werkema (2011) define a construção do VSM seguindo as seguintes etapas de elaboração: Selecionar uma família de produtos ou serviços a ser mapeada; construir um equipe e definir um líder; distribuir cronometro, papel, lápis e borracha aos participantes; acompanhar, in loco, o fluxo de valor desde o recebimento do insumo até a entrega final ao cliente com o objetivo de analisar e identificar o fluxo completo no mapa de estado atual; desenhar o fluxo da etapa atual, começando pela etapa de identificação das necessidades do cliente, registradas na parte

superior do mapa, devendo o processo fluir da esquerda para a direita seguindo o processo de produção; fazer a revisão do mapa para garantir que todas as informações foram devidamente registradas e o fluxo está condizente com a realidade. Após a conclusão do mapa do fluxo atual, inicia-se a etapa de análise das tarefas que agregam e que não agregam valor ao processo, para isso deve-se criar uma lista de dados. Então, desenha-se o mapa de fluxo futuro com o objetivo de eliminar os desperdícios identificados no mapeamento atual (SHOU, 2017; ROTHER & SHOOK, 2007).

Para a construção do mapa do estado futuro deve-se fazer questionamentos para cada etapa do processo, se aquela atividade realmente está agregando valor ao cliente, exemplos de etapas que não agregam valor são retrabalhos e armazenagem e que devem ser eliminadas na construção do mapa futuro, sempre que existir essa possibilidade (WOMACK, 2004). Por fim, Rother & Shook (2007) ressalta que o plano de ação criado decorrente do mapa de fluxo do estado futuro deve ser elaborado e demonstrar os seguintes pontos cruciais: a) O que e quanto planeja-se fazer, etapa por etapa; b) Metas quantificáveis; c) Pontos de checagem claros com prazos reais e avaliador(es) definido(s).

2.2. Ferramentas da qualidade relacionadas ao *Lean*

Diversas ferramentas e técnicas além do VSM podem ser utilizadas nas indústrias em geral para dar suporte na identificação eliminação de desperdícios melhorando assim a eficiência geral do processo, como já citado anteriormente, e dentre elas estão: 5S, *Kaizen*, *Kanban*, dentre outras (MAKWANA & PATANGE, 2021).

Quadro 1 Figura 3 - Principais ferramentas *Lean*

FERRAMENTAS	CONCEITOS
<i>KAIZEN</i>	"[...] termo japonês que significa melhoramento contínuo - é uma metodologia para o alcance de melhorias rápidas, que consiste no emprego organizado do senso comum e da criatividade para aprimorar um processo individual ou um fluxo de valor completo."
<i>KANBAN</i>	"O <i>Kanban</i> é um dispositivo sinalizador que autoriza e dá instruções para a produção ou para a retirada de itens em um sistema puxado."
PADRONIZAÇÃO	"A padronização é o método usado para indicar os procedimentos para a execução das tarefas de um processo, de modo que os resultados desejados possam ser alcançados e mantidos."
5S	O 5S é um método cujo objetivo é promover e manter a limpeza e a organização das áreas de trabalho - tanto administrativas quanto de manufatura-, funcionando como um pilar básico do <i>Lean</i> ."
GESTÃO VISUAL	"[...] é a colocação em local fácil de ver todas as ferramentas, peças, atividades de produção e indicadores de desempenho do sistema de produção, de modo que a situação do sistema possa ser entendida rapidamente por todos os envolvidos."
<i>POKA-YOKE</i>	"[...] termo japonês que significa à prova de erros - consiste em um conjunto de procedimentos e/ou dispositivos cujo objetivo é detectar e corrigir erros em um

	processo antes que se transformem em defeitos percebidos pelos clientes (internos ou externos)."
DIAGRAMA DE ISHIKAWA	"Técnica eficaz na enumeração de possíveis causas relacionadas a um problema, baseada na organização das causas de um problema aos eixos relacionados aos chamados "Fatores de manufatura ou serviço".

Fonte: Adaptado Werkema (2011); Wieczerniak; Cyplik; Milkzarek (2017)

3. Aplicação do VQN - Estudo de caso

Para realizar análise do uso do VSM, primeiro é importante expor este estudo relata a sua aplicação em uma empresa do setor de óleo e gás, com estrutura sediada na cidade de Macaé - RJ, contando com aproximadamente 40.000 funcionários em mais de 80 países. Dentre as suas diversas subdivisões internas e setores, o setor específico definido para este estudo foi o intitulado de "Nitrogênio", que há 4 anos precisou passar por uma reestruturação contratual, devido à novos requisitos do seu principal cliente, sendo necessário ampliar o seu número de equipamentos em torno de 50%. Conseqüentemente, para atender à tal desafio imposto, observou-se a oportunidade de otimizar recursos disponíveis para manter e melhorar os padrões de qualidade de excelência operacional de atendimento ao cliente.

