
Restauração e modernização de equipamentos industriais: um estudo de caso sob a perspectiva de gestão de projeto em parada de manutenção

Aline Gabriella Nascimento Ramiro Santos

Pós graduada em Gerenciamento de Projetos e Graduada em Engenharia de Produção. PUC Minas

<http://orcid.org/0000-0003-2067-5892>

alinesantos.engproducao@gmail.com

Paula Karina Salume

Doutora em Administração pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUC Minas

Professora do Instituto de Ciências Econômicas e Gerenciais – ICEG-PUC Minas

<https://orcid.org/0000-0003-1947-9608>

paulasalume@hotmail.com

Lauro Soares de Freitas

Docente nos programas de pós-graduação da Academia da Polícia Militar e Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Professor visitante da Griffith University (Austrália) e da Universidade Politécnica de Moçambique.

<https://orcid.org/0000-0001-9803-2753>

lauro@pucminas.br

Editor Científico: José Edson Lara
Organização Comitê Científico
Double Blind Review pelo SEER/OJS
Recebido em 21.11.2018
Aprovado em 10.09.2019



Este trabalho foi licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição – Não Comercial 3.0 Brasil

Resumo

Título: Restauração e modernização de equipamentos industriais: um estudo de caso sob a perspectiva de gestão de projeto em parada de manutenção

Objetivo: Analisar como as práticas de gerenciamento de projeto podem melhorar o processo das atividades de retrofit na empresa Ômega, tendo como foco principal os processos relacionados à gestão de escopo.

Metodologia: Realizou-se uma pesquisa qualitativa-descritiva, aplicando-se o método de estudo de caso único, com adoção de evidências múltiplas.

Originalidade/Relevância: a presente pesquisa preenche a lacuna que busca compreender práticas que têm sido aplicadas para estender a vida útil de equipamentos industriais, retornando-os às suas condições originais e aptos a realizar atualizações tecnológicas em sistemas obsoletos.

Principais Resultados: O bom gerenciamento das iniciativas de reforma resulta no principal objetivo de uma prestadora de serviços, que é a satisfação do cliente. Assim, faz-se necessário dispendir maior esforço na fase de planejamento do projeto. O monitoramento e controle devem ocorrer para garantir o cumprimento do que foi planejado e avaliação e tratamento dos desvios. Não menos importante, é primordial o encerramento de fase/projeto, para que os registros de lições aprendidas sejam compilados e sirvam como base de conhecimento para outras intervenções de retrofit.

Contribuições teóricas/metodológicas: O resultado final do estudo foi o desenvolvimento de uma metodologia de gestão de projetos simplificada a ser utilizada em paradas de manutenção que envolvem *retrofit*, para reduzir as mudanças de escopo do projeto.

Palavras-chave: Reforma de equipamentos. Gestão de escopo. Parada de manutenção.

Abstract

Title: Restoration and modernization of industrial equipment: a case study from the perspective of maintenance stop project management

Objective: The aim of the present study is to analyze how project management practices can improve the process of retrofit activities in the Omega company, focusing on processes related to scope management.

Methodology/approach: A qualitative and descriptive research was carried out, applying the single case study method, with the adoption of multiple evidences.

Originality/Relevance: This research fills the gap that seeks to understand practices that have been applied to extend the life of industrial equipment, returning them to their original condition and able to perform technology upgrades on obsolete systems.

Main results: Proper management of retirement initiatives results in a service provider's primary goal of customer satisfaction. Thus, greater effort is required in the project planning phase. Monitoring and control should take place to ensure compliance with what was planned and evaluation and treatment of deviations. Not least, phase / project closure is paramount so that lessons learned records are compiled and serve as a knowledge base for other retrofit interventions.

Theoretical/methodological contributions: The end result of the study was the development of a simplified project management methodology to be used for retrofit maintenance stops to reduce project scope changes.

Keywords: Equipment reform. Scope management. Maintenance stop.

Resumen

Título: Restauración y modernización de equipos industriales: un estudio de caso desde la perspectiva de la gestión del proyecto de parada de mantenimiento

Objetivo: El objetivo del presente estudio es analizar cómo las prácticas de gestión de proyectos pueden mejorar el proceso de las actividades de actualización en la empresa Omega, centrándose en los procesos relacionados con la gestión del alcance.

Metodología/enfoque: Se realizó una investigación cualitativa y descriptiva, aplicando el método de estudio de caso único, con la adopción de múltiples evidencias.

Originalidad/Relevancia: La investigación llena el vacío que busca comprender las prácticas que se han aplicado para extender la vida útil de los equipos industriales, devolviéndolos a su estado original y capaces de realizar actualizaciones tecnológicas en sistemas obsoletos.

Resultados clave: La gestión adecuada de las iniciativas de jubilación resulta en el objetivo principal de un proveedor de servicios de satisfacción del cliente. Por lo tanto, se requiere un mayor esfuerzo en la fase de planificación del proyecto. El monitoreo y el control deben realizarse para garantizar el cumplimiento de lo planificado y la evaluación y el tratamiento de las desviaciones. No menos importante, el cierre de fase / proyecto es primordial para que los registros de lecciones aprendidas se compilen y sirvan como base de conocimiento para otras intervenciones de actualización

Contribuciones teóricas / metodológicas: El resultado final del estudio fue el desarrollo de una metodología simplificada de gestión de proyectos que se utilizará para modernizar las paradas de mantenimiento para reducir los cambios en el alcance del proyecto.

Palabras clave: Reforma de equipos. Gestión del alcance. Mantenimiento de parada.

1 Introdução

Este estudo foi realizado em uma empresa multinacional, aqui denominada como empresa Alfa, com sede na Europa, cujo *core business* é a prestação de serviços de manutenção industrial.

A empresa atua como um terceiro na prestação de serviços de manutenção para mais de cinquenta (50) clientes no Brasil. Este estudo de caso se passa dentro da fábrica de um de seus clientes, uma empresa do ramo automotivo aqui denominada por empresa Ômega.

As empresas Alfa e Ômega precisam manter os equipamentos disponíveis para operação o maior tempo possível, pois possuem um parque industrial voltado para a manufatura em série. Caso contrário, um equipamento que apresentar falha durante a produção pode ocasionar a parada de uma linha e conseqüentemente a perda da produção de vários carros. Sendo assim, o gerenciamento da manutenção deve ser tratado como uma atividade estratégica, pois por influenciar diretamente no aumento da disponibilidade técnica das linhas de produção, é um dos pilares de sustentação para manter a empresa frente a este mercado que cada vez mais vem se tornando competitivo, principalmente porque várias empresas desse ramo estão instalando plantas fabris no Brasil.

É importante destacar também que as empresas em questão estão inseridas em um contexto da metodologia Manufatura de Classe Mundial, ou *World Class Manufacturing* (WCM), e todas as atividades diretamente ligadas à produção precisam estar alinhadas com os princípios deste sistema.

Nesse intuito, o foco desta pesquisa são as atividades de *retrofit* que estão sendo realizadas nos equipamentos industriais utilizados para a montagem dos veículos da empresa Ômega. Esses equipamentos são principalmente: centros de usinagem, tornos mecânicos, chanfradoras, fresadoras, retíficas, transfertas, máquinas de montagem, robôs, dentre outros. Além desses equipamentos operarem em três (3) turnos, eles possuem vários outros fatores estressores que aceleram o processo de deterioração, tais como altas rotações, temperatura elevada e vibração constante.

