

GERENCIAMENTO DE ESCOPO EM PROJETOS DE MANUTENÇÃO MECÂNICA: ESTUDO
DE CASO EM UM PROJETO DE MONITORAMENTO DE VIBRAÇÃO EM EQUIPAMENTOS
CENTRÍFUGOS

David Edison Cruz Rodrigues

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro.

Orientador: Prof. Ricardo Manfredi Naveiro, DSc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

MAIO - 2013

GERENCIAMENTO DE ESCOPO EM PROJETOS DE MANUTENÇÃO MECÂNICA: ESTUDO
DE CASO EM UM PROJETO DE MONITORAMENTO DE VIBRAÇÃO EM EQUIPAMENTOS
CENTRÍFUGOS

David Edison Cruz Rodrigues

PROJETO FINAL SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO
DO GRAU DE ENGENHEIRO MECÂNICO.

Aprovado por:

Prof. Ricardo Manfredi Naveiro, D. Sc

Prof. Fábio Luiz Zamberlan, D.Sc

Prof. Silvio Carlos Anibal de Almeida, D.Sc

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

MAIO - 2013

"De tanto ver triunfar as nulidades, de tanto ver prosperar a desonra, de tanto ver crescer a injustiça, de tanto ver agigantarem-se os poderes nas mãos dos maus, o homem chega a desanimar da virtude, a rir-se da honra e a ter vergonha de ser honesto."

Rui Barbosa.

Rodrigues, David Edison Cruz

Gerenciamento de Escopo em Projetos de Manutenção Mecânica: Estudo de Caso em um Projeto de Monitoramento de Vibração em Equipamentos Centrífugos / David Edison Cruz Rodrigues – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2013.

VIII, 89 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Ricardo Manfredi Naveiro, DSc.

Projeto de Graduação – UFRJ/ Escola Politécnica/ Curso de Engenharia Mecânica, 2013.

Referências Bibliográficas: p. 87-89.

1. Gerenciamento de Escopo. 2. Planejamento da Manutenção. 3. Gerenciamento de Projetos. I. Naveiro, Ricardo Manfredi. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Mecânica. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus e a toda a espiritualidade amiga que sem eles, meus caminhos teriam sido mais nebulosos e não teria alcançado meus objetivos. À minha mãe, Alba, pela luta inabalável e a fé incondicional na minha capacidade e por sempre ter sido a incentivadora maior dos meus talentos. Aos meus avós, Geny e Edison, por terem sido o sustentáculo da minha criação e o exemplo de que o amor não é uma função cujo limite tende a zero com o tempo. À minha namorada, Luciana, por ter me mostrado que vale a pena crescer e amadurecer. Ao meu professor-orientador, Ricardo, por ter confiado nessa ideia não-convencional de projeto final e a todos os outros professores que foram parte da construção do conhecimento que tenho o orgulho de ter adquirido. À UFRJ, por ter a grandeza de reunir mentes brilhantes, lugar onde quis estar desde pequeno e tive a oportunidade de vivenciar nesses últimos anos. A todos da empresa objeto da pesquisa, que tive a felicidade de compartilhar 15 meses, por terem me mostrado que engenharia vai além das fórmulas e que amizades são para sempre. Enfim, a todos que fizeram parte da minha história como estudante de engenharia e que continuarão a me encaminhar nessa nova fase como engenheiro.

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica / UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Mecânico.

Gerenciamento de Escopo em Projetos de Manutenção Mecânica: Estudo de Caso em um Projeto de Monitoramento de Vibração em Equipamentos Centrífugos

David Edison Cruz Rodrigues

Maio/2013

Orientador: Ricardo Manfredi Naveiro

Curso: Engenharia Mecânica

O gerenciamento de escopo é essencial para garantir que ao longo da execução de um determinado projeto as metas de prazo, custo e operabilidade estão sendo seguidas, ainda mais em um ambiente altamente dinâmico como o que permeia as atividades de manutenção em grandes instalações petroquímicas. Aliado a um planejamento da manutenção eficaz, esse trabalho pretende propor uma forma de estruturar as atividades desde a geração da ideia até a fase de implantação do empreendimento, de maneira que o fluxo de trabalho não sofra grandes alterações e possua um controle eficaz. Pretende-se que ao possibilitar o uso dessa ferramenta, os projetos de manutenção sigam o seu curso sem grandes mudanças de trabalho, sem sobreposição de atividades e usando o CAPEX previsto no orçamento anual, diferente do que vem ocorrendo hoje na maioria dos investimentos em manutenção nas instalações petroquímicas.

Palavras-chave: Gerenciamento de Escopo, Planejamento da Manutenção, Gerenciamento de Projetos, Estudo de Caso

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Engineer.

Scope Management of Mechanical Maintenance Projects: Case Study of a Vibration
Monitoring Project on Centrifugal Equipments

David Edison Cruz Rodrigues

May/2013

Advisor: Ricardo Manfredi Naveiro

Course: Mechanical Engineering

Scope management is essential to ensure that, along the execution of a given project, the time, cost and operability trade-offs are being followed, particularly on a highly dynamic environment such as that of the maintenance activities within a petrochemical facility. Allied to an effective maintenance planning, this work proposes a way of structuring the activities, from the basic concept to the implementation itself, in a way that won't compromise the workflow and will have an effective control. It is intended that, once this tool is made available, maintenance projects will follow their courses without suffering big changes compared to what was planned on the early phases of the work, aside from those that are related to the randomness of markets and their inherent risks, without overlapping activities and using the CAPEX predicted on the annual budget, as opposed to what's being seen nowadays in most of the investments on maintenance in petrochemical facilities.

Key-words: Scope Management, Maintenance Planning, Project Management, Case Study

SUMÁRIO

1. Introdução

2.

A proposta de trabalho é analisar o tema do Gerenciamento de Escopo no âmbito dos projetos de manutenção em uma Indústria Petroquímica. Para isso serão abordados aspectos referentes ao planejamento da manutenção, além de outras dimensões do PMBOK (Project Management Body of Knowledge) que venham impactar no escopo dos projetos que serão resultado da busca por diminuir manutenções corretivas e aumentar continuamente a confiabilidade dos equipamentos.

O tema surgiu da observação da dificuldade de se aplicar os métodos de gerenciamento de projetos quando o tema é manutenção, devido à característica de aleatoriedade dos eventos de falha, do cotidiano de atividades imprescindíveis à sobrevivência da instalação petroquímica e da dificuldade de se limitar um escopo claro já que os equipamentos estão intrinsecamente ligados uns aos outros.

O trabalho será limitado a uma revisão dos conceitos de planejamento da manutenção, em especial às técnicas usadas em instalações petroquímicas e, particularmente, de grandes equipamentos centrífugos. Além disso, abordará o tema de gerenciamento de escopo, tanto compartilhando a visão presente no PMBOK quanto buscando em outras literaturas, para delinear a melhor maneira de ajustar esse tema aos projetos de manutenção. Assim, serão abordadas maneiras de prever ou predizer o problema antes que este aconteça e agir de modo a aumentar a confiabilidade dos equipamentos, diminuindo assim, a probabilidade de falha e garantindo um escopo mínimo que não afete as condições de prazo e custo.

A proposta desse trabalho é sugerir um modelo de EAP (Estrutura Analítica de Projeto) genérico que possibilitará um acompanhamento eficaz do planejamento físico do projeto de manutenção, especialmente aqueles que envolvem equipamentos

centrífugos. A EAP proposta irá viabilizar a integração entre as práticas de Gerenciamento de Projetos e as técnicas de manutenção. Esse modelo terá como foco as fases que antecedem o projeto básico, já que após o mesmo, o escopo é congelado até a finalização da etapa de execução.

Ainda com o intuito de focar o estudo, optou-se por restringir o escopo aos projetos de mecânica, mais especificamente, de equipamentos centrífugos, pois possuem características similares. Essa EAP deverá servir de modelo-base a fim de que todos os projetos tenham sua EAP própria sendo feita a partir de uma base sólida que leva em consideração o histórico de problemas acontecidos nos projetos passados, relacionando as lições aprendidas e contornando eventuais problemas que possam se repetir. Para isso, serão estudados os conhecimentos relativos a esse problema em diferentes literaturas para que essa EAP traduza uma visão ampla do tema e que seja adequada ao ambiente de manutenção.

Esse trabalho se originou da experiência pessoal do autor trabalhando como estagiário da área de empreendimentos em um grande indústria do setor petroquímico. Nos quase 15 meses passados em atividades na área de projeto observou-se uma dificuldade enorme da área de manutenção no que tange a estruturar as ideias que surgiam das necessidades que eles visualizavam no cotidiano. Essa observação se deu em grande parte, pois foi dada a oportunidade de gerenciar um portfólio de investimentos completo, no caso, na área de manutenção. Assim, vivenciando as dificuldades, alguns problemas saltaram aos olhos e a ideia desse trabalho se fez presente.

Quanto à estrutura esse trabalho está dividido em cinco partes. O capítulo 1 é fala sobre planejamento da manutenção. Nesse tópico será abordada a evolução da manutenção através do tempo, os tipos de manutenção mais usados, uma breve

introdução a engenharia de manutenção. Além de um tópico voltado para melhorias contínuas de processo de manutenção. Por fim, uma explicação mais aprofundada em como são feitas as manutenções em uma indústria petroquímica.

No capítulo 2 está exposto o tema do gerenciamento de projetos, de maneira sucinta, tendo como base o PMBOK, porém utilizando outras fontes para elucidar pontos específicos que são importantes para a compreensão da ferramenta utilizada (EAP).

No capítulo 3 está a parte central do projeto. Ele começa com uma introdução sobre a metodologia de estudo de caso, onde foi usado essencialmente o livro do Yin e outros artigos que tinham como palavra-chave o estudo de caso. A seguir, fala sobre a sistemática de empreendimentos da empresa que foi a fonte para o estudo de caso, onde está presente boa parte do que foi exposto no capítulo 2 e algumas interpretações da empresa sobre as boas práticas de gerenciamento. Após isso, um breve histórico é feito para situar o leitor no projeto que será o alvo do estudo de caso. Por fim, o relatório de estudo de caso é feito usando a metodologia exposta no começo do capítulo, permeado com a estrutura da EAP para cada fase de FEL.

No capítulo 4 encontram-se as considerações finais onde as possíveis ideias de melhoria geradas durante o relatório de estudo de caso são agrupadas de maneira coesa e conclusiva e no capítulo 5 está presente a bibliografia utilizada.

- 3.
- 4.

5. Capítulo 1

6.

7.

Segundo a NBR 5462 (1994), manutenção é a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou realocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida.

Os gastos com manutenção no Brasil equivalem a 4,10% do Produto Interno Bruno, enquanto que a média mundial é de 4,12% conforme dados do documento nacional bianual de manutenção da ABRAMAN (Associação Brasileira de Manutenção), apresentado no Congresso Brasileiro de Manutenção em 2005.

Com o aumento da competição entre as empresas e a crescente demanda por equipamentos de maior confiabilidade que possibilitam maiores taxas de produção com poucas perdas, os custos operacionais, dentre eles o de manutenção, tiveram que aumentar gradativamente para se adequar ao novo mercado.

O planejamento da manutenção mecânica tem sua importância pautada no desenvolvimento de um sistema de gestão da manutenção que possibilite o atendimento dos objetivos da organização, principalmente aqueles voltados aos processos de obtenção dos produtos-fim, visando sua melhoria contínua e, concomitante, redução de custos.

Falando um pouco agora sobre a história da manutenção, Moubrey (2000) definiu como primeira fase aquela que existiu após o advento da revolução industrial do século XVIII, onde a principal característica era o uso massivo da manutenção corretiva. Logo após a II Guerra Mundial, o nível de exigência do produto passou a ser maior e, visando à diminuição do tempo perdido com reparo, o conceito de manutenção preventiva passou a ser inserido no contexto industrial, o que caracterizou a segunda geração. A terceira geração iniciou-se a partir do uso dos sistemas de computadores que

propiciaram novas ferramentas para predição de falhas, através do monitoramento contínuo do funcionamento das máquinas.

Contudo, Arcuri Filho (2005), existe uma quarta geração dita “manutenção estratégica centrada no negócio”, que destaca a importância do engenheiro de manutenção. Nunes (2001) *apud* Peres *et al* (2007), afirma que “os custos de manutenção transformaram as áreas de manutenção em um segmento estratégico para o sucesso empresarial. Decorrendo desta afirmação, pode-se destacar que a redução de custo proporciona vantagem competitiva.” Assim, existe um alinhamento direto entre os custos operacionais de manutenção e sua proposta de redução através da melhoria de sistemas embasada em novos projetos que aumentem a confiabilidade dos equipamentos. Dessa forma, melhorando a assertividade de escopo dos citados projetos, pode-se inferir que haja uma redução direta dos custos, o que está alinhado com a visão proposta por Arcuri Filho (*op.cit*) e com os objetivos do presente trabalho.

8. Segundo Fabro (2003), podem ser citadas algumas vantagens de se ter um bom planejamento da manutenção. Dentre elas:

9.

- 1) Possibilidade de planejamento de recursos humanos;
- 2) Evita erros na contratação de terceiros e compra de sobressalentes;
- 3) Possibilidade de aquisição de materiais com maior qualidade e menor custo;
- 4) Através dos planos de trabalho, a manutenção pode ser conduzida com um

maior acompanhamento e controle;

- 5) Evita-se trabalho desnecessário;
- 6) Possibilita a manutenção por oportunidade.

10. Tipos de Manutenção

11.

12.

Segundo Slack *et al* (2002) *apud* Denardin *et al* (2010), a manutenção corretiva consiste em deixar o equipamento ligado até que quebre e não tenha mais condições de trabalhar, ou seja, a manutenção ocorre somente após a falha. Sendo assim, já que não

há prevenção possível, as ações de manutenção devem ser voltadas para a redução de efeitos e dos custos das falhas.

Conforme Xenos (1998), a manutenção preventiva é aquela que se faz com uma periodicidade definida e pode ser considerada como o coração das atividades mantenedoras, pois reduz a frequência de falhas, aumenta a disponibilidade dos equipamentos e diminui as interrupções inesperadas na produção. Como benefício da manutenção preventiva, podemos citar:

- (i) Equipamentos confiáveis, permitindo redução de estoques;
- (ii) Significativa melhora da qualidade, segurança, flexibilidade e confiabilidade de equipamentos;
- (iii) Familiarização dos operadores com os equipamentos;
- (iv) Melhor controle de processo através de registro das máquinas.

No que diz respeito à manutenção preditiva, Viana (2002) afirma que ela consiste em uma sequência de tarefas de manutenção preventiva que juntas visam acompanhar um determinado equipamento, por monitoramento, medições, ou ainda, através de um controle estatístico no intuito de prever a proximidade de uma falha latente. Os benefícios da manutenção preditiva envolvem os mesmos princípios utilizados para definir os ganhos da manutenção preventiva, porém de uma maneira bem mais profunda e com uma quantidade maior de dados para tomar uma decisão.

São eles:

- (i) Redução dos prazos e custos de manutenção;
- (ii) Previsão de falhas com maior antecedência;
- (iii) Melhoria nas condições de operação dos equipamentos.

A grande vantagem de se fazer a manutenção preditiva é que as intervenções sobre uma máquina serão feitas de maneira condicional, ou seja, somente se os

parâmetros de controle evoluírem significativamente para níveis não admissíveis. Dessa maneira, existe uma diminuição da probabilidade de inserção de novos defeitos nas operações sistemáticas de montagem/desmontagem.

Agora fazendo um paralelo entre os três tipos de manutenção citados, podemos afirmar que a manutenção corretiva é vantajosa nos casos onde a falha possui conserto fácil e rápido ou quando a falha é muito difícil de ser antecipada. A manutenção preventiva é aplicada quando o custo da falha não planejada é alto e quando esta não é totalmente aleatória. Diferentemente, a manutenção preditiva é aplicada quando a falha é dispendiosa, seja em relação ao custo específico do equipamento que venha a ser trocado ou quando acarrete em um tempo muito grande de parada que impacte nas perdas de não estar produzindo (lucro cessante).

Assim podemos definir que o presente trabalho tem seu valor mensurado a partir dos dados obtidos pelos processos de manutenção citados acima, principalmente os de manutenção preditiva, para avaliar a necessidade de melhorias nos equipamentos de modo que, a partir de um investimento inicial, possamos diminuir a probabilidade de falha ou aumentar a produtividade através do conhecimento do ponto ótimo de trabalho, agregando valor ao equipamento, melhoria nas instalações e retorno do investimento. Essa tem que ser a meta da Engenharia de Confiabilidade e o método utilizado para alcançá-la é através de investimento maciço em novas técnicas e tecnologias, o que invariavelmente levarão a necessidade de se fazer um projeto.

13. Engenharia de Manutenção

A engenharia de manutenção é uma evolução da manutenção industrial. Segundo Pinto & Xavier (1998) *apud* Campos Junior (2006), “ Engenharia de Manutenção

significa perseguir benchmarks, aplicar técnicas modernas, estar nivelado com a manutenção de primeiro mundo”. Assim, pode-se afirmar que quando a prática da Engenharia de Manutenção começa a ser aplicada nas empresas de modo geral, a cultura começa a mudar, no sentido de que as pessoas são doutrinadas a investigar as causas de falhas em equipamentos, interrupções de produção, modificar situações crônicas, melhorar sistemáticas, enfim obter um grau maior de confiabilidade dos equipamentos, sem gerar custos exorbitantes provenientes dessa prática. Assim, a Engenharia de Manutenção encarrega-se da gestão do processo de manutenção, procurando melhorar continuamente a eficiência dos processos.

Além das tarefas inerentes a melhoria da confiabilidade que são de ordem prática e presentes no cotidiano das atividades de manutenção, existe ainda uma forma mais tênue de fazer um processo de melhoria contínua. Cabe ressaltar que muitas vezes, problemas recorrentes em equipamentos essenciais, que são resolvidos com manutenções corretivas podem ser fortes candidatos a uma melhoria mais abrangente através de um estudo de caso, para definir a causa-raiz do problema e o aporte de verba para executar um projeto que mude o jeito em que as coisas estejam sendo feitas.

