

## LEAN EM OFICINAS DE MANUTENÇÃO DE LOCOMOTIVAS

Sérgio Henrique Silva <sup>(1)</sup> (sergiohenriquesilva13@gmail.com), Lucas Costa Brito <sup>(2)</sup> (lucas.brito@ufu.br),  
Hermes Dias Godinho <sup>(1)</sup> (hermes@iesae.com.br), Jorge Nei Brito <sup>(3)</sup> (brito@ufs.ju.edu.br)

<sup>(1)</sup> Instituto de Ensino Superior Albert Einstein (IESAE); MBA em Engenharia de Manutenção e Gestão de Ativos

<sup>(2)</sup> Universidade Federal de Uberlândia (UFU); Faculdade de Engenharia Mecânica (FEMEC)

<sup>(3)</sup> Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ); Departamento de Engenharia Mecânica e de Produção (DEMEP)

**RESUMO:** Neste trabalho apresenta a evolução na produtividade de uma oficina de manutenção em razão da utilização da Metodologia Lean. Após a análise dos dados, obtidos por meio da produtividade aplicada, observou-se melhorias em todos os setores da manutenção. Além disso, tal observação permitiu a constatação de que a aplicação do modelo trouxe resultados bastante satisfatórios. Desse modo, foram alcançados avanços nos processos que geraram a redução no tempo médio de serviço e o aumento da disponibilidade dos ativos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Metodologia Lean, Manutenção Locomotivas, Redução de Tempo.

## LEAN IN LOCOMOTIVE MAINTENANCE WORKSHOPS

**ABSTRACT:** The evolution in the productivity of a maintenance workshop due to the use of Lean Methodology is showed. After analyzing the data, obtained through applied productivity, improvements were observed in all sectors of maintenance. In addition, such observation allowed the observation that the application of the method brought very satisfactory results. In this way, advances were made in the processes, generating a reduction in the average service time and increasing the availability of assets.

**KEYWORDS:** Budget Planning and Control, Management Decision Making, PPCM, Maintenance.

## DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Os autores são os únicos responsáveis por este trabalho.

## 1. INTRODUÇÃO

Com a precarização da malha rodoviária e os altos custos do frete, muitas empresas optaram pela realização dos transportes por meio das ferrovias. Consequentemente, o volume de cargas transportadas pelo modal ferroviário tem crescido significativamente nas últimas décadas. Nesse cenário, a MRS Logística, empresa que opera locomotivas de carga na região sudeste, buscou aprimorar seus serviços, a fim de melhor atender seus clientes.

A partir de 2016 iniciou a implantação da Metodologia Lean, em suas Oficinas de Manutenção. Seu objetivo era o de alcançar processos mais rápidos, mais flexíveis e com menores custos. Neste contexto, neste trabalho será dado ênfase a avaliação dos resultados alcançados após a implementação desse método, especificamente na Oficina do P1-7. Destaca-se que essa ação foi realizada em conjunto com outras áreas de interfaces da empresa.

Segundo Cardoso *et al.* (2016) é possível aumentar a produtividade e a qualidade do serviço, mesmo sem realizar grandes investimentos, apenas com implantação da Metodologia Lean. O autor demonstrou a importância da Gestão na Manutenção, suas estratégias e dificuldades. Em seguida, discorreu sobre as ferramentas Kanban e Kaizen e os resultados econômicos alcançados após implantação.

Inácio e Nanni (2014) apresentaram um trabalho sobre tempos e movimentos em oficinas mecânicas. Os autores avaliaram as tarefas de cada colaborador concluindo a necessidade da padronização dos processos. A consequência foram investimentos em treinamento e capacitação dos colaboradores que melhoraram a produtividade e redução dos custos da manutenção.

Oliveira, Viera e Sousa (2017) demonstraram os resultados da implantação do Lean Manufacturing na Oficina de Manutenção de equipamentos de transportes de uma mineradora. Os principais benefícios alcançados pelo método foram a diminuição dos desperdícios e do retrabalho, a melhoria no clima organizacional, a diminuição das falhas operacionais, além de mais segurança e menos esforço na execução das atividades. Além disso, foi possível padronizar e estabilizar as tarefas com ganhos em qualidade e confiabilidade no processo.

De acordo com Murano (2018) as manutenções são um dos principais pilares para aumentar o desempenho de uma organização. Ela tem um papel decisivo sobre as questões de disponibilidade e confiabilidade, além de reduzir custos e despesas. Infere-se desse modo, que tal departamento após a implementação da Metodologia Lean, passa a ter uma função estratégica, uma vez que pode trazer melhoras na lucratividade e na produtividade da empresa.

Segundo Ladeira (2017), a Metodologia Lean é basicamente tudo o que diz respeito à obtenção de materiais corretos, no local correto, na quantidade correta, minimizando o

*“Os desafios da engenharia industrial na produção de alimentos, energia renovável e na promoção da qualidade de vida das pessoas.”*

desperdício, com flexibilidade abertura para mudanças. É de fato uma abordagem inovadora, no que concerne às práticas de gestão, orientando as ações para a eliminação gradual dos gastos em meio à otimização de resultados, utilizando procedimentos bem simples. Vale ressaltar, que a indústria automobilística foi o berço dessa filosofia, evoluindo gradativamente para outros setores.