O *retrofit*, que é definido como sendo um recurso utilizado nas empresas para aumentar a eficiência das máquinas por meio de atualizações tecnológicas (Cetnarowski & Grams, 2014), é mais comum de ser realizado durante as paradas de manutenção, mas dependendo da criticidade e influência do equipamento para a produção podem haver exceções.

Alguns dos equipamentos da empresa Ômega estão em funcionamento desde o início da instalação da fábrica e, por esta razão, encontram-se em uma fase em que serão desativados ou reformados. A segunda opção tem sido mais comumente praticada pelas empresas brasileiras, visto que a maioria das vezes a análise de custo e benefício é favorável. Viana (2016) confirma esse cenário quando menciona que a partir de 1975, com a fomentação da manufatura em linha, as empresas passaram a buscar meios de maximizar a eficiência dos equipamentos com pouco recurso financeiro.

Nas análises de viabilidade realizadas pela empresa Ômega, a relação do *retrofit* e da aquisição de um novo equipamento está em torno de vinte e cinco por cento (25%). Ou seja, a empresa tem um custo com a reforma de aproximadamente um quarto (1/4) do valor total de um novo equipamento.

Conforme Simon (1990), a indicação é que o custo total do *retrofit* não ultrapasse 40% do valor de um novo equipamento. Sendo assim, os custos praticados na empresa Ômega estão dentro da média exercida no mercado.

O tempo gasto com a realização das atividades de *retrofit* varia de acordo com a complexidade do equipamento, o número de atividades programadas para modernização ou reparo, estudos de obsolescência, entre outros fatores. No entanto, Ribeiro, Almeida, Souza e Lima (2007) esclarecem que as vantagens são notórias, além de um menor investimento, há a

recuperação das condições originais do equipamento, melhoria de acesso a peças de reposição, possibilidade de integração da rede de comunicação e aumento da confiabilidade e da disponibilidade técnica.

A tarefa mais complexa no gerenciamento de projetos de *retrofit* na empresa Ômega é a gestão de escopo, pois a dificuldade em definir quais atividades serão realizadas e as mudanças de escopo influenciam negativamente o andamento do projeto, podendo ocasionar atrasos e aumento nos custos do *retrofit*.

No sentido de melhorar os processos internos, bem como a assertividade dos projetos, as organizações estão implantando o gerenciamento de projetos, pois segundo Sotille, Menezes, Xavier e Pereira (2014) a multinacionalização, inovações, a reformulação das organizações e a otimização de processos coloca a gestão de projetos como fator primordial para a permanência das empresas no mercado.

Ao considerar que a realização das atividades de *retrofit* podem ser gerenciadas sob a perspectiva de um projeto, é que se define a seguinte pergunta direcionadora deste estudo: como as melhores práticas em gerenciamento de projetos podem ser utilizadas para beneficiar os resultados das atividades de restauração e modernização de equipamentos industriais? Deste modo, o objetivo desta pesquisa é analisar como as práticas de gerenciamento de projeto podem melhorar o processo das atividades de *retrofit* na empresa Ômega, tendo como foco principal os processos relacionados à gestão de escopo.

2 Referencial teórico

Esta seção contém uma revisão bibliográfica dos temas abordados neste trabalho e está estruturada em quatro partes: conceitos de gestão de escopo em projetos, paradas de manutenção, *retrofit* e manufatura de classe mundial, respectivamente.

2.1 Gestão de Escopo em Projetos

Duas características comuns em todas as atividades de manutenção programada, inclusive no *retrofit*, são a exclusividade, pois as máquinas apresentam necessidades distintas de reparo e a temporariedade, visto que o tempo previsto de reparo deve ser o mínimo possível para não afetar a produção. Sendo assim, torna-se possível executar estas atividades na ótica da

gestão de projetos, uma vez que, segundo o Project Management Institute, projeto é “[...] um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único.” (Project Management Institute, 2017, p. 4).

No que se refere ao processo de gerenciamento de projetos, o Project Management Institute (2017) discorre sobre este assunto como sendo o emprego da ciência, competências, meios e métodos às tarefas dos projetos para atingir os resultados esperados. Este manual é o guia de melhores práticas em gerenciamento de projetos, produzido pelo órgão americano *Project Management Institute (PMI®)*, sendo composto por quarenta e nove (49) processos agrupados em cinco (5) grupos: Iniciação, Planejamento, Execução, Monitoramento e Controle, e Encerramento.

Além disso, tais processos estão subdivididos em dez (10) áreas de conhecimento, sendo o gerenciamento de escopo a segunda área e composta por “[...] processos necessários para assegurar que o projeto inclui todo o trabalho necessário, e apenas o necessário, para terminar o projeto com sucesso” (Project Management Institute, 2017, p. 129). Por conseguinte, esta área de conhecimento é responsável pela definição e monitoramento de todas as tarefas presentes no escopo.

O gerenciamento de escopo é composto pelos seis (6) processos abaixo descritos:

- a) **Planejar o gerenciamento do escopo:** etapa em que se determina como o escopo do projeto será definido, validado e controlado;
- b) **Coletar os requisitos:** processo responsável por descrever e formalizar os requisitos das partes interessadas;
- c) **Definir o escopo:** momento em que se descreve detalhadamente o projeto. Este é um processo muito importante, e que se bem realizado, pode ser um fator determinante para alcançar o objetivo do projeto;
- d) **Criar a EAP:** fase em que se cria uma divisão do projeto em pequenas partes tornando-o mais fácil de ser gerenciado;
- e) **Validar o escopo:** etapa de formalização da aprovação do escopo do projeto;
- f) **Controlar o escopo:** processo de controle do avançamento do escopo do projeto e do produto, assim como a gestão de mudanças referente a linha de base do escopo.

A gestão de escopo é fundamental em todas as atividades de projetos, qualquer mudança na definição das atividades afeta as demais variáveis do plano traçado. Quando uma empresa programa uma parada técnica de manutenção, é imprescindível utilizar as técnicas e ferramentas

do gerenciamento de projeto, visto que sua aplicação melhora substancialmente a gestão das paradas, principalmente nos aspectos: prazo, custo, qualidade e risco.

2.2 Gestão da Parada de Manutenção

A manutenção é o agrupamento de todas atividades técnicas e de gestão que tem por objetivo conservar ou retornar um elemento a uma situação em que possa exercer o trabalho especificado (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994). De uma maneira geral, essas atividades têm por propósito prevenir a deterioração das máquinas que são causadas naturalmente com o seu uso (Rosa, 2016).

Grande parte destes projetos e adequações é feita pelas empresas com o intuito de melhorar a produtividade, qualidade e confiabilidade de seus sistemas e comumente são realizados durante uma parada de manutenção, pois precisam de toda a fábrica parada (Moschin, 2015)

Nesse sentido, as paradas de manutenção são eventos em que as empresas suspendem temporariamente sua produção para realizar atividades de manutenção, iniciando posteriormente um novo ciclo de operação (Verri, 2008).