14. Manutenção Produtiva Total
15.

A manutenção produtiva total (TPM, sigla em inglês) pode ser considerada a ciência médica das máquinas. Ele é um programa que engloba um novo conceito para planos de manutenção de equipamentos. O objetivo da TPM é aumentar continuamente a produção e, ao mesmo tempo, aumentar a moral e satisfação dos funcionários.

A TPM coloca a manutenção em um patamar, onde ela é considerada uma parte importante do negócio, visão essa que não foi sempre compartilhada ao longo do tempo. A manutenção deixa de ser considerada uma atividade que não traz lucro para a empresa e o tempo de parada da máquina passa a ser planejado como parte integrante do processo de manufatura. O objetivo principal da TPM é fazer com que paradas emergenciais sejam reduzidas ao mínimo.

A TPM foi pensada para evitar desperdício em ambientes extremamente dinâmicos, reduzir custos de manutenção, produzir continuamente com uma tendência de redução ao mínimo de refugo, produzir produtos sem reduzir a qualidade e/ou tempo de fabricação.

A TPM baseia sua ação em sete pilares diferentes. São eles: 5S (organização, sistematização, limpeza, padronização e disciplina - sigla em japonês), manutenção autônoma, pequenas melhorias, manutenção planejada, qualidade da manutenção, treinamento, análise de conflitos e SSMA (saúde, segurança e meio ambiente).

A TPM começa com o uso do 5S, os problemas não podem ser claramente vistos quando o ambiente de trabalho está desorganizado. Limpar e organizar o ambiente de trabalho ajuda o time a desvendar os problemas. Deixar os projetos visíveis é o primeiro passo para resolvê-los

A manutenção autônoma significa desenvolver os operadores das máquinas para que eles saibam resolver pequenos problemas de manutibilidade, liberando as pessoas que possuem maior capacidade técnica para lidar com os problemas que envolvam maior necessidade de tempo dispendido.

O próximo pilar diz respeito às pequenas melhorias implementadas no cotidiano de trabalho que requerer pouco ou nenhum investimento. O conceito que rege esse trabalho é o de que um conjunto de pequenas melhorias possui mais valor do que um grande investimento. Esse é um típico caso onde a soma das partes é maior que o todo, pois a melhoria contínua promove uma interação maior entre os envolvidos no trabalho e uma maior clareza do que um investimento maciço, porém obscuro nos seus fundamentos.

O objetivo da TPM é a maximização da efetividade de funcionamento dos equipamentos, visando à máxima utilização, não somente a máxima disponibilidade de utilização. Seguindo esse objetivo, programar pequenas melhorias contínuas no processo faz com que a confiabilidade, eficiência dos equipamentos e expertise dos operadores aumente, bem como favorece a diminuição do consumo de energia e materiais.

Essas pequenas melhorias se concentram em diminuir as perdas mais gerais. Dentre elas: perda por falha do sistema, ajustes de partida, pequenas paradas não previstas, peças defeituosas, processos ineficientes e etc.

Depois de aplicadas todas as possibilidades de melhorias, ainda assim, restarão problemas em que por mais que se aplique o conceito de pequena melhoria contínua, ainda assim, a busca pelo patamar ótimo é tão distante do atual que será necessária uma abordagem diferente. Nesse cenário é que nasce a ideia de se fazer um projeto.

Até esse ponto, vimos que apesar da evolução da ciência mantenedora de equipamentos, ainda assim existem problemas de engenharia de solução não trivial, imprevisíveis onde auferir dados torna-se um desafio tão grande que nem mesmo toda uma mudança de pensamento, como é o caso do uso da TPM, irá resolver. Assim, invariavelmente, será necessária uma equipe multidisciplinar que trabalhe em conjunto para gerar inovações na fronteira do conhecimento, de modo que todas as limitações sejam suplantadas por uma solução inovadora.

O grande problema nesses casos é que o cotidiano do engenheiro de manutenção é tão corrido, com prazos tão curtos e exercendo funções rotineiras que mesmo sabendo onde está o problema, mesmo assim possui dificuldade de delimitar suas fronteiras. Por muitas vezes, caindo na falácia do “já que”; “já que estamos consertando a bomba, que tal trocar a linha de sucção que também apresentou problemas no passado?”. O controle tem que estar presente em todas as fases de projeto em ambientes de manutenção para evitar que esses erros levem a um problema de custo ou prazo futuro. Para isso, introduzir-se-á, a seguir, o conceito de gerenciamento de escopo.

16. Manutenção Mecânica em Indústria Petroquímica

Nas unidades petroquímicas, as equipes de manutenção costumam ser bem desenvolvidas, e ainda assim, os serviços de manutenção e reparo são feitos por firmas de terceiros. A principal causa disso é que manter um corpo técnico efetivo para todos os serviços necessários na instalação industrial causaria um aumento da folha de pagamento por oneração demasiada de pessoal. Assim, contratos de parceria com firmas parceiras são a solução para executar as tarefas no prazo desejado sem deixar capacidade produtiva ociosa.

No quesito de equipamentos de manutenção ocorre o mesmo fato. Geralmente, existem contratos de locação de máquinas de carga e utilidades de manutenção, como gaxetas, ferramentas e etc. Estas ficam instaladas dentro das instalações para agilizar o processo de obtenção das necessidades do cotidiano de manutenção. Essas empresas cedem parte de seu efetivo e estoque contínuo de materiais em seções instaladas dentro do perímetro da manutenção (geralmente num contêiner externo ao prédio). Dessa maneira, as utilidades que precisariam de uma ordem de compra e período de entrega agora podem ser adquiridas quase que imediatamente sendo somente um requisito a assinatura de uma ordem de remessa que entra como parte de um contrato guarda-chuva. Fica demonstrado assim mais uma forma de terceirização presente na manutenção.

O setor de manutenção costuma ter uma gerência própria, vinculada diretamente ao gerente da instalação de produção e conta com a ajuda de coordenadores especializados em cada área de manutenção. Assim existem coordenações de mecânica, elétrica, instrumentação, planejamento e administrativa.

Cada uma dessas áreas é responsável pelo planejamento da manutenção dos seus equipamentos, além do cadastro de modificações, preenchimento, catalogação e análise das ordens de serviço, além de toda a análise orçamentária. Mais ainda, cada área é responsável por prever demandas futuras de manutenção e escrever projetos conceituais sobre melhorias que não puderem ser executadas somente através da prática da TPM.

Analisando os tipos de manutenção mostrados, pode-se dizer que todos possuem um papel importante e essencial na continuidade do funcionamento de uma instalação petroquímica. Alguns equipamentos, tal como válvulas de simples acionamento, não automatizada, não requerem manutenções intensivas, ficando a cargo da manutenção corretiva a troca dessas válvulas quando apresentarem falha, pois seu valor agregado não é tão grande que se justifique outra prática.

Já nos mancais dos equipamentos centrífugos, a manutenção corretiva levaria a uma perda enorme, tanto de lucro cessante como pela troca não planejada do componente. Assim, nesses termos, se justifica a manutenção preventiva que ocorre na garantia do cumprimento do plano de lubrificação, fazendo com que esse não venha a falhar antes do período definido pela troca programada.

Ainda falando em equipamentos centrífugos, alguns compressores são de extrema importância para uma instalação petroquímica, os compressores de gás de carga, por exemplo, costumam ser o coração da instalação. Uma falha em um desses compressores compromete todo o funcionamento do processo. Assim, é indispensável um planejamento intensivo e crítico nesses equipamentos. Nestes, costuma ser usado um sistema de monitoramento de vibração, que pode ser considerado um trabalho de manutenção preditiva. Esse sistema adquire os dados de vibração do equipamento e manipula-os em um software de gerenciamento de sinal, a fim de prever uma falha latente que dará sinais físicos mudando o modo de vibração característico do equipamento.

De maneira geral, a TPM também entra no cotidiano de uma instalação petroquímica, pois a melhoria contínua será a ferramenta que agregará valor aos equipamentos. Nada melhor do que o próprio operador do equipamento para avaliar o funcionamento do mesmo e para garantir que não ocorra nenhuma situação atípica de funcionamento que possa influenciar na atividade do equipamento, vindo a causar uma falha. Visto dessa maneira, cada vez mais, torna-se necessário alto grau de qualificação de todos os envolvidos numa instalação de processo petroquímico devido ao alto grau de tecnologia envolvida e a urgência em obter alto grau de confiabilidade.

De maneira geral, são usados variados métodos de manutenção no caso específico da indústria petroquímica, porém como os equipamentos centrífugos

costumam ser os mais caros da instalação e onde uma parada não programada pode trazer prejuízos de ordem muito elevada, estes costumam ser tratados como premissa no âmbito da manutenção preditiva.

Todos os métodos de manutenção preditiva se baseiam no monitoramento e análise de algumas variáveis importantes no funcionamento de determinado equipamento. Entre os métodos mais empregados, os mais comuns são: análises de óleos, sistemas especialistas e análise de vibração.

Análise de óleo: a variável importante a ser acompanhada nesse caso é a taxa de contaminação do óleo. Durante a vida útil de uma peça, o desgaste provocado com o uso faz com que ocorra uma erosão de pequenas partes da mesma que serão carreadas para o filme de óleo. Assim, ao verificar a taxa de contaminação por partículas sólidas no óleo, pode-se identificar a presença de um mau funcionamento e sua origem. As características que serão analisadas são: tipo do contaminante (natureza), a dimensão das partículas e a forma das partículas do contaminante (morfologia);

Sistemas especialistas: são softwares que fazem uso de métodos heurísticos, aplicando regras empíricas. Dado uma condição inicial, pode-se prever a evolução desse problema, através da simulação em ambiente computacional e estabelecer um programa para contornar a situação futura indesejada;

Análise de vibração: Neste método, para verificar defeitos ou degradação de funcionamento do equipamento recorre-se à análise dos esforços dinâmicos e à amplitude de resposta vibratória. Para se valer de uma solução esse método lança mão de um modelo comparativo de análise. A manutenção preditiva por meio de análise de vibrações é feita utilizando-se técnicas de processamos do sinal vibratório visando extrair informações que permitam correlacionar algumas características do sinal com o estado do equipamento.

Toda máquina centrífuga gera vibrações de grande amplitude quando é excitada na frequência natural de seus componentes. Um sinal periódico pode ser decomposto em harmônicos que são associados aos diferentes componentes da máquina.

Arauto Junior (2004) apresenta os conceitos de manutenção preditiva e as diversas técnicas empregadas para o monitoramento da condição de funcionamento de equipamentos centrífugos. Estuda-se a técnica da manutenção preditiva pelo nível global das vibrações, as técnicas de monitoramento e diagnóstico de defeitos com base na análise do espectro de vibrações e as técnicas com base na média temporal síncrona, diagrama de órbita e demodulação. As últimas três técnicas citadas caracterizam-se pelo seu emprego específico para o monitoramento de uma classe de equipamentos ou um tipo de defeito.

Em se tratando do diagrama do tipo “órbita” ressalta-se que o mesmo é um resultado gráfico da medição de dois sinais síncronos, tomado por sensores montados transversalmente. Esta é usada, prioritariamente, em mancal de deslizamento.

Três estágios estão envolvidos no acompanhamento preditivo de uma máquina:

1. Aquisição de dados: Conversão das vibrações produzidas pela máquina ou sistema em sinais elétricos, através de sensores ou transdutores;
2. Processamento de sinais: Em analisadores e/ou programas de Manutenção Preditiva, os sinais “brutos” são convertidos em dados digitais e manipulados para se obter informações significativas para a avaliação das vibrações e definição da sua causa dominante;

3. Avaliação da condição: É o estágio de decisão, no qual os dados são comparados com dados de referência, dados anteriores e/ou limites de alarme estabelecidos por normas, fabricantes ou consultores, visando à avaliação da condição dos equipamentos e a tomada de decisões sobre a necessidade de intervenções.

Considerando que a deterioração do equipamento traduz-se por um aumento na amplitude de vibração, pode-se, a partir da medição do sinal em pontos determinados, acompanhar a evolução desses sinais e identificar o aparecimento dos esforços dinâmicos novos ou aumento da amplitude da resposta, que são indicadores do surgimento de defeitos ou degradação do funcionamento.

O procedimento se baseia em um princípio comparativo, ou seja, o que se analisa é a evolução histórica do equipamento a partir de um instante tomado como referência, ou, por comparação com dados estatísticos baseados em equipamentos semelhantes. O instante escolhido para referência seria após uma manutenção de grande porte, ou mesmo após o restabelecimento operacional decorrente de uma manutenção corretiva. E, posteriormente, a cada quantidade determinada de horas de funcionamento, os espectros de frequência seriam comparados com os obtidos após uma grande inspeção. Se fosse obtido um aumento de amplitude numa faixa de frequência, seriam identificadas possíveis falhas.

Usualmente, utiliza-se o critério de severidade da vibração sobre as partes não centrífugas. Neste método, a avaliação é feita por dois critérios, são eles: comparação da magnitude do valor medido com uma tabela de referência indicada pelas agências de normalização e verificação da presença de uma variação localizada do valor medido, de forma diferente do comportamento observado ao longo de uma sequência de medidas

periódicas realizadas para o equipamento. Costuma ser comum um critério híbrido em que se leve em conta os dois citados e que fique sempre com o maior entre eles.

Também podem ser usados outros métodos alternativos de análise de vibrações. O mais usado para manutenção preditiva é o método que se baseia no espectro de vibração, este faz uma análise espectral do sinal vibratório obtido. A ideia subjacente é que, uma vez que o sinal é a resposta da estrutura às excitações dinâmicas advindas do funcionamento da máquina, a análise espectral revelará “picos” de amplitude nas frequências associadas a tais excitações. Nesse sentido, a manutenção diz respeito à monitoração periódica do conjunto ao se verificar uma variação singular na amplitude de uma das frequências fundamentais ou do surgimento de frequências espúrias com amplitudes significativas.

Capítulo 2

17. Disposições iniciais em Gerenciamento de Projetos

18.

Antes de falar sobre o que é o gerenciamento de projetos em si, precisa-se ter em mente o que é um projeto. Segundo (PMBOK, 2004), “um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. A sua natureza temporária indica um início e um término definidos. O término é alcançado quando os objetivos tiverem sido atingidos e o projeto for encerrado, ou quando o mesmo não for mais necessário.” Agora que já está definido o que é um projeto, tratar-se-á do seu gerenciamento. Este é a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas de modo a ter êxito em suas pretensões iniciais com o projeto. Acima de tudo, esse trabalho focará nas restrições conflitantes que agem sobre os projetos, a saber: escopo, qualidade, cronograma, orçamento, recurso e risco. Mais ainda, ele abordará particularmente as dificuldades de se limitar um escopo em projetos de manutenção e analisar o risco de não execução desse projeto.

19. Definição de projeto

20.

Um projeto pode ser definido em três diretrizes básicas: proposta, escopo e resultados esperados. A proposta pode ser entendida como a necessidade de negócio que precisa ser atendida. Esta pode ser um problema a ser resolvido, uma oportunidade a ser explorada, um benefício a ser obtido ou uma ineficiência que precisa ser eliminada. A declaração da proposta precisa ser clara e precisa de modo que todos os *stakeholders* (pessoas envolvidas no projeto) compreendam a real necessidade do investimento.

O escopo é uma descrição inicial detalhada da maneira na qual a proposta será executada. Se a proposta é um problema a ser resolvido, o escopo tem a função de

identificar possíveis soluções. O escopo deve conter três partes importantes: todo o trabalho necessário para alcançar o sucesso, além de constar também todo o trabalho que está fora do escopo do projeto, indicando a razão de não executá-los e informar todas as interfaces que serão necessárias durante o projeto.

Os resultados esperados são um conjunto de indicadores qualitativos e quantitativos que terão a função de verificar se o projeto obteve êxito em sua proposta. Esses podem ser o início de uma auditoria mais completa que ficará a cargo de certificar se os padrões de qualidade, custo e prazo foram atendidos.

Tendo em mente que a EAP é uma ferramenta extremamente poderosa para estabelecer uma visão do todo sem perder o poder sobre as partes que o formam, podemos ainda definir que a primeira subfase (segundo patamar do estudo) é o responsável por estabelecer a estratégia, mostrando como um conjunto de produtos intermediários se concatena para alcançar os objetivos estabelecidos para o projeto. Essa característica transforma a EAP em uma poderosa ferramenta motivacional, pois agrega ao time de projeto uma visão comum dos objetivos, ou seja, aonde queremos chegar, além de se poder trabalhar nos patamares inferiores focando como os objetivos já expostos poderão ser alcançados, através do foco nos documentos que marcarão o fim de cada etapa, ajudando assim na delegação planejada das tarefas que melhor incorporam as aptidões de cada membro do time.

Agindo assim, pode-se confiar na equipe para, a partir de datas previamente definidas para cada entregável definido pelo segundo patamar da EAP, deixar com que trabalhem livremente, cada um com seus métodos próprios, na formulação dos patamares inferiores, de maneira que o processo de execução seja agilizado, por ser feito da maneira definida pelo executante.

Acima de tudo, uma Estrutura Analítica de Projeto deve essencialmente ter as seguintes características:

- *Ser compreensível para todos* – Sendo a EAP uma ferramenta para construir cooperação e comprometimento, trazendo assim uma visão única do projeto. Ela deve ser, primeiramente, entendida por todos que estão envolvidos. Isso requer que todas as descrições das fases estejam claras, sem jargões técnicos que seriam entendidos apenas por alguns poucos integrantes da equipe;
- *Ser capaz de prover controle* – O planejamento é uma ferramenta criada para controlar uma situação multivariável, assim cada fase da EAP deve ser precisa, para que seja fácil assumir quando elas forem concluídas, preferencialmente, que possam ser traduzidas em números;
- *Ter foco nas decisões* – Cada fase da EAP representa etapas intermediárias que caminham para um todo que seria a concretização estabelecida na fase de proposta. Assim, muitas vezes, o entregável se converte numa decisão importante que deve ser tomada para que o projeto possa prosseguir. Cabe aqui ressaltar que a objetividade será o diferencial para não perder tempo em debates vazios. Nesse ponto, a figura do líder de projeto é essencial;
- *Mostrar uma sequência lógica* – Uma EAP é composta por sequências lógicas. Ela contém uma rede integrada de caminhos inter-relacionados, a fim de construir um todo integrado.