Tendo em vista tal oportunidade, a empresa definiu a "família de produtos" dos processos atrelados a liberação dos equipamentos de nitrogênio para buscar a otimização dos seus processos e busca pela redução de possíveis desperdícios, sendo este o principal objetivo do pensamento enxuto. No caso apresentado, em busca de maximização dos ganhos financeiros pela empresa, o foco dado a disponibilização de equipamentos ao cliente demonstra importância, pois segundo o modelo de negócios contratual, a geração de receita somente é realizada quando estão equipamentos encontram-se embarcados, alocados nas unidades marítimas - plataformas de petróleo localizadas no mar. O processo de manutenção e liberação, alvo das atividades realizadas na base da empresa alvo do estudo possui geração de receitas. Desta forma, equipamentos indisponíveis por questões de manutenção, certificação e testes acarretam, além da perda de receita, em impacto na demanda de atendimento do contrato do cliente.

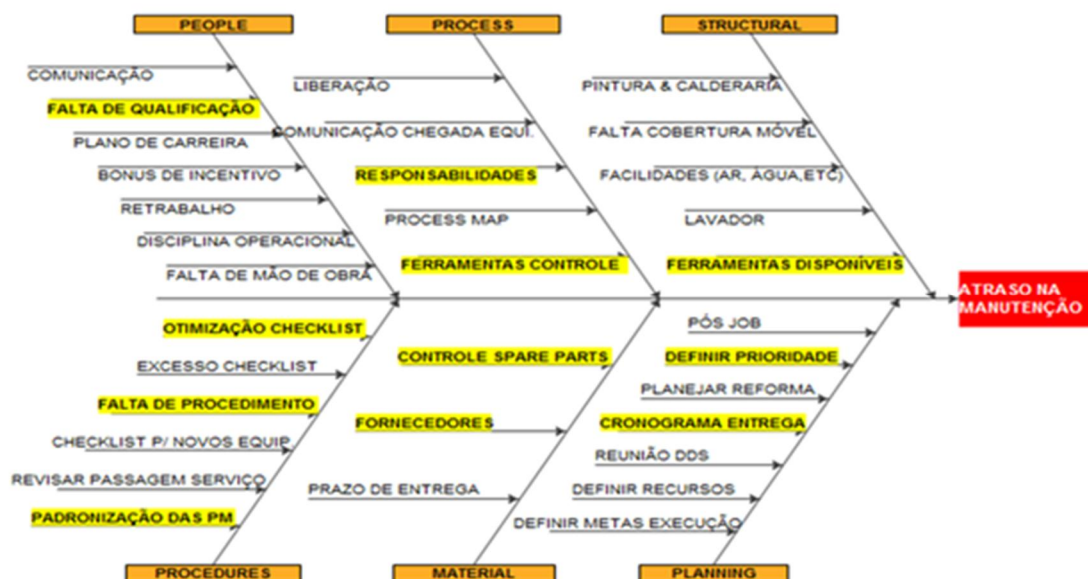
Para iniciar o processo de aplicação das práticas *Lean*, uma equipe multidisciplinar foi criada para que o evento *Kaizen* pudesse acontecer. Nesta oportunidade, o evento teve duração de uma semana e a equipe foi composta por 10 profissionais de times multidisciplinares, destacando-se o gerente do setor de nitrogênio e o gerente do contrato com o cliente, com vistas ao direcionamento necessário para as discussões, bem como ter o entendimento mais próximo do

que o cliente demanda.

A equipe foi treinada na metodologia *Lean*, antes do evento ter o seu início. O treinamento consistiu na apresentação dos conceitos e nas principais ferramentas utilizadas para identificação dos problemas e soluções, proporcionando assim um ambiente mais propício a participação efetiva por toda a equipe.

Para iniciar as discussões sobre os problemas relacionados às atividades, foram levantadas diversas informações, fazendo uso da ferramenta *brainstorming* que, em seguida, por meio da ferramenta "Diagrama de Ishikawa", foram identificadas as prováveis causas dos problemas que aconteciam nos processos organizacionais do setor, elencando assim alguns fatores que estariam resultando em uma situação indesejada na organização, conforme Figura 3.