Para Murça (2012), a implementação da Metodologia Lean em uma organização ajuda a reduzir custos nos serviços, na manutenção, na produção, na logística, nos serviços administrativos e no próprio pessoal. Todavia, ressalta o autor, que mais do que implementar a filosofia lean é preciso mantê-la ativa e para isso é preciso inovar.

Segundo Ladeira (2017), a Metodologia Lean se baseia nos seguintes pontos capitais: parar a produção para a produção nunca parar; ter padrões visuais simples para todas as coisas importantes; o pessoal mais próximo do trabalho é que deve desenvolver os padrões e chamar os especialistas quando for necessário; e tornar os problemas visíveis.

De acordo com Jones e Womack (2007), a mentalidade enxuta é a ferramenta mais poderosa para criar valor e ao mesmo tempo eliminar o desperdício. O pensamento enxuto alinha melhor a sequência das ações, além de realizar as atividades sem interrupção executando-as com mais eficácia. Conclui-se, portanto, que a Metodologia Lean é capaz de realizar operações reduzindo o esforço humano, os equipamentos, o tempo e o espaço.

## 2. AS MANUTENÇÕES NA OFICINA DE LOCOMOTIVAS DO P1-7

O objetivo da Oficina de Locomotivas do P1-7 é realizar manutenções, revisões e inspeções em locomotivas, assegurando a disponibilização de ativos de modo a atender seus clientes e fornecedores de forma eficaz e satisfatória.

Os mantenedores realizam o chamado "pré-teste", que é um exame minucioso realizado na locomotiva antes de iniciar qualquer tipo de manutenção. Em seguida executa-se a análise termográfica para verificar possíveis aquecimentos excessivos em equipamentos elétricos. Também é realizada a análise química do óleo lubrificante e da água e a análise de vibração da locomotiva.

Na Oficina de Locomotivas do P1-7 são realizados serviços oriundos de manutenções corretivas, preventivas e preditivas. Na primeira delas o equipamento sofre intervenção somente em último caso, ou seja, quando não for mais possível utilizá-lo. Neste caso, ele é substituído ou recondicionado. A manutenção corretiva, além de ser mais dispendiosa e muito prejudicial à produção, pois provoca paradas inesperadas.

## 2.1. A Implementação da Metodologia LEAN na Oficina do P1-7

Visando minimizar o desperdício e aumentar a produtividade dos serviços realizados na Oficina de Manutenção de Locomotivas do P1-7, a empresa do ramo ferroviário, passou a utilizar a Metodologia Lean para o gerenciamento das atividades.

Foram criados controles para o ganho de produtividade da oficina com foco em "Homem x hora" (Hxh). O foco principal é garantir que o colaborador fique o máximo de tempo possível dentro de ordem de serviços produtivas, além de agregar valor aos negócios.

Entende-se por desperdício a espera, o retrabalho, o excesso de processamentos, o transporte desnecessário e o desperdício de movimentos. Neste cenário, os principais pontos avaliados, nos serviços prestados pela oficina, são os apresentados a seguir.

- Análise de falhas.
- Gerenciamento da rotina segundo à Metodologia INDG (desenvolvida pelo INDG Tecnologia e Serviços Ltda.).
- Desenvolvimento de estratégias para liberação de locomotivas.
- Reuniões semanais com gestores e equipes de manutenções.
- Acompanhamento de ocorrências de tráfego.
- Inspeção da produção da oficina.
- Acompanhamento nas realizações de manobras dentro e fora de oficina.
- Acompanhamento no direcionamento e distribuição de mão de obras através do PCMO (Programação de Controle de Mão de Obra), Figura 1, e a área em que atue. Na Figura 2 tem-se o controle de mão de obra por locomotiva na oficina.