21. O objetivo do gerenciamento de escopo é encarregar-se do trabalho do projeto, entregando uma desejável melhoria de desempenho no tempo e no custo, sem perder qualidade, o que traz valor aos acionistas.

22. O Gerenciamento de Escopo é obrigatório, pois sem escopo não há projeto. Ele pode ser definido como o processo de assegurar que uma adequada, ou

suficiente, parte do trabalho foi concluída, sem trabalhos desnecessários. Além de que todas as autorizações e licenças para execução foram obtidas, o progresso foi controlado e monitorado e que os objetivos foram alcançados para obter o benefício esperado do investimento.

23. Segue abaixo um exemplo de EAP, costuma-se definir o seu peso relativo em relação ao trabalho como um todo e, para cada etapa, um indicador do progresso, geralmente em porcentagem de trabalho concluído.

24.

- Fase de Execução

- Projeto de Detalhamento

- Disciplina: Tubulação

- Análise da documentação recebida
- Levantamento da documentação / solicitação de originais
- Levantamento de campo
- Instalações de tubulação e de suporte
- Isométrico
- Cadastro materiais / instrumentos / equipamentos

25.

26. Fonte: Modelo de EAP – (Braskem / 2012)

27.

28. A construção de uma EAP bem elaborada leva a vantagens no projeto, tais como serão listados abaixo:

1. **Melhor controle** – um dos objetivos para se reduzir os riscos de projeto, no que tange ao planejamento em geral, é o desenvolvimento de uma definição de trabalho bem detalhada que irá assegurar somente a execução do estritamente necessário. Através da busca de subfases mais detalhadas podemos cair no erro de focar somente em uma área devido à expertise dos envolvidos no projeto. Isso pode ser sanada dando ênfase à multidisciplinaridade do time de projeto.
2. **Delegação planejada** – o interessante de uma EAP é a possibilidade de delegar responsabilidade individual, de acordo com as capacidades de cada pessoa. Como essas pessoas são as detentoras da expertise dos projetos, acaba que a identificação de possíveis melhorias no trabalho planejado podem ser feitas ao longo de processo de planejamento, o que potencializa os ganhos.
3. **Controle de custo** – A subfase mais baixa do organograma serve de base para toda a orçamentação do projeto. Acredita-se que, em instalações de processos petroquímicos, para dobrar a acurácia da orçamentação de um projeto é necessário um esforço quatro vezes maior de planejamento. Porém, nas fases iniciais de projeto, a capacidade de manter uma faixa de erro de custo de projeto pequena é, praticamente, impossível, pois o escopo ainda não está claro.
4. **Controle do risco** – Quanto maior o risco vinculado a um projeto, maior será um detalhamento das suas fases. Dessa forma, não devem ser tratados projetos simples e complexos da mesma maneira, pois um exagero no nível de detalhe para projetos que não necessitam de tanto podem levar a uma perda de HH da equipe de projeto e aumento de custo.

29. Ciclo de vida de um projeto

30.

Durante o ciclo de vida de um projeto, eles podem ser divididos em fases para oferecer um melhor controle gerencial. Por exemplo, quando um projeto requer um estudo de viabilidade, a definição de um ciclo de vida pode ajudar a um gerente a definir se deve tratar esse estudo como um projeto em separado ou como uma fase inicial de um projeto maior. Geralmente, quando o resultado desse esforço preliminar não é claramente identificável, é melhor tratar esses esforços como um projeto em separado.

A transição de uma fase para outra dentro de um ciclo de vida envolve a definição de um documento entregável, algo que deixe claro tudo que foi feito na fase anterior e exponha a aprovação de todos os envolvidos. As descrições dos ciclos de vida do projeto podem ser muito genéricas ou detalhadas. Descrições altamente detalhadas dos ciclos de vida podem incluir formulários, gráficos e listas de verificação para oferecer estrutura e controle. Uma das características compartilhadas pelos diversos tipos diferentes de ciclo de vida é que os níveis de custo e de pessoal são baixos no início, atingem o valor máximo durante as fases intermediárias e caem rapidamente conforme o projeto é finalizado.

Com essa informação, pode-se inferir que focando a atenção na limitação de escopo e garantindo que não seja feito nada além do necessário, sem qualquer tipo de desperdício, através de mecanismos como uma EAP como a proposta pelo trabalho, estaremos mitigando o risco do custo sair do controle, logo na fase onde ele possui derivada positiva, conforme pode ser observado na figura a seguir:

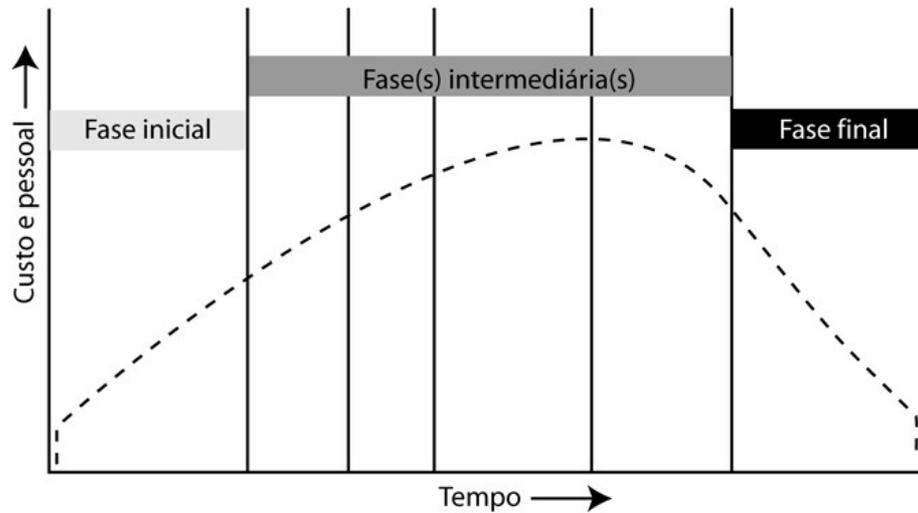


FIGURA - NÍVEL TÍPICO DE CUSTOS E DE PESSOAL AO LONGO DO CICLO DE VIDA

A justificativa pra esse comportamento é que o nível de incertezas é mais alto e, portanto, o risco de não atingir os objetivos é o maior no início do projeto. A certeza do término geralmente se torna cada vez maior conforme o projeto continua. A capacidade das partes interessadas de influenciarem as características finais do projeto do projeto e o custo final do projeto é mais alta no início e torna-se cada vez menor conforme o projeto continua. Contribui muito para esse fenômeno o fato de que o custo das mudanças e da correção de erros geralmente aumenta conforme o projeto continua.

32. Capítulo 3

33.

Esse estudo de caso foi feito em uma grande Empresa Petroquímica do Setor de Resinas Termoplásticas, sendo a maior produtora de resinas termoplásticas da América Latina. Ela possui 31 instalações industriais distribuídas pelo Brasil e Estados Unidos.

Mais especificamente o presente trabalho foi executado na unidade industrial presente no Polo Petroquímico de Campos Elísios, ao lado da Refinaria REDUC. A instalação em questão se destina ao craqueamento de insumos básicos e possui duas instalações de polimerização de polietileno conjugadas.

O setor de projetos dessa unidade tem um orçamento para o ano de 2012 estimando em R\$ 36.000.000,00 e o projeto em análise representa 7% desse orçamento. Sendo assim, um dos maiores projetos a serem executados no ano de 2012.

Por motivos de segurança industrial, todos os nomes das pessoas abordadas para a execução das atividades desse trabalho foi mantido em sigilo, assim como projetos e empresas correlacionadas com o mesmo, sem perda de generalidade, nem fidelidade das informações.

O setor de projetos conta com um quadro de 2 engenheiros de Empreendimentos, 1 engenheiro de projetos, 1 engenheiro de C&M (Construção e Montagem), 1 técnico de planejamento e 1 coordenador de empreendimentos, o que representa o PMO (Project Management Office) da unidade responsável pelo gerenciamento do portfólio de investimentos.

Além disso, a empresa conta com o apoio de uma empresa parceira responsável exclusivamente pelo planejamento das atividades de projeto e fiscalização dos projetos em execução, para dar suporte ao engenheiro de C&M.

A empresa possui uma sistemática de gerenciamento própria baseada nas melhores práticas de gerenciamento de projetos do mercado e um software exclusivo para gerenciamento das atividades de projeto, o que automatiza todos os processos de aprovação.

O projeto que foi o ponto focal desse estudo de caso envolve múltiplas disciplinas da instalação industrial, porém este era baseado nas características de manutibilidade. Por essa razão, ele foi conduzido por um Engenheiro de Manutenção, porém as áreas de Engenharia de Processos, Automação e SSMA (Saúde, Segurança e Meio Ambiente) também foram envolvidas.

Além disso, o apoio técnico nas fases de conceito foi feito por uma empresa externa de grande porte, detentora do sistema que estava sendo avaliado. Isso representa o cerne do projeto e a participação dessa empresa foi essencial no decorrer das fases iniciais de projeto.

O objetivo desse estudo de caso é propor um modelo de EAP que possa representar qualquer projeto semelhante ao exposto de modo que o controle possa ser efetivo, de forma a manter o escopo dentro dos limites de tolerância, não afetando assim as condições de prazo e custo. Isso não pode ser feito no projeto que foi analisado por diversas condições que serão expostas no decorrer do texto. Assim, de posse dessa lição aprendida, o modelo de EAP tentará contornar esses problemas em projetos futuros.

Serão abordados os fatores que levaram a proposição do projeto, os ganhos que foram levantados na fase inicial, os eventuais problemas levantados na fase de conceito e todas as outras considerações iniciais, até que o projeto chegasse ao domínio do PMO.

Após será exposta a sistemática de empreendimentos que será à base de todas as atividades. Esse estudo de caso terminará propondo um modelo de EAP que poderá ser aplicado em projetos similares da área de manutenção, mais especificamente aqueles

feitos pela área de manutenção mecânica, podendo ser avaliada *a posteriori* a aplicabilidade desse conceito em outros projetos fora do foco da análise, bem como a inserção no modelo de outros documentos que se façam necessários de acordo com a particularidade de cada projeto.

Metodologia de Estudo de Caso

Poderíamos começar essa parte do trabalho tentando mostrar as definições formuladas quando esse método foi criado, dizendo que a essência do estudo de caso é tentar destacar um conjunto de decisões e responder alguns questionamentos.

Porém essa definição ainda estaria centrada somente nos conceitos de “decisão”, “indivíduos”, “organizações”, “processos”, “programas” e etc. Nenhuma dessas definições abrangeria por completo uma definição satisfatória.

Nesse ambiente, a primeira definição técnica proposta foi a seguinte: *Um estudo de caso é um questionamento empírico que investiga um fenômeno contemporâneo que se desenvolveu num contexto real, especialmente quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes. (Yin, 2003)*

O estudo de caso sempre foi estereotipado como uma ferramenta de pesquisa fraca e os pesquisadores que utilizam dessa técnica são vistos como de uma classe inferior. Da mesma forma, esses foram denegridos como se não tivessem precisão suficiente, objetividade, ou mesmo rigor científico. Esse preconceito deve-se ao fato de, para os leigos no assunto, parecer que o estudo de caso é um método simples de pesquisa, que não requer tanto esforço como o método científico.

Dessa forma, a recomendação que parte do próprio Yin [2003], no seu livro mais famoso, é valiosa para entender até que ponto esse preconceito se estende:

“Gostaria de pintar uma figura diferente. Porém, o estereótipo existe e a precaução é, não obstante, bem simples: Faça estudos de caso, mas faça-os sabendo que seus métodos serão desafiados de uma perspectiva racional (e irracional) e que os resultados do seu estudo de caso podem não ser tão apreciados como você gostaria”, tradução livre.

Estudos de caso são extremamente úteis quando é preciso saber o “como” e o “por que” de tal evento ter ocorrido. Dessa forma, torna-se importante fazer a diferenciação entre as várias estratégias de pesquisa a fim de identificar quais são as perguntas que estão sendo feitas e se o estudo de caso é a melhor estratégia a ser implementada em vez de experimentos, análise de arquivos e estruturação de históricos.

Definir as perguntas-chave da pesquisa é, provavelmente, o passo mais importante que será tomado no começo do estudo de caso, então se faz necessário se valer de paciência e tempo suficiente para executar essa tarefa.

Após definidas as perguntas que limitarão o estudo de caso, geralmente, utiliza-se um modelo planejado de pesquisa que pode ser definido como um guia para levar o investigador do ponto inicial onde estão suas perguntas para o final onde o seu objetivo está definido como responder os questionamentos iniciais. Nesse ínterim, existe um processo de coleta, análise e interpretação das observações a fim de definir as relações entre as variáveis que estão sob investigação.

Para estudos de caso existem 5 importantes tópicos a se abordar no que tange ao modelo planejado de pesquisa: questionamentos iniciais, proposições, unidades de análise, ligação lógica entre dados e proposições e critérios de interpretação.

Quanto aos questionamentos, como dito anteriormente, um estudo de caso será baseado, principalmente, em questões que usem “como” e “por que”. As proposições dirigem a atenção para partes específicas que podem ser examinadas dentro do escopo

do estudo. Deve-se ter em mente que as perguntas não levam a lugar nenhum sem proposições que as norteiem. Quanto mais proposições específicas forem feitas no estudo de caso, mais exequível será o mesmo.

A seleção da unidade de análise ocorrerá de forma satisfatória quando as perguntas-chave dos questionamentos forem definidas. Se estes questionamentos não levarem ao conjunto que será chamado de unidade de análise, então as questões propostas são muito vagas ou numerosas, necessitando assim uma reavaliação do primeiro passo do estudo de caso.

No entanto, mesmo conseguindo definir a unidade de análise, convém considerar que estas não são permanentes, pois estas podem ser revisitadas ao longo do estudo, caso haja necessidade de alterá-las a partir dos resultados descobertos *a posteriori*.

Uma próxima etapa importante no estudo de caso se baseia na coleta de evidências que vão sustentar os resultados através de documentação, registros arquivados, entrevistas, observações diretas e artefatos físicos. Existe uma preocupação no uso de documentação, pois nem sempre elas contam a verdade sofrendo do problema de viés por parte das motivações de quem escreve. Além disso, existe uma preocupação com a validade desses documentos. Para estudos de caso, a documentação serve para validar evidências de outras fontes.

Quanto aos registros arquivados, eles correspondem basicamente a análises quantitativas de alguns pontos que podem ser interessantes para o estudo de caso. Mas, deve-se ter cuidado para não encarar como verdade esses documentos só por conterem referências numéricas. Afinal, esses registros foram feitos para outras finalidades que não o estudo de caso que está sendo conduzido, podendo conter algum viés desconhecido pelo investigador.

Uma das mais importantes fontes de informação é a entrevista, pois através da troca de experiências ou mesmo do relato das mesmas, se o entrevistador não for um insider, leva a um ganho enorme de dados através das diferentes visões de um mesmo problema. Essas entrevistas também podem levar a atalhos para outros questionamentos que ainda não foram feitos e mostrar novas formas de capturar evidências.

Quando é feita uma observação direta do ambiente que está sendo alvo do estudo de caso, alguns comportamentos relevantes ou condições ambientais estarão disponíveis para observações. Além disso, quando o investigador do estudo também está inserido no contexto que está sendo estudado, ele mesmo é uma fonte especial de informações, pois sendo um *insider*, o observador terá acesso a eventos e grupos que, de qualquer outra forma, seriam inacessíveis a outros investigadores.

Outra oportunidade é a percepção da realidade pelos olhos de quem esteve presente nos momentos importantes que aconteceram durante o processo estudado. Cuidados devem ser tomados para que as informações registradas na memória do observador não sofram do mesmo viés presente em documentos e etc.

Depois de considerados todos os fatores de coleta de dados, chega a hora de resolver quais serão os métodos utilizados para a análise de todas as informações adquiridas. Essa análise consiste em examinar, categorizar, tabular, testar e recombina-los tanto os dados quantitativos quanto qualitativos para responder as questões que o estudo de caso se propõe.

Três práticas são, costumeiramente, utilizadas para analisar os dados: confiar em proposições teóricas, pensar em explicações diferentes e desenvolver um descritivo do estudo de caso. A abordagem escolhida pelo investigador para o presente estudo de caso foi a última citada.

Assim, ao desenvolver um descritivo do estudo de caso, esse tipo de estratégia servirá para organizar as ideias e certificar-se que o todo está coeso e coerente. Através da organização, algumas ligações entre diferentes partes do estudo de caso podem ficar mais visíveis.

Depois de definida uma estratégia, deve-se investir em uma ferramenta de análise. Dentre as mais usadas podemos destacar quatro, são elas: validação de tendências, construção de explicações, análise de séries temporais e modelos lógicos.

A ferramenta mais utilizada foi a construção de explicações, pois ela é tão somente a construção do que foi exposto da estratégia de desenvolver um descritivo do estudo de caso. Explicar um fenômeno é estipular um conjunto de ligações sobre ele de maneira a unir os fatos. Neste momento é importante salientar que ao longo da construção desses links, o observador pode se desvirtuar do objetivo principal do estudo de caso. Assim, fazer referência constante a proposta original é de suma importância ao desenvolver tal estratégia.

Cabe agora nos atermos as possíveis estruturas que podem servir de design para um estudo de caso. São elas: estrutura analítica-linear, comparativa, cronológica, teoria constitutiva, suspense e não sequencial.

