



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



INSERÇÃO DA MANUTENABILIDADE NO GERENCIAMENTO DOS PROJETOS COMPLEXOS: PROPOSTA DE MODELAGEM UTILIZANDO A METODOLOGIA FEL

Ronaldo Camara Cavalcante
ronaldo_ccavalcante@hotmail.com
AEDB

José Rodrigues de Farias Filho
fariasfilho@gmail.com
UFF

Resumo: Os projetos de construção e montagem (C&M) de ativos industriais são de grande complexidade e de difícil gerenciamento. Tais projetos levam em consideração, em sua fase inicial de concepção tecnológica, essencialmente os fatores de construtibilidade e operabilidade, de forma a proverem ativos cada vez mais produtivos e com custo reduzido. De forma a alcançar maior competitividade e rentabilidade destes ativos, o fator manutenção se tornou motivo de grande preocupação e neste contexto, este artigo busca analisar e discutir a importância da consideração da manutenibilidade no decorrer de todas as fases do ciclo de vida dos projetos como forma de incrementar a produtividade ao reduzir o tempo de intervenção nas atividades mantenedoras.

Palavras Chave: - - - -



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XIII SEGET
SIMPOSIUM DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
10/14/2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



1 INTRODUÇÃO

A busca por desempenhos empresariais eficientes e eficazes, principalmente nos ambientes competitivos e turbulentos, caso do segmento de construção e montagem (C&A) de ativos industriais se verificam por toda a parte, exigindo a formulação de estratégias calcadas em uma visão integrada organizacional (Arcuri Filho, 2005). De forma a alcançar a excelência na condução destes tipos de projetos, ditos complexos, é necessário um grande esforço de gestão na obtenção de modelos robustos de gerenciamento que levem a ganhos de produtividade e por consequência ao atendimento dos limites de custos, qualidade e tempo de execução.

Percebe-se na atualidade um grande número de estudos realizados para caracterizar conceitualmente e formular modelos de gerenciamento dos projetos através do critério da complexidade, tais quais se destacam os estudos de Baccarini, 1996 e 2003; Shenhar & Dvir, 2002; Willians, 2002; Turner, 2009. Contudo, os fatores que determinam se um projeto pode ser ou não classificado como complexo ainda são objeto de diversos debates na academia (Lebcir, 2009).

Os projetos ditos complexos podem ser definidos como aqueles que possuem elevado número de variáveis a serem consideradas, demandando um alto grau de multidisciplinaridade, duração e diversidade de informações, gerando assim uma enorme dificuldade na sua condução, exigindo para tal, modelos de gestão robustos e detalhados para serem eficazes (Maximiliano, 2002).

Baccarini (1996) afirma que a complexidade é uma das características críticas dos projetos que determinam as ações apropriadas a serem tomadas para resultar no sucesso na condução dos projetos, com a constatação de que os projetos de grande porte oriundos do setor de construção e montagem de ativos industriais vem exibindo de maneira contínua níveis crescentes de complexidade, desde meados da década de 1940.

Os projetos complexos tornaram-se um importante elemento da teoria de gerenciamento de projetos tendo atraído muita atenção para os acadêmicos em geral (Lebcir, 2009). Contudo, gerenciar tais projetos utilizando as ferramentas tradicionais tem se mostrado falho o que gerou a necessidade de novas abordagens de gerenciamento que levassem em conta as peculiaridades destes tipos de projeto (Marques, 2012).

Na literatura são encontradas diversas críticas direcionadas a abordagem tradicional de gestão de projetos em relação a sua inadequação à gestão de projetos complexos e incertos (Marques, 2012). Alguns autores como Willians (2002), Baccarine (1996) e Shenhar & Dvir (2007), apontam as seguintes inconsistências nas abordagens tradicionais:

- Planos de projeto instáveis;
- Procedimentos de planejamento servem mais para legitimar o projeto do que para guiá-lo;
- Ferramentas sofisticadas de planejamento raramente são usadas;
- Planos precisos nem sempre são as ferramentas gerenciais mais úteis

Sendo assim os modelos tradicionais foram adaptados para as peculiaridades dos projetos complexos através das seguintes premissas:

- Necessidade de diferenciação e classificação de projetos – Levantamento de critérios de complexidade e incerteza;

- Formulação de práticas adaptáveis aos diferentes tipos de projetos e de fatores críticos de sucesso.

A Figura 1 abaixo explicita as diferentes caracterizações de projetos, dos simples aos caóticos, em uma escala de previsibilidade na sua execução.

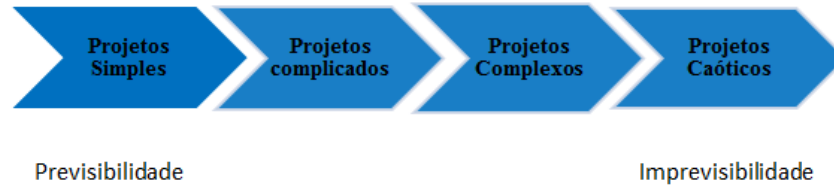


Figura 1 - Caracterização da complexidade
Fonte: Willians, 2002

De acordo com Willians (2002) a complexidade está intrinsecamente relacionada com as características estruturais do projeto e também com a incerteza em sua exequibilidade. Desta forma, um projeto pode ser complexo em função no elevado número de especialidades envolvidas (engenharia, suprimentos, qualidade, recursos humanos, dentre outros) e das inter-relações entre elas mesmas e, por outro lado, a complexidade também pode advir das incertezas, que podem ser das metas estabelecidas ou até mesmos nos métodos adotados tornando-o de grande imprevisibilidade. Deste modo, um projeto complexo pode assumir diferentes estruturas, considerando a combinação dessas características.

Uma forma de avaliar a complexidade do projeto em função de sua incerteza pode ser visualizada na Figura 2 abaixo.

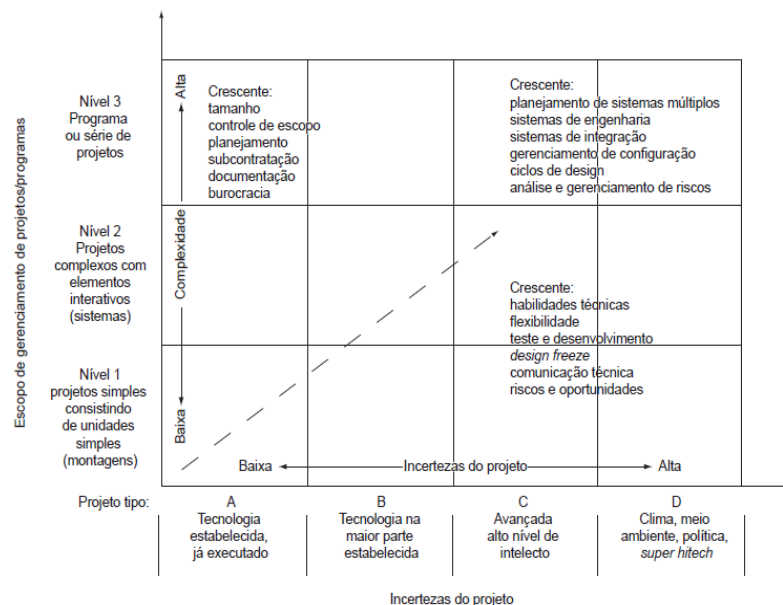


Figura 2 - Caracterização de Projetos Complexos
Fonte: Shenhar; Wideman (2000).

Classificação esta, dada acima, que pode ser reduzida em um modelo de quatro categorias conforme proposto por Maximiliano (2002) e vista na Figura 3 logo abaixo.

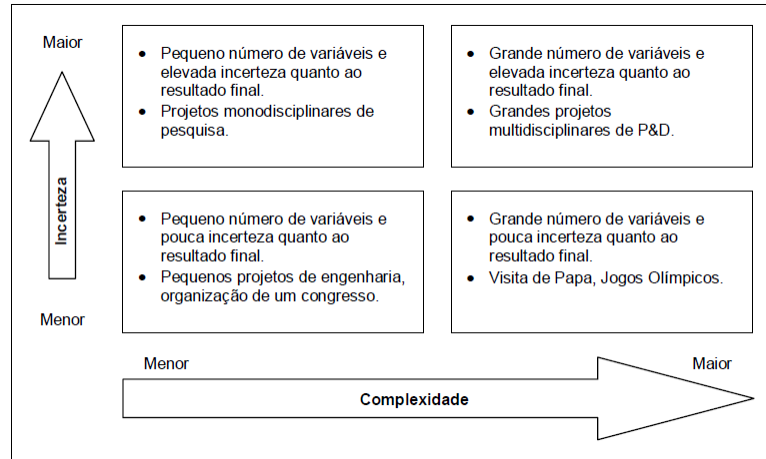


Figura 3 - Caracterização de Projetos Complexos
Fonte: Maximiliano (2002)

Turner (2005) indica que, contrariamente à crença generalizada, os objetivos do projeto e os métodos de execução nem sempre são conhecidos e bem definidos no início da fase de execução do projeto. Em muitos projetos, ainda há uma grande quantidade de incerteza que resta, mesmo após a execução do projeto já estar em andamento. Esta incerteza faz com que o gerenciamento se torne difícil e seu resultado imprevisível, portanto, aumentando o nível geral de complexidade do projeto.

Oliveira (2009) por sua vez caracteriza os projetos complexos sob as perspectivas que podem ser vistas no quadro 1 abaixo.

Quadro 1 – Características dos Projetos Complexos
Fonte: Adaptado de Oliveira, 2009.

| | |
|------------------------------------|--|
| Característica do Produto | Interfaces complexas entre componentes; Elevado custo unitário; Ciclo de produção longo (décadas); Diversos inputs em termos de habilidades e conhecimentos. |
| Características da produção | Produção de unidades discretas através de produtos unitários; Integração de sistemas; Intensiva em escala, apesar da produção em massa não ser relevante. |
| Processos Inovativos | Comandados por relação usuário-produtor; Processo flexível, baseado em habilidades específicas; Inovação e difusão inter-relacionadas; Padrões de inovação negociados previamente entre fornecedores e usuário; Conhecimento incorporado em pessoal qualificado. |

| | |
|---|--|
| Estratégias competitivas e Coordenação da Inovação | Foco no <i>design</i> e desenvolvimento do produto; Coordenação orgânica; Integração sistêmica de competências; Gerenciamento de alianças simultâneas em projetos temporários |
| Coordenação e Evolução industrial | Redes estruturadas; Alianças simultâneas entre múltiplas firmas Estabilidade de longo prazo ao nível da integração de sistemas. |
| Características do mercado | Estrutura duopolista; Pequeno número de transações; Mercados administrados; Mercados parcialmente contestáveis. |

Desta forma, um bom gerenciamento de um projeto complexo passa necessariamente pela escolha de um modelo que seja capaz de lidar com a complexidade fornecendo meios objetivos e robustos de controle. De acordo com Bucker (2010) o modelo de gerenciamento de contratos de construção e montagem de ativos industriais deve ser escolhido de acordo com as particularidades e necessidades de cada empreendimento específico. Pois, ele exerce grande influência na gestão do empreendimento à medida que se definem as relações contratuais e funcionais entre as partes.

Cabe ressaltar que a escolha por qualquer modelo de contratação também se dá pelo grau de envolvimento e a extensão das responsabilidades atribuídas aos envolvidos bem como pela disposição em assumir riscos na execução do projeto (Alhazami,2000).

Um modelo bastante utilizado na atualidade tem sido o modelo de Gestão EPC (Engineering, Construction and Procurement), o esquemático do modelo pode ser visto na Figura 4 abaixo.

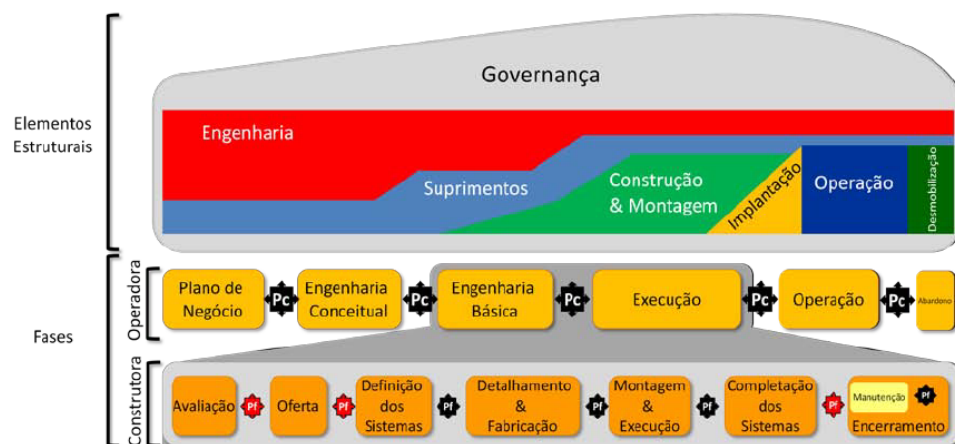


Figura 4 – Modelo de Gestão (EPC)
Fonte: Farias Filho (2012)



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPOSIUM DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
10/14/2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



Tal modelo se tornou bastante útil no gerenciamento de projetos, ao prover uma visão de negócio integradora entre três disciplinas fundamentais: Engenharia – Suprimentos – Construção e montagem do empreendimento. Assim, através de um planejamento integrado destas disciplinas, grandes resultados vêm sendo obtidos em termos de produtividade e otimização de custos.

Contudo, tal modelo de gestão esbarra em algumas limitações técnicas. Uma delas seria a falta de maiores considerações a respeito das condições de manutenibilidade nas diversas fases de projeto, tornando-os com processos de manutenção mais complicados e dispendiosos, reduzindo assim sua eficiência e disponibilidade, gerando uma pressão desnecessária nos custos operacionais. Otani e Machado (2008) observam que a manutenção, enquanto função estratégica das organizações é responsável direta pela disponibilidade dos ativos. Assim, para garantir o pleno atendimento das necessidades dos clientes, as organizações precisam investir em modelos mais robustos de manutenção que possibilitem aumentar a disponibilidade dos ativos, maximizando assim a produtividade (KUTIANSKI, 2008).

Na atualidade ainda existe pouca preocupação com a manutenção na fase de concepção dos projetos, sendo ela considerada apenas quando da entrada em operação. Este cenário gera grande perda de produtividade, pois a falta de maior adaptabilidade do projeto de engenharia aos processos de manutenção provocam expressivas perdas de eficiência ao elevarem o tempo de intervenção das atividades de manutenção.

Tal cenário induz também a uma postura reativa relacionada à manutenção, gerando perdas econômicas irreparáveis, se tornando assim um grande impeditivo para o alcance de metas e liderança de mercado.

Percebe-se assim que a manutenção possui grande relevância econômica com plena capacidade de ser um diferencial competitivo, quando submetido à gestão adequada. Para serem competitivas as organizações precisam da máxima disponibilidade das suas instalações produtivas e precisa haver um programa sistemático de acompanhamento de sua vida útil para garantir a otimização da produção.

As quebras e falhas conduzem a perda total ou a redução da capacidade produtiva, isto é reduz a sua disponibilidade. Elas são as principais causadoras da queda do rendimento operacional e devem ser minimizadas (Fogliatto, 2009).

2 METODOLOGIA FEL

A metodologia FEL (Front End Loading) foi desenvolvida pelo IPA (Independent Project Analysis) como forma de auxiliar o planejamento e gestão dos projetos. Consiste no detalhamento do planejamento do projeto, de forma a melhorar sua qualidade e permitir assim uma melhor execução do mesmo.

Farias Filho (2011) afirma que o FEL consiste em trazer, bem antes da execução, uma ação coordenada de planejamento a fim de que se tenha uma forte preocupação com a atividade de execução. Desta forma todo o conhecimento deve ser antecipado, tal qual a logística de suprimentos, a definição das estratégias de construção (construtibilidade), manutenção (manutenibilidade) e operação (operabilidade), reduzindo assim os riscos e incertezas da condução do projeto.

São muitos os benefícios do planejamento antecipado, tais quais:

- A indefinição do escopo é um fator de risco referente a custos e prazo e a sua definição graças ao planejamento antecipado eliminaria este risco indesejável.

- O aumento da previsibilidade da entrega do projeto acordado garante uma importante vantagem competitiva.
- O planejamento antecipado confere uma vantagem na logística de suprimentos reduzindo custos e garantindo que todos os insumos estarão disponíveis na fase de execução

Para Ramos (2006), a metodologia FEL pode ser definida como um conjunto de três etapas, denominadas FEL 1, FEL 2 e FEL3, que envolvem desde a análise preliminar da organização e de seus objetivos até a estruturação da engenharia básica do projeto, devendo obrigatoriamente ser realizada antes das demais etapas de projeto, como aquisição de suprimentos, construção, montagem, comissionamento e operação.

As três etapas são separadas por portões, os quais são responsáveis pela avaliação da qualidade e conseqüentemente pela aprovação dos entregáveis na fase (Romano, 2006). Levine (2010) afirma que os portões como decisores, servem como um instrumento de controle da qualidade do projeto ao garantir a evolução da maturidade dos entregáveis em cada fase do projeto. Os portões de decisão devem conter análise crítica que permita ao gestor a tomada de decisão sobre a continuidade ou não do Projeto. A Figura 5 abaixo ilustra as etapas da metodologia.

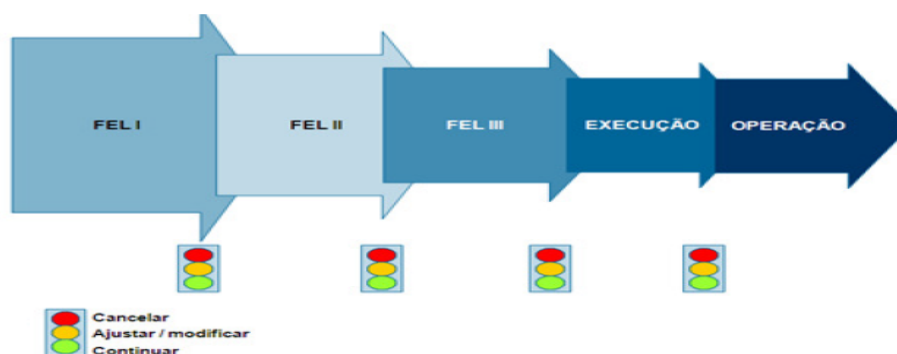


Figura 5 – Metodologia FEL

Fonte: Ribeiro, 2013

O primeiro portão está localizado ao fim do FEL1, e é responsável por avaliar e desenvolver as oportunidades de investimento, levando em conta a atratividade do projeto, ou seja, criar valor, analisando e identificando as oportunidades através da análise do negócio (Ferreira, 2011).

O segundo portão está localizado ao fim do FEL 2 e é responsável por reduzir a apenas uma, todas as alternativas levantadas na etapa do FEL 1. Aqui o foco reside em escolher o melhor caminho a ser seguido no gerenciamento técnico do projeto para possibilitar o menor custo, sem descuidar da qualidade e dos prazos.

O terceiro portão é responsável por validar o planejamento executivo do projeto, visando redução das incertezas e riscos referentes aos custos, prazos, operabilidade, manutenibilidade, construtibilidade para aumentar a probabilidade de êxito na fase de implantação.

Segundo Ferreira (2011), no FEL 1 ocorre a definição do escopo e dos objetivos do empreendimento, busca-se desenvolver e avaliar as oportunidades de investimento através do estudo da atratividade do negócio (previsão de mercado) e do montante estimado do investimento (análise de viabilidade econômica). Percebe-se nesta fase um sentido de criação de valor.



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XIII SEGET
SIMPOSIUM DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
10/14/2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



Para Motta (2013), a etapa do FEL 2 consiste na seleção das alternativas levantadas na etapa anterior e nas definições das estratégias tecnológicas do empreendimento, tais quais construção e estratégias de compra de suprimentos. Consiste na formatação da engenharia conceitual do projeto e é neste ponto que o escopo não deve mais ser alterado, salvo em casos de extrema necessidade com profundas análises do ponto de vista técnico e financeiro de forma a proceder uma gestão de mudança que torne mínimo o impacto no projeto.

O FEL 3 é marcado pelo amadurecimento da ideia onde deve ser formulada a engenharia básica do projeto contendo um elevado grau de detalhamento e fundamentado nos estudos e levantamento de dados reais de geologia, geotecnia, hidrogeologia, hidrologia, topografia, etc (MORAES, 2010). Deve fornecer um planejamento de execução do empreendimento e um detalhamento final dos custos e prazos a serem alcançados pelo projeto.

3 Manutenibilidade

A academia tem investido muitos esforços na elaboração de modelos de gestão que suportem um esforço de melhoria contínua na gestão de projetos complexos (Ghosh, 2011). Em um mercado cada vez mais competitivo, se torna mandatório estudar o maior número de atributos possíveis que afetem a competitividade do negócio, de forma que uma delas é a manutenibilidade (Gaoliang, 2011). Não se deve confundir manutenibilidade com manutenção, pois de acordo com Blanchard (1995), a manutenibilidade é um parâmetro (variável) de projeto e a manutenção é uma consequência do projeto.

Por mais que se deseje que um produto não passe por intervenções corretivas ou preventivas durante sua vida útil, muitas vezes isso não é possível visto que o custo do produto viria a ser proibitivo ou mesmo devido a limitações tecnológicas. Sendo assim, a facilidade de se realizar a manutenção passa a ser um item que deve ser endereçado durante o Processo de Desenvolvimento de Produto (Kutianski, 2012).

Manutenibilidade então pode ser definida como a facilidade que um dispositivo possa ser recolocado nas condições adequadas a cada vez que haja uma necessidade de manutenção e através dela é possível medir a eficiência da manutenção durante o reparo. (Caetano, 2007).

Para Ghosh (2011) a manutenibilidade apresenta as seguintes características:

- Característica inerente ao produto, definida no projeto.
- Facilidade, precisão, segurança e economia em realizar ação de manutenção;

A literatura, apesar de citar a manutenibilidade como um requisito importante do projeto, não deixa muito claro o momento adequado e a maneira de abordá-la. Sem estas definições, ele é deixado para as etapas finais onde acaba por ser analisado através de revisões de projeto e testes com protótipos. Porém as modificações na concepção do projeto tornam-se muito caras e praticamente inviáveis em etapas avançadas. Portanto, a criação de mecanismos para o endereçamento do momento correto da aplicação de manutenibilidade é um passo importante para assegurar a competitividade da empresa no mercado (Kutianski, 2012).

As decisões tomadas durante as fases de elaboração do projeto técnico de engenharia e construção consideram rotineiramente apenas a construtibilidade do projeto. Muitas vezes, os impactos de tais decisões sobre os requisitos necessários de manutenção

das instalações não são totalmente consideradas e, portanto podem levar a prejuízos futuros nas atividades de intervenção para a manutenção (Dunston, 1999).

De forma que antecipar os requisitos de manutenibilidade para as fases iniciais de projeto conceitual pode ser um importante instrumento de vantagem competitiva ao propiciar:

- Redução no tempo de intervenção das atividades de manutenção
- Redução de Custos
- Aumento da disponibilidade operacional

O custo de inserção da variável manutenibilidade no início do ciclo de vida do projeto possibilitaria enorme ganho de acordo com Alvarez (2001):

“O retorno de investimentos em características de manutenibilidade no projeto é de 50:1, ou seja, para cada \$ 1,00 investido em manutenibilidade obtém-se \$ 50,00 de retorno em benefícios. Isto se justifica porque as características de manutenibilidade diminuem os valores de desperdícios e ineficiência nas tarefas de manutenção”.

Este ganho pode ser ilustrado graficamente conforme Figura 6 abaixo:

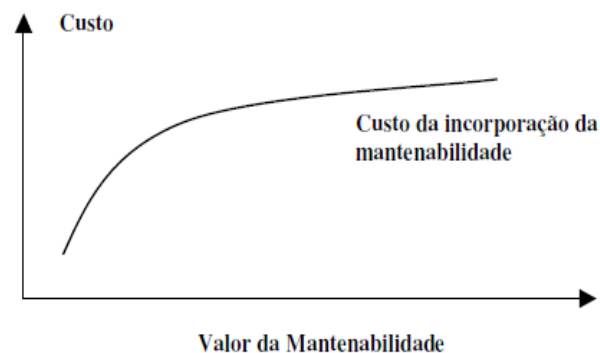


Figura 6 - Custo da Manutenibilidade
Fonte: Alvarez, 2001

De acordo com Coulibaly (2008) os problemas encontrados na manutenção das instalações industriais são fortemente atribuídos

- Limitações do projeto técnico;
- Falta de conhecimento dos envolvidos na construção as necessidades da manutenção
- Seleção inadequada de materiais
- Layout deficiente as necessidades da manutenção

Desta forma, a incorporação da manutenibilidade de forma antecipativa pode trazer impactos significativos em direção a melhoria dos processos de concepção do projeto e da construção. Tal iniciativa em conjunto a uma cultura de registro de “lições aprendidas” de projetos anteriores permite a melhoria da gestão da operação e manutenção das instalações, bem como contribui para uma melhoria contínua no projeto de futuras instalações (Dunston,1999).



4 Estudo de caso

Foi realizado um estudo de caso através de uma série de entrevistas investigativas com gerentes de cinco grandes empresas do ramo de construção e montagem de ativos industriais (Plataformas, refinarias, navios, construção pesada em geral) para ser possível extrair suas percepções acerca da viabilidade da consideração da manutenibilidade nas fases iniciais de projeto. Todas elas possuem modelos de gerenciamento de projetos implementados e sistematicamente revisados bem como modelos de gestão de Manutenção integrados ao sistemas da Gestão da qualidade.

O objetivo central da entrevista foi o de extrair uma listagem contendo os entregáveis principais que deveriam compor as fases da metodologia FEL adaptada as necessidades do setor da manutenção.

5 Modelo proposto

A Figura 7 abaixo demonstra o modelo de gestão desejado para possibilitar uma maior manutenibilidade aos projetos de construção e montagem de ativos industriais.

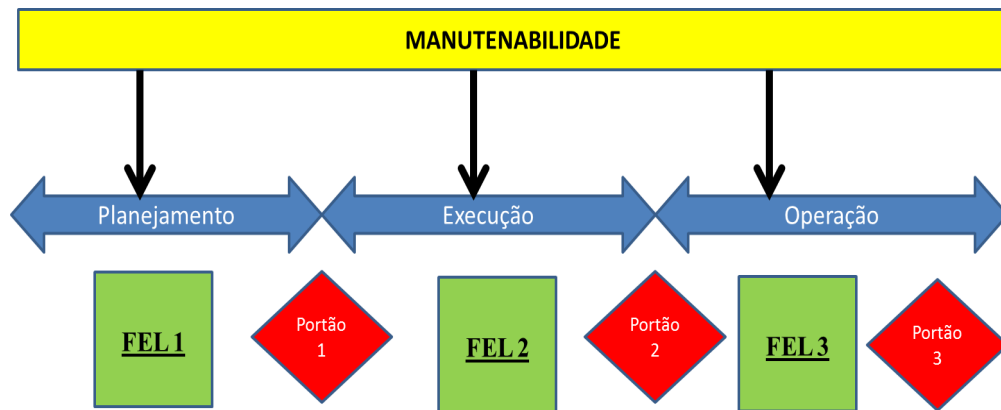


Figura 7 - Modelo de gestão FEL considerando a manutenibilidade nas diversas do projeto
Fonte: Próprio Autor

6 Análise e discussão do modelo proposto

Nas entrevistas conduzidas com os gestores foram identificados os entregáveis que deveriam ser adaptadas para tornar possível uma maior aderência dos projetos as necessidades de manutenção, conferindo assim uma maior manutenibilidade aos mesmos. A seção abaixo explicita os produtos levantados, contendo a descrição e os objetivos a serem perseguidos de forma a servir como um guia para a qualidade do entregável.

6.1 Lista de entregáveis da metodologia

6.2 Fase Planejamento

Nesta fase os entrevistados foram questionados sobre os entregáveis que poderiam ser adaptados para permitir a inclusão da manutenibilidade na etapa de concepção do projeto.

De maneira geral os entrevistados responderam que é preciso oficializar a participação da equipe de manutenção nas reuniões de análises críticas do projeto, de forma a permitir a inclusão formal dos atributos de manutenibilidade nas especificações do projeto.



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XIII SEGET
SIMPOSIÓ DE EXCELENCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
10/14/2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



De forma complementar, foi levantada a necessidade de acompanhamento constante do orçamento, de forma a não prejudicar a viabilidade econômica do projeto, bem como de uma análise de risco para verificar a viabilidade e aderência das alterações de projeto que permitirão a melhor manutenibilidade, sem por em risco a operabilidade e construtibilidade do ativo.

O portão 1 será responsável por validar estas intervenções, devendo ser de amplo conhecimento e com participação conjunta de todas as áreas inclusive os envolvidos na manutenção. O quadro 2 abaixo explicita os entregáveis levantados

Quadro 2 – Fase Planejamento
Fonte: Próprio Autor

| Item | Entregável | Descrição | Objetivo |
|-------------|-----------------------------------|---|---|
| 1 | Plano de gerenciamento do Projeto | Determina a forma como as diversas atividades envolvidas no projeto serão conduzidas. Deve estabelecer sistemática objetiva para a tomada de decisões ao longo do projeto, incluindo de maneira formal o setor de manutenção. | Estabelecer regras claras de controle e gerenciamento de forma a levar em consideração as necessidades da engenharia, da construção da operação e manutenção desde o início do projeto. |
| 2 | Escopo do Projeto | Documento que oficializa o escopo de trabalho. Deve ser resultado de ampla discussão entre todas as áreas envolvidas no projeto | Dotar o projeto de maiores características inerentes a manutenibilidade, sem descuidar da construtibilidade e operabilidade. |
| 3 | Análise de Risco do Projeto | Identificar ameaças propiciadas pelas alterações do projeto para propiciar maior manutenibilidade. | Identificar riscos , elaborar plano de resposta de forma a decidir pela viabilidade das alterações. |
| 4 | Orçamento | Documento mestre dos desembolsos permitidos para o projeto. | Verificar viabilidade econômica das alterações solicitadas pelo setor de manutenção. |

| | | | |
|---|----------|--|--|
| 5 | Portão 1 | Estagio de avaliação e validação das ações da fase de planejamento | Identificar eventuais desvios no projeto e recomendar correções. |
|---|----------|--|--|

6.3 Fase de Execução

Nesta fase, os entrevistados demonstraram preocupação com a aderência da manutenibilidade as características de construtibilidade do empreendimento. Para dirimir tal dificuldade, foi sugerida a participação da manutenção no planejamento dos serviços, com a elaboração do memorial descritivo dos serviços que deverá ser aprovado por todas as áreas envolvidas.

A preocupação com a segurança foi um tema recorrente de forma a permitir que novas estratégias de construção também sejam realizadas de maneira eficiente e seguras.

O quadro 3 abaixo explicita os entregáveis

Quadro 3 – Fase Execução
Fonte: Próprio autor

| Item | Entregável | Descrição | Objetivo |
|------|----------------------------------|---|---|
| 1 | Memorial descritivo dos serviços | Define premissas de planejamento das atividades a serem executadas e aprimora as estratégias a serem utilizadas na construção | Como existem divergências entre o planejado e o efetivamente executado, deve-se garantir a presença do setor de manutenção para que participe também das tomadas de decisões inerentes as estratégias de construção com o objetivo de minimizar impactos na manutenção. |
| 2 | Plano de segurança | Identifica e analisa os impactos de segurança, meio ambiente e saúde do projeto. | Instrumento de verificação se de fato as alterações propostas pela manutenção não impactam as estratégias de construção e operação. |
| 3 | Análise de Risco do Projeto | Identificar ameaças propiciadas pelas alterações do projeto para propiciar maior | Identificar riscos, elaborar plano de resposta de forma a decidir pela viabilidade das alterações. |

| | | | |
|---|-----------|--|--|
| | | manutenabilidade. | |
| 4 | Orçamento | Documento mestre dos desembolsos permitidos para o projeto. | Verificar viabilidade econômica das alterações solicitadas pelo setor de manutenção. |
| 5 | Portão 2 | Estagio de avaliação e validação das ações da fase de execução | Identificar eventuais desvios no projeto e recomendar correções. |

6.4 Fase de Operação

Nesta fase, os entrevistados discorreram sobre a grande importância de elaborarem planos de manutenção para evitarem paradas de produção desnecessárias, de forma a aumentar a previsibilidade do ativo.

A questão da confiabilidade dos equipamentos, que requer um acompanhamento constante e do treinamento do pessoal envolvido na manutenção também obteve destaque.

O quadro 4 abaixo explicita os entregáveis desta fase.

Quadro 4 – Fase Operação
Fonte: Próprio autor

| Item | Entregável | Descrição | Objetivo |
|------|---------------------|--|--|
| 1 | Plano de Manutenção | Determina a forma como as diversas atividades envolvidas na manutenção serão conduzidas e como elas interagem. | Prover o projeto de resposta rápida e confiável para as atividades de manutenção. |
| 2 | Confiabilidade | Relatório contendo o histórico de manutenção | Dotar o projeto de melhor programação de manutenção baseada em histórico de falhas |

| | | | |
|---|---------------------------|--|--|
| 3 | Treinamento de manutenção | Preparação da mão de obra para intervir com eficiência e segurança quando necessário | Fornecer treinamento técnico para a execução ótima das atividades de manutenção. |
| 4 | Portão 3 | Estágio de avaliação e validação das ações da fase de operação. | Identificar eventuais desvios no projeto e recomendar correções. |

6.5 Vantagens e Desvantagens

Foram identificadas diversas vantagens e desvantagens do modelo proposto por parte dos entrevistados.

A Tabela 1 abaixo produz as vantagens e desvantagens inerentes ao modelo proposto.

Tabela 1 – Vantagens e Desvantagens.

Fonte: Próprio Autor

| Vantagens Do Modelo Proposto | Desvantagens do Modelo Proposto |
|--|--|
| Aumenta previsibilidade das atividades de manutenção | Dificuldade cultural de investir em mudanças |
| Redução de paradas programadas de manutenção | Dificuldade de definição de escopo nas fases iniciais no contexto dos projetos complexos |
| Otimização da Cadeia de suprimentos | Inviabilidade técnica e operacional |
| Redução de custos de manutenção | Aumento desproporcional dos custos |
| Melhoria da qualidade | Dificuldades de cumprimento de prazos com estas exigências adicionais. |

7 Conclusão

A preocupação em fornecer ativos industriais mais aderentes às necessidades de manutenção ainda é incipiente nas empresas estudadas. Devido a uma cultura de resistência a mudanças, elas ainda resistem a empreenderem mudanças significativas nos seus modelos de gerenciamento prejudicando a obtenção de uma cultura de melhoria contínua.

As empresas tratam a questão de mudanças no desenvolvimento dos projetos de engenharias em geral como custosos, sem avaliar de maneira precisa os benefícios que seriam gerados por uma manutenção mais eficiente e que geraria, por consequência, um aumento da disponibilidade do sistema para produzir. Foi evidenciado que algumas

empresas já começaram a dar passos nesta direção, porém ainda de maneira embrionária e carente de sistematização.

É importante para a sustentabilidade da operação eficiente do ativo industrial a consideração da manutenibilidade durante todas as fases do ciclo de vida do projeto de construção e montagem. Neste contexto, a inserção da variável manutenibilidade auxiliaria na redução dos custos de manutenção dos mesmos ao permitir maior aderência do projeto às reais necessidades do setor de manutenção. Outro ganho da consideração da manutenibilidade na concepção do projeto seria relativo ao potencial de redução de acidentes em intervenções de manutenção ao tornar as operações de manutenção mais seguras.

É possível inferir também que ao considerar a manutenibilidade na fase inicial do projeto, é possível aumentar a previsibilidade de sua disponibilidade assim como é possível obter redução do tempo de intervenção, gerando assim um enorme diferencial de competitividade para a indústria.

A integração entre os atributos de manutenibilidade e as demais variáveis de projeto, tal qual a construtibilidade e a operabilidade do empreendimento é fundamental para o sucesso da proposta, pois se deve atentar para a manutenção em consonância com viabilidade técnica e econômica do projeto.

Referências Bibliográficas

- Al-HAMMAD, A.; ASSAF, S.; Al-SHIHAH, M. **The effect of faulty design on building maintenance.** Journal of Quality in Maintenance Engineering, Volume: 3 Issue: 1 Page: 29 – 39, 1997.
- AMANCIO R, **Identificação dos fatores de construtibilidade que influenciam as fases do processo de projeto em pequenos escritórios de arquitetura – Estudo de casos em Curitiba (PR).** Dissertação (UFPR), 2010.
- ARCURY Filho, R. **Medicina de sistemas: Uma abordagem holística, estratégica e institucional para a gestão de manutenção.** Dissertação (UFF), Niterói, 2005.
- BACK, N., OLIGIARI, O., DIAS, A., SILVA, J.C.DA. **Projeto Integrado de Produtos: Planejamento, Concepção e Modelagem.** São Paulo: Ed. Manole. 2008.
- BLANCHARD, B., VERNA, D., PETERSON. **Maintainability.** New York: John Wiley & Sons, Inc, 1995.
- CALDAS, C., MENCHES, C., REYES, P., NAVARRO, L., and VARGAS, D. **Materials Management Practices in the Construction Industry** ASCE, 2014
- CAMARGO, F., **Modelo para análise e seleção de alternativas na Etapa conceitual de Projeto – Uma abordagem envolvendo variáveis do processo de negócio.**, Dissertação (UFPR), 2010.
- CHAN, APC; **Measuring complexity for building projects: a Delphi study.** Engineering. Construction and Architectural Management 19: 7–24, 2012.
- DIAS, A. **Projeto para confiabilidade: conceitos e fundamentos.** Instituto Fábrica do Milênio. Capítulo 16. São Carlos: IFM. 2005. 229-243p.
- DIXIT, V., **Procurement scheduling for complex projects with fuzzy activity durations and lead times.** Computers & Industrial Engineering, 2014
- DUNSTON, P., **Incorporating Maintainability in constructability review process,** Journal of management in engineering, 1999.
- GAOLIANG, P. YU, H., ET all. **A practical method for measuring product maintainability in a virtual environment,** Assembly Automation, Vol. 31 Iss: 1 pp. 53 – 61, 2011.
- GRIFFITH, A., SIDWELL. **Constructability in building and engineering projects.** London, Macmillan, 1995.



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGeT
SIMPOSIÓ DE EXCELENCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
10-14 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



KUTIANSKI, G., **Ferramenta para Abordagem de Parâmetros de Manutenibilidade nas Etapas Iniciais do Processo de Desenvolvimento de Produto**, SICITE, 2012.

MELHADO, S. B; MESQUITA, M. J. M. **Gestão do Ciclo de Vida do Empreendimento: Estratégias para eficiência e eficácia com base na interface Operação – Concepção**. In: IV SIBRAGEC – Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. Porto Alegre, 2005.

MIL-HDBK-470A – **Military standardization Handbook. Designing and Developing Maintainable Products and systems**, U.S. Department of Defense, 1997.

PALEROSI, A. **Os 10 passos para melhora a qualidade pela confiabilidade e manutenibilidade**. II Simpósio Internacional de Confiabilidade. São Paulo. Reliasoft. 2004.

TURNER, J.. **Perspectives on research in project management: the nine schools**. Global Business Perspective, v. 1, n. 1, p. 3-28, 2013.

YEO, K, **Integrating supply chain and critical chain concepts in engineer-procure-construct (EPC) projects**, International Journal of Project Management , 2002, p. 253–262