

CATEGORIA 1

PADRONIZAÇÃO DO PROCESSO DE MANUTENÇÃO LOCOMOTIVAS – TPS

AUTORES

Eduardo Goes

Engenheiro Eletrônico, Analista de Processos de Engenharia, Gerência de Planejamento de Material Rodante, VLI, Divinópolis, Minas Gerais, Brasil.

Gustavo Eloi

Engenheiro Mecânico, Analista de Processos de Engenharia, Gerência de Engenharia e Projetos de Material Rodante, VLI, Divinópolis, Minas Gerais, Brasil.

Juliano Viana Batista

Engenheiro de Produção, Especialista de Planejamento e Produtividade, Gerência de Planejamento de Material Rodante, VLI, Divinópolis, Minas Gerais, Brasil.

Pedro Henrique de Sousa Brando

Engenheiro Mecânico, Analista Operacional, Gerência de Manutenção de Locomotivas Corredor Centro Sudeste, VLI, Paulínia, São Paulo, Brasil.

INTRODUÇÃO

A manutenção deixou de ser nas últimas décadas uma simples atividade de reparo para se tornar um meio essencial ao alcance dos objetivos e metas da organização. Coloca-se estrategicamente como parte fundamental do processo produtivo em um ambiente onde, cada vez mais, se utilizam equipamentos de última geração, com os mais modernos sistemas mecânicos e eletroeletrônicos, de maior grau de complexidade, alto custo e exigências elevadas quanto ao nível da manutenção.

A maior complexidade dos equipamentos e diversidade dos ativos físicos fez da manutenção uma função igualmente complexa levando ao desenvolvimento de novas técnicas, modernas ferramentas de gestão e abordagens inovadoras quanto à organização e estratégia de manutenção. Gerenciar corretamente esses modernos meios de produção exige conhecimentos de métodos e sistemas de planejamento e execução que sejam ao mesmo tempo eficientes e economicamente viáveis.

Equipamentos parados em momentos inoportunos comprometem a produção e podem significar perdas irre recuperáveis num ambiente altamente competitivo. É preciso, sobretudo, uma visão sistêmica do negócio a fim de traduzir a necessidade de um novo modelo de manutenção à realidade operacional das organizações.

Neste contexto, o trabalho proposto apresenta uma iniciativa de mudança de paradigmas da manutenção, buscando uma melhor preparação para intervenções futuras. Execução futura, porém, conhecida pela área de planejamento estratégico e que deve ser experimentada para

que o momento da execução seja o reflexo daquilo que foi planejado e alcance os resultados esperados para a organização.

Este artigo possui a seguinte estrutura: a descrição, priorização e metodologia para solução do problema são descritos na seção Diagnóstico, em seguida há uma discussão dos resultados alcançados e, por fim, são delineadas as conclusões.

DIAGNÓSTICO

Com o intuito de identificar e tratar o problema, o trabalho foi dividido em: contextualização, análise da condição atual, definição das metas e estratégia de atuação, elaboração de plano de ação e acompanhamento. Para tanto foi utilizado a metodologia de construção do A3 estratégico, ferramenta amplamente utilizada no Sistema Toyota de Produção (TPS).

No método A3, cada desafio que a organização precisa enfrentar (projeto ou problema) deve ser registrado em uma única folha de papel no tamanho A3. Quando um documento é muito grande, existe um alto risco de que as informações não sejam lidas ou até mesmo mal interpretadas. Com isso pretende-se que:

- Promova consenso entre as partes envolvidas sobre o que se propõe a fazer;
- Decisões importantes podem ser facilmente tomadas;
- Apresenta de forma sintetizada e organizada a solução encontrada para o problema.

A figura a seguir apresenta o leiaute do A3 estratégico elaborado para o projeto, sendo que o detalhamento de cada etapa de construção da ferramenta está descrito nos tópicos seguintes.

Implantação do processo padronizado de gestão de troca preventiva de componentes para Locos Novas

Data: 07/02/2019

1) HISTÓRICO / CONTEXTUALIZAÇÃO

Devido a estratégia de manutenção e vida dos ativos, há necessidade de troca de novos componentes de forma preventiva. Assim, faz-se necessária a padronização de toda cadeia produtiva para atingir os resultados previstos no Planejamento Estratégico (Disponibilidade e Confiabilidade dos Ativos, para Material Rodante). Considerando o histórico de execução da estratégia na frota Dash, quanto a maior parte das iniciativas de manutenção apresento resultados insatisfatórios para a produção de volume. Foi proposta a implantação do projeto piloto de Padronização dos processos para as novas locomotivas adquiridas (AC44, GT46, SD7080 e ES43) a fim de que seja cumprido integralmente a estratégia definida com impacto para a produção de volume.

HISTÓRICO DASH



HISTÓRICO DE 2018 CAUSA COMPONENTES



2) CONDIÇÃO ATUAL

PADRONIZAÇÃO TROCA PREVENTIVA DE COMPONENTES (ITEMS REVERTOS 2020)

Item	Componente	Qtd. 2020 (Ano)	Processo Padronizado	Manutenção Otimizada	Material	Estrutura	Libelo
AC44	Turbocompressor	10	Não	Não	Não	Não	Não
GT46	Válvula de Alívio Lubrificação	4	Não	Não	Não	Não	Não
SD7080	Bombas	8	Não	Não	Não	Não	Não
SD7080	Bombas Óruga Direita	8	Não	Não	Não	Não	Não
SD7080	Bombas Óruga Esquerda	8	Não	Não	Não	Não	Não
ES43	Bombas	11	Não	Não	Não	Não	Não
ES43	Bico Injetor	11	Não	Não	Não	Não	Não
ES43	Válvula J1	11	Não	Não	Não	Não	Não
ES43	Válvula V5	11	Não	Não	Não	Não	Não

REGISTRO



3) METAS

Padronização PROCESSO DE TROCA PREVENTIVA COMPONENTES: Adequar 100% o processo de troca de preventivos Componentes na linha de revisão da oficina de ZOP planejados para 2020 até dezembro 2019.