Foram utilizadas as seguintes estruturas:

Cronológica: levando em conta que os estudos de caso costumam se valer de eventos que ocorreram num determinado espaço de tempo, a estratégia cronológica é mais um artifício que pode ser usado. A estrutura será, basicamente, igual à analítica-linear, porém como ponto forte dessa estratégia pode-se evidenciar a possibilidade de gerar evidências de causa e efeito.

Analítica-linear: A sequência começa com o problema que está sendo estudado e revisa a literatura sobre o assunto. Após, os métodos de abordagem são revelados e postos em prática nos dados coletados a fim de que sejam analisados. Depois dessas etapas, as conclusões são expostas.

Teoria constitutiva: o mais importante nessa abordagem é que a estrutura do estudo de caso deve seguir uma ordem lógica, que vai depender do tópico que está sendo tratado, assim cada tópico terá uma lógica própria para explicar uma parte dos argumentos e o todo vai seguir uma lógica para rearranjar cada parte dispersa.

Existem cinco características que fazem um estudo de caso ser exemplar. A primeira é que este deve ser significativo, ou seja, deve trazer algo de útil para o ambiente em que está inserido. Também deve ser completo, garantindo que a distinção entre fenômeno e contexto seja bem estudada, deve demonstrar convincentemente que o investigador repassou os dados exaustivamente para mostrar seu ponto de vista.

Além do que já foi abordado, deve ser levada em conta perspectivas alternativas, mostrar evidências suficientes para corroborar as conclusões do trabalho e, acima de tudo, deve “prender” o público alvo. Essa deve ser a máxima de qualquer estudo de caso que tenha como pretensão atingir o máximo de sua proposta e, para isso, o texto deve ser claro, mas não tão simples que desestime a leitura!

I Esse texto teve como base a referência [20], Yin (2003)

Sistemática de Empreendimentos

- 34. Visão Geral
- 35.
- 36.



FIGURA - WORKFLOW DA SISTEMÁTICA

A sistemática prevê uma abordagem de portões de estágios de Front-End Loading (FEL). Nesta fase, a equipe desenvolve uma definição detalhada do empreendimento para atender aos objetivos do negócio. Os Design Reviews (DRs) após cada etapa de FEL servem para avaliar a qualidade do que foi desenvolvido, assim como definir se o empreendimento deve prosseguir para a próxima etapa. Nenhuma etapa poderá ser iniciada sem a conclusão, consolidação e aprovação da etapa anterior.

Da mesma forma, que o projeto básico pode ser suprimido em alguns projetos mais simples, os empreendimentos também podem começar da fase de FEL 2, para os casos em que não haja necessidade de avaliar a oportunidade (business case). Isso geralmente acontece para projetos com custo baixo e escopo bem definido. Essa exceção deve ser analisada caso a caso e definida pela engenharia de projeto.

Alguns projetos mais simples possuem um escopo tão bem definido ainda na fase de projeto conceitual que o básico pode ser suprimido, levando somente a execução

de um projeto de detalhamento para assim poupar prazo e custo. Essas exceções também deverão ser analisadas caso a caso.

Em cada fase serão discutidos os temas abordados em cada DR a fim de possibilitar ao responsável pelo projeto maior conhecimento das etapas da sistemática de projetos.

37. FEL 1

38.

Trata-se da fase inicial de um projeto onde as ideias serão estudadas e o projeto será ou não executado. Assim, deve-se verificar se o projeto está alinhado com a estratégia da empresa e com os investimentos planejados a médio e longo prazo. Desse modo, o responsável pelo projeto garante que o projeto vai estar de acordo com as metas estabelecidas pela organização.

Além disso, nessa fase costuma-se avaliar como o objetivo do novo projeto está relacionado com o negócio em que está inserido e como será o impacto desse aporte de capital investido para o futuro do negócio e da organização. A definição das metas de prazo, custo e operabilidade, priorização de metas (trade-offs), alternativas tecnológicas, cronograma, estimativa de custo preliminar e um EVTE devem ser feitos para justificar o investimento. Depois que todas essas considerações forem feitas, a equipe preliminar reúne-se em um encontro que servirá de marco para avançar ou não o projeto para a próxima fase.

39.

40. FEL 2

41.

42.

Agora que o projeto está mais maduro. Chega-se numa fase onde é necessário consolidar a equipe do projeto, definindo o que cada um terá que fazer no decorrer do

mesmo, se possível, fazendo um plano de comunicação bem estruturado, a fim de que cada integrante da equipe cobre do seu companheiro exatamente aquilo que foi pactuado nas reuniões de avanço do projeto.

Costuma ser de praxe nessa etapa do projeto a geração de uma lista de documentos a serem providenciados no projeto básico. Essa lista leva em consideração quais documentos gerarão “as built” e quais devem ser revisados após o processo de compras. De maneira geral, essa lista de documento leva em consideração as seguintes disciplinas, conforme aplicáveis: processo, caldeiraria, mecânica, elétrica, instrumentação, automação, tubulação, civil, VAC (ventilação e ar condicionado), SSMA (saúde, segurança e meio ambiente) e telecomunicações.

No intuito de fazer um controle efetivo do projeto, devem ser revisados nessa fase os documentos referentes ao cronograma, estimativa de custos, análise de riscos e demais documentos gerenciais que foram gerados na sua versão preliminar na fase de FEL anterior.

Projeto Conceitual.

O projeto conceitual deverá apresentar a alternativa escolhida a partir dos estudos realizados na fase de FEL 1. Além disso, deve conter todas as informações suficientes para definir claramente o escopo do Projeto Básico e permitir a realização da orçamentação e do EVTE. Deve-se destacar aqui que um projeto conceitual bem feito é a chave para um bom andamento do projeto.

O responsável pelo projeto deverá informar no Projeto Conceitual somente as partes do estudo que abordem o que realmente será implantado, suprimindo todas as alternativas que foram estudadas nas fases anteriores. É importante ressaltar que o Projeto Conceitual deve ser uma alternativa **ÚNICA**. A responsabilidade pela elaboração deve ser dada a um profissional com conhecimento técnico, experiência e visão sistêmica do processo ou equipamento objeto da modificação. Este deverá avaliar a necessidade de participação de profissionais de diversas especialidades e áreas de atuação.

Deverá haver uma análise de risco feita através de uma metodologia para quantificar o risco inerente à execução desse projeto. Dependendo da complexidade do projeto podem ser optadas por essas duas alternativas: Análise Preliminar de Perigo de Processo (APPP) ou Hazop (Hazardous Operability). Esse estudo definirá limites de atuação e medidas de segurança que deverão ser implementadas para reduzir o risco de acidentes.

Histórico do projeto em foco

Esse era um projeto que fazia parte do portfólio de projetos de manutenção para o ano de 2012, sendo prioritário por trazer uma melhoria significativa na manutibilidade de equipamentos críticos para o pleno funcionamento da instalação de processo. Ele estava orçado inicialmente (estimativa do responsável pelo projeto conceitual) em R\$500.000 e, segundo as previsões da época, estava previsto para acontecer a fase de estudo ao longo do ano 2012 e a execução no ano de 2013.

Nos parágrafos seguintes, será narrada a fase inicial do projeto, tendo como base o projeto conceitual executado pelo engenheiro responsável pela manutenção de centrífugas da instalação petroquímica. Isso servirá para explicitar o objetivo desse estudo de caso e expor tudo aquilo que foi pensado antes que qualquer decisão fosse

tomada, para assim entrar definitivamente nos motivos de cada decisão, a que elas levaram e propor um caminho alternativo para êxito futuro em projetos similares.

Este projeto tinha como escopo os seguintes compressores: compressor de gás de carga, compressor de metano, compressor de propeno refrigerante, eteno refrigerante e dos compressores de gás de ciclo.

O sistema de monitoramento dos grandes equipamentos centrífugos que estava instalado era limitado à proteção por desarme no caso de elevação dos níveis globais de vibração e temperatura. Os dados obtidos pelo sistema instalado eram apenas variáveis globais, que não tinham o poder de capturar uma ocorrência no tempo, por não registrar dados dinâmicos. Esses dados vibracionais e de temperatura eram armazenados em outros dois sistemas secundários que não se comunicavam entre si. Assim, a única razão de estar instalado era para fazer o shut-down do equipamento em caso de falha crítica, sendo assim muito subutilizado e perdendo o potencial para manutenção preditiva inerente a esse sistema.

O projeto tinha como objetivo expandir a capacidade do sistema para que ele funciona-se como um aliado da manutenção preditiva a fim de reduzir o número de paradas imprevistas devido ao elevado grau de vibração por falha de algum componente. Para isso, um cartão (módulo de interface) deveria ser adquirido a fim de possibilitar a aquisição de dados dinâmicos (espectros, formas de onda, orbitais, etc.) que seriam enviados a um servidor para análise posterior. Isso aumentaria a capacidade de investigação de ocorrências e predizer falhas latentes dos componentes do equipamento.

Além disso, foi pensada uma maneira de possibilitar o acesso remoto a esse servidor que conteria os dados para que qualquer profissional habilitado pudesse da sua estação de trabalho, avaliar os dados vibracionais do equipamento. Como esse volume

de dados é muito grande, principalmente em um evento de falha, pensou-se que seria necessária uma rede física dedicada (cabearmento) para esses dados.

Foi posto como premissa que o tamanho físico do servidor onde ficam os módulos não deveria ser redimensionado, pois eles tinham capacidade para 12 racks, o que seria mais do que necessário para a execução do projeto. Além disso, foi posta uma restrição alarmante que dizia que no caso de uma troca “a quente”, ou seja, com o compressor em operação, o equipamento ficaria sem nenhuma proteção contra vibração. Esse problema poderia ser contornado com um plano de comunicação eficaz entre a equipe de operação, projeto e manutenção, levando em conta que cada compressor poderia ganhar seu upgrade de forma independente. No mais, a opção de troca “a frio” não era uma hipótese animadora, pois por se tratar de equipamentos essenciais ao funcionamento de todo o sistema, essa só poderia ser feita na próxima parada de manutenção prevista para 6 anos depois do ano corrente.

Como benefícios qualitativos ao projeto, foi explicitado o aumento da confiabilidade e disponibilidade operacional dos grandes equipamentos centrífugos, devido ao aumento da capacidade de analisar os dados coletados, além de predizer falhas latentes como já foi exposto acima.

Agora que todos estão cientes de qual era o objetivo a ser alcançado com esse empreendimento, podemos começar a abordar os caminhos tomados pela equipe de projeto, seus erros e acertos, tentar justificar por que eles aconteceram e propor uma nova metodologia de gerenciamento de escopo de projetos cujo foco seja a manutenção mecânica.

Relatório de estudo de caso

Antes de tudo, o objetivo desse estudo de caso tem que ser exposto de forma ao leitor saber exatamente aquilo que será estudado e suas razões para isso. Foi percebido no dia a dia do investigador um distanciamento entre as atividades de gerenciamento de projetos e as atividades inerentes à manutenção.

Essa dicotomia gerava sérios desvios que impactavam de forma significativa a maioria dos projetos que estavam sendo trabalhados. Para efeito de uma análise específica, o projeto de monitoramento de grandes máquinas centrífugas, cujo histórico já foi abordado na seção anterior, foi escolhido por retratar, de maneira fiel, aquilo que estava sendo observado nos outros projetos.

Assim, a meta desse estudo de caso é mostrar um descritivo do que aconteceu nas fases preliminares de projeto e com as informações captadas através de um modelo estruturado, escolhido como um estudo de caso, propor uma Estrutura Analítica de Projetos que aproxime essas duas áreas que tem interesses em comum, mas que trabalham de maneira tão diversa.

Conforme explicado na seção sobre a metodologia de estudo de caso, o primeiro passo a ser feito consiste na elaboração dos questionamentos que nortearão o estudo de caso. Essas perguntas-chave estão discriminadas abaixo:

1. Como estudar as interações que ocorrem entre uma equipe de Engenheiros Mecânicos voltados para manutenção e o PMO?
2. Por que a maioria dos projetos de manutenção não se desenvolve plenamente na parte de C&M (construção e montagem)?
3. Qual é a causa de tanto retrabalho e mudança de escopo ao longo dos projetos de melhoria vinculados à manutenção?
4. Por que a fase de FEL 1 é ignorada na maioria dos projetos feitos na manutenção?
5. Como é possível construir uma EAP (Estrutura Analítica de Projetos) que englobe todos os pontos que geram desvios nesse tipo de projeto?

6. A ideia central do projeto conceitual exposta pela GE atendia plenamente ao objetivo do projeto? Existiam alternativas?
7. Até que ponto a qualidade técnica da mão de obra empregada em manutenção foi um fator limitante pro sucesso do projeto?
8. O cenário externo de negócios foi a causa da paralisação do projeto na sua fase de estudo ou ele já estava fadado a um fim precoce?
9. Até que ponto o planejamento da manutenção tem que estar entrelaçado com o gerenciamento de projetos?
10. Existe uma maneira de selecionar quais demandas do setor de manutenção possuem real necessidade de virar projetos?
11. Como garantir que os projetos de manutenção mecânica tenham um ciclo de vida claro e definido, apagando o estigma dos projetos sem-fim?
12. Como usar o processo de planejamento, monitoramento e controle para aumentar a assertividade dos projetos feitos em grandes equipamentos para ganhos de manutibilidade?
13. Os projetos conceituais estão sendo feitos respeitando todos os pré-requisitos? Eles eram feitos assim? O que mudou?
14. O workflow da sistemática deve ser mantido para projetos de manutenção de grandes equipamentos centrífugos?

Essas são as perguntas que o estudo de caso se propõe a responder. Algumas delas são desdobramentos de algumas anteriores, para explicar melhor as correlações entre certas variáveis, tais como: conhecimento técnico do que está sendo abordado, práticas de gerenciamento de projeto, exercício das atividades de manutenção, interdependência de equipes e etc.

A fim de possibilitar um caminho lógico, conciso e claro, cada pergunta será analisada por um modelo que leve em conta se cada questionamento possui uma proposição que servirá de base para revelar conclusões. Caso qualquer dos questionamentos propostos no início do estudo de caso carecer de uma proposição, este

questionamento será excluído do processo de estudo, por não ter relevância para o mesmo.

A proposição do questionamento sobre as relações entre as equipes de manutenção e projeto parte do pressuposto que ocorre tal relacionamento. No projeto específico que está sendo estudado, os engenheiros de manutenção eram responsáveis por identificar as demandas de campo que levariam a melhorias de manutibilidade em seus respectivos setores.

Depois disso, essas ideias levantadas eram postas num modelo de projeto conceitual que então era passado para a engenharia de projetos que seria responsável por viabilizar o empreendimento. Dessa forma, existia uma iteração intensa entre as equipes.

O segundo questionamento é mais um relato do ambiente no qual o projeto estava inserido do que um questionamento-base, então será retirado da lista proposta no início do estudo de caso. Contudo, apesar de carecer de proposição, ainda sim é um ponto importante a ser abordado e será exposto mais adiante.

O terceiro questionamento diz respeito ao retrabalho e mudança de escopo ao longo das fases de projeto. Aqui a proposição feita é a de que existe um grande retrabalho em projetos de manutenção e essa tendência também foi encontrada no projeto em análise. Além disso, essas mudanças de escopo promovem uma perda no que tange a custo e prazo.

No questionamento sobre a não execução da fase de FEL 1, parte-se do pressuposto que em projetos pequenos, a fase de análise de risco econômico do projeto pode ficar ausente do escopo sem que haja impactos significantes no conjunto.

O quinto questionamento parte da proposta de existência que um modelo de EAP que consiga, satisfatoriamente, um controle de escopo englobando tanto características de gerenciamento quanto de manutenção. Essa EAP pode ser feita tendo como base as boas práticas do PMBOK e segue os princípios de gerenciamento mais aceitos no mercado.

As questões seis, sete e oito não possuem uma proposição forte que as mantenham como questionamentos-chave, porém fazem parte das explicações que nortearão a conclusão do estudo de caso. Estas serão retiradas desse foco e serão abordadas de forma a valorizar os argumentos do estudo de caso. A questão 9 é um desdobramento do questionamento 1 fazendo parte, então, do conjunto de questões auxiliares. Da mesma forma, a questão 12 é uma pergunta intrínseca a proposição do questionamento 5.

O questionamento 10 tem como pano de fundo a noção de que podem existir outras maneiras de promover melhorias na área de manutenção por outros meios que não sejam o aporte de capital para um grande investimento. Um exemplo disso pode ser a aplicação em larga escala de técnicas como o 5S e o 6 Sigma.

O questionamento 11 aborda um tema que está sempre em discussão quando o projeto em foco está nas cercanias de manutenção. A proposição aqui é da existência da mentalidade dos projetos “sem-fim” e que essa maneira de pensar os projetos nessa área levam a um desleixo maior nas boas práticas de gerenciamento.

Por fim, os questionamentos 13 e 14 partem do pressuposto que existe um conjunto de normas a ser seguido que já se mostrou satisfatório na obtenção de resultados positivos para uma grande quantidade de projetos que funcionaram sob sua ótica. Tanto para a clareza na abordagem para descrever um projeto conceitual quanto no controle proposto por uma sistemática.

Para tentar estruturar quais serão as questões-chave e quais ficaram como questões de apoio, o quadro a seguir se propõe a demonstrar de forma clara o caminho que será trilhado a partir desse momento, essa será a **unidade de análise** do estudo de caso:

Questões-chave:

1. Como estudar as interações que ocorrem entre uma equipe de Engenheiros Mecânicos voltados para manutenção e o PMO?
2. Qual é a causa de tanto retrabalho e mudança de escopo ao longo dos projetos de melhoria vinculados à manutenção?
3. Por que a fase de FEL 1 é ignorada na maioria dos projetos feitos na manutenção?
4. Como é possível construir uma EAP (Estrutura Analítica de Projetos) que englobe todos os pontos que geram desvios nesse tipo de projeto?
5. Existe uma maneira de selecionar quais demandas do setor de manutenção possuem real necessidade de virar projetos?
6. Como garantir que os projetos de manutenção mecânica tenham um ciclo de vida claro e definido, apagando o estigma dos projetos sem-fim?
7. Os projetos conceituais estão sendo feitos respeitando todos os pré-requisitos? Eles eram feitos assim? O que mudou?
8. O workflow da sistemática deve ser mantido para projetos de manutenção de grandes equipamentos centrífugos?