Com relação à preparação dessa atividade, Verri (2008) diferencia o planejamento das paradas do planejamento descrito nas literaturas sobre gerenciamento de projetos, uma vez que a definição do escopo nas paradas é realizada de forma contrária ao demonstrado nas literaturas, que por sua vez, determinam que o escopo é realizado de uma estrutura macro para uma estrutura micro. Nas atividades de manutenção, o escopo é a soma de várias atividades, ou seja, das micro atividades.

Existem dois tipos de abrangência de parada manutenção: paradas totais, quando cem por cento (100%) da produção é interrompida para atividades de manutenção, ou paradas parciais, que acontecem apenas quando determinadas áreas da fábrica têm sua produção suspensa para o mesmo objetivo (Verri, 2008). Com relação a empresa estudada, o tipo mais comum é a parada total e podem ocorrer até três (3) vezes ao ano.

2.3 Retrofit

O termo *retrofit* é utilizado em várias indústrias e de acordo com Barrientos (2004), *retrofit* é a união de “retro”, oriundo do latim, que significa mexer-se para trás, e de “fit,” do inglês, que significa adaptação, ajuste.

Quanto ao propósito desta prática nas organizações, Ribeiro, Almeida, Souza e Lima (2007), discorre sobre o assunto mencionando que são atividades de reforma em máquinas que possuem sistemas obsoletos com o objetivo de estender a vida útil, por meio do incremento de novas tecnologias, materiais e processos.

A obsolescência, que é definida como sendo “[...] a perda do valor de um ativo ou de um bem devido à superação antecipada de sua vida do que tinha sido previsto” (Banerjee, 2006 como citado em Ploteguer, 2012, p.12), ocorre pelo fato de que o aumento da produtividade exige dos fabricantes um melhoramento contínuo dos seus sistemas, principalmente eletrônicos, acarretando em uma diminuição do ciclo de vida dos equipamentos (Ploteguer, 2012). As modificações são realizadas principalmente nos conjuntos eletrônicos, pois são os itens que mais foram aperfeiçoados nos últimos tempos e que continuam em rápida transformação (Ribeiro *et al.*, 2007).

Por conseguinte, a atualização tecnológica torna-se necessária uma vez que os componentes ou sistemas que se enquadram nessa situação têm o fornecimento interrompido pelos fabricantes.

Essa técnica também serve como estratégia de baixo custo, pois os itens e máquinas que ainda podem trabalhar, ou seja, que não tiveram seu tempo de trabalho finalizado pela incapacidade de exercer sua função, são mantidos no equipamento. Desta forma, o tempo e o dinheiro despendidos nestes projetos são mais baixos (Cetnarowski & Grams, 2014).

Em se tratando da vida útil de máquinas e componentes, a curva da banheira, que segundo Kardec e Nascif (2009) o gráfico que correlaciona o índice de quebras com a vida útil do equipamento, mostra que a maior taxa de falha ocorre na fase de mortalidade infantil, logo após a instalação; e durante a última fase do equipamento, que é a fase de envelhecimento.

Enquanto na primeira fase as falhas acontecem principalmente por falhas do projeto ou erro de montagem, na última fase a causa das quebras é devido à deterioração, levando em consideração a proporcionalidade entre o tempo de trabalho e o nível de desgaste (Moura, Batalha, Gomes & Bastos, 2015).

Consequentemente, as atividades de reforma são realizadas principalmente em equipamentos que já atingiram a o terceiro estágio (Figura 1). São realizadas também em

equipamentos que apresentam problemas relacionados à qualidade no produto final ou baixa produtividade, independentemente da fase em que se encontram.

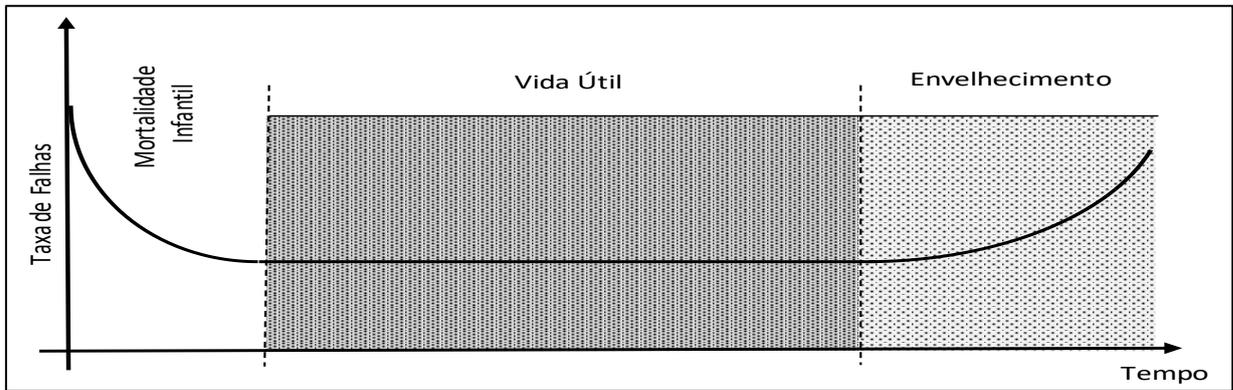


Figura 1: Curva da banheira e ciclo de vida de equipamentos

Fonte: Kardec, A., & Nascif, J. (2009). *Manutenção: função estratégica*. Rio de Janeiro: Qualitymark.

2.4 Manufatura de Classe Mundial (WCM)

A manufatura de classe mundial é uma metodologia que objetiva a eliminação dos desperdícios e perdas de forma sistematizada e com o engajamento de todo o time. O intuito principal é a redução dos custos internos para manter a empresa competitiva no mercado e assegurando qualidade máxima dos produtos aos clientes (Murino *et al.*, 2012)

Ao longo dos anos, muitas alterações ocorreram nesse sistema até que a organização fosse estabelecida em pilares, sendo que os pilares técnicos estão envolvidos diretamente com a manufatura e possuem metas com o propósito de melhorar o sistema operativo, enquanto que os pilares gerenciais demonstram o engajamento dos envolvidos e da empresa na aplicação das técnicas e métodos estabelecidos pelo WCM (Cortez, Bachour, Pereira, Dias & Bagno, 2010).

Os dez (10) pilares técnicos e dez (10) pilares gerenciais podem ser visualizados na Fig.1.

PILARES TÉCNICOS	PILARES GERENCIAIS
Desdobramento dos Custos	Envolvimento da Direção
Manutenção Planejada	Clareza de Objetivos & Indicadores Chave de Performance
Manutenção Autônoma + Organização do Posto de Trabalho	Mapa do Caminho para o WCM
Gestão Preventiva dos Equipamentos + Gestão Preventiva do Produto	Alocação de Pessoas altamente qualificadas
Melhoria Focada	Envolvimento da Organização
Desenvolvimento de Pessoas	Competência da Organização para o melhoramento
Controle Qualidade	Tempo & Budget
Segurança	Nível de expansão
Ambiental + Energia	Nível de detalhes
Logística	Motivação dos operadores

Figura 2: Pilares técnicos e gerenciais do WCM

Um grande diferencial do WCM em comparação às outras filosofias é o fato de priorizar os trabalhos com base em custos para eliminar as perdas e desperdícios. O primeiro pilar técnico, o *Cost Deployment* ou Desdobramento de Custos, é o responsável por transformar todas as perdas e desperdícios da organização em valor monetário e disponibilizar em forma de Pareto. Dessa forma, os projetos são priorizados para combater os problemas com maior impacto econômico na organização, e assim os recursos são despendidos nas máquinas e áreas que realmente são críticas, pois a análise de custo benefício deve se mostrar favorável ([Netland, Hoeg & Knutsen, 2016](#)).