4) ESTRATÉGIA

Marco 1 - Priorizar oficinas, processos e componentes para aplicação do piloto.

Marco 2 - Definir papéis e responsabilidades das áreas envolvidas no projeto.

Marco 3 - Realizar estudo estruturado do processo.

Marco 4 - Realizar plano dos recursos necessários.

Marco 5 - Executar processo piloto.

Marco 6 - Desdobrar check list dos processos mapeados.

Marco 7 - Certificar processo.

5) ATIVIDADES

ATIVIDADE	RESPONSÁVEL	INÍCIO	FIM	COMENTÁRIOS
1. Priorizar componentes para padronização dos processos piloto em relação à demanda de 2020.	Eduardo Gies	15/01/2019	28/02/2019	Marco 1
2. Definir oficinas para aplicação do piloto.	Eduardo Gies	15/01/2019	28/02/2019	Marco 1
3. Definir meta do projeto e meta de acompanhamento.	Eduardo Gies	15/01/2019	28/02/2019	Marco 1
4. Definir equipe de trabalho de cada área, papéis e responsabilidades (eng. Manutenção, Manutenção, PCP, inspetores, armazém, componentes).	Eduardo Gies	28/02/2019	15/03/2019	Marco 2
5. Definir fluxos de trabalho de cada área envolvida (engenharia do processo e engenharia produto).	Eduardo Gies	28/02/2019	15/03/2019	Marco 2
6. Realizar desenho / fluxos dos processos priorizados.	Pedro Brando	15/03/2019	15/05/2019	Marco 3
7. Realizar T's necessários.	Pedro Brando	15/03/2019	15/05/2019	Marco 3
8. Realizar levantamento dos processos.	Pedro Brando	15/03/2019	15/05/2019	Marco 3
9. Definir tempo padrão dos processos e tell time.	Pedro Brando	15/03/2019	15/05/2019	Marco 3
10. Calcular de mão de obra necessária dos novos componentes.	Eduardo Gies	15/05/2019	15/06/2019	Marco 4
11. Realizar plano de treinamento de equipe.	Guilherme Esi	15/05/2019	15/06/2019	Marco 4
12. Especificar ferramentas / equipamentos necessários.	Guilherme Esi	15/05/2019	15/06/2019	Marco 4
13. Definir site de materiais de montagem dos componentes.	Guilherme Esi	15/05/2019	15/06/2019	Marco 4
14. Desenvolver recursos extras para orçamento 2020.	Eduardo Gies	15/05/2019	15/06/2019	Marco 4
15. Definir acompanhamento das atividades e trabalho padronizado.	Pedro Brando	15/06/2019	31/07/2019	Marco 5
16. Executar componente piloto - Try-out (anticipação demanda 2020).	Pedro Brando	15/06/2019	31/07/2019	Marco 5
17. Realizar mapeamento e tratamento das lições aprendidas.	Pedro Brando	15/06/2019	31/07/2019	Marco 5
18. Desenvolver check list (certifica) com detalhamento dos processos para desdobrar para as estações das áreas locais.	Guilherme Esi	31/07/2019	30/09/2019	Marco 6
19. Certificar processo para demanda de troca de componentes para 2020.	Eduardo Gies	30/09/2019	31/12/2019	Marco 7
20. Desenvolver e desmontar o planejamento plurianual (10 anos - master schedule).	Eduardo Gies	30/09/2019	31/12/2019	Marco 7
21. Realizar evento de abertura do projeto nas localidades mapeadas.	Eduardo Gies	30/09/2019	31/12/2019	Marco 7

6) ACOMPANHAMENTO

Item	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Sep	Out	Nov	Dez
Marco 1 - Priorizar oficinas, processos e componentes para aplicação do piloto.	Sim											
Marco 2 - Definir papéis e responsabilidades das áreas envolvidas no projeto.	Sim											
Marco 3 - Realizar estudo estruturado do processo.	Sim											
Marco 4 - Realizar plano dos recursos necessários.	Sim											
Marco 5 - Executar processo piloto.	Sim											
Marco 6 - Desdobrar check list dos processos mapeados.	Sim											
Marco 7 - Certificar processo.	Sim											

Figura 1 – A3 Estratégico Processo Padronizado.

Contextualização

Com o plano de crescimento da companhia, relacionado ao crescimento do volume transportado e consequente necessidade de incremento de ativos, desde 2012 foram adquiridas novas locomotivas para sustentar a produção prevista no Plano de Negócio da companhia (Figura 2).