Questões de suporte:

1. Por que a maioria dos projetos de manutenção não se desenvolve plenamente na parte de C&M (construção e montagem)?
2. A ideia central do projeto conceitual exposta pela GE atendia plenamente ao objetivo do projeto? Existiam alternativas?
3. Até que ponto a qualidade técnica da mão de obra empregada em manutenção foi um fator limitante pro sucesso do projeto?

4. O cenário externo de negócios foi a causa da paralisação do projeto na sua fase de estudo ou ele já estava fadado a um fim precoce?
5. Até que ponto o planejamento da manutenção tem que estar entrelaçado com o gerenciamento de projetos?
6. Como usar os processos de planejamento, monitoramento e controle para aumentar a assertividade dos projetos feitos em grandes equipamentos para ganhos de manutibilidade?

Na etapa de coleta de evidências foram usadas as seguintes técnicas: análise da documentação, registros arquivados, entrevistas e observação direta. A análise da documentação foi feita através dos documentos referentes a cada fase de FEL que foram disponibilizados pela empresa, os registros eletrônicos das conversas entre os elementos envolvidos, a proposta de negócio da empresa que propunha o novo sistema de monitoramento e todos os outros documentos que faziam parte do arquivo de engenharia da empresa que vieram a ser importantes.

As entrevistas foram feitas com o coordenador de projetos na época do projeto, com o engenheiro de projetos responsável pelas práticas de gerenciamento e com o engenheiro de confiabilidade responsável pela manutenção dos equipamentos que compunham o projeto. Além disso, o investigador responsável pela condução desse estudo de caso também estava presente como parte integrante das atividades de execução desse projeto, sendo assim mais uma fonte para traduzir à luz cada etapa desse projeto, além de concluir com o menor viés possível, respondendo os questionamentos-chave de maneira satisfatória.

A estratégia a ser usada para tentar condensar todas as informações obtidas em documentos, entrevista e na própria vivência do elaborador do estudo de caso será a de um descritivo das fases iniciais do projeto de monitoramento de vibração de grandes

máquinas que está sendo esmiuçado, assim acreditando que após mostrar, categoricamente, os passos tomados pelos envolvidos no projeto demonstrar a clara necessidade de uma estrutura que minimize os desvios.

FEL 1

Focando agora exclusivamente nos projetos de manutenção, antes de tudo, o gerente da área é aconselhado pelo gerente do portfólio de investimentos a demandar de seus engenheiros ideias que melhorem o dia a dia de trabalho de todos que fazem a tarefa de manutenção e, sobretudo, focar em ganhos de confiabilidade. A ressalva que tem que ser feita nesse ponto é que apesar de teoricamente o projeto estar na fase de FEL 1 não existe nenhuma estruturação por parte do gerente de manutenção, isso porque ele não foi questionado para seguir a sistemática de empreendimentos nessa fase inicial.

A isso surge um questionamento e uma divisão entre alguns grupos dentro e fora da empresa. Até que ponto a sistemática de empreendimentos pode ser contornada para reduzir a burocracia e a morosidade de todo o projeto? Esse estudo tem como premissa de que o caráter minimalista é uma característica essencial daqueles que querem alcançar eficácia e eficiência ao mesmo tempo. Assim, a resposta ao questionamento feito nessa etapa é afirmativa, porém deve-se ter muito cuidado com o controle dos projetos que forem moldados fora de um padrão e pra isso que estudo de caso proporá no final uma EAP, julgando assim, ser um meio eficaz de controle.

Voltando a questão dos projetos de manutenção em si, assim que a demanda é passada para os engenheiros de confiabilidade, eles começam a fazer perguntas para os operadores que estão no cotidiano trabalhando com as máquinas se eles possuem

alguma demanda específica. Isso também não é feito de maneira estruturada e a esse problema a EAP proposta tenta contornar propondo um brainstorm entre aqueles que realmente fazem a manutenção dos equipamentos, os engenheiros responsáveis e, também, os planejadores da manutenção.

Após ter uma ideia definida de quais são as prioridades para o ano corrente, o engenheiro de confiabilidade submete sua lista de projetos em potencial ao seu responsável direto que aprovará e mandará para os responsáveis do gerenciamento de projeto.

Até aqui como se pode perceber a dinâmica é feita de modo solto, sem nenhum mecanismo de controle por parte da equipe que tem a ciência da dimensão do orçamento para novos empreendimentos e as demandas levantadas não necessariamente estão de acordo com o planejamento interno da manutenção, justamente pela falta de comunicação entre as partes envolvidas.

Como o estudo de caso se propõe a analisar um projeto específico, a partir desse momento, tomaremos como proposição que o projeto de monitoramento de vibração de grandes máquinas foi aprovado e estudaremos como que as interações estão ocorrendo no decorrer do gerenciamento do mesmo.

O orçamento inicial do projeto que deveria ser feito pela equipe de orçamentação assessorada pela equipe de gerenciamento de projeto responsável pelo portfólio, porém por falta de estrutura de orçamentação própria (esta responde ao sudeste como um todo) e usando a desculpa que se trata de uma proposta inicial, este orçamento é solicitado para que seja feito pelo responsável do projeto (título dado ao engenheiro responsável pelo projeto), este se vale de orçamentos solicitados junto às empresas que podem providenciar o equipamento e na experiência adquirida pela vivência profissional para dizer um valor inicial para o projeto.

Esse valor que deveria ser obtido com todo esmero acaba ficando na mão da parte mais fraca que utiliza informações desatualizadas e com pouca noção das variações de preço de mercado, quanto menos de valores diferentes para cada região. Isso se torna um erro crasso, pois esse será o valor solicitado ao conselho que delibera o valor do investimento anual (PN) e não poderá ser alterado.

O projeto de monitoramento de vibração teve seu orçamento obtido exatamente dessa maneira, com uma informação de cotação informal de 3 anos atrás, uma eternidade quando estamos falando de artigos de tecnologia. Além disso, os custos de gerenciamento e elaboração de projeto não estavam incluídos. Esse último é um fator crítico, como será observado mais adiante.

Basicamente, esse é o fim da suposta fase de FEL 1 vivida pelo projeto. Como se pode ver através desse breve descritivo da fase inicial do projeto, as boas práticas de gerenciamento de projetos incorporadas na sistemática de empreendimentos foram, absolutamente, ignoradas no contexto desse projeto. Em nenhum momento foi considerada qualquer alternativa a esse projeto, não foi feita uma análise crítica se esse projeto está alinhado com a estratégia da empresa. Nenhuma meta foi estabelecida, nenhuma alternativa tecnológica (análise de óleo ou sistemas especialistas) foi explorada, muito menos análises econômicas, já que nem o orçamento foi feito de maneira que se pudesse ter uma exata noção do impacto desse projeto no orçamento.

Nesse momento, nota-se que nessa fase de identificação das ideias do projeto, não foram pensadas nem alternativas diferentes de um modelo já existente, muito menos maneiras alternativas de se contornar o problema ser ter o aporte de um investimento, tal como usando técnicas de Xis Sigma ou 5S. Quem sabe a organização e a catalogação dos resultados do sistema off-line já instalado não mitigassem boa parte dos problemas. A proposta de EAP tem que assegurar que haja um plano de comunicação onde esse tipo

de solução seja posta em discussão para assegurar que não existe nenhuma alternativa àquela solução.

Ainda sobre essa fase do projeto, a definição do planejamento da manutenção ficou restrita ao caso da análise de vibrações para manutenção preditiva, porém fora do escopo, se estendem atividades de manutenção corretiva dos acessórios dos compressores, troca de rolamentos por desgaste. Além disso, troca do óleo de lubrificação das partes móveis, verificação da pressão da bomba de óleo. Todas essas atividades não impactam no projeto, porém podem ser um fator limitante de tempo, caso haja duas atividades (uma de manutenção e outra de projeto) acontecendo ao mesmo tempo. Dessa forma, o cronograma-master terá que levar em conta todas as atividades cotidianas de manutenção que se sobrepuserem às atividades de projeto.

Abaixo estão listados os passos da EAP proposta para a fase de FEL 1:

- **FEL 1**
 - **Compatibilização com o Planejamento da Manutenção Mecânica**
 - Reunião de Startup entre integrantes da Manutenção e Projeto
 - Verificação se há a real necessidade de realização do projeto ou se seria possível obter resultados parecidos implementando um plano de manutenção produtiva total (TPM).
 - Elaboração do documento preliminar que define se o método de manutenção dos equipamentos envolvidos será mantido ou alterado
 - Para o caso de ter se optado pela manutenção preditiva (usualmente o caso em equipamentos centrífugos), deve-se definir o método entre os citados: análise de óleo, sistemas especialistas e análise de vibração, justificando sua viabilidade técnica e econômica, vantagens e desvantagens e qualquer outra informação relevante para refutar qualquer mudança dessa escolha no futuro.
 - Elaboração do planejamento de recursos humanos para saber se haverá necessidade de contratação de novos funcionários de manutenção após a implementação do projeto
 - Elaboração de um plano de contratação de terceiros e sobressalentes que venham a impactar caso sejam necessários no decorrer do projeto (Ex. Equipamentos críticos e Serviços não convencionais).
 - Elaboração do plano de acompanhamento e controle da manutenção dos equipamentos envolvidos no decorrer do projeto, considerando possíveis trabalhos em paralelo para que não haja

impacto no prazo do projeto nem diminua a confiabilidade do equipamento.

○ **Estudos e viabilidade**

- Reunião de startup com toda a equipe do projeto
- Cadastro da ideia no sistema de gerenciamento de ideias, verificando se o projeto está alinhado com a estratégia da empresa, bem como com os tipos de investimentos planejados no curto e médio prazo. Além disso, traçar um paralelo entre esse projeto e o negócio da empresa.
- Elaboração do cronograma preliminar prevendo possíveis fatores que venham a afetar o prazo de entrega do projeto no decorrer do projeto
- Elaboração de estimativa de custo preliminar do projeto como um todo com uma margem efetiva de (-50% até +100%) para o custo total do projeto, a ser verificado na fase pós-implementação.
- Elaboração da estimativa de custo da fase do estudo (-20% até +10%), levando em conta os valores associados à compra antecipada de equipamentos críticos, gastos com equipe e projetos conceitual e básico, caso sejam feito por terceiros.
- Elaboração da estimativa de custo com a alocação de pessoal interno (HH da equipe de projeto e contratadas de fiscalização, controle e planejamento), para alimentar o plano orçamentário de RH da empresa.
- Elaboração de relatório de impacto do investimento devido ao aporte de capital investido para o total disponível para investimentos na instalação petroquímica em que ele está inserido e até para toda a empresa no caso de mega investimentos.
- Definição de metas de prazo, custo e operabilidade, priorização de metas e alternativas tecnológicas

- Elaboração de relatório de SSMA (Saúde, Segurança e Meio Ambiente) definindo o impacto desse novo projeto na matriz de segurança da instalação, já traçando planos preliminares para aquisição de licenças ambientais, se necessário.
- Elaboração do EVTE (Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica)
- **DR-1**
 - Elaboração do relatório de DR-1 (Design Review) – O projeto só seguirá para a próxima etapa se houver concordância de todos os envolvidos no projeto, ou seja, essa reunião só será realizada se todos os envolvidos estiverem presentes. Caso não haja unanimidade, todas as etapas acima serão repetidas ou, como alternativa, o projeto pode ser arquivado.

FEL 2

Como o projeto não fez a fase de FEL 1, muitas das atividades e decisões expostas na seção anterior foram feitas sem um controle adequado. A discussão que deve ser feita nesse ponto é se a metodologia permite a aplicação da fase de FEL 1 para todos os casos ou se ela é uma burocracia somente necessária para projetos vultosos. Essa é uma questão que só pode ser respondida com um estudo focado nessa análise, levando em conta projetos diversos que percorreram a sistemática com e sem a fase de FEL 1 e os resultados dessas experiências. Dessa forma, neste presente trabalho, a EAP será considerada para todos os casos independente do porte do projeto, hipótese discutível que deverá ser analisada sua eficácia após a aplicação.

O principal entregável dessa fase é o projeto conceitual. Ele é o documento que definirá o escopo do projeto. Este escopo é a razão de ser desse estudo, pois a meta é fazer com que esse escopo definido nessa fase tenha pouca alteração até que o projeto seja admitido para construção. Essa não é uma tarefa fácil de ser feita, pois, intrinsecamente, o ambiente de manutenção é muito dinâmico, levando a mudanças bruscas a partir de problemas encontrados que outrora não eram conhecidos.

A empresa já admitia uma série de modelos de projeto conceitual contidos em um procedimento para ajudar os responsáveis pelo projeto a fazer, de forma satisfatória, um projeto conceitual coeso, conforme figura a seguir.

Tabela 1 – Tipos de Projetos Conceituais

Tipo	Aplicação
I	Envolve todos os tipos de projetos de forma multidisciplinar, com 2 ou mais disciplinas: Processo, Tubulação, Mecânica, Elétrica, Automação, Instrumentação e Civil. Ex: Nova unidade aumento de capacidade e modificações não enquadrados no Tipo II.

<p>II</p>	<p>Envolve projetos de pequena complexidade, tipicamente aplicáveis á área de Manutenção e Confiabilidade, de característica centrada em uma única disciplina, porém, podendo envolver outras disciplinas de forma secundária. EX: reposição de equipamentos estáticos ou centrífugos, instrumentos, válvulas de controle, válvulas de segurança. Melhoria de confiabilidade, adequação a SIL, melhoria de incerteza de medição e melhoria de desempenho.</p> <p>Separaram-se em 2 grupos:</p> <p>a) Envolve projetos <u>com</u> modificação associada à mudança de material ou de tecnologia ou <u>com</u> impacto ao processo. Deve ser avaliada a necessidade de análise de impactos e riscos ao processo conforme PR-0603-00021.</p> <p>b) Envolve projetos <u>sem</u> modificação associada à mudança de material ou mudança de tecnologia, e <u>sem</u> impacto ao processo. Não requerem análise de impactos e riscos ao processo.</p> <p><i>Todos os projetos de reposição de sistemas de Automação devem ser enquadrados como Tipo III. Ex: migração de intertravamento baseado em relés para PLC, migração de SDCD, migração de PLC.</i></p>
<p>III</p>	<p>Envolve projetos centrados na disciplina de Automação, podendo em alguns casos envolver uma ou outra disciplina de forma secundária. Ex: Novo SDCD, mudança de estratégia de controle, APC, migração de relés para PLC, Sistema de gerenciamento de alarmes, Sistema de controle, Base de dados em tempo real, Sistema de gerenciamento de bateladas.</p>
<p>IV</p>	<p>Envolve projetos centrados na disciplina de Elétrica, podendo em alguns casos envolver uma ou outra disciplina de forma secundária. Ex: Novas Subestações, Instalação de Transformadores.</p>
<p>V</p>	<p>Envolve projetos para Analisadores de Processo.</p>

Fonte: Procedimento interno – PR-0502-00006 - Revisão: 10/05/2011

Porém, haja vista a generalidade de um procedimento como esse, a aplicação era um tanto dispendiosa, no que tange ao tempo do colaborador que ficava responsável por executar o projeto conceitual, este nem sempre era o próprio empresário do projeto, podendo ser alguém designado pelo mesmo ou uma empresa externa prestando um serviço para elaboração desse documento.

Quando esse documento era feito por uma empresa externa, os custos do projeto se elevavam de forma considerável, pois o HH de empresas especializadas em certos

assuntos técnicos costuma ser extremamente caro e nem sempre se conseguia um bom projeto conceitual, pois por ser uma demanda interna à empresa, um agente externo não conhecia todos os fatores que influenciam as decisões técnicas. Para melhorar a qualidade dos projetos conceituais contratados, muitas vezes as empresas demandavam um bom tempo do responsável pelo projeto. Assim, a solução de terceirizar o serviço de projeto conceitual, mesmo sendo caro, ainda exigia um tempo descomunal das pessoas que deveriam estar sendo aliviadas pela terceirização.

Percebendo esse problema, a equipe de empreendimentos pensou numa maneira de facilitar o uso de procedimento de forma ao próprio empresário executar seus projetos conceituais, utilizando somente ajuda externa para casos onde nenhum funcionário tivesse a expertise no tema.

Um colaborador de manutenção, apoiado pela equipe de empreendimentos, foi designado para esmiuçar o procedimento de execução de projeto conceitual, separando-o por classes de projeto (centrífugos, fornos, elétrica, instrumentação, automação e etc.) e, para cada classe, estruturar um arquivo onde cada informação fosse exposta de forma clara e no respectivo layout proposto pelo procedimento. Assim o único trabalho do empresário agora era responder as perguntas que apareciam em vermelho em um texto, essas perguntas eram feitas de acordo a preencher os requisitos básicos do projeto conceitual de modo a respeitar o procedimento. Como esses modelos foram feitos por um colaborador que já estava envolvido com manutenção, as perguntas eram muito focadas e não deixavam espaço para dúvidas. Esse trabalho desenvolvido foi essencial para acelerar a confecção dos projetos conceituais, diminuindo os prazos e os custos inerentes a solicitações de demanda de confecção externa.

Esse processo de melhoria contínua deve continuar e ser aperfeiçoado projeto a projeto, particularizando e melhorando os modelos, de forma a acelerar ao máximo a

execução desse documento, sem olvidar as características-chave de um bom projeto conceitual, como já foi exposto em seções anteriores. Exatamente por isso, na EAP proposta ao final desse estudo, uma grande atenção será dada a etapas que promovam esse ciclo de desenvolvimento dessa ideia.