**FIGURA 1.** (PCMO): Programação de Controle de Mão de Obra. Fonte: Autor (2019).

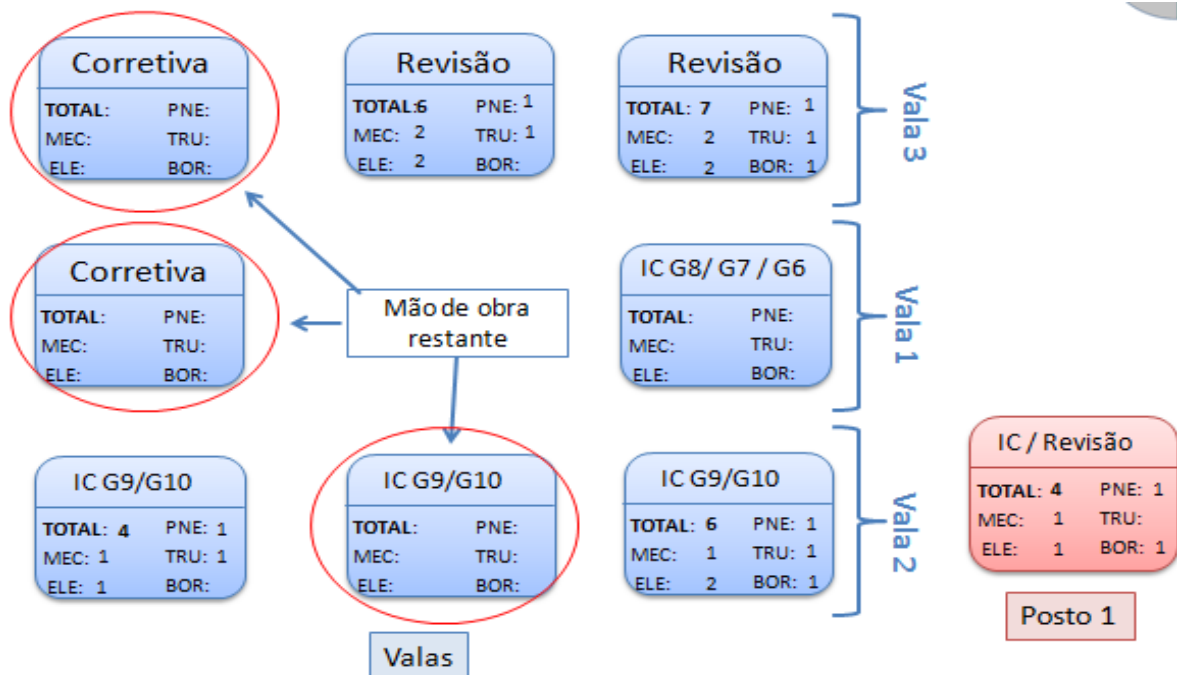


**FIGURA 2.** Controle de mão de obra por locomotiva na oficina. Fonte: Autor (2019).

O tempo de imobilização é o Sislog, que é compreendido pelo tempo de execução em ordens de serviço de manutenção e o tempo em que as locomotivas ficam paradas sem colaboradores, incidindo diretamente na formação de filas. Assim, esse foi o fator avaliado prioritariamente com o objetivo de reduzir o desperdício de tempo e excesso de locomotivas paradas sem necessidade, gerando impactos na disponibilidade.

Com a definição da quantidade de Hxh exigido para cada escopo realizado na oficina, em função da quantidade de colaboradores da gerência, a retenção máxima foi recalculada passando de 16 para 12 locomotivas. Dessa forma, garantiu-se que todas as máquinas que estejam na oficina tenham colaboradores atuando em suas Ordens de Serviço.

Para estes cálculos foi utilizada a Metodologia de Tempos e Movimentos. Com a redução do estoque interno de locomotivas teve-se um aumento da disponibilidade das máquinas da frota GE AC-44 (modelo mais moderno da companhia). Juntamente com a área de Planejamento e Controle de Manutenção (PCM) da empresa, foram padronizados estes métodos e desenvolvidos indicadores para o acompanhamento das atividades.

Após 30 dias de testes foi realizada uma reunião de alinhamento com todos os programadores da Oficina de Locomotivas e da área de Planejamento de Controle da Manutenção, validando todos os conceitos. Na Tabela 1 tem-se a proposta de retenção da Oficina de Locomotivas do P1-7.

**TABELA 1.** Proposta de Retenção da Oficina de Locomotivas do P1-7.

| RETENÇÃO | IC G9/G10<br>Demais Locos | Preventivas<br>IC de G8 CG | Corretivas | TOTAL |
|----------|---------------------------|----------------------------|------------|-------|
| Mínimo   | 2                         | 3                          | 1          | 6     |
| Ideal    | 3                         | 4                          | 2          | 9     |
| Máximo   | 4                         | 5                          | 3          | 12    |

Fonte: Autor (2020).

## 2.2. O Aumento da Produtividade

Após as análises de retenção da Oficina de Locomotivas do P1-7 foram avaliados outros aspectos para o aumento de produtividade. Considerando este cenário conclui-se que dos pontos avaliados, um dos principais problemas é a questão da improdutividade por falta de material.

Devido à baixa retenção de locomotivas na oficina, a falta de material passa a ter um impacto muito maior nos indicadores. Com base nestes fatores foram criados mecanismos para minimizá-los, conforme apresentado a seguir.

### 2.2.1. Lista crítica de materiais mais utilizados

O foco desta iniciativa foi realizar um mapeamento dos materiais que mais faltavam na oficina e baseado nestes dados, criou-se uma lista definindo um alvo de 75% de aderência, conforme mostrado nas Figuras 3 e Tabela 2.

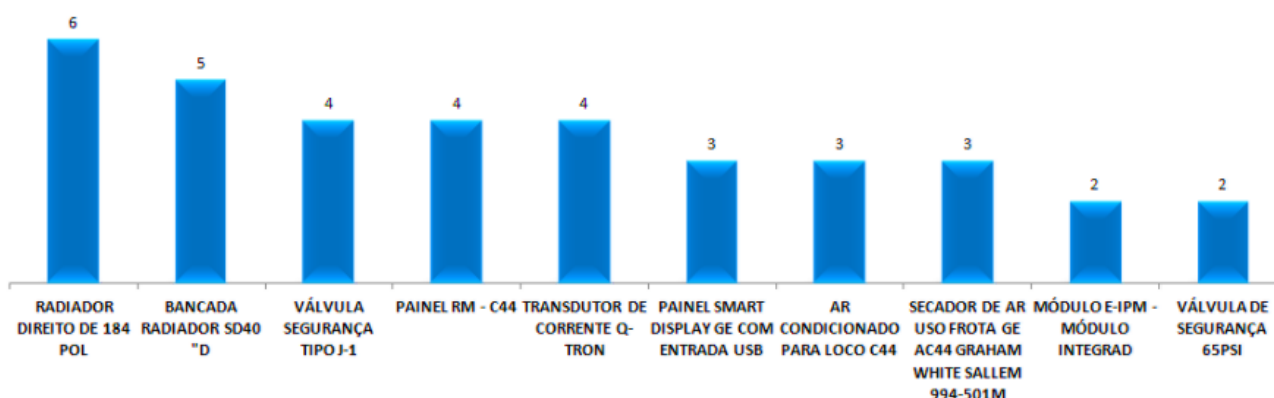


**FIGURA 3.** TOP 10 Pendências de Materiais - Fevereiro. Fonte: Autor (2019).

TABELA 2. Lista de Materiais Oficina de Locomotivas do P1-7.