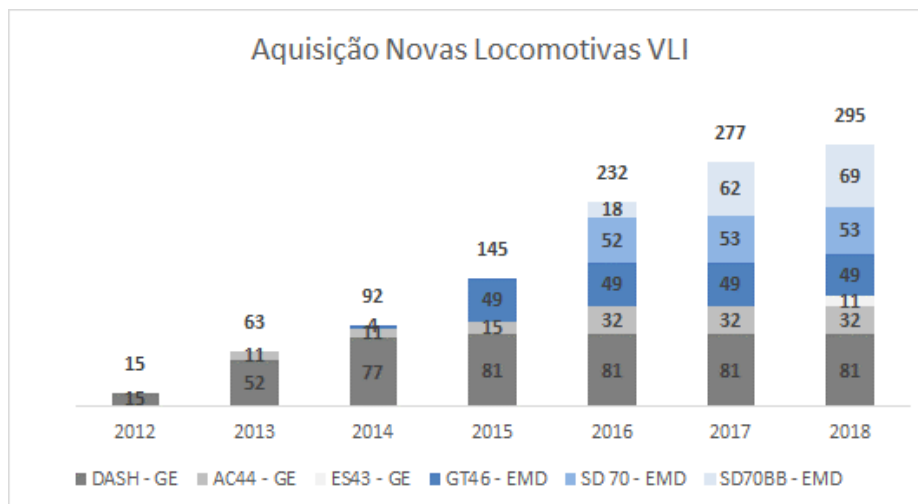


Figura 2 – Histórico Aquisição de Novas Locomotivas na VLI.

A aquisição de novos ativos, aliada a necessidade de manutenção conforme estratégia definida, recomenda a troca de componentes das locomotivas de forma preventiva (periódica) ou sob condição (monitoramento). Como as locomotivas são novas e o processo de manutenção das mesmas é inédito, faz-se necessária a padronização de toda cadeia produtiva para atingir os resultados previstos no Planejamento Estratégico (Disponibilidade e Confiabilidade dos ativos de Material Rodante).

Análise da Situação Atual

Como exemplo de impacto nos indicadores operacionais devido a não padronização da cadeia, tem-se o histórico de manutenção das primeiras locomotivas novas adquiridas a partir de 2012 (modelo Dash9), que apresentaram uma série de desvios no processo de planejamento e de execução. A medida que os defeitos pertinentes ao início de operação (Curva da banheira) e planos de manutenção com troca preventiva de materiais e componentes surgiram, os impactos nos indicadores de performance se tornaram evidentes. Diversas ações corretivas foram executadas para minimizar estes impactos e restabelecer os indicadores ao

nível mínimo de atendimento à operação, gerando alocação de recursos além do previsto no planejamento estratégico conforme a linha do tempo apresentada na Figura 3.

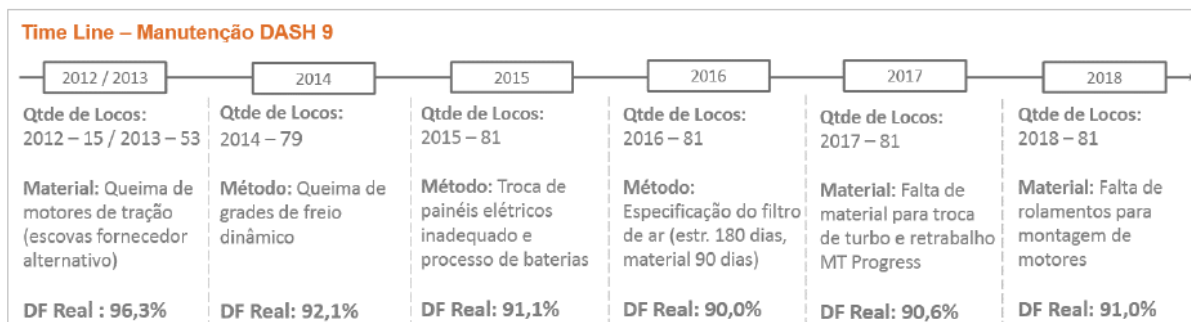


Figura 3 – Histórico de problemas na execução da manutenção Dash9.

Baseado na figura acima, nota-se que, à medida que novas demandas de manutenção surgiram (corretivas ou preventivas), por se tratar de um ativo com atividades de manutenção inéditas, a não padronização do processo gerou impactos de confiabilidade e disponibilidade nas locomotivas, conforme observa-se no indicador de disponibilidade (DF) da figura acima.

Ainda na contextualização do problema, foram observados outros indicadores de performance relacionados às frotas novas, sendo todos com resultados abaixo do esperado. Por exemplo, a aderência ao cumprimento do plano de manutenção de componentes da VLI foi menor que a meta estabelecida, como pode ser visto na Figura 4. O não atingimento deu-se origem devido a falta dos recursos e procedimentos adequados no momento da manutenção, por se tratar de atividades nunca realizadas pela equipe de manutenção.



Figura 4 – Cumprimento do plano de troca preventiva componentes (2018).

Finalmente, para fechar a análise do histórico do problema, verificou-se os registros de saúde & segurança e observou-se que houve um acidente grave na oficina de Uberaba enquanto era realizada a retirada do motor de partida de uma locomotiva GT46. Na ocasião, o colaborador teve o dedo indicador da mão esquerda prensado entre o componente e a estrutura da locomotiva. Esta atividade descrita no detalhamento do acidente é similar àquelas realizadas durante a execução das manutenções objeto do projeto em questão.

Considerando as lições aprendidas citadas, foi proposto a implantação de um projeto piloto para Padronização dos processos de troca preventiva de componentes das novas locomotivas adquiridas desde então, a fim de que seja cumprida integralmente a estratégia definida sem recorrência dos impactos na performance vistos anteriormente.

Definição das metas e estratégia de atuação

O projeto consiste na definição do processo de troca preventiva de componentes aplicados às frotas novas, incluindo desde a definição da oficina piloto, priorização dos componentes

objeto do projeto, e os papéis e responsabilidades de cada área até a certificação do processo e validação do orçamento para o ciclo A+1. Assim, a metodologia adotada para acompanhar o desenvolvimento do projeto foi sua divisão em 7 marcos conforme apresentado a seguir:

- Marco 1 - Priorizar oficinas, processos e componentes para aplicação do piloto;
- Marco 2 - Definir papéis, responsabilidades e desenhos dos fluxos do processo;
- Marco 3 - Realizar estudo estruturado do processo – Elaboração das instruções de trabalhos padronizadas, balanceamento da linha e definição do tempo padrão das atividades (*takt time*);
- Marco 4 - Realizar plano dos recursos necessários (mão de obra, capacitação, materiais, ferramentas);
- Marco 5 - Executar processo piloto (*try out*);
- Marco 6 - Disponibilizar *check list* dos processos mapeados;
- Marco 7 - Certificar processo (certificar processo e disseminar o planejamento plurianual – *master schedule*).