A manutenção relaciona-se diretamente com o primeiro pilar técnico, uma vez que todas as perdas manutentivas mensuradas são trabalhadas pelos integrantes que compõem o time do pilar Manutenção Profissional por meio de intervenções periódicas e projetos.

Além disso, o pilar Manutenção Profissional possibilita o aumento da performance dos equipamentos, diminui despesas da manutenção por meio da redução das intervenções não previstas e da implantação de um eficiente processo de manutenção preventiva no que diz respeito a custos, interação com a manufatura, incremento do conhecimento e adesão de um sistema informatizado para o controle e monitoramento da manutenção (Biasotto, 2006).

Dessa forma, nas empresas Alfa e Ômega, todos os trabalhos, inclusive os de manutenção, tem como referência as informações fornecidas pelo pilar de Desdobramento de

Custos, pois ele é fundamental na identificação e definição de prioridades, principalmente no quesito alocação de recursos.

Inserindo os quatro (4) temas descritos na revisão bibliográfica em um mapa mental, como já foi mencionado, as empresas Alfa e Ômega trabalham com a metodologia WCM, que tem como meta para a manutenção a filosofia de “zero quebras”, ou seja, a meta da manutenção industrial é sempre de eliminar ao máximo o número de falhas em seus equipamentos. Para que isso seja possível, é importante manter um plano preventivo robusto e eficaz. Mesmo mantendo um cronograma de preventivas durante todo o ano, é necessária a programação de paradas de manutenção, de forma que as atividades mais complexas e demoradas sejam executadas. Além das manutenções preventivas, é importante avaliar os equipamentos que precisam de uma reforma, sendo adequado que estas atividades sejam realizadas durante as paradas de manutenção, por serem atividades complexas e longas.

Para que as atividades das paradas de manutenção sejam feitas com uma maior eficácia e utilizando da melhor forma os recursos e o tempo disponível, as técnicas de gerenciamento de projetos podem ser muito úteis, visto que são aplicadas justamente em atividades exclusivas e temporárias.

A relação entre gerenciamento de projetos, paradas de manutenção, *retrofit* e WCM pode ser visualizada no mapa mental da Figura 3.

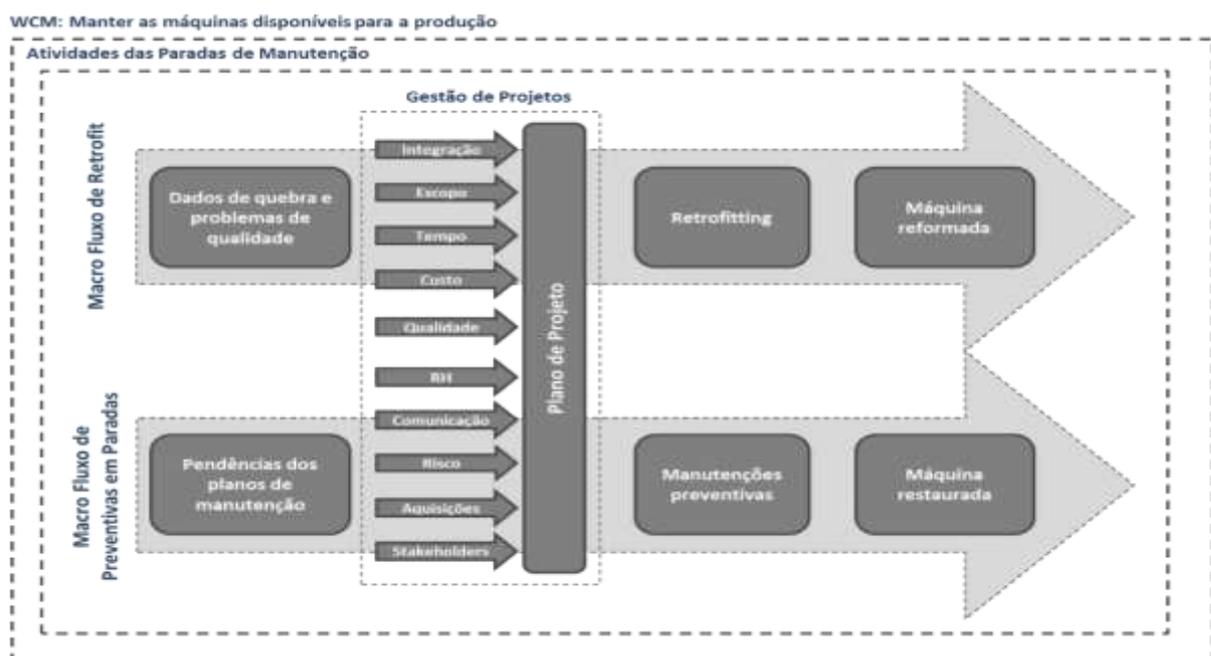


Figura 3: Mapa mental da relação entre gerenciamento de projetos, paradas de manutenção, *retrofit* e WCM

3 Metodologia

Este trabalho está fundamentado na metodologia de estudo de caso, que segundo Gil “consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetivos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento [...]” (Gil, 2002, p. 54).

No que diz respeito às evidências para a realização de um estudo de caso, de acordo com Yin “[...] podem vir de seis fontes distintas: documentos, registros em arquivo, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos.” (Yin, 2005, p. 109).

Uma estratégia utilizada para coletar os dados necessários a esta pesquisa foi a entrevista que, de acordo com Marconi e Lakatos (2002) é a reunião de pelo menos duas pessoas, com o intuito de que uma delas adquira dados relacionados a algum tema, por intermédio de uma conversa de essência profissional.

O processo de coleta de dados necessários para o desenvolvimento deste artigo foi realizado por meio de:

- a) Consulta a documentos internos, tais como registros e históricos de *retrofit* planejados e realizados anteriormente;
- b) Realização de entrevistas informais com os coordenadores de manutenção, principalmente com o coordenador de manutenção programada que atua como gerente de projetos nas paradas técnicas e nos processos de *retrofit*. Há registro constante de gravação de aproximadamente seis (6) horas;
- c) Observações e participação em três (3) reuniões internas da engenharia de manutenção.

Com base na definição acima, o estudo de caso em questão apresenta as análises realizadas em uma indústria automotiva, a identificação de problemas relacionados ao processo de reforma de equipamentos industriais, a proposta de boas práticas de gerenciamento de projetos com foco no gerenciamento de escopo, para mitigar os problemas relacionados principalmente ao planejamento e posterior conclusão.

4 Apresentação e discussão dos resultados

O objetivo era descrever o fluxo do processo de *retrofit* em equipamentos industriais da empresa Ômega e entender como a gestão de escopo pode influenciar no sucesso das atividades

de reforma. Os resultados destas entrevistas e observações *in loco* serão apresentados de forma detalhada no próximo tópico.