Figura 3 - Diagrama de Ishikawa



Fonte: Elaboração própria

A partir das causas levantadas no diagrama de Ishikawa a equipe iniciou o mapeamento dos processos de liberação dos equipamentos fazendo uso da ferramenta *SIPOC*, oportunizando o conhecimento sobre os insumos e seus responsáveis, como deve ser feito o processamento, além das saídas do processo e para quem são direcionadas. A utilização desta ferramenta permitiu uma visão mais clara das etapas atreladas e adicionalmente dos pontos de dificuldades em cada etapa. Ao término da utilização desta ferramenta, foram identificadas cinco macro etapas: chegada de equipamentos; preparação de equipamentos; liberação de equipamentos; operação *offshore*; revisão da operação *offshore*.

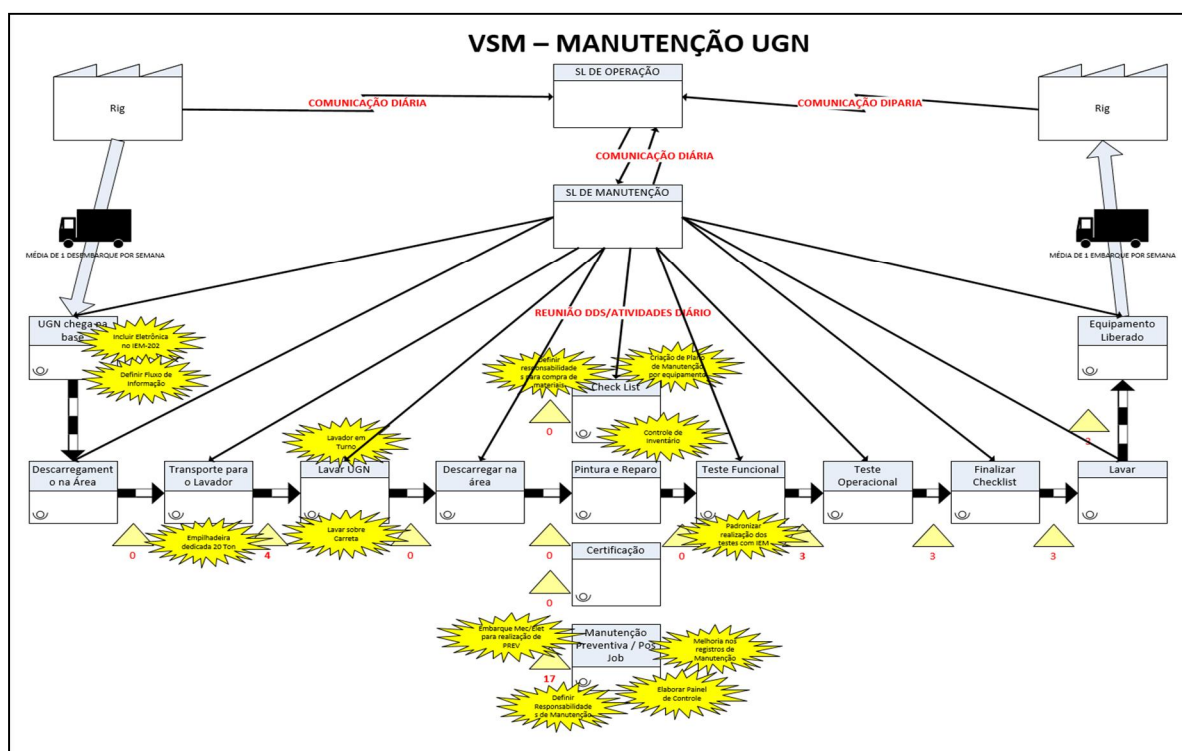
Com base nestas informações a equipe deu ênfase em mapear o fluxo de valor desde a chegada

do equipamento na base da empresa até sua liberação para novo embarque. Para isso o VSM foi desenhado de forma simples, utilizando caneta, criando uma representação visual e clara de cada etapa do processo referente aos fluxos de materiais e informações.

Utilizando-se novamente da ferramenta de *brainstorming*, foram mapeadas 14 etapas, em que a equipe buscou pontuar as dificuldades em cada passo, criando assim um banco de dados dos possíveis desperdícios a serem analisados futuramente.