| ÁREA | CÓDIGO     | DESCRIÇÃO                                           | EST<br>SEGURANÇA | ESTOQUE | ADERÊNCIA |
|------|------------|-----------------------------------------------------|------------------|---------|-----------|
| RCM  | R572110122 | CONJUNTO DE FORÇA C36 EFI                           | 5                | 11      | 100%      |
| RCM  | R570730009 | BIELA MESTRE PARA LOCO GE                           | 1                | 4       | 100%      |
| RCM  | R570730003 | BIELA ARTICULADA                                    | 1                | 5       | 100%      |
| RCM  | R577065006 | PISTÃO GE MELONITE 142X1070                         | 3                | 8       | 100%      |
| RCM  | R577720017 | RADIADOR ESQUERDO C44/AC44                          | 1                | 1       | 100%      |
| RCM  | R577720016 | BANCADA DIR. RADIADOR C44/AC44                      | 1                | 3       | 100%      |
| RCM  | R578901126 | SUPERALIMENTADOR DE AR P/ LOCO AC44                 | 2                | 6       | 100%      |
| RCM  | R574860023 | RESFRIADOR DE ÓLEO                                  | 1                | 3       | 100%      |
| RCM  | R574860810 | INTERCAMBIADOR DE AR DIREITO                        | 1                | 1       | 100%      |
| RCM  | R574860811 | INTERCAMBIADOR DE AR ESQUERDO                       | 1                | 0       | 0%        |
| RCM  | R570725008 | INJETOR DE COMBUSTÍVEL                              | 44               | 144     | 100%      |
| RCM  | R577720010 | RADIADOR P/LOCO C36-7/SF-30C                        | 1                | 3       | 100%      |
| RCM  | R577720009 | RADIADOR U23C/U23CA                                 | 1                | 2       | 100%      |
| RCM  | R571320004 | CAIXA DE ROLAMENTO DE RODEIRO P/ LOCO GE            | 1                | 3       | 100%      |
| RCM  | R570926009 | BOMBA ÓLEO LUB.GE C36-AC/C44                        | 2                | 5       | 100%      |
| RCM  | R578740206 | SUPORTE DO FLANGE DO TURBO PARA LOCOMOTIVAS GE AC44 | 1                | 2       | 100%      |
| RCM  | R570920002 | BOMBA D'AGUA 125X1072-2                             | 3                | 9       | 100%      |
| RCE  | R310515208 | BATERIA MOURA PEQUENA                               | 1                | 0       | 0%        |
| RCE  | R310515166 | BATERIA GNB                                         | 1                | 1       | 100%      |
| RCE  | R310515165 | BATERIA TUDOR 8V                                    | 1                | 0       | 0%        |
| RCE  | R570924003 | BOMBA DE TRANSFERÊNCIA DE COMBUSTÍVEL- PARAGON      | 2                | 13      | 100%      |

Fonte: Autor (2020).

### 2.1.2. Controle de materiais em pendência

Para levantar as pendências elaborou-se um controle onde todos os materiais em falta foram analisados, Figura 4. Além disso, criou-se um alvo com vistas na reposição de estoque de forma mais ágil.

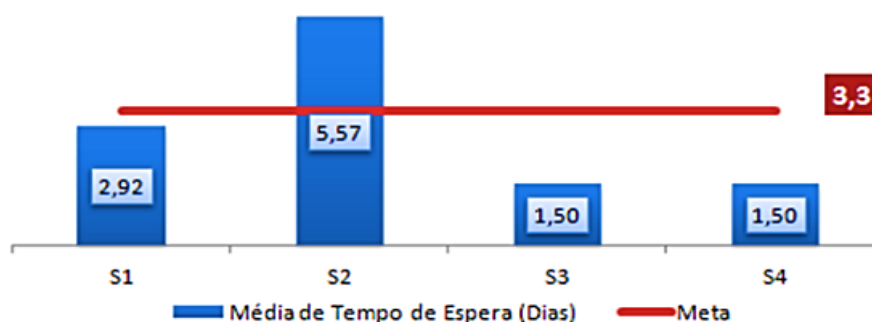


FIGURA 4. Pendência de Material. Fonte: Autor (2019).

Após estas iniciativas observou-se resultados positivos em todo o processo de manutenção. Somando-se a redução do tempo de falta de materiais associada à diminuição da retenção na oficina foi possível perceber um aumento no rendimento dos colaboradores o que gerou uma maior liberação de locomotivas pela oficina com aumento da disponibilidade da empresa.

*“Os desafios da engenharia industrial na produção de alimentos, energia renovável e na promoção da qualidade de vida das pessoas.”*

De acordo com Murano (2018), antes da utilização do conceito da manutenção com foco na confiabilidade, esse tipo de operação baseava-se no tempo, acumulando desperdícios de recursos, além de provocar a indisponibilidade dos equipamentos. Já a Metodologia Lean usa o mínimo de recursos para manter os utensílios com a garantia de segurança, reduzindo desperdícios e tornando as paradas eficazes.