Cada marco possui um detalhamento dos requisitos necessários para ser cumprido e deve ser evidenciado através da elaboração de um documento técnico disponibilizado no portal da biblioteca digital VLI, para disseminação do conhecimento e possibilitar a aplicação em localidades afins.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Como o projeto ainda está em fase de execução, e por se tratar de uma melhoria contínua, os tópicos a seguir apresentam o resumo das principais entregas do projeto até o momento.

Priorizar oficinas, processos e componentes para aplicação do piloto

A oficina de manutenção de Paulínia foi escolhida para experimentar o piloto de padronização dos processos, pois é nela onde são realizadas as manutenções das locomotivas com a demanda nova das trocas preventivas previstas neste projeto, contemplando as frotas AC44, GT46, SD70BB e ES43.

A partir daí, avaliou-se o cenário da estrutura para execução das manutenções inéditas projetadas para 2020. Foram considerados os seguintes critérios para análise do processo atual:

- Instrução de trabalho elaborada;
- Capacitação – equipe treinada no procedimento;
- Estratégia de Material – estratégia de disponibilização dos materiais e componentes definida;
- Estrutura da Linha – fluxo de execução na linha de manutenção definida.

A Figura 5 apresenta a lista de componentes priorizados para a implantação do processo padronizado, correspondente a 100% dos componentes de locomotivas das frotas novas com demanda inédita. O resultado da análise do processo mostra que a estrutura atual não suporta integralmente nenhuma das manutenções previstas.

Frota	Componente	Orç. 2020 (Locos)	Processo Padronizado	Manutenção Oficina			
				IT	Capacitação	Estrat. Material	Estrutura Linha
AC44	Turboalimentador	10	Nok	Nok	Nok	Nok	Nok
GT46	Turboalimentador	4	Nok	Nok	Nok	Nok	Nok
GT46	Válvula de Alívio Lubrificação	4	Nok	Nok	Nok	Nok	Ok
SD70BB	Baterias	8	Nok	Nok	Nok	Nok	Nok
SD70BB	Bombas D'água Direita	8	Nok	Nok	Nok	Nok	Ok
SD70BB	Bombas D'água Esquerda	8	Nok	Nok	Nok	Nok	Ok
ES43	Baterias	11	Nok	Nok	Nok	Nok	Nok
ES43	Bico Injetor	11	Nok	Nok	Nok	Nok	Nok
ES43	Válvula J1	11	Nok	Nok	Nok	Nok	Nok
ES43	Válvula VX	11	Nok	Nok	Nok	Nok	Nok

Figura 5 – Análise cenário atual da estrutura de manutenção.

Definiu-se a meta do projeto contemplando objetivo, valor e prazo, sendo então: “Adequar 100% o processo de troca de preventivas Componentes na linha de revisão da oficina de Paulínia planejados para 2020 até dezembro de 2019”.

Definir papéis, responsabilidades e desenhos dos fluxos do processo

O conceito de fluxo de trabalho surgiu no campo dos negócios, com a necessidade de definir as atividades executadas na empresa. O fluxo de trabalho é a sistematização do processo de negócio, na sua totalidade ou em partes, onde documentos, informações ou tarefas são passadas de um participante para o outro para execução de uma ação, de acordo com um conjunto de regras de procedimentos. O principal objetivo da aplicação dos conceitos de fluxograma é solucionar problemas, como a falta de clareza na definição de atividades, o esclarecimento dos responsáveis pela execução de determinadas etapas, falta de estrutura e insumos, dentre outras adversidades que possam ocorrer na coordenação de processos. Assim, a definição de um fluxo de trabalho e os respectivos responsáveis por cada etapa do processo, inclusive o de manutenção, pode trazer benefícios importantes para o negócio, como aumento de produtividade e redução de desperdícios.

Utilizando como base os conceitos de fluxograma e matriz de responsabilidades, o grupo optou por elaborar um fluxo de processo para ilustrar as atividades e responsáveis por cada etapa, a fim de direcionar a execução padronizada do projeto.

A figura a seguir apresenta os papéis e responsabilidades das áreas envolvidas. O resultado da análise mostra o mapeamento e as atribuições de cada um dentro do projeto.

Função	Responsável	Atribuição
Lider do Projeto	Eduardo Góes	Coordenação das reuniões e consolidação dos materiais elaborados. Definição e acompanhamento do cronograma (PMO) e marcos de entrega.
Engenharia de Processo	Pedro Brando	Análises e definições com relação aos processo de execução de oficina (Fluxos dos processos, treinamentos, balanceamento da linha, trabalho padronizado, definição takt time, etc).
Engenharia de Manutenção	Gustavo Elói Alessandro Guimarães	Definição da estratégia de troca preventiva de componentes e dos recursos necessários (kits de materiais, ferramentas e equipamentos, check lists, HH).
Planejamento de Longo Prazo Locos	Eduardo Góes	Dimensionamento dos recursos necessários; definição de demandas (CLP, custo e investimento); defesa dos orçamentos necessários.
PCM Corredor	Guilherme Bessa	Análises e adequações com relação aos processos de PCM (controle da informação, disponibilização de recursos, retorno do componente para reparação, registro de dados em sistema).
Engenharia de Locos (Inspeção)	Victor Coelho	Elaboração das IT's e capacitação nos processos priorizados.
Planejamento de Longo Prazo Comp.	Frederico Amaral	Dimensionamento dos recursos necessários para reparação dos componentes (interno ou externo); defesa dos orçamentos necessários.
Planejamento de Materiais	Nicolle Dias	Adequações no planejamento de materiais A+1 de acordo com as necessidades do projeto para 2020.
Execução Manutenção	Hudson Belchior Igor Fraga	Disponibilização dos recursos para execução do piloto (HH, ferramentas, capacitação).
Especialistas Técnicos	Marcos Shadeck (Proc.) Juliano Batista (Prod.)	Apoio Técnico no desenvolvimento do projeto, engenharia do processo e engenharia do produto.