Com o VSM do estado atual completo, foi possível identificar na sua parte inferior, da esquerda para direita, o fluxo de atividades que os equipamentos passam, até a sua liberação; e na parte superior, da direita para esquerda, o fluxo de informação que rege esse mapa foi igualmente identificado. Assim, foi possível obter uma melhor compreensão dos eventos sob a perspectiva do fluxo de valor das atividades e do cliente, bem como identificar algumas oportunidades de melhoria que já surgiram ao longo do processo de construção do mapa atual, como podem ser mais bem visualizados com marcações em amarelo, na Figura 4.

Figura 4 - VSM estado atual



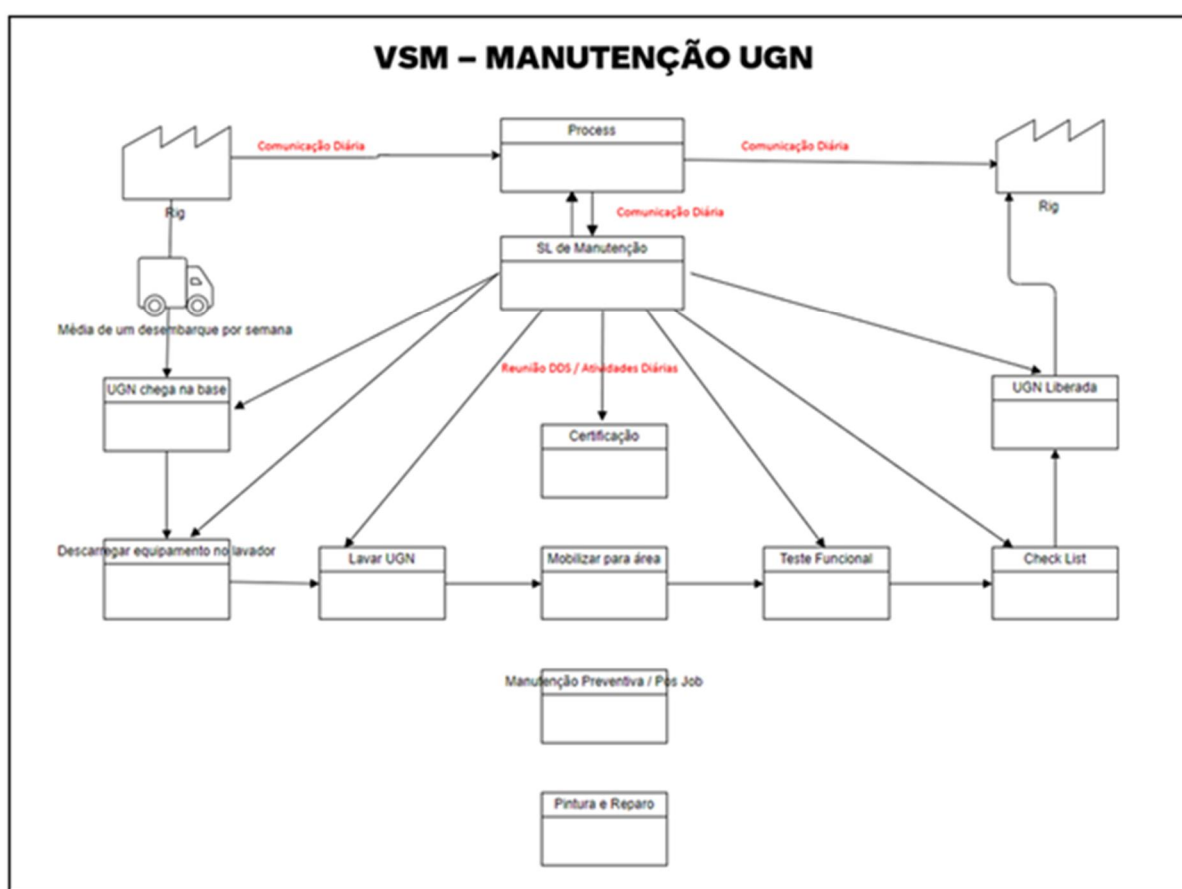
Fonte: Elaboração própria

Durante a montagem do VSM do estado atual, a equipe notou que não havia um padrão organizado para cada etapa e calculou-se uma média de 20 dias para liberação de um equipamento, desde sua chegada na base até estar pronto para um novo embarque. No modelo contratual, o cliente define um prazo máximo de 15 dias de expectativa de que o equipamento

seja liberado da manutenção. Nesta oportunidade, foi visualizado que com o processo atual, este prazo não estava sendo cumprido.