Além da maior taxa de liberação de locomotivas, houve um melhor acompanhamento dos colaboradores. Devido à redução da quantidade de máquinas paradas os líderes passaram a acompanhar menos serviços. Assim, conseguiram direcionar, de forma mais assertiva, os mantenedores, o que trouxe ganhos na confiabilidade das entregas da manutenção. Desse modo percebeu-se que a taxa de falhas de mão de obra da área reduziu de forma significativa, aliado a aplicação de Hxh constante, Figura 5, onde NR significa "Não Rotina" e IC "Inspeção".

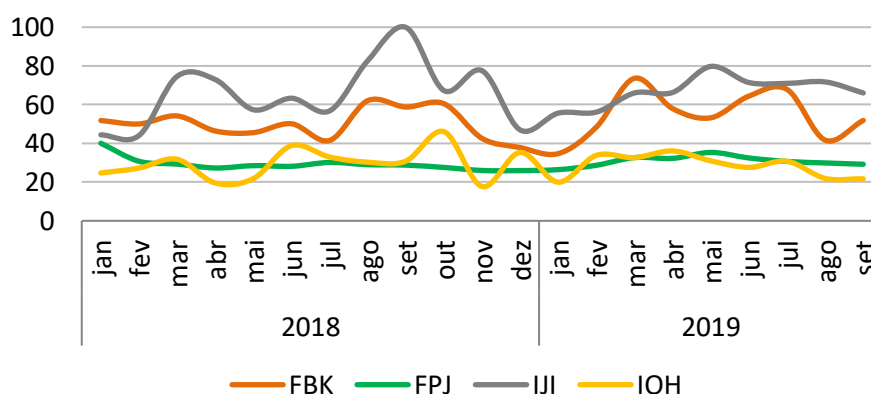


**FIGURA 5.** Hh utilizado em NR por visita - IC + complementos. Fonte: Autor (2019).

Na Figura 6 tem-se a taxa de falhas MKBF (*Mean Kilometer Between Failures* = Quilômetro Médio Entre Falhas) por liberações de Locomotivas G10.

Toda essa regularidade nos serviços proporcionou a empresa a possibilidade de utilizar a unidade como área estratégica para projetos de modernização de locomotivas e testes de iniciativas. Essa alternativa, além de produtora, traz ganhos exponenciais para a qualidade da manutenção.

Após a determinação de todas as regras para o andamento do processo foram criadas etapas para treinamentos de todos os colaboradores envolvidos. Esses ensaios iniciaram-se com os líderes e técnicos da manutenção. Posteriormente, um programa para alinhamento dos conceitos de produtividade foi estruturado. Com o objetivo de envolver toda a equipe foi criado o projeto "Guardiões da Segurança" que possibilitou o setor operacional ter acesso às normas e orientações nele contidas.

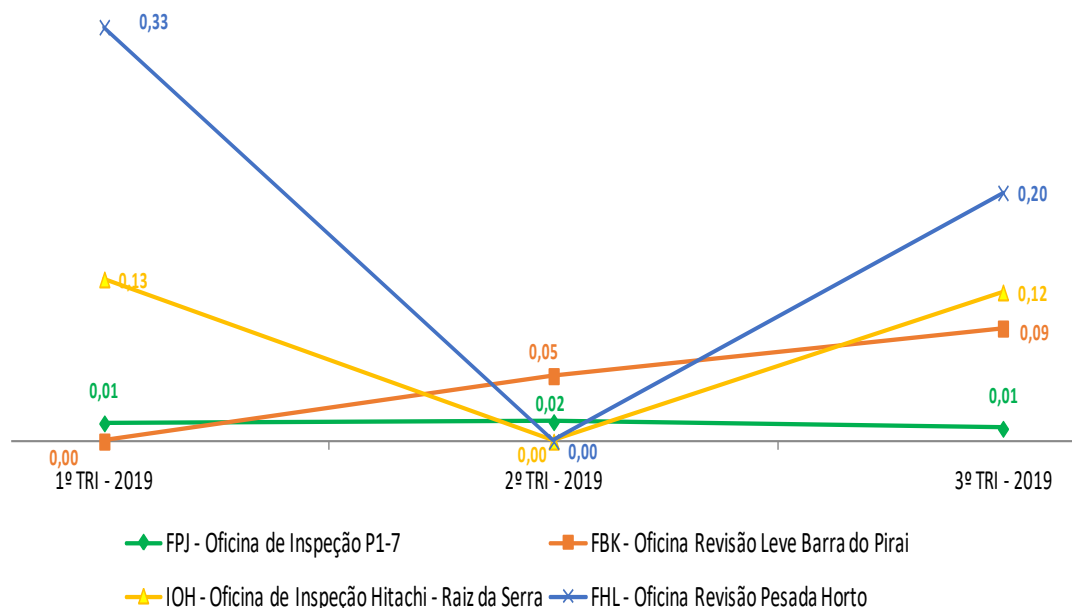


**FIGURA 6.** Taxa de Falhas MKBF | Liberações Locomotivas G10. Fonte: Autor (2019).

Para Balabuch (2017) qualquer mudança no processo demanda do alto escalão atenção, planejamento e iniciativa. Desse modo deverão assumir o comando como verdadeiros líderes definindo e comunicando como será a mudança. Assim, estabelecerão a ordem do ambiente organizacional, a promoção do aprendizado e o envolvimento do grupo. Esse conjunto de tarefas facilitará a integração do aprendizado individual e da equipe, influenciando na capacidade e na vontade de todos em aprender, compartilhar, decidir e caminhar.