Após o fechamento do conceito, cabe decidir quem serão os integrantes da equipe de projeto e correr atrás de maneiras que possibilitem dar os contornos ao conceito criado e gerar assim um projeto básico. Sabendo que nenhum investimento pode acontecer sem um aporte de capital para compra de bens, faz-se necessário ter alguma solução que faça análises dos custos futuros desse projeto. Geralmente, esse trabalho é dado a um orçamentista.

No caso estudado, a empresa possui somente um orçamentista responsável por fazer essa análise de custo para todos os projetos do sudeste. Estamos falando aqui de um portfólio de R\$ 300.000.000,00 aproximadamente e um total de quase 200 projetos. Não precisa fazer muito esforço pra saber que isso não poderia nunca dar certo. Além disso, os orçamentos eram feitos da seguinte forma: o orçamentista, de posse do projeto conceitual tentava fazer uma lista preliminar de bens que deveriam ser comprados no projeto, bem como eventuais gastos com projeto e gerenciamento. Muitas vezes, o projeto conceitual não tinha informações suficientes que proporcionassem esse orçamento, não porque fosse escrito de forma relapsa, mas porque esse não era o objetivo na hora que se está formulando um conceito.

Dessa forma, muitas vezes era necessário o contato do responsável pelos custos com o empresário do projeto, aliciando mais tempo de uma pessoa que tem como projeto somente uma de suas atribuições diárias, ainda mais num ambiente de manutenção aonde paradas para manutenções corretivas acontecem com frequência. Além disso, como o orçamentista ficava em São Paulo e, sendo o conjunto de

instalações petroquímicas paulista 80% do efetivo do sudesde, o fato é que ele priorizava os projetos de lá, deixando os projetos da instalação de Duque de Caxias – RJ (onde o projeto-alvo do estudo de caso está localizado), numa posição inferior em sua lista de prioridades.

Uma das soluções propostas foi a de manter uma agenda freqüente de viagens desse integrante para o Rio de Janeiro. Porém, esta rotina além de ser desgastante para o funcionário, muitas vezes no meio de uma visita, uma reunião de orçamento tinha que ser cancelada ou adiada porque o engenheiro, que por hora estava atuando como empresário, recebia uma incumbência prioritária que tinha que resolver imediatamente.

Isso não resumia todos os problemas quanto ao quesito controle de custos. O orçamento gerado pelo integrante era baseado num software que possuía uma base de dados de preço dos produtos já comprados pela empresa e tinham alguns coeficientes para mudança de região ou tempo que eles tinham sido comprados para ajustar inflação e mudanças de mercado. Essa estratégia de extrapolação de preços fazia com que a base muitas vezes não fosse confiável e os valores gerados tinham uma discrepância enorme entre o valor arbitrado pelo empresário no começo do projeto (já feito de maneira imprecisa) e o valor total proposto pela análise de custos. Estão listados abaixo as diferenças entre o valor proposto pelo empresário para captação de verba na fase de FEL 1 e o valor contido na avaliação orçamentária na fase de FEL 2.

NOME	PN - Orç (R\$)
<u>PE9-Sistema de combate a Incêndio para Subestação SS#5</u>	R\$ (89.780)
<u>Projeto e montagem de Laboratório de Vazão utilizando Provador Móvel.</u>	R\$ (175.000)
Instalação de dispositivo motorizado para abertura e fechamento das seccionadoras do pátio de 138kV	R\$ (154.800)
<u>Compra e instalação de dissipador de calor para admissão das válvulas de segurança das caldeiras</u>	R\$ (121.800)
Troca dos superaquecedores das caldeiras	R\$ (291.000)
<u>Banco de Baterias para LCR#1, LCR#2 e LCR#3</u>	R\$ 130.800
<u>Aquisição de sistema de monitoramento de vibração on-line para as grandes máquinas de UNIB-4 e PE-9 (aquisição de cartões TDI para Rack 3500/Bently Nevada, licença, software, serviços de configuração)</u>	R\$ (542.000)

Tabela comparativa de custo de projeto relativamente a suas estimativas iniciais

Outro questionamento que foi visto durante as visitas e as entrevistas feitas no ambiente de projeto diziam respeito a como o cronograma era feito. A responsabilidade por ele era deliberada a uma empresa parceira de planejamento que tinha uma base avançada dentro da instalação petroquímica. Essa empresa também era responsável por todos os acompanhamentos da obra e pela compra dos materiais e equipamentos de projeto.

Além da equipe que fazia esses cronogramas tomarem por base somente o que estava escrito nos projetos conceituais, os executores seguiam à risca um procedimento interno que gerava o HH a partir de alguns restrições tabeladas, conforme tabela abaixo:

A fim de melhorar a relação entre cronograma planejado e realidade, os responsáveis por fazê-lo começaram a fazer acompanhamentos mensais com os engenheiros de empreendimentos para obter as informações mais atualizadas dos projetos que estavam sendo planejados. Porém, mesmo assim, esses cronogramas

possuíam um viés claro, pois como eram feitos por profissionais que ficavam somente ligados ao que estava explícito em relatórios e por intermédio de informações de terceiros, não indo a campo para obter os dados do dia a dia do projeto, nem acompanhando as reuniões de Design Review.

Aproveitando o ensejo da participação da equipe de projeto nas reuniões de Design Review, estas tinham um percentual de comparecimento no mínimo desestimulante. As razões para isso eram variadas: reuniões que eram marcadas com pouco tempo de antecedência, agendas sobrepostas, acontecimentos de última hora que inviabilizavam o comparecimento, não priorização do projeto frente às atividades cotidianas e etc.

Uma maneira de resolver esse problema seria um cronograma claro e explícito contendo as datas já programadas de antemão onde as pessoas pudessem se organizar no entorno dessas datas, além disso deveria ter uma reforço por parte da gerência, da importância dessas reuniões para o bom andamento do projeto e nas reduções de custo associadas a tais encontros entre os envolvidos no projetos.

Claro que imaginar que todas as atividades de projeto respeitariam um cronograma sem atrasos, ainda mais quando fatores externos como a confecção de projetos básicos pelas empresas projetistas e eventos de picos de produção e elevada atividade de manutenção é muito ingênuo. Ainda assim, a importância de ter marcos determinados, mesmo que alterações se tornem necessárias no futuro, mostraram a importância dessas reuniões e o próprio cronograma poderia ser feito pensando no histórico de entrega dos projetos pelas projetistas e na dinâmica de trabalho da instalação e da manutenção.

Por essa mesma razão, não existe forma de agregar um cronograma tão extenso de projetos dentro de um departamento de manutenção sem levar em conta todo o

planejamento da manutenção com suas datas determinadas. Assim, existe uma necessidade enorme de uma integração maior entre o planejamento da manutenção e o gerenciamento de projetos. Tanto na fase de execução onde atividades sobrepostas no mesmo equipamentos poderão causar riscos de prazo e custo, bem como nas fases iniciais antevendo potenciais problemas de conflito de interesses.

A EAP a ser estruturada deve ter meios de conduzir esse processo de elaboração de cronograma de forma coesa, através de reuniões de confecção e reavaliações frequentes para reconduzir a curva de avanço planejada com a real. Acima de tudo, as atividades que relacionam o PMM e o GP devem ser quebradas em partes bem menores para que tudo esteja sendo conduzido de forma ótima, com a maior sinergia possível. Algo que não é visto atualmente nas atividades dos projetos correntes, onde existe um abismo entre as duas áreas que só conversam somente à medida que os conflitos acontecem.

Apesar dos ganhos óbvios que poderiam ser levantados caso fosse observado, atentamente, o balanço de pagamentos pela quantificação do lucro cessante (prejuízos causados pela interrupção de qualquer atividade, no qual o objetivo de suas atividades seja o lucro) não foi feito para esse projeto. Essa foi uma decisão que não fez sentido à primeira vista, pois sendo um investimento de R\$ 500.000,00, espera-se a garantia que o projeto tenha um payback razoável para fazer jus à mudança. Uma das justificativas para não ter sido feito o EVTE foi que quantificar lucro cessante não é uma tarefa fácil, pois a falha crítica é uma variável estocástica.

Neste caso, ele poderia ser configurado pela falta de produção da máquina durante um período de manutenção corretiva que teria sua probabilidade de ocorrência reduzida com o aumento da confiabilidade do equipamento, promovido pelo novo sistema de manutenção preditiva. Assim, mesmo sabendo que existiriam retornos

financeiros consideráveis, a análise de viabilidade se deu de modo totalmente qualitativo, enaltecendo as características do novo sistema de análise de vibração que levariam à redução de paradas do equipamento para manutenção corretiva.

Após todo o período de discussão foi agendada a reunião de Design Review da fase de FEL 2. Para ela, foi convocada toda a equipe de projeto, composta de um engenheiro de processo, um engenheiro de tubulação, um técnico de manutenção preditiva, um engenheiro de confiabilidade, um engenheiro responsável com a interface com as projetistas e o engenheiro de empreendimentos. A equipe foi toda convocada com o intuito de fechar todas as arestas do escopo que estava delineado no projeto conceitual, tentando diminuir qualquer mudança futuro através de um brainstorm entre os envolvidos.

Inicialmente, já podemos aqui mostrar um erro que tem se repetido sistematicamente, os responsáveis pelo planejamento da manutenção não foram sequer ouvidos nessa etapa de projeto e continuam sendo tratados como parte sem importância do empreendimento. Essa integração tem que ser viabilizada por meio de documentos que dependam de ambas as áreas, a fim de que os conflitos não surjam no decorrer do projeto.

A reunião que tinha uma característica mais holística acabou sendo feita somente pelo técnico de manutenção que escreveu o projeto conceitual com o auxílio do engenheiro de confiabilidade, que não pode comparecer, o engenheiro de empreendimentos e o engenheiro de projetos.

Nessa reunião foram decididas características-chave que delimitavam o escopo do projeto. Esse tipo de não comprometimento da equipe de projeto com as reuniões oficiais que fecham as fases de FEL precisam ser contornadas à qualquer custo. Seja por uma campanha de conscientização dos funcionários por parte da gerência, ou por

critérios de avaliação de projetos presentes em uma EAP que se não forem cumpridos, bloqueia qualquer avanço do projeto até que a etapa de delimitação de escopo seja cumprida com êxito. Fica cada vez mais evidente que muitos não entendem o poder que as melhorias promovidas pelos projetos ajudam no dia a dia, levando à soluções novas para problemas antigos.

Por motivos de política interna da empresa na qual o estudo de caso (as liberações para reuniões não eram postas como prioridade pelos gerentes das respectivas áreas) se desenvolve e de questões econômicas que previam datas pré-definidas para liberação de verbas através da comprovação do relatório da fase de FEL 2, a reunião foi desenvolvida com essa equipe de projeto ínfima.

Mesmo assim, as questões levantadas e discutidas na reunião de DR-2 estão à seguir com os comentários que foram acordados nessa reunião. Essas questões fazem parte de um procedimento interno que são norteadas pelos princípios presentes na sistemática de empreendimentos e servem para garantir que todos os aspectos importantes foram abordados:

Escopo reduzido a somente uma alternativa e alinhado com os objetivos do negócio e do empreendimento?

O escopo não foi reduzido a uma alternativa única, ele já partiu do princípio que a alternativa já tinha sido escolhida e não admitia substitutos. Nesse projeto, não foi assim uma premissa tão ruim porque já havia um sistema similar instalado nos equipamentos e esse projeto de monitoramento de vibrações tinha como objetivo pegar além das respostas estacionárias já presentes, tirar dados de eventos com coleta de dados transiente, o que aumentaria a confiabilidade dos equipamentos pela capacidade de aumentar consideravelmente a confiabilidade por promover uma grande quantidade de dados a fim de promover um bom plano de manutenção preditiva, além de evitar falhas

críticas iminentes. Além disso, o projeto previa expandir essa coleta para um modo on line, onde o operador não precisaria ir até o equipamento para buscar esses dados, eles estariam expostos em uma estação de trabalho, aumento assim a segurança do operador.

Apesar de nesse caso não ter sido um erro crasso, os projetos futuros que lidarem com temas semelhantes precisam passar por um estudo aprofundado para conceber alternativas, de modo a avaliar suas viabilidades técnicas e econômicas. Reuniões para levantamento de ideias podem ser feitas e um entregável específico pode ser concebido para ratificar a escolha de algumas poucas alternativas viáveis que serão trabalhadas e reduzidas à uma alternativa única a ser exposta na reunião de DR-2.

Foram realizados estudos que garantem que o escopo não sofrerá alterações que impactem no custo aproximado de forma significativa?

Nesse ponto, existe uma questão a se abordar. Foi discutido de maneira sistemática como que seria o lançamento dos cabos para ligar os equipamentos de monitoramento que estavam nos equipamentos e os servidores que ficariam no prédio administrativo. Por ser uma distância considerável, existia a preocupação de trazer um impacto considerável no custo pela utilização de extensas eletro calhas e cabos.

A proposta de implementação presente do projeto conceitual dizia respeito a esses servidores no prédio administrativo. Porém, haja visto o problema supracitado, foi colocado em pauta a possibilidade de fazer um servidor próximo dos equipamentos, nas atuais estações de automação dentro do parque industrial e tentar, de alguma forma, aproveitar cabos que estão vagos do sistema de automação industrial.

Nesse ponto, a equipe reunida (com seus respectivos faltosos) não tinha a capacidade de deliberar sobre um assunto crítico como esse sem a presença do responsável pela automação da instalação e sem o representante da empresa que possui o sistema de monitoramento para perguntar sobre a viabilidade da proposta.

Assim, apesar de levantado o problema, a reunião deu prosseguimento, mesmo com esse ponto crítico em aberto. Deve-se garantir em oportunidades futuras que essas dúvidas sejam sanadas antes mesmo de passar a fase do projeto. Isso pode ser obtido através de um cronograma de reuniões periódicas durante a fase de projeto conceitual envolvendo os responsáveis diretos pelo empreendimento. Pois, por via de regra, os projetos conceituais eram feitos por um elaborador único que somente submetia a apreciação dos outros componentes da equipe de projeto na reunião de DR-2 que, geralmente, era desfalcada pela maioria dos representantes. Assim, o controle sobre o escopo do projeto e as dúvidas geradas que eram de extreme importância serem contornadas antes de prosseguir com o projeto acabam continuando abertas e o projeto passa para a fase seguinte por pressão de prazo da gerência.

Como pode ser visto na descrição feita sobre a fase de FEL 2, o projeto está caminhando sem que haja um controle efetivo de suas atividades e a Sistemática de Empreendimentos está sendo seguida como base somente, não sendo levado em conta todos os documentos necessários a mudança de uma etapa de FEL para outra.

Os motivos para que isso venha acontecendo já foi exposto nas explicações das atividades que foram expostas. Esse trabalho se compromete a fazer uma estruturação das boas práticas de gerenciamento de projeto, sem esquecer-se da sistemática já apresentada. Burocratizando assim um processo que precisa de um controle mais efetivo. Os malefícios da burocratização já são conhecidos como a centralização administrativa, o formalismo jurídico, a tendência dos envolvidos de desconfiar do poder centralizado e a ausência de metas. Como uma Estrutura analítica de Projeto pode ser vista como um instrumento de burocratização, medidas serão inseridas nela de modo a suavizar o revés do seu uso.

Após toda a discussão apresentada, o projeto passou para a fase seguinte de FEL 3, cujo objetivo maior era gerar um projeto básico e consolidar em definitivo o escopo do projeto para construção.

Abaixo está listado os passos da EAP proposta para a fase de FEL 2:

- **FEL 2**
 - **Projeto Conceitual**
 - Elaboração e emissão do Projeto Conceitual
 - Elaboração e emissão do Checklist de Projeto Conceitual para certificar de que tudo aquilo que é obrigatório para um projeto conceitual, segundo o procedimento interno, foi considerado na elaboração do documento
 - **Estudos, Análises, Estimativas e Licenças**
 - Emissão da matriz de responsabilidade
 - Elaboração de um relatório onde estejam claras as atuações da equipe de planejamento da manutenção e a equipe de gerenciamento de projetos para garantir que haja uma sinergia entre as duas áreas e que dificuldades de manutenção tenham sido contempladas no projeto.
 - Elaboração da lista de documentos a ser providenciados no projeto básico, levando em conta as revisões de “as built”
 - Elaboração do plano de comunicação, onde estará indicado quem será o verificador da atividade de quem, definindo substitutos em caso de ausência.
 - Preenchimento do checklist de verificação de risco de processo, caso indicado agendar reunião preliminar de HAZOP/APP
 - Elaboração e emissão da análise preliminar de risco / APP-HAZOP
 - Elaboração do documento final que define se o método de manutenção dos equipamentos que será utilizado, equipe de

- manutenção responsável pelo sistema e o impacto no orçamento de manutenção desse novo projeto
- Abertura formal do projeto no sistema de gerenciamento de projetos para constar um número de rastreio para o projeto.
- Elaboração do cronograma macro já prevendo o caminho crítico do projeto, definido pelos fatores levantados na etapa anterior.
- Elaboração de estimativa de custo atualizada do projeto como um todo com uma margem efetiva de (-20% até +50%) para o custo total do projeto, a ser verificado na fase pós-implementação
- Elaboração do pedido de adiantamento financeiro para pagamento dos custos do projeto conceitual, caso esse seja feito por uma empresa terceira
- Elaboração do EVTE atualizado (Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica)
- **DR-2**
 - Elaboração do relatório de DR-2 (Design Review) – O projeto só seguirá para a próxima etapa se houver concordância de todos os envolvidos no projeto, ou seja, essa reunião só será realizada se todos os envolvidos estiverem presentes. Caso não haja unanimidade, todas as etapas acima serão repetidas ou, como alternativa, o projeto pode ser arquivado.

FEL 3

Assim que a reunião de DR-2 foi concluída ficou decidido que era essencial um parecer técnico e uma proposta de negócio da empresa responsável pelo sistema de monitoramento. Esses documentos seriam de grande valia para a reunião da fase anterior, mas não conseguiu ser combinada com todos os envolvidos.