Figura 6 – Papéis e responsabilidades das áreas.

Definiu-se então, o fluxograma do processo de “Elaborar Planejamento e Controle da Troca Preventiva de Componentes de Locomotivas” que apresenta desde as atividades da área de Planejamento estratégico de longo prazo, com o recebimento do Plano Diretor de Logística, realizando os desdobramentos, passando pelas áreas de Estratégia de manutenção, Planejamento de Componentes e de Materiais até a área de Planejamento de manutenção do corredor. A saída do fluxo é o Mapa de 52 semanas elaborado, contemplando a demanda de

troca de componentes prevista no orçamento de manutenção e direcionado ao macroprocesso de Executar Manutenção.

Foi definido também o fluxograma do processo de “Executar a Troca Preventiva de Componentes de Locomotivas” que apresenta todas as atividades que contemplam a execução da manutenção, desde o recebimento planejamento de médio prazo (Mapa de 52 semanas), desdobramento do planejamento, programação dos recursos e movimentação dos componentes, até a análise e execução da atividade. A saída do fluxo se resume a liberação do ativo e o componente que foi trocado sendo transferido para oficina de recuperação de forma padronizada, ou seja, devidamente identificado, embalado e acondicionado no armazém. Esta saída alimenta o macroprocesso de executar a recuperação de componentes, ao qual não é objeto de estudo deste projeto.

Todo o trabalho realizado foi compilado nos fluxos de Planejamento e de Execução, e foi disponibilizado em documento interno na VLI.

Realizar estudo estruturado do processo - Elaboração das instruções de trabalhos padronizadas, balanceamento da linha e definição do tempo padrão das atividades (*takt time*)

A instrução de trabalho (IT) é um documento usado em atividades produtivas, operacionais, que visa facilitar a assimilação e prática de uma determinada ATIVIDADE. São utilizadas ilustrações e textos objetivos para explicar o COMO a atividade deve ser realizada. A IT deve descrever a execução de uma determinada atividade, explicando o seu passo a passo para que qualquer colaborador ao a executar consiga obter os resultados esperados pela mesma.

Principais vantagens da padronização das atividades utilizando a IT:

- As informações, procedimentos ou padrões são apresentados gradualmente e ilustrados com fotos ou desenhos;
- Podem ser reforçados pontos de segurança ou aspectos que estejam causando problemas na execução das atividades;
- Cria referência de tempo para execução da atividade.

Utilizando como base o manual dos ativos e o conhecimento técnico da equipe de engenharia e de manutenção, foram realizadas inspeções e simulações nas locomotivas a fim de definir o passo a passo das atividades necessárias para a troca dos componentes supracitados. Não foi realizada a troca física de todos componentes nas locomotivas, dado que não houve demanda preventiva ou corretiva no período de execução desta etapa do projeto. Para os componentes de menor tempo de execução, a simulação física foi realizada a partir de oportunidade em oficina como na limpeza de bateria da SD70BB, por exemplo. Todavia, a medida que as demandas ocorrerem, as IT's devem ser atualizadas para representar a realidade da atividade.

As instruções de trabalho e o fluxo de execução (rotas) foram consolidadas e podem ser visualizadas de maneira macro na figura a seguir, onde é apresentado parte de uma IT elaborada para troca do turboalimentador da locomotiva AC44.

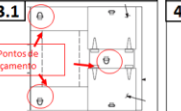
IT - Instrução de Trabalho																	
Atividade			Função Executante		Referência		Código	Versão	Tempo (h)	Página							
Substituir turboalimentador locomotiva AC44					Mecânico				1	13:20:00	1/2						
1	Preparar inspeção na loco	00:05	1	Preparar inspeção na loco	00:05	2	Drenar água	00:20	3	Retirar capota do turbo	00:20	4	Desconectar tubo venturi	00:15	5	Retirar coifa de admissão de ar	00:15
1.1) Executar análise de risco (AR Simplificada). 1.2) Aplicar Plataformas extensoras de acordo com a cor do posto e o modelo da Loco. Modelo do extensor indicados nos extensores pelas duas Primeiras Letra da frota e a letra F ou T para designar posição Frontal ou Traseira respectivamente.			1.3) Verificar ou Instalar guarda corpo. Nas frotas SD70BB e GT46 os guarda corpos são de corrente e na falta deles instalar cinta catraca. 1.4 REALIZAR OU CONFERIR PROCEDIMENTO DE APLICAÇÃO E RETIRADA DE BLOQUEIO PARA MANUTENÇÃO DE LOCOMOTIVA SD70BB e GT46 LOTO.			2.1) Drenar a água do motor diesel em local adequado. 2.2) Abrir o registro do dreno de água que se encontra na parte inferior da locomotiva.			3.1) Retirar parafusos de fixação da capota sobre o turbo 3.2) Com o auxílio de uma cinta de içamento de três pernas e ponte rolante, acoplar os ganchos nos olhais de fixação, retirar a tampa e repousá-la sobre um local plano			Soltar a tubulação do filtro coalescer e que liga no tubo venturi			5.1) folgar os parafusos das abraçadeiras que prendem a coifa 5.2) com o auxílio de uma chave de fenda desacoplar a coifa do lado da caixa de ar limpo e do lado do turbo		
1.1 			1.3 			2.1 			3.1 			4.1 			5.1 		
1.2 			1.4 			2.2 			3.2 			4.1 			5.2 		
																	
Risco de queimadura			Risco de queimadura			Risco de esmagamento			Risco de queda			Risco de corte ou perfuração					

Figura 7 – IT's por frota e componente (Anexos).