Em conformidade com Balabuch (2017), o programa propôs aos colaboradores o conhecimento dos diversos setores da oficina, como uma das etapas do treinamento. Inicialmente uma equipe passou, pelo período de uma semana, no turno administrativo. No primeiro dia, foram repassadas todas as premissas para a produtividade individual. Tais orientações tiveram como objetivo aumentar a utilização produtiva e reduzir a ociosidade.

Nos dias em que se seguiram, foram avaliadas as formas de atuação diretamente nas próprias locomotivas. Nessa fase do treinamento, os colaboradores tiveram a oportunidade de apresentar propostas para aumento de produtividade. As sugestões variaram entre a proposição da aquisição de ferramentas mais modernas para determinada atividade e a alteração nos processos de manutenção. A avaliação das proposições foi realizada por pessoas que estavam diretamente ligadas à manutenção, ou seja, os próprios mantenedores.

Mensalmente eram treinados dez colaboradores operacionais. Ao final de doze meses, toda a equipe pode concluir o treinamento. Neste período foram criadas 247 ações que trouxeram

benefícios para todo o processo da área. Entre elas destacam-se o custo gerado de adequações, as aquisições de ferramentas e demais dispositivos perfazendo um total de R\$ 11.500,00. Esse valor é considerado um montante pequeno em relação aos ganhos gerados.

Na Figura 7 tem-se a evolução do ambiente da empresa após as ações de capacitação. Observa-se que após o treinamento o envolvimento dos colaboradores nas decisões do processo tornou-se maior. Além disso, percebeu-se que todos os envolvidos passaram a se sentir mais valorizados.

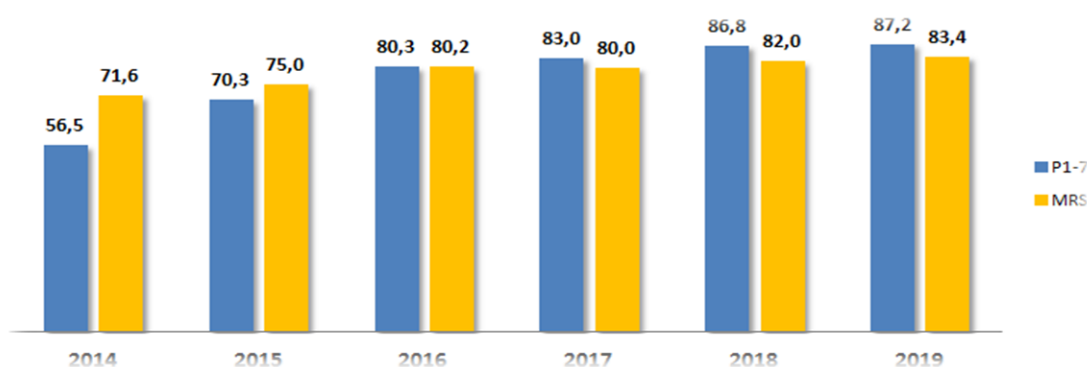


FIGURA 7. Evolução do ambiente da empresa. Fonte: Autor (2019).

### 3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Segundo Balabuch *et al.* (2017), para se alcançar o sucesso com a implementação da Metodologia Lean é necessária a quebra de muitos paradigmas, incluindo os mais variados níveis estruturais e setores da empresa. Nesse sentido, do operacional ao tático, todos deverão trabalhar no sentido de atingir maiores níveis de eficiência, além de eliminação de desperdícios, reduzir custos, agregar valores à empresa e ao atendimento das necessidades dos clientes.

É importante ressaltar que após o término do projeto todos os indicadores de produtividade da área, tiveram crescimentos consideráveis, sobretudo os relacionados à qualidade dos serviços. A seguir apresenta-se os indicadores que mais se destacaram.

- **Eficiência Hxh:** No cálculo deste indicador leva-se em consideração a taxa de utilização dos colaboradores em manutenção de locomotivas pelo tempo manutenção realizada. Na Figura 8 tem-se o "Indicador de Eficiência Hxh".

- **Tempo de Sislog:** Este indicador mede o tempo de imobilização das locomotivas na oficina. Quanto menor o tempo, maior será a disponibilidade das locomotivas para a operação, Figura 9.

**Tempo em Horas:** Na Figura 10 tem-se o registro deste indicador onde percebe-se uma redução significativa do mesmo após a implantação da Metodologia Lean.