4.1 Análise do fluxo de processo de *retrofit*

A primeira etapa do fluxo consistiu na escolha do equipamento a ser analisado. A escolha foi feita em uma reunião entre o cliente (representante da empresa Ômega) e a equipe da parada de manutenção da empresa Alfa. Nessa reunião foram analisados dados tais como número de quebras, problemas de condições originais, índice de degradação dos equipamentos e problemas crônicos de qualidade nos produtos, e com base nestes indicadores, foi selecionado o equipamento em que seria aplicado o *retrofit*.

Identificada a máquina mais crítica, o próximo passo foi analisar o comportamento das quebras durante um certo período, assim foi possível interpretar a tendência de falhas que o equipamento apresenta.

Recentemente, a prática de “lições aprendidas” começou a ser utilizada durante as reuniões iniciais de seleção da máquina para sinalizar os principais pontos de atenção que se deve ter no planejamento e na execução das atividades de reforma. A reunião inicial foi registrada em ata, mas é importante ressaltar que não havia uma agenda de reuniões exclusiva para tratar das atividades de *retrofit*.

A próxima etapa consistiu no levantamento da documentação técnica referente ao equipamento escolhido, tais como: manuais do fabricante, esquemas elétricos, pneumáticos, hidráulicos. Com base nestes documentos e na experiência dos especialistas de manutenção foram definidas as atividades de *retrofit*, mas não existia um documento específico para formalizar estas atividades, como por exemplo, um formulário de “definição de escopo”. Um ponto negativo identificado nesta etapa foi que a maioria dos equipamentos instalados na planta antes da década noventa não possuíam a documentação técnica completa arquivada na empresa, pois até então, não havia uma política definida de quais documentos os fabricantes deveriam disponibilizar para o cliente (empresa Ômega). Muitos dos documentos disponíveis para consulta foram elaborados pelos próprios analistas da empresa Alfa.

Para a realização dos projetos de *retrofit* seria fundamental que a empresa Ômega detivesse as documentações técnicas completas e coerentes com o estado atual dos equipamentos, dado que nos planejamentos de *retrofit* é necessário conhecer toda a

decomposição do equipamento, pois só assim será possível definir quais componentes devem ser substituídos e quais sistemas devem ser modificados.

Feito o levantamento da documentação e com base nos conhecimentos dos envolvidos, os supervisores, os analistas de manutenção e de planejamento da empresa Alfa definiram as atividades que seriam realizadas pela equipe de manutenção programada. Nem todos os trabalhos de reforma que eram realizados na empresa estavam associados a incremento tecnológico, a não ser nos casos em que houvesse um estudo em andamento pelo setor de projetos.

Pelo fato do incremento tecnológico ficar a cargo do setor de projetos, nem sempre havia um alinhamento que possibilitasse que as duas equipes trabalhassem juntas (manutenção programada e setor de projetos). A grande consequência disso é que durante a fase de execução ocorriam casos em que era observada a necessidade de atualização tecnológica ou modificações nos sistemas eletrônicos. Com isso, o setor de projetos era envolvido, acarretando alterações no escopo do trabalho, causando atrasos, elevação dos custos e aquisição de outros materiais.

Outro fato relatado pelo coordenador de manutenção programada foi o constante aumento de atividades via solicitação dos *stakeholders* durante a fase de execução, gerando inúmeras modificações no escopo e conseqüentemente em todo o projeto. Isso acontecia pelo fato de não haver uma definição clara do escopo das atividades de *retrofit* na fase de planejamento. O termo *stakeholder*, ou partes interessadas, é utilizado para nomear todas as pessoas, empresas ou afins que podem ser atingidas positivamente ou negativamente com o resultado do projeto (Project Management Institute, 2017).

No que diz respeito à gestão de tempo, a duração das atividades que compõem o escopo do *retrofit* foram realizadas pelos analistas de manutenção, que possuíam maior conhecimento da máquina, junto aos analistas de planejamento com a avaliação dos supervisores. A definição dos recursos de mão de obra que foram alocados para atender a reforma foi realizada pelo supervisor de manutenção juntamente com o coordenador de manutenção programada.

Com as atividades definidas, o analista de planejamento verificava se os componentes dos equipamentos que seriam trocados estavam disponíveis no almoxarifado. Quando havia indisponibilidade no estoque da organização, o analista fazia a solicitação de compra ao setor de gestão de materiais. Quando os componentes estavam disponíveis, o analista realizava a reserva via sistema.

Um dos problemas relatados foi que alguns materiais chegaram fora do prazo estimado no cronograma e que alguns materiais foram entregues pelos fornecedores fora de especificação

técnica, devido à falha do próprio fornecedor, causando atraso na atividade de *retrofit*. Outro problema crítico relatado é que nem sempre se conhecia todos os componentes que fazem parte do equipamento e que conseqüentemente, deveriam ser adquiridos. Como algumas máquinas não possuem documentação completa, alguns itens eram descobertos apenas na fase de execução da reforma. Nos casos em que os componentes são importados, o processo de compra entre a aquisição e o recebimento durava até nove (9) meses.

Com as atividades definidas e os materiais reservados ou solicitados, os analistas de planejamento elaboraram o cronograma de atividades utilizando a ferramenta *MS Project*, que é um *software* criado pela Microsoft com o objetivo de monitorar o andamento do projeto por meio de diversos recursos tais como gráficos e relatórios (Prado, Moreira, Braga & Ricci, 2012).

O cronograma foi aprovado pelo cliente, que avaliou a disponibilidade de parada do equipamento junto à produção e a necessidade de retorno do mesmo as suas atividades. Com a autorização concedida para o início da reforma, o trabalho ficou a cargo da equipe de manutenção programada. Os mantenedores mecânicos e eletrônicos foram os responsáveis pela execução das atividades na máquina sob a orientação dos supervisores.

As variações na programação das atividades foram feitas durante a execução da reforma pelos próprios mantenedores no cronograma impresso, o qual disponibilizado para eles, mas estas informações não foram atualizadas diariamente pelos analistas de planejamento no cronograma eletrônico. Sendo assim, não houve um controle em tempo real das linhas de base, dificultando o entendimento das causas de mudança no projeto.

Após a reforma, foi realizada uma atividade bastante complexa que consistiu no teste do equipamento. Por sofrer algumas alterações, o retorno às suas atividades demandou tempo e dedicação. O tempo de teste foi estimado no cronograma de atividades com base no histórico de outros trabalhos de *retrofit* realizados na empresa Ômega. O equipamento foi liberado para produção após a finalização dos trabalhos e a constatação da capacidade da máquina em produzir peças conforme o padrão especificado pela engenharia. A prática de registrar as lições aprendidas foi realizada, mas não havia um banco de dados para armazená-las.

É importante ressaltar que todas as fases da reforma citadas acima são normalmente executadas pelos funcionários da empresa Alfa, sendo o cliente, a empresa Ômega, responsável apenas por participar da reunião em que se escolhe o equipamento, da aprovação do cronograma, da compra dos componentes e pela gestão de custos.