Após esta análise, os dados que compõe cada etapa do processo foram revisados e a sugestão de implementação de algumas melhorias foi realizada. Com esta ação, um VSM de estado futuro pôde ser desenhado. Esta ação oportunizou a confirmação das melhorias propostas, e visualização dos ganhos obtidos por meio da comparação entre os 2 mapas, possibilitando demonstrar o nível de eficácia da implementação das melhorias, conforme pode ser visualizado na Figura 5.

Figura 5 - VSM de estado futuro

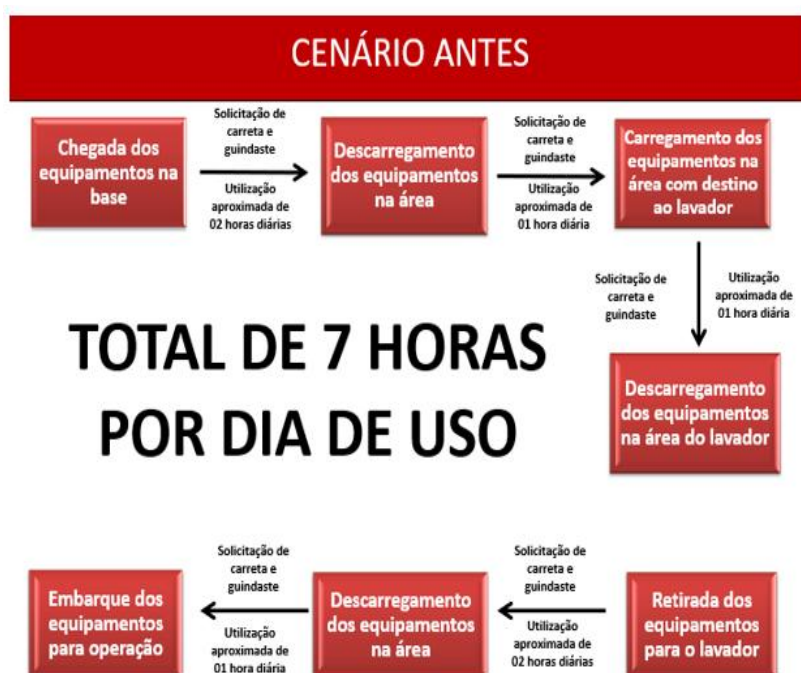


Fonte: Elaboração própria

A partir do desafio de atender ao tempo de manutenção e disponibilização dos equipamentos definido contratualmente pelo cliente - também conhecido como *takt time* deste processo, o fluxo foi repensado e as tarefas reorganizadas de forma que o processo obteve uma redução para 10 etapas - 4 etapas a menos do que visualizado no VSM de estado atual -, levando o prazo de atendimento a ser cumprido em 14 dias - 1 dia a menos do que a meta estabelecida contratualmente pelo cliente.

Como uma das melhorias sugeridas e implementadas pela equipe, a forma como era executada a lavagem dos equipamentos é um exemplo interessante a ser ressaltado, devido ao "peso fundamental" relacionado à eficiência do fluxo do processo. O tempo despendido para esta mesma etapa, em comparação ao estado anterior e posterior à aplicação das melhorias oportunizou ganhos de tempo superiores e 50% e a diminuição de 4 etapas relacionadas à lavagem dos equipamentos para somente 1 etapas de passagem pela área de lavagem, como visualizado nas Figuras 6 e 7.

Figura 6 - Cenário do processo de lavagem anterior



Fonte: Elaboração própria

Figura 7 - Cenário do processo de lavagem posterior



Fonte: Elaboração própria

Com foco nas práticas *Lean*, pode-se afirmar que a eliminação das tarefas sem valor conforme dispostas atende ao desperdício de "superprodução".

4. Conclusão

Por meio da pesquisa bibliográfica realizada foi possível atender a 3 dos objetivos propostos para este estudo, uma vez que: Houve o embasamento do estudo nos conhecimentos relacionados à metodologia e práticas *Lean*; a abordagem do VSM como ferramenta para melhoria de processos também foi abordada na revisão de literatura; além das as ferramentas de qualidades relacionadas ao VSM, que dão suporte para que o método seja aplicado com eficácia, também foram sucintamente expostas no estudo. Tais informações foram vistas como de grande valia para os autores, uma vez que oportunizaram realizar a relação direta entre a teoria acadêmica e as práticas realizadas nas empresas, enriquecendo o conhecimento. Diante disso, conclui-se que a filosofia *Lean* pode ser adequadamente aplicada a indústria de serviço do ramo de óleo e gás, não se limitando às indústrias de manufatura.