Além disso, a fase de FEL 3 tem como entregável principal o projeto básico, sendo o fim da escala de estudos de um projeto, onde um projeto com escopo fechado e todos os detalhes fundamentais estariam incluídos e pronto para o detalhamento de construção que condiz com a etapa seguinte.

Na fase anterior foi decidido que havia a necessidade de solicitar uma proposta técnica do arranjo e instalação dos equipamentos de monitoramento de vibração com a fabricante do sistema atual para ver quais seriam os pontos-chave que teriam que ser trabalhados a fim de possibilitar o update necessário.

Assim, uma reunião foi organizada entre um responsável da manutenção preditivo do setor de equipamentos centrífugos, o engenheiro responsável pela documentação do projeto, o engenheiro de empreendimentos responsável pela coordenação do time de projeto e os engenheiros da empresa dona da tecnologia (uma grande empresa de negócios multivariados e de grande porte, com presença forte no setor de instrumentação).

Nessa reunião foi levantada a pergunta sobre a viabilidade técnica do empreendimento no que tange à manutenção do sistema atual, porém aumentando os módulos para que o sistema agora dispusesse de um controle maior (aquisição dinâmica de dados, etc). Os engenheiros confirmaram que era necessário aumentar o número de cartões TDI, o número de servidores, interligar a nova aquisição de dados a uma rede própria, devido a grande carga de dados no evento de um trip e passar os cabos para interligar tudo isso.

A grande dúvida que ficou foi referente ao custo referente a interligar os equipamentos através de cabos em eletro calhas dos compressores que iam ter seus dados de vibração analisados até os servidores que ficariam dispostos no galpão da manutenção, fora da área industrial. Os engenheiros da empresa parceira ficaram de

mandar uma proposta técnica onde contivesse os parâmetros básicos para execução de um projeto de detalhamento e, além disso, tivesse uma alternativa ao problema do custo de lançamento dos cabos.

Eis que algumas semanas, a proposta foi enviada com as seguintes recomendações:

- Foi verificado que os racks de monitoramento instalados são totalmente compatíveis com o novo software que será responsável pela aquisição dinâmica, sendo necessária a compra de novos racks, caso o tamanho do sistema ao final do upgrade fique incompatível com a capacidade dos racks.
- Os racks dos compressores GB-2XX, GB-3XX, GB-4XX e GB-6XX estão instalados na LCR-X. Assim, a fim de minimizar o custo da infraestrutura de rede que era a maior preocupação levantada na reunião, o servidor será transferido para a LCR-X. O servidor será ligado a rede corporativa e a visualização se dará pelos painéis já existentes. Já os racks dos compressores 2K-Y0YY e 2K-Y3YY que estão na LCR-Y deverão ser conectados a um novo servidor e, também, interligado a rede corporativa. O sistema assim seria dividido em duas malhas distintas a fim de diminuir o volume de dados.
- Estimativa de pontos de máquina:
 - GB-3XX, GB-4XX e GB-6XX : 8 pontos de vibração radial, 4 pontos de deslocamento axial (thrust), 1 ponto de tacômetro, 1 keyphasor e 18 pontos de temperatura
 - 2K-Y0YY e 2K-Y3YY: 10 pontos de vibração radial, 2 pontos de deslocamento axial (thrust) e 1 keyphasor
 - GB-2XX :
 - Rack 1: 16 pontos de vibração radial, 8 pontos de deslocamento axial, 2 pontos de tacômetro, 2 keyphasor
 - Rack 2 : 36 pontos de temperatura

Além disso, haverá a necessidade de obtenção de 7 hardwares de interface de dados transientes e os pacotes de licença adicionais. Na proposta também estavam descritas as obrigações de cada uma das partes, a lista de documentos a serem entregues e outras condições de garantia. Tornando quase uma obrigação que a fase de detalhamento tivesse uma forte presença da detentora da tecnologia.

Disto isto, as bases para um pré-projeto básico estavam definidas e, após discussões internas, foi decidido que a proposta tinha informações o suficiente para prosseguir para a fase do detalhamento, sem a execução de um projeto que consolidaria essas informações dispostas na proposta. Dessa forma, mais uma vez, a sistemática de empreendimentos foi posta de lado, pulando de um projeto conceitual direto para um detalhamento, devido aos fatores de tempo e de ter que contornar o problema do custo do projeto que já estava bem acima do orçado.

Cabe aqui ressaltar que fatores internos complicaram muito a situação de todos os projetos que estavam no portfólio de investimentos. Primeiro, a crise mercado mundial mexeu com a cotação do dólar e como todos os custos eram quantificados em dólar, a valorização da moeda frente ao real fez a balança comercial da empresa entrar num quadro de déficit, além disso o país resolveu diminuir as restrições de importações de produtos importados no mercado nacional, trazendo uma invasão das resinas chinesas com preços mais competitivos e, por último, a descoberta de enormes reservas de Shale Gas (Gás de Xisto) nos EUA promoveram uma mudança no combustível usado pelas instalações petroquímicas pelo mundo, pois seu custo era bem inferior ao usado pelas instalações petroquímicas da empresa que está sendo analisada (Nafta).

Esse ambiente de negócios instável estava sendo verificado e acompanhado pela cúpula da empresa e foi passado para os gerentes locais, porém a fase de verificação desses problemas externos ao projeto seria englobado na fase de FEL 1, que não foi

feita na maioria dos projetos, inclusive no projeto em questão. Esse ambiente instável foi o responsável pela paralisação do projeto na sua fase de estudo e o motivo de sua não implementação no ano corrente. Porém, as lições aprendidas da fase de estudo tem que ser levados em conta quando esse projeto voltar para o portfólio e, ainda, for aplicado um modelo que mitigue os problemas nos próximos projetos parecidos.

Dessa forma, devido aos fatores externos que estavam pressionando as finanças da empresa, o projeto teve de ser arquivado, juntamente com todos os outros que não eram críticos para segurança ou que não eram pré-requisitos de seguro. Assim, não podemos ter uma ideia real das consequências que seriam geradas nas ações tomadas durante as fases iniciais de projeto. Porém, podemos tirar lições aprendidas de tudo àquilo que se desviou da conduta norteada pelas boas práticas.

No próximo capítulo será mostrada uma estrutura de EAP que, aproveitando tudo que foi explicitado nesse descritivo do estudo de caso, irá gerar uma estrutura que possa nortear esse projeto assim que condições mais favoráveis de mercado possibilitando sua continuidade e, também, todos os outros projetos que se assemelharem em forma a esse projeto que foi objeto de estudo.

Acredita-se assim que se utilizando de lições aprendidas e o conhecimento disseminado pela disciplina de gerenciamento de projetos, empreendimentos tão importantes como esse possam ter continuidade mesmo em tempos de crise, pois os retornos seriam assegurados e as condições de projeto estariam tão bem delineadas que não existiria dúvida no gestor quanto a manter tal projeto no portfólio de investimentos.

Após o descritivo de cada fase separadamente, pode-se então responder as perguntas que constituíram a unidade de análise e nortearam a aquisição de dados que resultou no descritivo exposto.

Dessa forma, pudemos constatar que as interações que ocorreram entre a equipe de engenheiros mecânicos responsável pela manutenção e a equipe de gerenciamento de projeto foi nula, pois não existia nenhum caminho oficial que obrigasse que elas se falassem. Assim, na EAP proposta deve estar claro que ambas as equipes devem se encontrar e trocar informações durante todas as fases do projeto, assim problemas como a dificuldade de saber exatamente como ligar os novos racks do sistema de monitoramento ao servidor seriam facilmente resolvidos se as pessoas que estavam acostumadas com a rotina de manutenção do sistema que já estava instalado tivessem sido ouvidos. Assim, extrapolando os resultados presentes nesse estudo de caso, podemos responder a pergunta seguinte sobre a razão de tanto retrabalho nos projetos de manutenção: falta de comunicação. Existe ainda um certo preconceito no que diz respeito à intervenção externa em setores como o de manutenção, dessa forma existe uma inércia muito grande para mudanças, além de uma dificuldade de expor os problemas e resolver em conjunto. Isso tudo pode ser resolvido com um plano eficaz de comunicação, muito bem delineado para fazer com que a comunicação flua entre os setores, bem como entre todos no projeto.

A Fase de FEL 1 foi ignorada nesse projeto, basicamente, por falta de tempo. As liberações de execução são extremamente burocráticas e demoram um bom tempo para que todos os profissionais recebam a liberação de um tempo na execução de suas funções para dispender em projetos. Também como agravante, temos o problema de definir o tamanho do projeto, como é bem comum em outras empresas, os projetos pequenos costumam pular logo para fases mais executivas, ganhando tempo. Porém, nos projetos de manutenção, essa prática pode ser prejudicial a um bom funcionamento do projeto devido à grande interface entre áreas, mesmo em projetos cujo aporte de capital é muito grande, o que faria dele um representante da classe dos pequenos projetos.

Como recomendação para esse tópico fica o conselho de, por padrão, sempre manter a fase de FEL 1 obrigatória para projetos de manutenção, mesmo naqueles considerados pequenos. As exceções a essa regra devem passar por um crivo grande e obter unanimidade de todos os envolvidos.

Sobre a pergunta que diz respeito a abrangência da EAP, temos que ter em mente que independente da abrangência, existe primeiro a necessidade que ela seja cumprida independente de questionamentos. Qualquer modificação precisa ser feita a partir de um consenso de que se trata de uma exceção, não de uma atitude para mitigar um desvio de prazo ou custo. A abrangência só será completa, inclusive, quando levar em conta os interesses tanto da manutenção (com seu planejamento de paradas, manutenções preventivas e preditivas, manutenções por oportunidade e etc) como os interesses daqueles que participam do dia-a-dia da operação do equipamento. Pra isso, as reuniões precisam ser feitas exaustivamente e com a presença de todos os envolvidos, independente do nível hierárquico.

Sobre o questionamento da necessidade ou não de um problema de manutenção virar projeto, as reuniões da fase inicial que incentivam o uso da TPM, com seus 5S e 6 Sigma é fundamental para achar caminhos alternativos. Além disso, cada integrante da equipe de projeto tem que manter os horizontes bem abertos para oportunidades de transformar grandes investimentos em simples organizações da maneira de se trabalhar.

Foi visto durante o estudo de caso que montando um passo a passo de como se fazer um projeto conceitual, a assertividade e a disposição dos integrantes da manutenção de parar seu trabalho para pensar em projetos aumentaram consideravelmente. Essa foi uma das grandes contribuições que precisa ser mais divulgada e utilizada, pois será um fator decisivo no controle de escopo, já que um base sólida tem uma maior dificuldade de ser abalada.

A pergunta final é o cerne desse trabalho. Fica óbvio depois do descritivo que existem tantos problemas a serem contornados num ambiente de manutenção que ele precisa de uma estrutura própria de projetos que leve em conta as suas particularidades e que seja posta a prova, discutida e repensada ao longo dos projetos e lições aprendidas de maneira que ela represente fielmente o panorama de dificuldades e o leque de opções de resolução de problemas.

Abaixo está listado os passos da EAP proposta para a fase de FEL 3:

- **FEL 3**
 - Projeto Básico
 - Processo
 - Elaboração de Fluxogramas de Engenharia, se houver alguma alteração.
 - Elaboração da Lista de Instrumentos, se houver alguma alteração.
 - Elaboração de Memorial Descritivo, se houver mudança de processo.
 - Elaboração da Matriz de Risco
 - Automação
 - Elaboração de Memorial Descritivo se houver mudança de automação
 - Revisão da Matriz de Risco, incluindo automação
 - Mecânica
 - Elaboração de Folha de Dados de Equipamentos, caso haja aquisição de novos equipamentos
 - Revisão da Matriz de Risco, incluindo mecânica
 - Elaboração dos demais documentos assinalados na lista de documentos da fase de Projeto Básico
 - Elaboração do Plano Integrado de execução de manutenção durante as etapas de implementação do empreendimento, garantindo que não haja sobreposição de trabalhos
 - Elaboração do Planejamento de Manutenção Preditiva dos novos equipamentos adquiridos.
 - Estudo de impacto no quantidade de HH da manutenção devido a inserção do novos equipamentos/sistemas
 - Elaboração do cronograma final, constando a data prevista para início e término das atividades de construção & montagem
 - Elaboração de estimativa de custo final do projeto como um todo com uma margem efetiva de (-10% até +20%) para o custo total do projeto, a ser verificado na fase pós-implementação. Essa estimativa estará sujeita a

explicativas e sanções dos responsáveis caso não haja uma explicação

plausível para qualquer divergência no valor final

- Elaboração do cronograma de desembolso de todo o empreendimento, incluindo o gasto com a equipe de planejamento.
- Revisão final do EVTE
- DR-3
 - Elaboração do relatório de DR-3 (Design Review) – Nessa revisão serão discutidas qualquer divergências entre o planejado e o que já foi feito até o momento, será verificado se todos os documentos necessários para a realização do empreendimento foram entregues e se todos estão cientes das suas funções daqui por diante. Caso haja a confirmação de todos os integrantes da equipe de projeto, o mesmo pode ser liberado para construção.
- Elaboração da APE (Aprovação para Execução do Empreendimento)
- Aprovação da APE e liberação da verba para contratação da empresa terceira que prestará o serviço de montagem no novo sistema.

Capítulo 4

Considerações finais

Este trabalho teve como foco uma questão que costuma gerar opiniões controversas: o controle de escopo em projetos de manutenção mecânica. O referencial teórico utilizado serviu de arcabouço para a construção do estudo de caso, que se desenvolveu de forma descritiva, pontuando as situações-chave encontradas durante a fase de coleta de informações. Esse descritivo teve como objetivo apresentar de maneira clara os problemas que foram enfrentados em cada fase do projeto, tendo em vista que a riqueza de detalhes era um fator crucial para o bom entendimento de cada problema verificado.

Dessa forma, pode-se compreender a dimensão do problema de controlar o escopo em projeto de manutenção devido à grande interface da área com outras áreas da engenharia, além das áreas de apoio. A partir dessa compreensão, fica claro que existe a necessidade de estruturar as atividades de modo a mantê-las coesas e focadas na proposta inicial de projeto, evitando desvios desnecessários.

Na primeira parte do estudo de caso foi feita uma pequena introdução, tendo como base o livro do Yin (2003), para mostrar a técnica da investigação por meio de estudo de caso e estruturar a literatura de modo que ela fosse útil na execução particularizada que seria feita tendo como base o projeto de monitoramento de vibração.

Após essa parte inicial, um histórico breve do projeto foi mostrado para situar o estudo de caso em um momento particular do tempo e espaço, ou seja, definir sua fronteira e ambiente que estava inserido.

À seguir vieram descritivos de cada etapa dos portões de FEL (Front-End Loading), finalizando cada uma delas com alguns conceitos e perguntas que eram utilizados nas reuniões de Design Review. Nessa parte do trabalho, toda a teoria tanto de gerenciamento de projetos como de planejamento da manutenção foram utilizadas para propor soluções aos problemas encontrados, dando ênfase aos pontos que, impreterivelmente, deveriam constar na Estrutura Analítica de Projeto.

Com isso, o estudo de caso se encerra com a certeza de que apesar de existir certo número de atividades de gerenciamento, na prática, o escopo estava descontrolado, as etapas não estavam sendo cumpridas e os problemas não estavam sendo levantados a fundo, nem novas soluções estavam sendo criadas. Exatamente por esse fato que a EAP proposta tem uma importância ímpar, por promover através de uma estrutura simples e com brechas para comunicação um maior entrosamento entre as áreas envolvidas no

projeto, focando no quesito comunicação se mostrou um grande problema em todas as etapas do projeto.

Deve-se levar em consideração que a EAP proposta não pode ser uma estrutura estática, o aperfeiçoamento dela é essencial para verificar em que pontos ela se mostrou falha, quais devem ser melhorados ou focados com uma maior intensidade e quais devem ser eliminados da estrutura. Além disso, existe a possibilidade de expandi-la para projetos, além dos que foram delimitados nesse trabalho (equipamentos centrífugos), tais como projetos dentro da manutenção que envolva caldeiraria, equipamentos elétricos e etc.

O planejamento físico falho do projeto é um dos grandes problemas levantados, já que a execução dos cronogramas se faz aquém do esperado. A solução pra isso é a mesma de sempre: supervisão contínua nos contratos de terceirização do serviço a fim de certificar que o trabalho feito no dia a dia do planejamento seja exatamente aquele que foi contratado. Ademais, seria necessário deixar claro que os planejadores, responsáveis pelo cronograma, necessitam de uma orientação de que não se pode fazer este documento somente através de relatórios e comentários de terceiros, existe a real necessidade de ir à campo, verificar projeto a projeto o seu andamento.

Outro ponto que tem que ser considerado é a questão de como o problema da comunicação foi contornado. O uso intensivo de reuniões e documentos que geram interface pode não ser um fator que leve ao aumento da comunicação entre os envolvidos, afinal duas pessoas podem compartilhar um mesmo espaço confinado e mesmo assim não se falarem. A comunicação não é uma questão de proximidade, mas de afinidade. Quando duas pessoas pensam que possuem um problema em comum, a comunicação é facilitada.

Isso remete a outro ponto importante. A visão sobre o que é manutenção tem mudado conforme exposto no referencial teórico, porém ainda não se tornou uma linguagem universal. Os projetos de manutenção continuam com o estigma de “não tão importantes”, se comparado com os outros projetos dentro de uma instalação petroquímica. Afinal, entende-se que manutenção é uma atividade de sobrevivência e não de perpetuação da empresa, assim muitas vezes a falta de interesse advém de preconceitos arraigados.

Por fim, esse modelo de EAP não tem a pretensão de resolver todos os problemas descritos no estudo de caso, mas nortear o pensamento dos envolvidos na área de projetos de manutenção para uma questão pouco debatida na indústria e chamar a atenção de que muitas perdas referentes a prazo e custo poderiam ser evitadas com uma simples organização do modo de conduzir um projeto e da conscientização da importância do trabalho de manutenção para o funcionamento da instalação como um todo.