Em 2018, foi desenvolvido um projeto visando a padronização do processo de revisão realizado na oficina de Paulínia. Baseado na filosofia do TPS, foi criado um processo em que as atividades passaram a ser padronizadas e executadas em 4 postos de trabalhos pré-definidos. Para que a necessidade do plano de manutenção fosse atendida, era necessário utilizar de um *takt time* de 2 dias/posto. Em 2019, o processo foi reestruturado em função do aumento da demanda do plano de manutenção, de modo que o processo atingisse um *takt time* de 1,5 dias/posto.

Conforme descrito no marco, também foi realizada a análise de balanceamento das atividades e *takt time* da linha de revisão da oficina. Referenciando o tempo efetivo disponível para execução das atividades, dado que a oficina não opera 24h/dia, o *takt time* de cada posto é de 0,875 dia. Sendo a oficina operando em 2 turnos com 7 horas efetivas em cada um deles.

As principais atividades definidas por posto da linha são:

- Posto 1: *Check* inicial e diagnóstico;
- Posto 2: *Check* da preventiva;
- Posto 3: Execução de corretiva e manutenções mapeadas nos postos anteriores;
- Posto 4: *Check* final de liberação.

Foi realizada a análise dos tempos necessários para a troca dos componentes e as atividades previstas em cada posto. A Figura 8 mostra a divisão da linha de revisão na oficina de Paulínia, com destaque para o posto 3 (Corretivas).

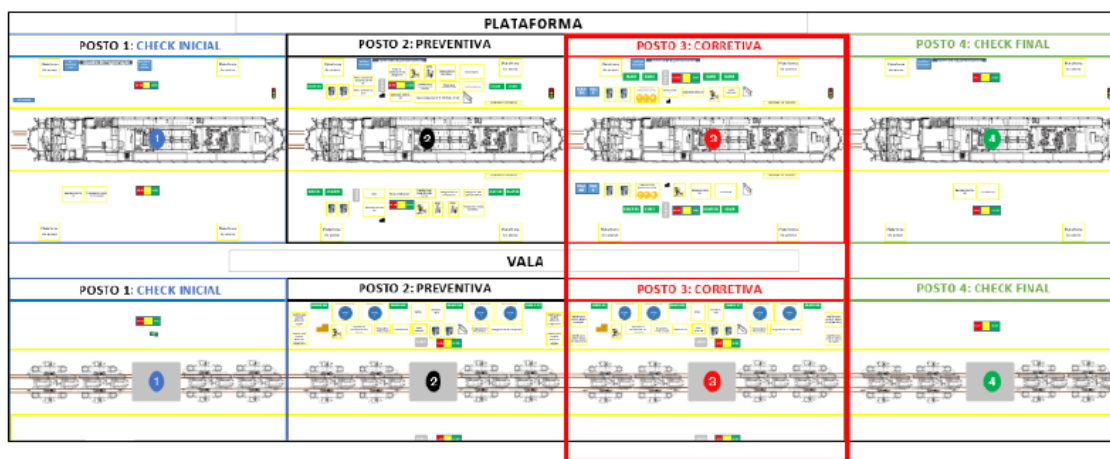


Figura 8 – Postos de trabalho da linha de revisão oficina ZOP.

A Figura 9 apresenta o tempo médio de execução da troca dos componentes mapeados por frota, conforme as todas as IT's elaboradas.

Frota	Componente	Tempo (horas)
AC44	Turboalimentador	13:20:00
GT46	Turboalimentador	9:42:00
SD70BB	Baterias	1:27:30
SD70BB	Bombas D'água Direita	3:45:00
SD70BB	Bombas D'água Esquerda	4:22:00
ES43	Baterias	1:27:30
ES43	Bico Injetor	1:57:00
ES43	Válvula J1	0:33:00
ES43	Válvula VX	0:30:00

Figura 9 – Tempo de execução das atividades por frota e componente.

Como resultado da análise, as atividades de troca preventiva de componentes devem ser realizadas no posto 3, dado que o tempo médio de execução está dentro do *takt time* para esta etapa. Ponto de atenção para os componentes Turbina de AC44 e GT46, que possuem tempo mapeado acima do disponível no posto, sendo 8% (~0,96 h) e 9% (~0,82h) respectivamente.

A seguir são apresentadas as análises realizadas no balanceamento do posto 3 da linha de revisão. A Figura 10 apresenta o *takt time* dividido entre as atividades de corretiva (histórico atual medido na linha) e o tempo disponível para a execução da troca preventiva de componentes proposta no projeto, em uma visão por frota. Vale destacar que o *takt time* do posto 3 é definido pelo tempo mínimo das etapas anteriores, neste caso o posto 2.