4.2 Proposta de Mudança

De acordo com o fluxo de processos listado no tópico anterior, segue agora uma proposta de plano de ação para implementar as práticas de gerenciamento de projetos nas atividades de *retrofit* da empresa Ômega, com o objetivo de melhorar o procedimento de definição e de controle do escopo de forma a atender melhor o cliente.

Levando em consideração o regime de trabalho de três (3) turnos que a empresa Ômega adota devido ao grande volume de produção, não é objetivo propor a implantação de todos os documentos de um plano de projeto, mas é necessária a utilização de alguns instrumentos básicos capazes de assegurar que os processos de gestão de escopo sejam bem definidos, implantados e controlados. O intuito é propor documentos simples e funcionais, sem que haja uma burocratização das tarefas, pois as técnicas de gerenciamento de projetos devem ser usadas para atingir fins necessários à realidade da organização, sendo que o produto final deve ser financeiramente viável (Carvalho, Fernandes & Araújo, 2015)

Como primeiro ponto, tem-se a reunião em que se escolhe o equipamento. Atualmente, a escolha do equipamento está muito voltada para a análise de quebras e ao fato de retornar a máquina à suas condições originais. Como proposta, na fase de escolha do equipamento seria importante realizar uma análise relacionando os equipamentos que mais falham com o nível de obsolescência em que se encontram, conforme mostra a Tabela 1, que relaciona as máquinas mais críticas pelo número total de quebras e pela quantidade de quebras ocorridas em componentes obsoletos. Essa prática é importante para alinhar as prioridades entre as duas equipes de manutenção programada e o setor de projetos, que passariam a trabalhar juntas em um mesmo equipamento, evitando mudanças no escopo durante a fase de execução.

Tabela 1

Relação das máquinas com maior número de quebra e obsolescência

Análise global das quebras				Análise de quebra de componente obsoleto			
Máquina	Nº de quebras	Tempo médio de reparo (Horas)	Tempo total (Horas)	Máquina	Nº de quebras	Tempo médio de reparo (Horas)	Tempo total (Horas)
B	22	18,5	407	B	16	21,8	348,8
A	21	15,5	325,5	G	12	18,1	217,2
G	17	16,2	275,4	H	12	14,4	172,8
H	17	12,1	205,7	A	4	20,2	80,8
C	15	8,3	124,5	E	4	14,5	58
E	13	8	104	C	3	13,6	40,8
D	11	7,8	85,8	D	0	0	0
F	10	6,7	67	F	0	0	0

Outro fato importante é que as máquinas que possuem itens obsoletos têm um maior risco de parar a produção, visto que a médio ou a longo prazo os fabricantes param de fornecer estes itens, desta forma, o tempo para reparo destes equipamentos é maior, já que a probabilidade de faltar material também é maior. Assim é importante priorizar a máquina que possui mais itens ou tecnologias obsoletas.

Para identificar os itens obsoletos é importante verificar junto aos fornecedores a data em que o fornecimento destes produtos será interrompido, assim como qual tecnologia está disponível no mercado para substituir a atual instalada nas máquinas. Também é possível identificar em alguns casos os itens obsoletos nos *sites* dos próprios fabricantes.

Como a empresa adota a metodologia Manufatura de Classe Mundial, as prioridades devem levar em consideração os dados do pilar de Desdobramento de Custos. Assim, é importante correlacionar as máquinas que são identificadas como as mais críticas no que diz respeito ao número de quebras e obsolescência, com os equipamentos que são identificados pelo Desdobramento de Custos como os que ocasionam maior perda por quebra na empresa Ômega (Figura 4).

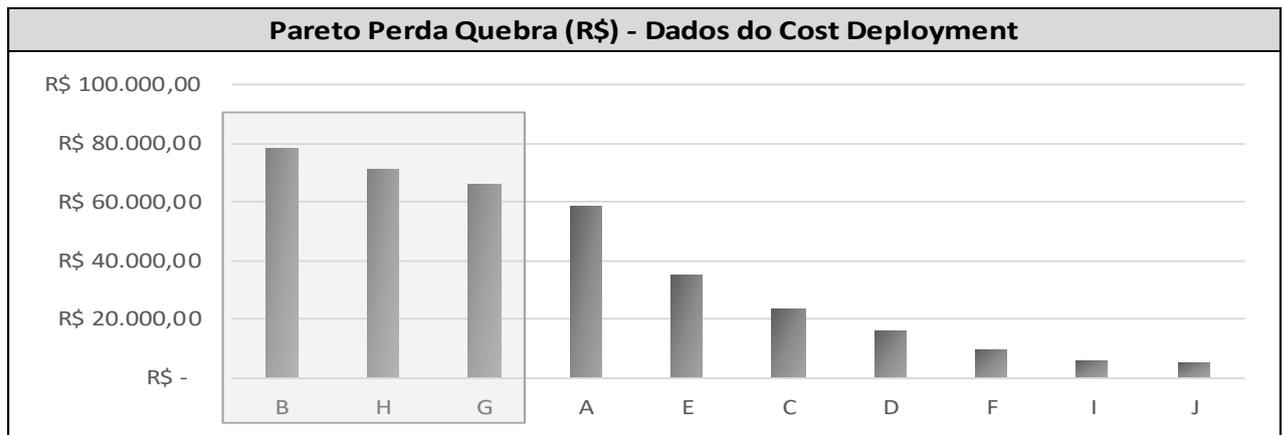


Figura 4: Pareto das máquinas mais críticas por perda quebra

Como exemplo, analisando os dados da Tabela 1 e do Figura 4, é possível verificar que as máquinas mais críticas para a empresa são as B, G e H. Se fossem estudados apenas os dados de quebra, a máquina A seria priorizada, mas por não ser crítica com relação ao número de quebras por obsolescência, esta é uma máquina que não deve, a princípio, ser priorizada. O grande número de quebras dela pode ser causada por outros fatores cuja solução pode não ser a atualização tecnológica.

Além dessa correlação de dados, na reunião inicial é muito importante que sejam definidos formalmente os objetivos do projeto e o responsável por gerenciá-lo. Essas definições são cruciais, pois atuam como entrada em vários processos da gestão de escopo.

No gerenciamento de projetos, o documento utilizado para realizar a abertura do projeto e por nomear o gerente é conhecido como Termo de Abertura de Projeto (TAP) (Project Management Institute, 2017). Além do TAP, a identificação dos *stakeholders* mencionados no registro das partes interessadas também é um documento de entrada para vários processos. Esses dois documentos serão propostos para formalizar a abertura dos projetos de *retrofit* da empresa Ômega.

4.2.1 Planejar o Gerenciamento do Escopo

Nesta etapa serão propostos que o Plano de Gerenciamento do Escopo e o Plano de Gerenciamento dos Requisitos sejam realizados com o objetivo de regulamentar e formalizar todos os projetos de *retrofit*.