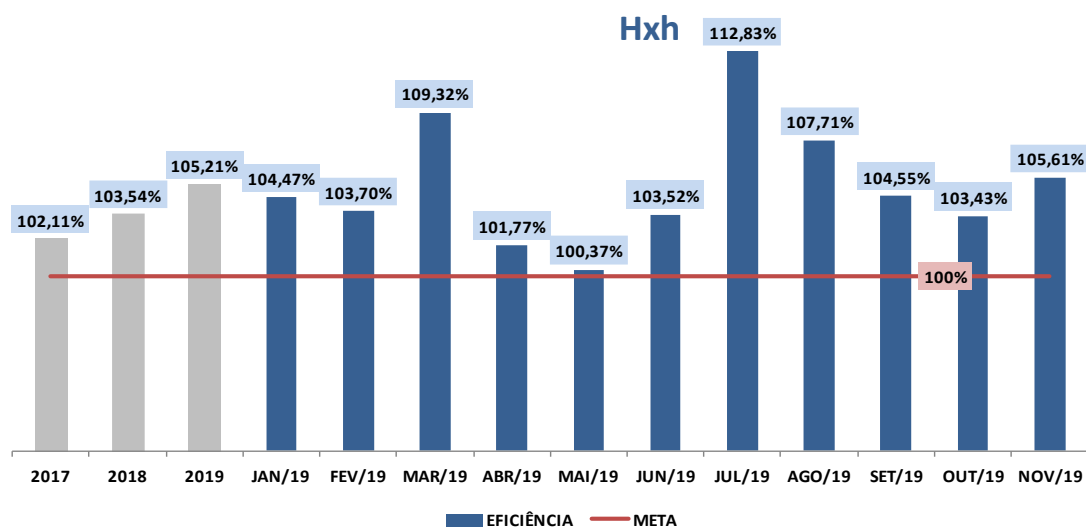


FIGURA 8. Indicador de Eficiência Hxh. Fonte: Autor (2019).

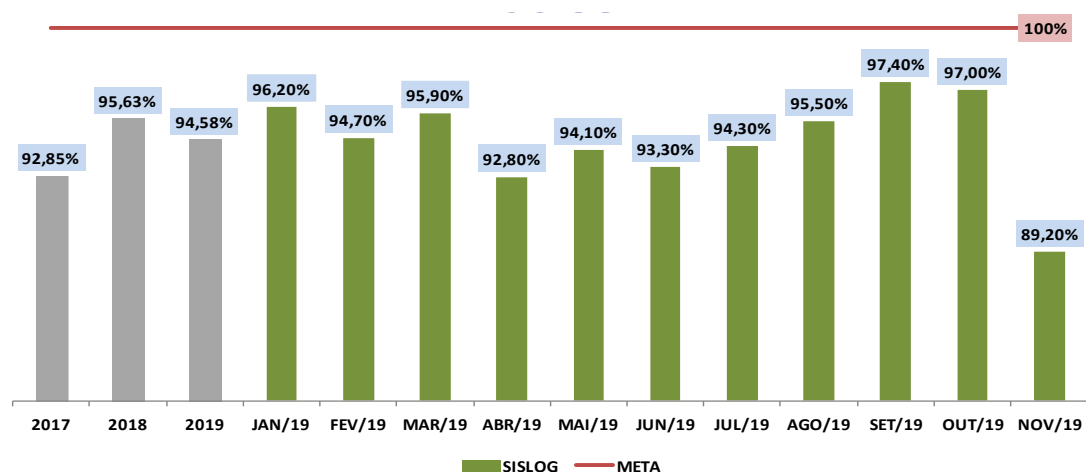


FIGURA 9. Tempo de Sislog. Fonte: Autor (2019).

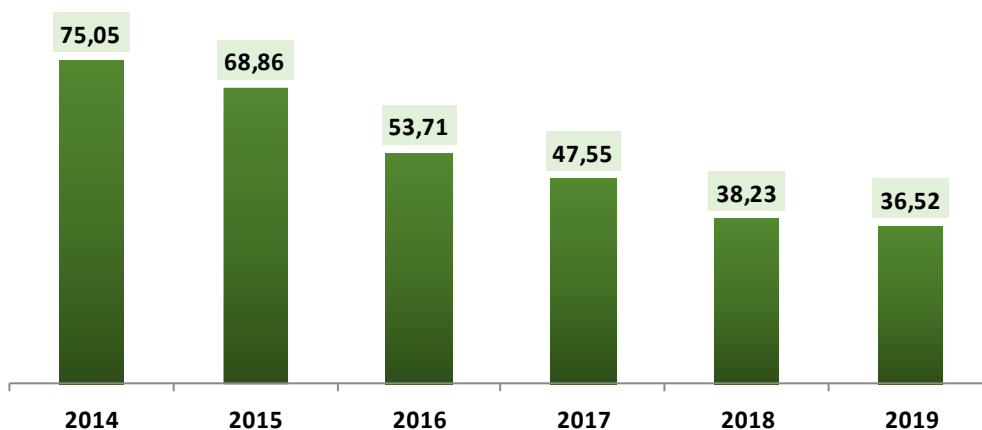


FIGURA 10. Tempo em Horas. Fonte: Autor (2019).

Com relação a redução do tempo médio de manutenção das locomotivas, da frota mais nobre da empresa, também houve melhoria significativa. Nas AC-44, que atuam no fluxo do minério, parte mais importante do negócio da empresa, os resultados foram ainda mais significativos. Essa melhoria gerou possibilidades de aumento da produção para empresa.

Toda redução de tempo e custos foi gerada de forma bastante criteriosa, sobretudo, no controle de falhas de mão de obra que, ano a ano foram caindo. Tal melhoria ocorreu devido à possibilidade de acompanhar mais de perto os colaboradores, ação essa, proporcionada pela implantação do programa.

Dessa forma, os colaboradores tiveram treinamentos mais constantes no local de trabalho, reduzindo assim os erros e dificuldades de operação. Além disso, esse formato trouxe benefícios para a empresa principalmente no que diz respeito à redução do impacto na produção provocado pela falha de locomotivas.