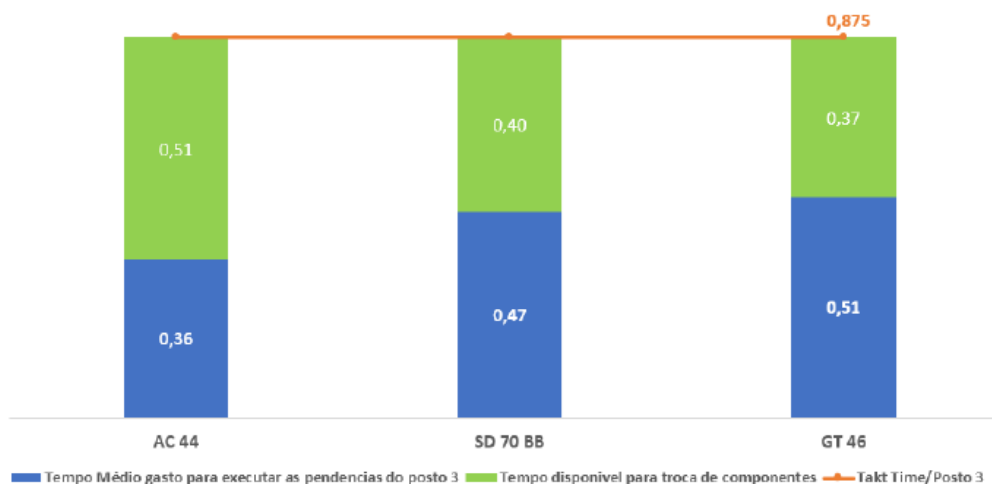


Figura 10 – Desdobramento *takt time* posto 3 por macro atividade.

Nas figuras de 11 a 13, são apresentadas a relação entre o tempo necessário para a execução da troca dos componentes e o tempo disponível no posto. Fica evidente a lacuna para a Turbina das frotas AC44 e GT46 e a aderência dos demais componentes ao tempo disponível.

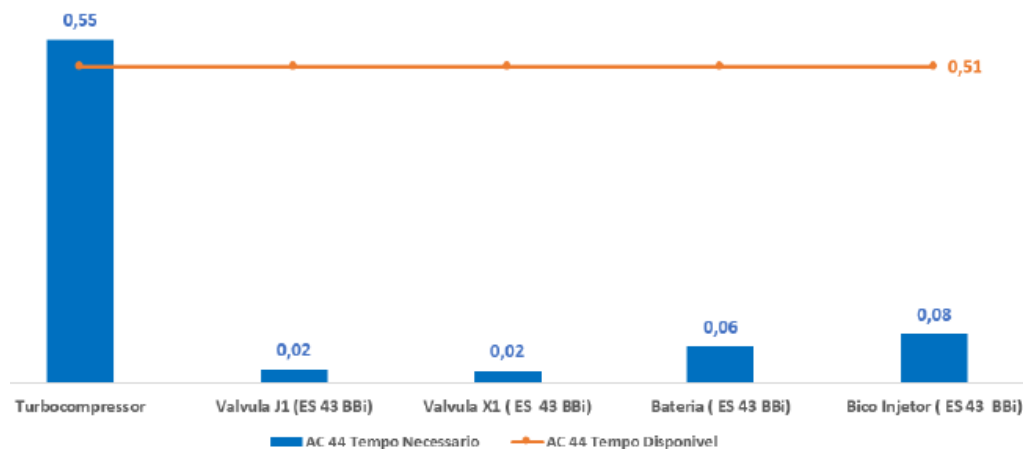


Figura 11 – Análise Tempo Disp. x Nec. Frota AC44 / ES43.



Figura 12 – Análise Tempo Disp. x Nec. Frota SD70BB.

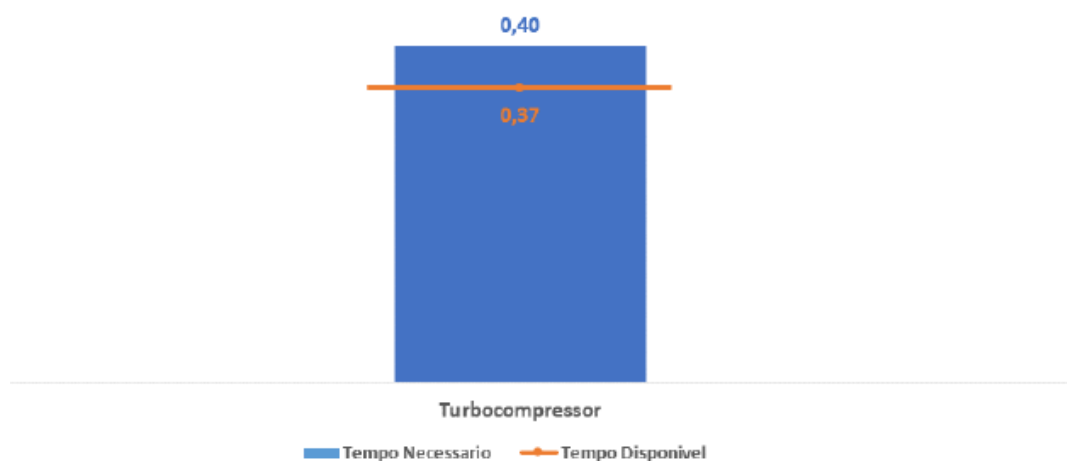


Figura 13 – Análise Tempo Disp. x Nec. Frota GT46.

Para a Turbina, que apresenta tempo estimado acima do disponível, algumas análises complementares serão realizadas na etapa de try-out (marco 5) visando atender o *takt time* da linha, tais como:

- Elaboração de *kaizens* para melhoria do processo;
- Análise de viabilidade de alocação de mão de obra extra para redução do tempo de troca do componente;

- Realizar a troca do componente antes que a locomotiva seja direcionada para realizar a revisão.