4.2.2 Coletar os Requisitos

Este é um processo muito importante que alinha o projeto às expectativas das partes interessadas. Será proposto nesta etapa a realização de entrevistas com os *stakeholders* para verificar as necessidades relacionadas à funcionalidade do equipamento. O importante desta etapa é a elaboração da Matriz de Rastreabilidade de Requisitos, que pode ser visualizada na Figura 5:

RQ	Descrição	Proprietário	Fonte	Prioridade	Ver-são	Posição Atual	Data da posição
1	Implantação do novo serviço até o final do ano	Patrocinador	Termo de abertura	Alta	1.0	Ativo	30/10/2013
2	Não gastar mais que R\$ 10 milhões	Patrocinador	Objetivos	Alta	1.0	Adicionado	10/07/2013
3	Implantação do novo serviço em 50% das agencias	Diretor executivo	Contrato	Média	1.0	Realizado	02/10/2013
4	Clientes em cidades com mais de 500 mil habitantes terão preferência	Cliente	Entrevista	Baixa	2.0	Cancelado	20/08/2013

Figura 5: Exemplo de Matriz de Rastreabilidade de Requisitos

Fonte: Sotille, M. A., Menezes, L. C. M., Xavier, L. F. S., & Pereira, M. L. S. (2014). *Gerenciamento do escopo em projetos*. Rio de Janeiro: Editora FGV.

Além da criação da Matriz de Rastreabilidade de Requisitos, é de extrema importância manter as partes interessadas informadas quanto ao andamento das atividades e quanto à implementação dos requisitos por eles solicitados. Uma ferramenta corporativa que pode ser utilizada para mantê-los informados é o *MS Outlook* (e-mail). Apesar de ser considerado um meio informal, é o meio de comunicação mais utilizado pela empresa Ômega.

4.2.3 Definir o Escopo

O principal documento desta etapa é a Definição do Escopo do Projeto. Este documento formal será substituído pela elaboração da Estrutura Analítica do Projeto (EAP), conforme tópico a seguir.

4.3.4 Criar a Estrutura Analítica do Projeto

A Estrutura Analítica do Projeto, conhecida também como EAP, é um documento que divide o projeto em pequenos pacotes, facilitando o gerenciamento (Project Management Institute, 2017). Por ser um documento muito visual (assemelhando-se a um organograma), é mais prático e fácil de ser controlado. Esse é um documento que pode auxiliar a equipe envolvida nos projetos de *retrofit* a definir todas as entregas que o projeto tem por objetivo, sendo que, o que não está na EAP conseqüentemente não é uma entrega.

Uma entrada muito importante para a realização desse processo é a documentação técnica dos equipamentos, isto porque para definir as entregas é muito importante avaliar os sistemas e componentes da máquina, assim como o seu estado atual, verificando a integridade com relação ao desgaste e obsolescência.

Nos casos em que não há documentação suficiente, é importante planejar uma parada prévia do equipamento para realizar a referida avaliação, que deve ser feita por pessoas que conheçam tanto os conjuntos mecânicos quanto eletrônicos do equipamento.

O resultado da parada deve culminar em uma avaliação dos componentes que devem ser trocados por desgaste, dos sistemas ou componentes que se encontram obsoletos e as melhorias que podem ser implantadas. Além disso, devem ser documentadas todas as análises realizadas por meio de desenhos técnicos e esquemas, de modo a criar um “manual” para futuras manutenções.

Uma saída muito importante desse processo é a linha de base do escopo que, de acordo com o Project Management Institute “é a versão aprovada de uma especificação de escopo do projeto [...], que só pode ser mudada por meio de procedimentos de controle formais, e é usada como uma base de comparação.” (Project Management Institute, 2017, p. 131). O registro das solicitações de mudanças é essencial, pois é uma forma de manter o controle de todas as alterações que ocorrerem na programação, que por sua vez, impactam diretamente no tempo, no custo e na qualidade do projeto.

Uma reclamação que foi realizada pelo coordenador de manutenção programada no início da entrevista é que a maioria dos projetos de reforma da empresa Ômega atrasa por conta de constantes modificações no escopo, além do que, atualmente as solicitações de mudança são feitas de maneira informal.

4.3.5 Validar o Escopo

Este é um processo de extrema importância, pois consiste na aceitação das entregas definidas na etapa anterior, visto que o planejamento, execução e controle das atividades de *retrofit* são realizadas pela empresa Alfa, que é uma terceirizada da empresa Ômega. Sendo assim, diante da complexidade de uma atividade de *retrofit* em um equipamento, o mesmo não deve ser dado por concluído sem o aceite da empresa Ômega.

Outro fato importante é que nessa fase já podem haver solicitações de mudanças, assim, todas essas solicitações devem ser registradas, de forma que seja possível rastrear por meio das linhas de base do escopo todas as alterações realizadas durante o projeto. Como a comunicação na organização é realizada por meio do *MS Outlook* (e-mail), recomenda-se que a validação seja realizada utilizando este mesmo recurso.

4.3.6 Controlar o Escopo

O processo de controle do escopo também será proposto, sendo o mais importante desta etapa realizar o monitoramento do desempenho do trabalho, controlar as solicitações de mudança e atualizar os demais documentos do projeto.

Para controlar o trabalho, é importante criar indicadores que monitorem a situação das entregas definidas na fase de criação da EAP. A análise de variação é uma ferramenta indicada pelo Project Management Institute (2017) pois esta técnica auxilia na mensuração da diferença entre o escopo planejado e o escopo que está sendo executado, possibilitando a partir destas análises, propor ações corretivas ou preventivas, a fim de mitigar o impacto sobre o projeto.

Na Figura 6 estão descritos os problemas mais impactantes identificados durante a análise do fluxo de processo inicial descrita no item 4.1, a consequência de cada um deles e a solução proposta no item 4.2.

Problema Identificado	Consequência	Solução Indicada
Não há um alinhamento entre as atividades do setor de projetos e da manutenção programada	Inclusão de atividades durante a fase de execução do <i>retrofit</i> e modificações no projeto	Realizar uma análise relacionando os equipamentos que mais falham com o nível de obsolescência em que se encontram
Não existe um fluxo de processos definido sobre mudanças no escopo	Não é possível identificar os desvios durante a execução do projeto, dificultando tomadas de ações de forma a mitigar problemas	Formalizar o processo de registro das solicitações de mudanças para manter o controle de todas as alterações
Algumas máquinas não possuem documentação técnica ou a documentação encontra-se precária	Complexidade para listar todos os componentes da máquina, dificultando assim definir as atividades que serão realizadas	Planejar uma parada prévia do equipamento para realizar a avaliação
Aumento de atividades via solicitação dos <i>stakeholders</i> durante a fase de execução	Mudanças no escopo e consequentemente em todo o projeto	Formalizar o processo de validação e controle de escopo

Figura 6: Problemas identificados, consequências e solução indicada

5 Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo analisar como as práticas de gerenciamento de projeto podem melhorar o processo das atividades de *retrofit* na empresa Ômega, tendo como foco principal os processos relacionados à gestão de escopo. É importante mencionar que apesar de ter sido identificado que a empresa pesquisada não pratica na íntegra a lógica da gestão de projetos, não significa que a mesma está equivocada quanto à gestão das atividades de *retrofit*, até porque, levando em consideração a carteira de trabalho que a empresa em questão tem, não é viável a implantação de todos os documentos de um plano de projeto, devido à burocratização que o mesmo traz. No entanto, é importante a implantação de alguns documentos para melhorar os resultados nos projetos de *retrofit*, visto a importância que os equipamentos industriais e a manutenção dos mesmos têm para a organização.