O quarto objetivo deste estudo - utilização da ferramenta VSM por meio de um estudo de caso - pode ser considerado como atendido, uma vez que o estudo de caso permitiu validar o uso do VSM como ferramenta de qualidade, visto que um processo realizado da mesma forma pela empresa alvo deste estudo, há anos, pôde receber melhorias. Tais melhorias oportunizaram ganhos como a eliminação de 4 das 14 etapas corriqueiramente realizadas pelo processo,

trazendo para o setor, além de economia de tempo no processo, economia financeira que pode ser revertida em lucratividade para empresa alvo do estudo. Outro ganho relacionado à redução de etapas trouxe ao processo eliminação de desperdícios como os relacionados ao transporte interno, reduzindo de 7 para 3 horas de utilização de transporte por dia de movimentação, o que demonstra as oportunidades em moldar o fluxo de forma a torná-lo mais eficaz, alinhado com as afirmações de Ohno (1997) sobre os desperdícios do processo produtivo por "superprodução. Como propostas para continuidade deste estudo, sugere-se avaliação em outras ferramentas da qualidade que possam ser utilizadas para a melhoria de processos organizacionais associadas ao VSM, com o intuito de demonstrar a possibilidade de potencialização de ganhos para empresa se adequadamente aplicadas.

REFERÊNCIAS

A relevância do Petróleo & Gás para o Brasil. IBP, 23 set. De 2019. Disponível em:

<https://www.ibp.org.br/personalizado/uploads/2019/08/ey-relevancia-do-petroleo-brasil.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2021.

BHAMU, Jaiprakash; SHAIENDRA KUMAR, J. V.; SANGWAN, Kuldip Singh. Productivity and quality improvement through value stream mapping: a case study of Indian automotive industry. **International Journal of Productivity and Quality Management**, v. 10, n. 3, p. 288-306, 2012.

DADASHNEJAD, Ali-Asghar; VALMOHAMMADI, Changiz. Investigating the effect of value stream mapping on operational losses: a case study. **Journal of Engineering, Design and Technology**, 2018.

HASSAN, M. Nasr; BARAKAT, A. F.; SOBH, A. S. Effect of applying lean maintenance in oil and gas fields. In: **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**. IOP Publishing, 2020. p. 012045.

KOVÁCS, György. Combination of Lean value-oriented conception and facility layout design for even more significant efficiency improvement and cost reduction. **International Journal of Production Research**, v. 58, n. 10, p. 2916-2936, 2020.

LIKER, Jeffrey K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Bookman Editora, 2021.

MAKWANA, Amitkumar Dhanjibhai; PATANGE, Gajanan Shankarrao. A methodical literature review on application of Lean & Six Sigma in various industries. **Australian Journal of Mechanical Engineering**, v. 19, n. 1, p. 107-121, 2021.

OHNO, Taiichi. O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala; trad. **Cristina Schumacher.**: Porto Alegre, RS: Artes Médicas, 1997.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício: manual de trabalho de uma ferramenta enxuta.** Lean Institute Brasil, 2007.

SHINGO, Shigeo. O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção. trad. **Eduardo Schaan**, v. 2, 1996.

SHOU, Wenchi et al. A cross-sector review on the use of value stream mapping. **International Journal of Production Research**, v. 55, n. 13, p. 3906-3928, 2017.

STONE, Kyle B. Four decades of lean: a systematic literature review. **International journal of lean six sigma**, 2012.

VO, Brian; KONGAR, Elif; BARRAZA, Manuel F. Suárez. Kaizen event approach: a case study in the packaging industry. **International Journal of Productivity and Performance Management**, 2019.

WERKEMA, Cristina. **Lean seis sigma.** Elsevier Brasil, 2011.

WERKEMA, Cristina. **Métodos PDCA e DMAIC e Suas Ferramentas Analíticas.** Elsevier Brasil, 2013.

WIECZERNIAK, Sebastian; CYPLIK, Piotr; MILCZAREK, Jarosław. Root cause analysis methods as a tool of effective change. **Business Logistics in Modern Management**, 2017.

WOMACK, James P. **A máquina que mudou o mundo.** Gulf Professional Publishing, 2004.

WOMACK, P. J.; JONES, T. D. A Mentalidade Enxuta nas empresas Lean Thinking: Elimine o desperdício e crie riqueza, Rio de Janeiro: Elsevier Gampus, 2004, 395p.

ZHOU, Bin. Lean principles, practices, and impacts: a study on small and medium-sized enterprises (SMEs). **Annals of Operations Research**, v. 241, n. 1, p. 457-474, 2016.