Realizar plano dos recursos necessários (mão de obra, capacitação, materiais, ferramentas)

Com base nos estudos realizados nas etapas anteriores, simulações, informações do sistema SAP (de preços dos materiais e componentes) e análise de dados históricos e premissas da área de manutenção, foram dimensionados os recursos necessários previstos neste marco.

- **Pessoal (QLP):** Considerando a demanda e o tempo de execução das IT's elaboradas, foi dimensionado a necessidade de 0,65 QLP para cumprir as trocas previstas, ou seja, será necessário o incremento de 1 técnico eletromecânico na oficina.
- **Plano de Treinamento:** Para a execução das atividades de forma eficiente é preciso uma mão de obra capacitada, assim se fez necessário elaborar um plano de treinamento da equipe de manutenção da oficina. O conteúdo ministrado será conforme as IT's elaboradas e aplicável a todos os colaboradores mapeados para a execução das trocas de componentes.
- **Ferramentas e Equipamentos especiais:** Foi realizada uma análise das ferramentas e equipamentos necessários para execução das atividades previstas nas IT's e constatado que todos estão disponíveis na oficina. São instrumentos indicados por fabricantes das locomotivas ou dispositivos elaborados em projetos de *Kaizen* pela equipe de manutenção da oficina.

- **Kit de materiais para montagem:** Foi realizada a análise dos materiais necessários para a instalação dos componentes na locomotiva. Os itens foram mapeados conforme manual do fabricante e o preço cadastrado no SAP
- **Recursos extras:** Como o principal objetivo do projeto é adequação dos processos para a execução no próximo ano, foram realizadas as simulações de necessidade de orçamento para sua execução. Primeiramente foi analisada a necessidade de componentes novos para suportar o “giro” de manutenção, ou seja, a quantidade de componente sobressalente para que não seja necessário a locomotiva aguardar o tempo de trânsito e manutenção na oficina de Divinópolis. A partir do lead time de ressuprimento e a demanda média mensal prevista, foi definida a quantidade de componentes sobressalentes para o giro da manutenção. Também foi dimensionado os custos referentes à recuperação e instalação dos componentes previstos no projeto. A demanda de planos preventivos foi baseada na estratégia de manutenção e o preço conforme cadastrado no SAP.

De forma consolidada, a Figura 14 apresenta os recursos necessários conforme análises apresentadas neste tópico. Essa demanda será incluída na base de necessidade de orçamento do corredor para o ciclo 2020 (ano de necessidade da demanda).

Frota	Componente	QLP Execução (Qtde)	Ferramentas e Equipamentos	Sobressalentes Giro (R\$)	Prev. Comp. (R\$)	Kit Montagem (R\$)
AC44	Turboalimentador	0,23	Ok	0	204.810	16.221
GT46	Turboalimentador	0,08	Ok	0	34.302	6.238
SD70BB	Baterias	0,04	Ok	0	13.280	0
SD70BB	Bombas D'água Direita	0,02	Ok	12.100	5.100	6.658
SD70BB	Bombas D'água Esquerda	0,02	Ok	10.132	5.100	744
ES43	Baterias	0,03	Ok	0	13.280	0
ES43	Bico Injetor	0,19	Ok	0	432.000	14.115
ES43	Válvula J1	0,01	Ok	0	187	0
ES43	Válvula VX	0,02	Ok	0	6.661	133
Total Geral		1	Ok	22.232	714.721	44.110
				781.063		

Figura 14 – Resumo da necessidade de recursos A+1.

Conforme comentado anteriormente, os demais marcos estão em fase de elaboração, com previsão de execução conforme cronograma a seguir.

A3	Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Marco 1 - Priorizar oficinas, processos e componentes para aplicação do piloto.	Plan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Marco 2 - Definir papéis e responsabilidades das áreas envolvidas no projeto.	Plan												
Marco 3 - Realizar estudo estruturado do processo.	Plan												
Marco 4 - Realizar plano dos recursos necessários.	Plan												
Marco 5 - Executar processo piloto.	Plan												
Marco 6 - Disponibilizar check list dos processos mapeados.	Plan												
Marco 7 - Certificar processo.	Plan												

Figura 15 – Cronograma Macro do Projeto.

CONCLUSÕES

Neste trabalho, apresentou-se a metodologia adotada para o projeto de padronização da troca preventiva de componentes de locomotivas da frota nova, que está sendo desenvolvido ao longo de 2019.

A definição da oficina piloto, dos componentes priorizados para desenvolvimento dos processos, definição dos papéis e responsabilidades, fluxos dos processos de Planejamento e Execução, realização de instruções de trabalho, análises de balanceamento da linha e

dimensionamento de recursos estão orientados a garantir o cumprimento das atividades de forma padronizada e integrada entre as áreas, alinhado à estratégia de manutenção.

Na VLI buscamos de forma incessante vencer os obstáculos e melhorar os processos para facilitar nossas operações, proporcionando segurança para os colaboradores e comunidade, e agregando valor para nossos clientes. Este trabalho reflete um pouco do que fazemos para transformar a logística do Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alan Kardec e Júlio Nascif. Manutenção – Função Estratégica. Editora Qualitymark, 4ª edição.

São Paulo, 2012.

Durward K. Sobek II e Art Smalley – Entendendo o pensamento A3: Um componente crítico do PDCA da Toyota. Editora Bookman, 1ª edição. 2009.

Herbert Ricardo Garcia Viana. PCM – Planejamento e Controle da Manutenção. Editora Qualitymark, 5ª reimpressão. Rio de Janeiro, 2013.