Compreende-se assim que o aumento da confiabilidade gerado pelo projeto, também trouxe ganhos em segurança operacional. Destaca-se que os locais onde eram considerados pontos críticos para a segurança operacional eram submetidos ao realinhamento das manutenções. Além disso, os colaboradores passaram a ter cuidados mais específicos e sempre eram inspecionados pelos técnicos após a conclusão das manutenções.

Outro aspecto que merece destaque é a geração de dados no momento da detecção das falhas. Ao localizar qualquer desvio o colaborador passou a reportá-lo a uma base de dados que passava a ser alimentada pelos próprios operários de manutenção ou qualquer outro cargo envolvido no processo, gerando assim um histórico de cada colaborador.

Na Figura 11 tem-se o registro do indicador MKBF (*Mean Kilometer Between Failures* = Quilômetro Médio Entre Falhas) relativo ao período de 2018 e 2019.

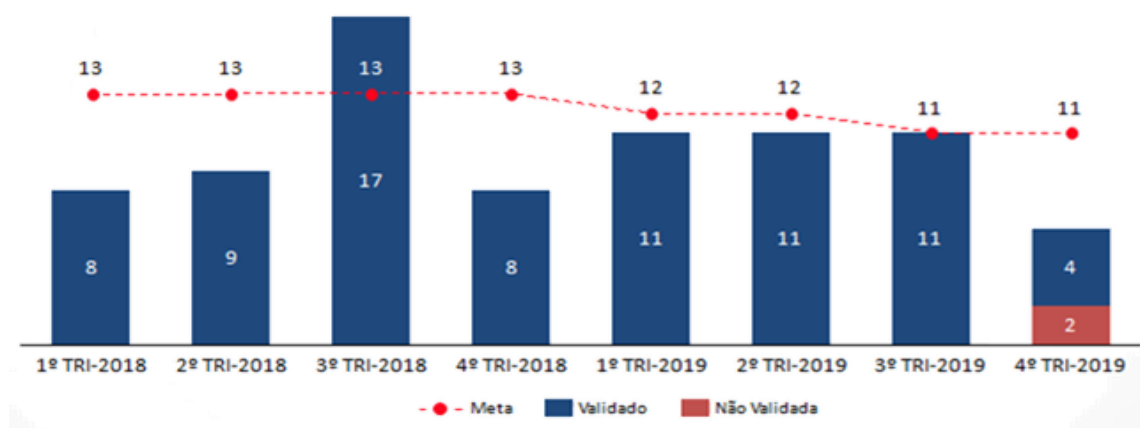


FIGURA 11. MKBF (*Mean Kilometer Between Failures*). Fonte: Autor (2019).

Todos os ganhos trouxeram para a unidade os títulos de melhor Oficina de Locomotivas da empresa, por quatro anos consecutivos, de 2016 a 2019, fruto da dedicação de todos os colaboradores que possibilitou a concretização do sucesso do projeto e a comprovação de sua sustentabilidade, o qual manteve-se estável por todos estes anos.

#### 4. CONCLUSÕES

A implantação da Metodologia Lean na oficina de manutenção de locomotivas do P1-7 da empresa do ramo ferroviário, trouxe excelentes resultados tanto para a prestadora de serviços, quanto para seus colaboradores.

Com grande esforço de todos os envolvidos, foram obtidos ótimos resultados. por meio do processo de produtividade aplicada, na qual foram observadas melhoras em todos os escopos de manutenção realizadas na área. Tais resultados fizeram com que a oficina ganhasse o título de melhor área de manutenção de locomotivas da empresa.

É possível concluir que o controle de retenção no processo de manutenção trouxe benefício a todos os seus pilares. É importante destacar o crescimento da produtividade, o aumento da confiabilidade, a melhoria do clima organizacional, a redução dos custos e a ampliação da segurança. Nota-se assim que a organização do processo associada à redução da quantidade de locomotivas que estavam em manutenção trouxe a referida gama de benefícios.

#### REFERÊNCIAS

BALABUCH, Pauline et al. **Princípios e Filosofia Lean**. Ponta Grossa: Atena, 2017.

CARDOSO, W., AZZOLINI JÚNIOR, W., BARROS A. L. e CARNEIRO FILHO, P. H. **Redução do desperdício de tempo e movimento em um processo de manutenção de locomotiva diesel elétrica**. XXII SIMPEP. 2016

INÁCIO, A. S. A; NANNI, G. **Tempos e movimentos: o estudo em uma oficina de manutenção mecânica**. 2014. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/241697750/> > Acessado em: 18 mar. 2020.

JONES, Daniel T.; WOMACK, James P. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício, crie riqueza**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2004.



LADEIRA, J. N. **Benefícios das Ferramentas Lean Manufacturing Análise Setorial e por Tamanho da Empresa.** Dissertação de Mestrado. Engenharia e Gestão Industrial. Universidade da Beira Interior. Portugal, 2017

MURANO, A. F. **Proposta para implantação da manutenção enxuta.** Porto Alegre. Dissertação de mestrado Universidade Federal Tecnológica do Paraná. Programa de pós graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. 2018

MURÇA, V. A. A. **Aplicação da filosofia Lean na área da Manutenção.** Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica. 2012

OLIVEIRA, P. R. F.; VIEIRA, C. S. e SOUZA, C. J. A. **A implantação do lean manufacturing numa oficina de manutenção de equipamentos de mineração.** Anais do V Simpósio de Engenharia de Produção - SIMEP 2017 - ISSN: 2318-9258.