Glossário

43. Processos de Planejamento, Monitoramento e Controle

Os processos de planejamento ajudam a coletar informações de muitas fontes, algumas delas mais completas e confiáveis que outras. Eles identificam, definem e amadurecem o escopo do projeto, o custo do projeto e agendam as atividades do projeto que ocorrem dentro dele. À medida que forem descobertas novas informações sobre o projeto, dependências, os requisitos, os riscos, as oportunidades, as premissas e as restrições adicionais serão identificados ou resolvidos.

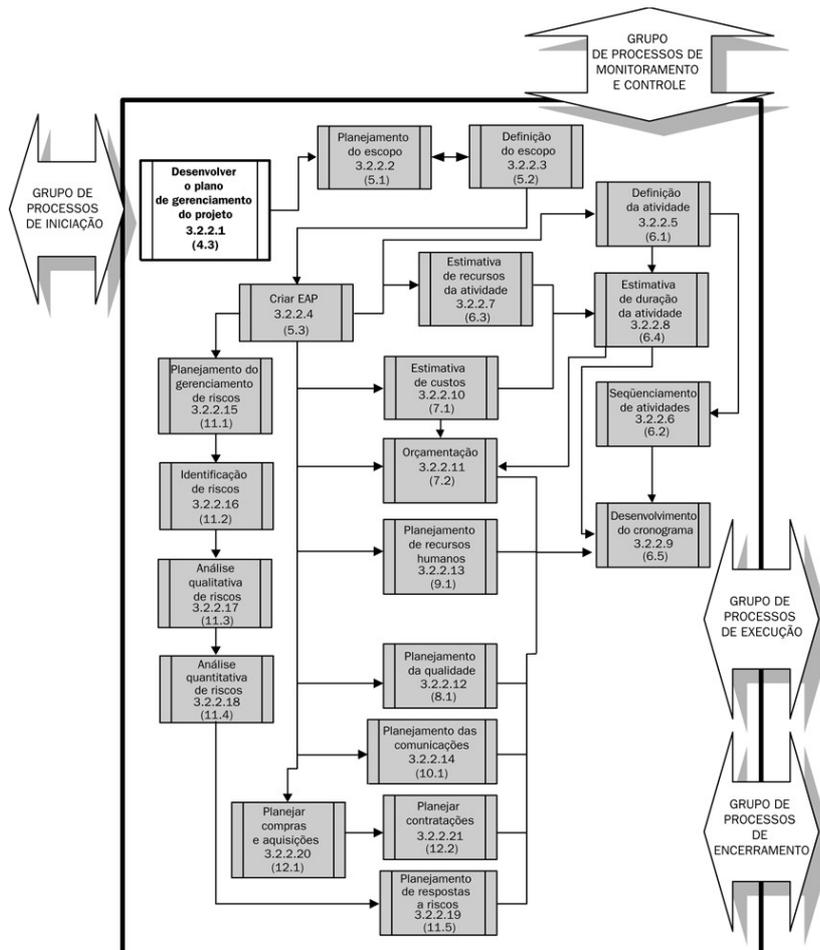


FIGURA - PROCESOS DE PLANEJAMENTO

Os processos de monitoramento e controle servem para garantir que todas as medidas propostas nos processos de planejamento estão sendo executadas conforme foram pensadas no início do projeto. Não existe possibilidade de mensurar se as atividades de planejamento estão dando resultado sem um controle efetivo e um monitoramento eficaz das atividades. Dessa forma, pode-se dizer que os processos são complementares e, por isso, serão expostos juntos.

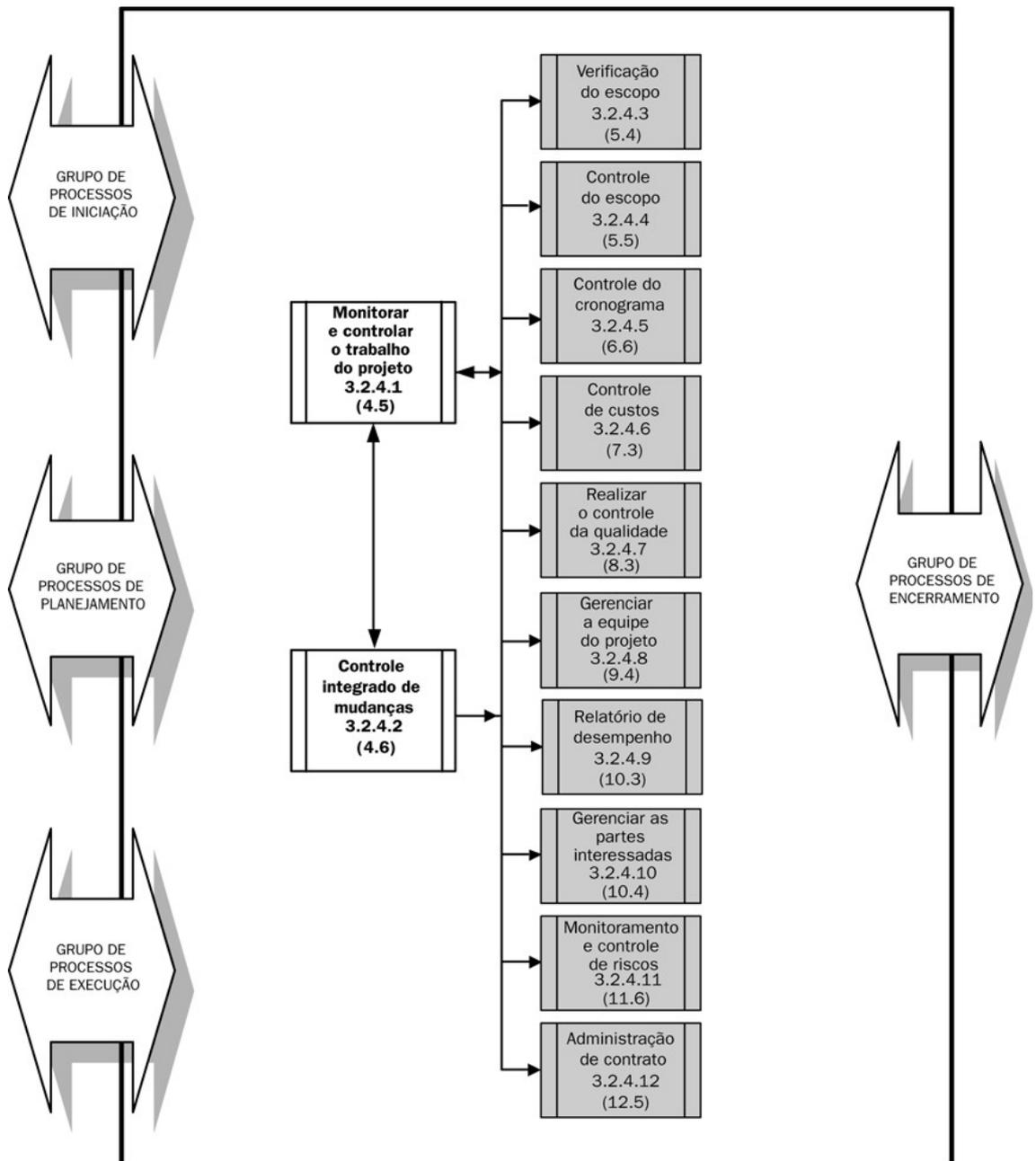


FIGURA - PROCESSOS DE MONITORAMENTO E CONTROLE

Os processos de planejamento, monitoramento e controle incluem os seguintes processos de gerenciamento de projetos:

- **Desenvolver o plano de gerenciamento do projeto** – Esse processo é responsável por definir, preparar, integrar e coordenar todas as atividades, se tornando assim a principal fonte de informações de como o projeto será planejado, executado, monitorado, controlado e encerrado.

- **Planejamento do escopo** – Esse processo é responsável por criar um plano que documenta como o escopo do projeto será definido, verificado e controlado e como a estrutura analítica de projeto será criada e definida.
- **Monitorar e controlar o trabalho do projeto** – Serve para coletar, medir e disseminar informações sobre o desempenho e avaliar as medições e as tendências para efetuar melhorias no processo.
- **Definição do escopo** – Esse processo é necessário para desenvolver uma declaração de escopo detalhada do projeto que servirá de base para futuras decisões
- **Controle integrado de mudanças** – Processo necessário para controlar os fatores que criam mudanças para garantir que essas sejam benéficas, determinar se ocorreu uma mudança e gerenciar as mudanças aprovadas, inclusive o momento em que ocorrem.
- **Verificação do escopo** – Formalizar a aceitação das entregas do projeto terminadas.
- **Criar EAP** – Este é o processo necessário para subdividir as principais entregas do projeto e do trabalho do projeto em componentes menores e mais facilmente gerenciáveis.
- **Controle do escopo** - Controlar mudanças feitas no escopo do projeto.
- **Definição da atividade** – Este é necessário para identificar as atividades específicas que precisam ser realizadas para produzir as várias entregas do projeto.
- **Sequenciamento das atividades** – Processo necessário para identificar e documentar as dependências entre as atividades do cronograma.
- **Controle do cronograma** – Controlar mudanças feitas no cronograma do projeto.
- **Estimativa de recursos da atividade** – Processo necessário para estimar o tipo e as quantidades de recursos necessários para realizar cada atividade do cronograma.

- **Estimativa de duração das atividades** – Essencial para estimar o número de períodos de trabalho que serão necessários para terminar atividades do cronograma específicas
- **Desenvolvimento do cronograma** – Essencial para analisar os recursos necessários, restrições do cronograma, durações e sequências de atividades para criar o cronograma do projeto.
- **Estimativa de custos** – Usa-se para desenvolver uma aproximação dos custos dos recursos necessários para terminar as atividades do projeto.
- **Controle de custos** – Controlar os fatores que causam influência no custo, lidando com as variações e mudanças no orçamento do projeto.
- **Orçamentação** – Processo necessário para agregar os custos estimados de atividades individuais ou pacotes de trabalho para estabelecer uma linha de base de custos.
- **Planejamento da qualidade** – Serve para identificar os padrões de qualidade relevantes para o projeto e determinar como satisfazê-los.
- **Controle da qualidade** - Monitorar resultados específicos do projeto a fim de determinar se eles estão de acordo com os padrões relevantes de qualidade e identificar maneiras de eliminar as causas de um desempenho insatisfatório.
- **Planejamento de recursos humanos** – Identificar e documentar funções, responsabilidades e relações hierárquicas do projeto, além de criar o plano de gerenciamento de pessoal.
- **Gerenciar a equipe do projeto** – Processo necessário para acompanhar o desempenho de membros da equipe, fornecendo feedback, resolvendo problemas e coordenando mudanças para melhorar o desempenho da equipe.
- **Planejamento das comunicações** – Determinar as necessidades de informações e de comunicação das partes interessadas no projeto.

- **Gerenciamento das partes interessadas** – Gerenciar a comunicação a fim de satisfazer os requisitos das partes interessadas no projeto e resolver problemas com elas.
- **Planejamento do gerenciamento de riscos** –Decidir como abordar, planejar e executar as atividades de gerenciamento de riscos de um projeto.
- **Identificação dos riscos** – Determinar os riscos que podem afetar o projeto e documentar suas características.
- **Análise qualitativa de riscos** – Priorizar riscos para análise ou ação adicional subsequente através de avaliação e combinação de sua probabilidade de ocorrência e impacto.
- **Análise quantitativa de riscos** – Analisar numericamente o efeito dos riscos identificados nos objetivos gerais do projeto.
- **Planejamento de respostas a riscos** – Desenvolver opções e ações para aumentar as oportunidades e reduzir as ameaças aos objetivos do projeto.
- **Monitoramento e controle de riscos** – Acompanhar os riscos identificados, monitorar os riscos residuais, identificar novos riscos, executar planos de resposta a riscos e avaliar sua eficiência durante todo o ciclo de vida do projeto.
- **Planejar compras e aquisições** – Determinar o que comprar ou adquirir e quando e como fazer isso.
- **Planejar contratações** – Documentar os requisitos de produtos, serviços e resultados, além de identificar possíveis fornecedores.
- **Administração de contrato** – Esse processo é necessário para gerenciar o contrato e a relação entre o comprador e o fornecedor, analisar e documentar o desempenho atual ou passado de um fornecedor e, quando adequado, gerenciar a relação contratual com o comprador externo do projeto.

- **Relatórios de desempenho** – Processo necessário para coletar e distribuir informações sobre o desempenho. Isso inclui relatório de andamento, medição do progresso e previsão.

44.

45. Definições Básicas sobre a Sistemática de Empreendimentos

Seguem agora algumas definições que serão importante para o entendimento das seções que virão à seguir:

Autorização para Projeto (AP) : Documento que autoriza a abertura e distribuição de valores nos Elementos PEPs do Empreendimento no SAP para realização de gastos com as atividades de FEL (1,2 e 3).

Autorização para Execução (APE): Documento que autoriza o início da fase de execução do empreendimento, emitido quando o nível de definição da Engenharia é suficiente para garantir a precisão requerida do orçamento, bem como a distribuição do valor total do empreendimento nos elementos PEP.

Design Review (DR) : Reunião de avaliação ao final de uma determinada fase de implantação do empreendimento, a ser realizada pela equipe do empreendimento para definir se o mesmo deve prosseguir para a próxima fase.

Empreendimento: Conjunto de atividades necessárias, ordenadas e inter-relacionadas, que conduzem a um objetivo pré-determinado, atentando às condições definidas de **prazo, custo, performance (escopo e qualidade) e risco**.

EVTE (Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica) : Análise dos valores de rentabilidade do empreendimento, através do fluxo de caixa projetado, conforme modelo-padrão Braskem.

FEL (Front-End Loading) : Processo no qual a equipe desenvolve uma definição detalhada do empreendimento para atender aos objetivos do negócio, correspondendo às etapas iniciais.

Projeto Conceitual: Conjunto de informações que abrange e define todos os aspectos importantes do empreendimento.

Projeto Básico: Conjunto de informações elaborado a partir do projeto conceitual, cujo conteúdo define as características de uma unidade industrial ou processo de produção para permitir a realização do Projeto de Detalhamento.

Projeto de Detalhamento: Conjunto de informações elaborado a partir do Projeto Básico, cujo conteúdo permite a aquisição e a construção e montagem do empreendimento.

Empresário: Representante do VPE ou do RAE responsável pelo empresariamento do empreendimento, alinhado ao negócio no qual o empreendimento está inserido.

Bibliografia

[1] Alves-Mazzotti, A.J., “Usos e abusos do estudo de caso”. Cadernos de Pesquisa, v.36, nº 129, p. 637-651, set/dez 2006.

[2] Anselmo, J.L. “Gerenciamento de projetos em negócios baseados em projetos: Uma proposta integrada das dimensões operacional, organizacional e estratégica”. Tese de Doutorado, FEA-USP, 2009.

[3] Arauto Junior, A., “Manutenção preditiva monitorando severidade de vibração”. XII Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica, Ilha Solteira, SP, 2005.

[4] Bignetti, B. “O planejamento de uma parada de manutenção na indústria petroquímica: uma análise de ferramentas aplicadas.” Trabalho de conclusão do curso de especialização em gestão empresarial. UFRGS.

[5] Brandão, R.G., “Estudo da viabilidade de utilização de PVC, PEX e PPR em empreendimentos multifamiliares”. Projeto Final de Graduação, Eng. Civil, UFRJ,2010.

[6] Campomar, M.C., “Do uso do ‘estudo de caso’ em pesquisas para dissertações e teses em administração”. Revista de administração, São Paulo, v.26, n. 3, p. 95-97, 1991.

[7] Courtney, S. “Vibration and ultrasound technology. A possible integrated inspection tool?” International Maintenance Conference, Chicago, 2003.

[8] Gerenciamento de Ativos: mais que monitoramento. Revista Controle & Instrumentação, Ed. 127, 2007.

[9] GUIA PMBOK. “Conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos”. Terceira Edição

[10] Herbert, R.G., Wallis, D.J., “Are you reaping the benefits from your monitoring system?”. International Maintenance Conference, Chicago, 2003.

[11] Miguel, P.A.C., “Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução”. Produção, v.17, nº 1, p. 216-229, jan/abr 2007.

[12] Pegado, H.A. “Monitoramento de vibrações: uma ferramenta eficiente na prevenção de acidentes de helicóptero”, Revista Conexão, SIPAER, V.1, Nº 3, 2010.

[13] Peres, C.R.C., Lima, G.B.A, “Proposta de modelo para controle de custos de manutenção com enfoque na aplicação de indicadores balanceados”. Boletim Técnico Organização & Estratégia, 137-157.

[14] Reis, Z.C., Denardin, C.D., *et al.* “A implementação de um planejamento e controle da manutenção: um estudo de caso desenvolvido em uma empresa do ramo alimentício”. VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Agosto, 2010

[15] Ventura, M.M., “O Estudo de caso como modalidade de pesquisa”. Revista SOCERJ, 2007, 20 (5), 383-386

[16] Santos, D. F., “Monitoramento e Diagnóstico de defeitos em um grupo de bombas centrífugas com base em análise de vibração”. Dissertação de Mestrado, UFRJ, Rio de Janeiro, 2007

[17] Santos, J. T., “Análise Modal Experimental de Eixos trincados”. Dissertação de Mestrado, UnB, Brasília, 2007.

[18] Simões, R., Alliprandini, D.H., “Gestão da melhoria contínua: modelo de boas práticas e aplicação em uma empresa de médio porte”.XXVI ENEGEP, Fortaleza, Brasil, 2006.

[19] Tacques, R.R, Souza, M.S.V., *et al.* “Vibração de Turbomáquinas: O System 1 na visão de um usuário”, Revista Abendi, Ed. 31, 2009.

[20] Yin, R. K. “Case Study Research – Design and Methods” . Applied Social Research Method Series – Vol 5, Sage Publications, 2003.