A gestão de escopo, se bem gerenciada, pode trazer grandes benefícios para as atividades de manutenção, principalmente por evitar retrabalhos, atrasos e o aumento dos custos da atividade.

Este estudo propõe a implantação dos documentos mais simples de serem preenchidos e gerenciados. Apesar do PMBOK[®] ser composto por quarenta e nove (49) processos, não significa que todos eles devem ser implementados para que os projetos sejam bem-sucedidos. A implantação dos documentos que compõem estes processos deve levar em consideração a complexidade dos projetos que as organizações possuem.

O bom gerenciamento das atividades de reforma resulta no principal objetivo de uma prestadora de serviços, que é a satisfação do cliente, uma vez que melhora o gerenciamento dos recursos, mitigando os efeitos dos riscos negativos, reduzindo retrabalhos e entregando as atividades conforme escopo, custo e prazo planejados.

Para que tudo isso seja possível, é importante que a equipe dispense a maior parte de seu tempo na fase de planejamento, que é a fase com maior número de processos. A fase de monitoramento e controle é essencial para a garantia do cumprimento de tudo o que foi planejado e para a avaliação dos desvios com relação às linhas de base. O encerramento é fundamental principalmente no que diz respeito ao registro das lições aprendidas para que as próximas atividades de *retrofit* sejam feitas cada vez mais próximas do planejado.

O debate e a disseminação das informações e atividades concluídas com o time de projeto contribuem para a gestão do conhecimento da empresa, pois, mesmo quando há mudança das pessoas envolvidas, as lições aprendidas já estarão avaliadas e registradas. Esse processo assiste também na resolução de problemas dos próximos projetos (Carvalho *et al.*, 2015).

A principal contribuição deste estudo foi o desenvolvimento de uma metodologia simplificada de gestão de escopo para paradas de manutenção que envolvem atividades de *retrofit*. As práticas mencionadas neste trabalho podem ser replicadas para outras empresas, mesmo que não sejam estas do ramo automotivo, visto que o foco da proposta foi nas atividades gerenciais e não nas atividades técnicas que são feitas sobre as máquinas industriais.

Este trabalho avaliou apenas a área de conhecimento de escopo, mas foi levantada pelos envolvidos na pesquisa a necessidade de implantar outros processos de gestão de projetos, principalmente os que compõem as áreas de gestão de tempo e custo, nas futuras reformas que serão realizadas na empresa Ômega.

Referências

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1994). *NBR-5462: confiabilidade e manutenibilidade*. Rio de Janeiro: ABNT.
- Barrientos, M. I. G. G. (2004). *Retrofit de edificações: estudo de reabilitação e adaptação das edificações antigas às necessidades atuais*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Recuperado em novembro, 2018, de <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/1652>.

- Biasotto, E. (2006). Aplicação do BSC na gestão da TPM: estudo de caso em indústria de processo. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, SC, Brasil. Recuperado em novembro, 2018, de <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/88910>.
- Carvalho, R. F. S., Fernandes, H. R. C., & Araújo, E. A. (2015, junho). A gestão do conhecimento para melhoria do gerenciamento de projetos. *Revista Eletrônica de Ciências Aplicáveis*, 16(31), 80-89. Recuperado em novembro, 2018, de <https://revista.fisul.edu.br/index.php/revista/article/view/35/41>.
- Cetnarowski, E., & Grams, C. A. (2014). Retrofit em Máquinas Industriais: estudo de caso. Trabalho de conclusão de curso de graduação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, PR, Brasil. Recuperado em novembro, 2018, de http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3151/1/CT_COMET_2014_1_03.pdf.
- Cortez, P. R. L., Bachour, M. C., Pereira, M. C., Dias, A. V. C., & Bagno, R. B. (2010). Análise das relações entre o processo de inovação na engenharia de produto e as ferramentas do wcm: estudo de caso em uma empresa do setor automobilístico. *Anais do XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, São Paulo, SP, Brasil, 15.
- Gil, A. C (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas.
- Kardec, A., & Nascif, J (2009). *Manutenção: função estratégica*. Rio de Janeiro: Qualitymark.
- Marconi, M. A., & Lakatos, E. M (2002). *Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados* (5a ed.). São Paulo: Atlas.
- Moschin, J. (2015). *Gerenciamento da parada de manutenção*. Rio de Janeiro: Bransport.
- Moura, C. F., Batalha, L. D., Gomes, N. C., & Bastos, R. M. (2015). Formulação de uma estratégia de manutenção baseada na análise de falhas de quatro máquinas de corte e solda em uma indústria de termoplásticos. *Anais do III Simpósio de Engenharia de Produção, gestão de informações como aporte de competitividade para organizações produtivas*. João Pessoa, PB, Brasil, 16.
- Murino T., Naviglio G., Romano E., Guerra, L., Revetria, R, Mosca, R., & Cassettari, L. C. (2012, september). A world class manufacturing implementation model. *Proceedings of the 2012 American conference on Applied Mathematics* (pp. 371-376). Recuperado em 12 janeiro, 2018, de <http://www.wseas.us/e-library/conferences/2012/CambridgeUSA/MATHCC/MATHCC-59.pdf>.
- Netland, T. H., Hoeg, P. C. H., & Knutsen. D. H. (2016, september). Manufacturing Cost Deployment: How to select the right projects. Zurich: Better production. Recuperado em 12 janeiro, 2018, de <http://better-operations.com/2016/09/15/manufacturing-cost-deployment/>.
- Ploteguer, S. L. (2012). Proposta de método de referência aplicado a *retrofitting* de máquinas-ferramentas. Tese de doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil. Recuperado em 12 novembro, 2018, de <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18156/tde-12092013-094431/pt-br.php>.

- Prado, E. C., Moreira, E. J., Braga, W. L., & Ricci, G. L. (2012). PCP: utilização do MS PROJECT no auxílio à programação da produção em uma indústria de caldeiraria. *Anais do XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As Contribuições da Engenharia de Produção*. Bento Gonçalves, RS, Brasil, 13.
- Project Management Institute (2017). *Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos* (6a ed.). Newtown Square, PA.
- Ribeiro, A. S., Almeida A. G. S., Souza, M. B., & Lima, E. J. (2007). Metodologia para implementação de *retrofitting* de controladores de equipamentos de automação de processos. *Anais do 8º Congresso Ibero-americano de Engenharia Mecânica*, Cusco, Peru, 8.
- Rosa, R. N. (2016). Aplicação da manutenção centrada em confiabilidade em um processo da indústria automobilística. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, Brasil. Recuperado em 12 novembro, 2018, de <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/163902>.
- Simon, A. T (1990, outubro). Retrofitting e reforma, duas formas de melhorar a produção. *Máquinas e Metais*, 416, 38-41.
- Sotille, M. A., Menezes, L. C. M., Xavier, L. F. S., & Pereira, M. L. S (2014). *Gerenciamento do escopo em projetos*. Rio de Janeiro: Editora FGV.
- Verri, L. A (2008). *Sucesso em paradas de manutenção*. Rio de Janeiro: Qualitymark.
- Viana, H. R. G (2016). *Fatores de sucesso na gestão da manutenção de ativos*. Rio de Janeiro: Bookstart.
- Yin, R. K (2005). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman.