



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
COLEGIADO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

THOMAZ MIGLIO AMERICANO DA COSTA

**GESTÃO DA ENGENHARIA DE PROJETOS: APLICAÇÃO
DA FERRAMENTA A3 PARA OTIMIZAÇÃO DOS
PROCESSOS**

Salvador

2015

THOMAZ MIGLIO AMERICANO DA COSTA

**GESTÃO DA ENGENHARIA DE PROJETOS: APLICAÇÃO
DA FERRAMENTA A3 PARA OTIMIZAÇÃO DOS
PROCESSOS**

Monografia apresentada ao Curso de graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Orientador: Emerson de Andrade Marques
Ferreira

Salvador

2015

AGRADECIMENTOS

Ao Divino, pela oportunidade da vida e por colocar, diariamente, desafios que nos façam crescer.

Ao Prof. Dr. Emerson de Andrade Marques Ferreira, pelo desafio oferecido e por todo o apoio e orientação durante a execução deste trabalho.

A Deísa Conegundes pelo grande incentivo e apoio na realização deste trabalho.

Aos meus pais, minha irmã, minha namorada e toda a minha família pelo carinho e compreensão durante todo o decorrer deste curso.

A todos os professores e amigos que estiveram comigo durante o período da faculdade.

Ao mestre Sri Sri Ravi Shankar

“ Primeiro de tudo, conecte-te a ti mesmo. Saiba que você é amado pelo universo” H.H. Sri Sri Ravi Shankar

AMERICANO DA COSTA, Thomaz Miglio. **GESTÃO DA ENGENHARIA DE PROJETOS: APLICAÇÃO DA FERRAMENTA A3 PARA OTIMIZAÇÃO DOS PROCESSOS**. 97 f. il. 2015. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

RESUMO

A constante busca por melhores práticas na produção tem se tornado imperativo nos canteiros de obra. Diante de tantos acontecimentos no cenário econômico mundial, as empresas, para se destacarem em termos de produtividade, têm investido incessantemente na obtenção da excelência operacional. Não obstante, para resolução dos problemas relacionados a entrega do empreendimento no prazo, satisfação do cliente e resultados financeiros expressivos é importante que esse investimento ocorra, também, na Engenharia de Projetos. Desde a fase de negociação até a entrega do empreendimento, todas as decisões técnicas e, conseqüentemente, financeiras, originam deste setor. Uma Engenharia de Projetos de qualidade é a alavanca indispensável para se obter processos e metodologias de construção produtivas. Por conseguinte, os investidores têm, gradativamente, se ocupado em planejar mais, obter projetos mais definidos, no tempo e alinhados com os objetivos e seus interesses. O presente trabalho visa ampliar os conhecimentos técnicos e principalmente gerenciais do setor de Engenharia de Projetos. Um estudo de caso será realizado para avaliar, identificar potenciais de melhorias e propor ações com o objetivo de garantir a entrega dos projetos com o custo, prazo e qualidade acordados com o cliente final.

Palavras-Chave: Engenharia de Projetos, Gerenciamento de Projetos, Otimização de processos, Excelência Operacional.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Principais Problemas ao Gerenciar Projetos.....	13
Figura 2 - Estrutura do Ciclo de Vida de um Projeto Genérico	16
Figura 3 - Os seis componentes da excelência.....	17
Figura 4 - Benefícios da gestão de projetos	18
Figura 5 – Mapeamento entre os grupos de processos do gerenciamento de projetos e ciclo PDCA.....	21
Figura 6 - Interação entre os Grupos de Processos	21
Figura 7 - Análise do Valor Agregado.....	23
Figura 8 - Diagrama de causa e efeito.....	24
Figura 9 - Custo da Qualidade	25
Figura 10 - Formatos de definição de funções e responsabilidades	26
Figura 11 - Entregáveis do Projeto.....	28
Figura 12 - Estrutura Analítica do Projeto	29
Figura 13 - Fluxo do DBB	31
Figura 14 - Fluxo do EPC	32
Figura 15 - Fluxo Aliança	33
Figura 16 - Processo BIM como contraponto ao processo tradicional de projeto.....	34
Figura 17 - Aprendendo a enxergar Muda	37
Figura 18 - A meta é a redução dos custos.....	38
Figura 19 - Estrutura do Sistema Toyota de Produção.....	39
Figura 20 - Modelo de processo na filosofia tradicional.....	41
Figura 21 - O projeto com conversão.....	41
Figura 22 - O projeto como fluxo	42
Figura 23 - O projeto como gerador de valor.....	43
Figura 24 - O projeto como conversão, fluxo e gerador de valor	44
Figura 25 - Modelo de Relatório A3	47
Figura 26 - Fluxo para estudo de caso	50
Figura 27 - Processo simplificado para aprovação de projetos	54
Figura 28 - Fluxo de distribuição dos projetos.....	56
Figura 29 - Fluxo para recebimento dos documentos no PW	64
Figura 30 - Interferência identificada com a utilização da plataforma BIM	66
Figura 31 - Modelo PDCA.....	67
Figura 32 - Engenharia de Valor – Análise dos resultados obtidos	72
Figura 33 - Gerenciamento visual na Engenharia de Projetos	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo geral status dos projetos por trecho e projetista	58
Tabela 2 - Resumo geral status dos projetos por analistas	59
Tabela 3 - Dimensionamento de mão de obra para opção A.....	69
Tabela 4 - Dimensionamento de mão de obra para opção B	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Princípios básicos para as boas práticas na Engenharia de Projetos.....	36
Quadro 2 - Principais métodos para análise e solução de problemas	45
Quadro 3 – Metodologia do Trabalho.....	51
Quadro 4 - Status dos projetos	55
Quadro 5 - Plano de ação para contramedidas.....	67

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVO	12
1.2 JUSTIFICATIVA	12
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2. GERENCIAMENTO DE PROJETOS	15
2.1 MANUAIS DE BOAS PRÁTICAS	19
2.2 ENGENHARIA DE PROJETOS	27
2.2.1 MODELOS CONTRATUAIS	30
2.2.2 COORDENAÇÃO E COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA	33
2.2.3 A RELAÇÃO ENTRE PROJETISTAS E CONSTRUTORAS	35
2.2.4 AS BOAS PRÁTICAS APLICADA A ENGENHARIA DE PROJETOS	36
3. MODELOS DE PRODUÇÃO	37
3.1 O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	37
3.2 NOVO PARADIGMA DA PRODUÇÃO	40
3.3 MELHORIA DE PROCESSOS	44
4. METODOLOGIA	49
5. ESTUDO DE CASO	52
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA	52
5.2 APLICAÇÃO DO PENSAMENTO A3 PARA OTIMIZAÇÃO DO FLUXO DE PROJETOS	52
5.2.1 Contexto	53
5.2.2 Linha de Base	56
5.2.3 Objetivo	60
5.2.4 Causas Raiz	60
5.2.5 Contramedidas	62
5.2.6 Plano de Ação	67
5.2.7 Acompanhamento	67
6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	74
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
REFERÊNCIAS	79
APÊNDICE A - A3 - OTIMIZAÇÃO DO FLUXO DE PROJETOS	83

APÊNDICE B - ENTREVISTA AOS ENGENHEIROS DE PRODUÇÃO	85
APÊNDICE C - FLUXO DO PROCESSO DA ENGENHARIA DE PROJETOS.....	88
APÊNDICE D - PADRÕES DE VERIFICAÇÃO.....	90

1. INTRODUÇÃO

A motivação para escrever este trabalho vem da necessidade de conscientizar os principais interessados em desenvolver empreendimentos de qualidade, que objetivam atingir os resultados acordados com os investidores do negócio, do valor da Engenharia de Projetos.

A busca constante por melhorias de produtividade nas obras é imperativa em quase todas as frentes de serviço. Algumas empresas construtoras vêm investindo constantemente em programas de melhoria de produtividade, consultorias em excelência operacional focada nos serviços de campo. Contudo, muito dos problemas encontrados relacionados a atrasos de cronograma, indefinição de escopo, custo excedido, etc., estão diretamente relacionados ao insumo básico para a execução de qualquer obra: o projeto de engenharia. Logo, a melhoria dos conhecimentos básicos do Gerenciamento e Engenharia de Projetos, por parte de todos que interagem com ela é o passo inicial para solucionar esses impasses.

Para termos melhorias significativas de produtividade é necessário que todas as partes envolvidas no processo compreendam os princípios básicos que norteiam o sucesso do setor de Engenharia de Projetos e, mais importante, entendam as diretrizes básicas que regem as demais áreas. A projetista, na conscientização de que a Engenharia de Projetos não é um fim em si, mas um meio para se alcançar o objetivo final; a construtora como cliente final, ou seus prepostos na contratação e fiscalização, entenderem que engenharia de qualidade, com impacto no sucesso do empreendimento, só pode ser desenvolvida através do sequenciamento lógico das atividades (ABEMI, No Prelo).

Diante do cenário econômico atual que o país vem enfrentando, as empresas estão sendo exigidas a melhorar a visão sistêmica do negócio e traduzir da forma mais clara possível, para os colaboradores e parceiros, a disciplina de valor definida pelo cliente. Sendo assim, focar no setor de Engenharia de Projetos é uma estratégia eficaz e primordial para garantir a satisfação do cliente final

O escopo definido para este trabalho é estudar conceitos, avaliar e otimizar o setor de Engenharia de Projetos, em um empreendimento, com base nos estudos e princípios básicos do Gerenciamento de Projetos, utilizando uma ferramenta de análise e otimização de processos.

1.1 OBJETIVO

✓ **Objetivo Geral**

O objetivo deste trabalho é avaliar a gestão do processo da Engenharia de Projetos em obras de grande porte.

✓ **Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- ✓ Entender os conceitos do Gerenciamento e Engenharia de Projetos
- ✓ Identificar as boas práticas aplicadas ao Gerenciamento e Engenharia de Projetos
- ✓ Estudar os modelos de produção aplicados a Engenharia de Projetos
- ✓ Avaliar o setor de Engenharia de Projetos em um empreendimento de grande porte e propor diretrizes para melhorias dos processos, através de uma ferramenta de análise e otimização, com foco no custo, qualidade e prazo.

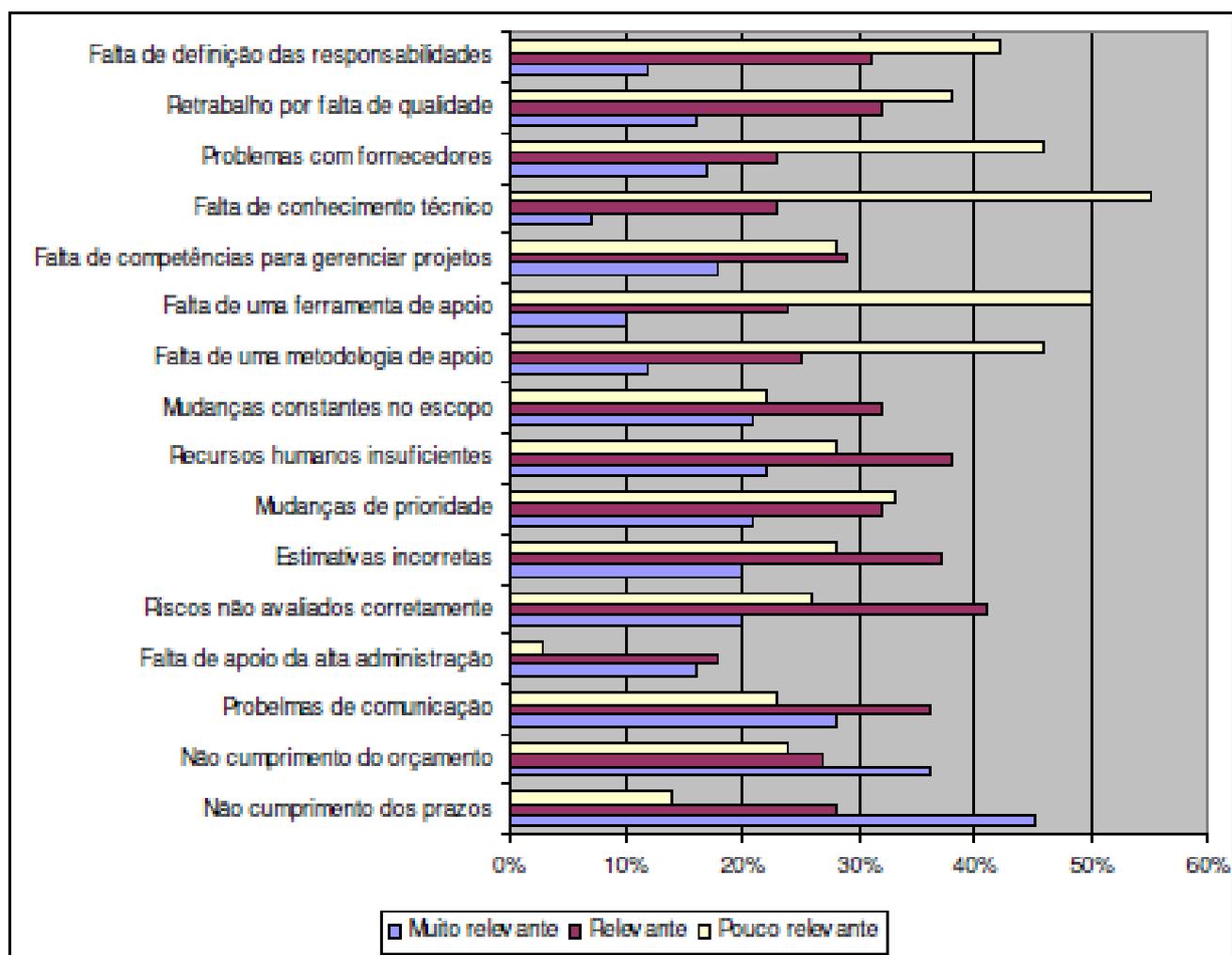
1.2. JUSTIFICATIVA

Empresas, de quase todos os setores da economia, vêm reconhecendo a importância do gerenciamento de projetos. Os problemas relacionados ao tema Gerenciamento de Projetos, não são recentes. Um estudo realizado pelo The Standish Group (1995) mostra um recorde em falhas nos projetos. Nos estados unidos, cerca de U\$250 bi são gastos com a implantação de mais de 175,000 projetos de Tecnologia da Informação. No entanto, 31,1% dos projetos não são concluídos e 52, 71% custam 189% a mais dos valores de contrato.

Na literatura, diversos autores indicam inúmeros fatores e critérios definidos para um projeto bem-sucedido. Porém, as evidências demonstram que não existe uma regra (SHENHAR & WIDEMAN, 2010 *apud* AMINI et al., 2012), mas sim um conjunto de ações e fatores ambientais aos quais o contexto está inserido.

Na figura 1 é apresentado um gráfico indicando os principais problemas enfrentados pelos gestores de projetos de diversas empresas no Brasil. Desde aqueles que utilizam projetos para empreender ou implantar alguma melhora, até aquelas que tem como principal atividade o próprio projeto

Figura 1-Principais Problemas ao Gerenciar Projetos



Fonte: (SIQUEIRA,2007)

No cenário atual da construção civil e montagem industrial, tem-se percebido falhas de diversas empresas ao tentar alcançar o sucesso de um empreendimento. Em especial, no setor de óleo e gás, estudos apontam o desastre empresarial constante do setor desde 2012. Segundo a revista Petronoticias (2014), cerca de 5 empresas que empregavam milhares de colaboradores, pediram recuperação judicial, muitas alegando a não conquista de pleitos. Entende-se que existem diversos motivos para se explicar tal situação e a falha de Gerenciamento de Projetos é um deles.

Apesar de corresponder apenas 3% a 5% do valor global de um empreendimento, a Engenharia de Projetos possui um papel fundamental no seu desenvolvimento. Investir na qualidade do projeto será sempre compensador em termos de ganhos de produtividades e custos. O projeto necessita de um rigoroso gerenciamento de sua qualidade, disponibilidade e também

dos prazos e custos necessários (CHAGAS, 2008). As demandas atuais exigem, dos gestores de projetos, esforços para a administração de recursos que levem a resultados mais satisfatórios, afim de satisfazer os clientes, acionistas, parceiros e comunidades (RAMOS, 2006)

Em função das fortes pressões competitivas que as empresas vêm enfrentando, para reduzir o tempo de ciclo e gerenciar a execução de suas atividades, os projetos de engenharia tem se tornado a ligação chave para viabilizar melhores índices de produtividade. Portanto, surge-se a ideia de realizar este trabalho para analisar os processos críticos e avaliar oportunidades de melhoria em um empreendimento, a partir da gestão do processo da Engenharia de Projetos

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

No Capítulo 1 é realizada uma introdução dos conceitos abordados, como também são descritos os objetivos gerais e específicos deste trabalho.

No Capítulo 2 são expostas as revisões bibliográficas realizadas sobre os conceitos de engenharia de projetos e Gerenciamento de Projetos. São explicitadas também, as boas práticas utilizadas como guia na execução dos serviços de engenharia.

No Capítulo 3 há uma abordagem sobre modelos de produção. O foco deste capítulo é apresentar alguns conceitos da produção enxuta e a aplicação nos processos da Engenharia de Projetos.

No Capítulo 4 é exposta a metodologia utilizada para a descrever este trabalho e um quadro de resumo que contém os objetivos gerais, específicos, ferramentas utilizadas e resultados esperados.

No Capítulo 5 é apresentado o estudo de caso desenvolvido, com uma análise do setor de Engenharia de Projetos em uma obra de infraestrutura. Com base nos princípios estudados na revisão bibliográfica, são identificados os potenciais de melhoria e propostas ações para otimizar o fluxo do setor.

2. GERENCIAMENTO DE PROJETOS

Antes de entender os conceitos de engenharia de projetos, precisa-se compreender o que é um projeto e os definidos manuais de boas práticas de como gerencia-lo. Uma definição concisa, segundo o PMI (2013) é que o projeto é toda atividade temporária com o objetivo de criar um produto, serviço ou resultado único. Diferentemente dos processos em uma indústria de manufatura, que são repetitivos e interruptos, a execução de cada projeto é uma única identidade.

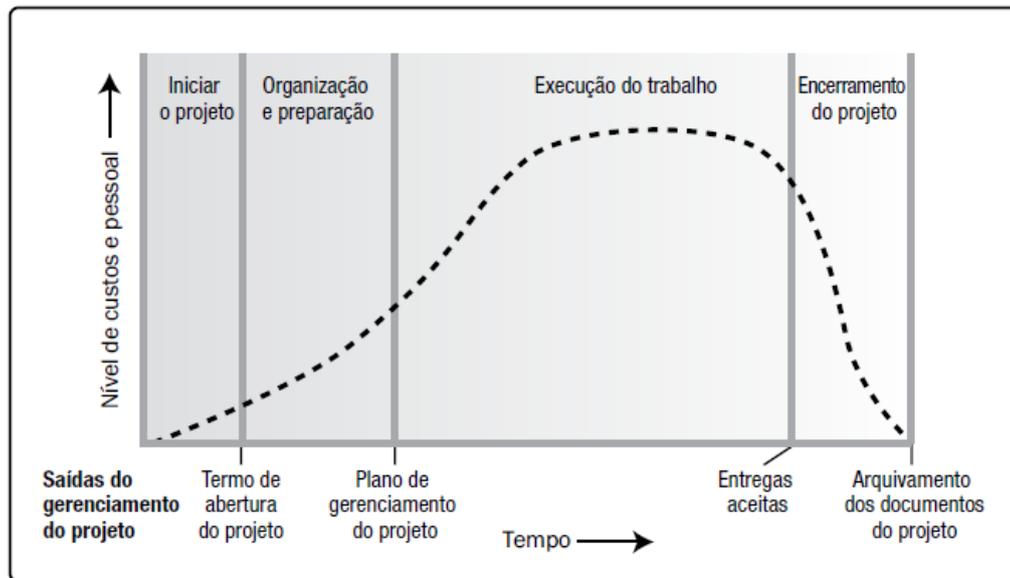
Outra definição, segundo Kerzner (2004) o projeto é um empreendimento com objetivos bem definidos, que consome recursos e opera sob pressões de prazos, custo e qualidade, sendo em geral, considerado atividade exclusiva em uma empresa.

Segundo Melhado (2004) a coordenação de projetos é uma atividade de suporte ao desenvolvimento do processo de projeto, voltada à integração dos requisitos e das decisões de projeto. A coordenação tem como objetivo fomentar a interatividade entre os membros da equipe do projeto, além de analisar criticamente e avaliar as soluções, sem impedir o trabalho especializado delegado a cada membro. Alguns entendem que o projeto é uma atividade multifuncional, pois o papel do gerente de projetos tem se tornado mais de um integrador do que um especialista técnico. Portanto, segundo Kerzner (2004), define-se gestão de projetos como o planejamento, a programação e o controle das diversas tarefas integradas que compõem o objetivo êxito.

O gerenciador tem a responsabilidade de dirigir o projeto através das atividades de programação, controle, supervisão e fiscalização. A programação se referencia ao planejamento, onde são definidas as atividades que compõem o projeto, as formas de execução, estimativa de tempo e recursos necessários. É o momento onde também são previstos detalhes e estimadas as possíveis dificuldades. O planejamento, além de ser uma estimativa do que será realizado, é um compromisso entre indivíduos e organizações. Ao mesmo tempo, o controle objetiva verificar se o que está sendo executado atende ao que foi planejado, incluindo custos, qualidade e prazo. Se houver algum desvio, é escopo do controle verificar o motivo e iniciar as diretrizes para um plano de ação. Na atividade de supervisão tem-se a orientação e inspeção em níveis superiores, onde serão trabalhadas as informações em nível estratégico, ou seja, as informações trocadas pelo gerente com os contratantes. A fiscalização é a etapa onde as atividades são verificadas se o contrato está sendo cumprido. (KERZNER, 2004)

O ciclo de vida do projeto, demonstrado na Figura 2, é composto por uma série de fases, desde o início até o fim. Geralmente, as fases são sequenciais e suas terminologias são definidas a partir das necessidades da organização ou organizações envolvidas no projeto. Essas fases podem ser subdivididas em objetivos parciais que geram resultados intermediários.

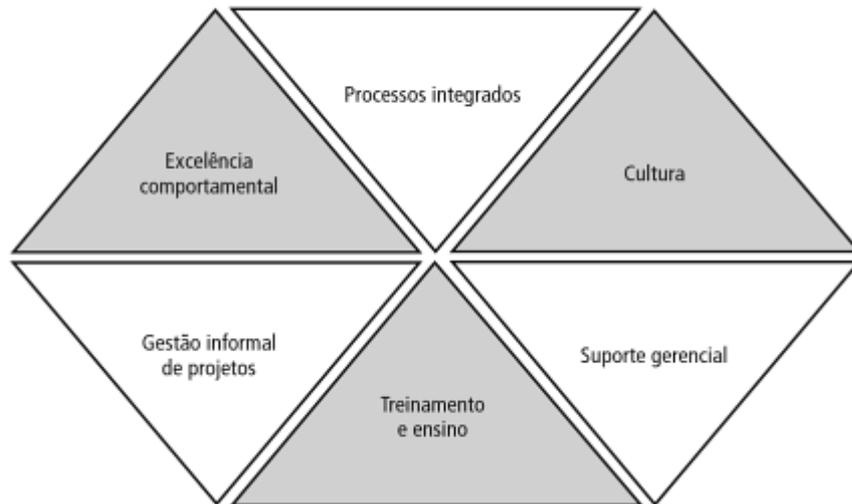
Figura 2 - Estrutura do Ciclo de Vida de um Projeto Genérico



Fonte: (PMI, 2013)

A prática da gestão de projetos, a partir dos estudos dos manuais, não é necessariamente garantia do seu sucesso. Para se alcançar a excelência deve-se manter a dedicação de alguns anos, ou até mesmo décadas, de aplicação. Estar preparado para as mudanças que irão ocorrer é imprescindível. Segundo Kerzner (2004), a diferença entre uma empresa comum e a empresa que obteve sucesso na gestão dos projetos está na forma como as etapas de crescimento e maturidade são implementadas. Na visão de Kerzner (2004), a figura 3 representa as seis maiores áreas de impacto na gestão de projetos.

Figura 3 - Os seis componentes da excelência



Fonte: (KERZNER, 2004)

Ao longo dos anos, o conceito do sucesso em um projeto mudou significativamente. (Kerzner, 2004). Na década 60, os resultados dos projetos estavam relacionados ao simples funcionamento de um produto ou serviço desenvolvido. Segundo Vargas (2005), o sucesso do projeto pode ser definido quando há foco no prazo, custo e qualidade.

Segundo Vargas (2005) e em concordância com a ótica do Pmbok (5ª Edição), ao detalhar-se um requisito para considerar um projeto como bem-sucedido, tem-se a seguinte lista:

- Ser concluído dentro do tempo previsto;
- Ser concluído dentro do orçamento previsto;
- Ter utilizado recursos (materiais, equipamento e pessoas) eficientemente, sem desperdícios;
- Ter sido concluído com o mínimo possível de alterações de escopo
- Ter sido aceito sem restrições pelo contratante ou cliente
- Ter sido empreendido sem que ocorresse interrupção ou prejuízo nas atividades normais da organização
- Não ter agredido a cultura da organização: As empresas que optaram por seguir uma Metodologia de gestão de projetos perceberam, em seguida, que os benefícios possíveis a serem conquistados eram bem maiores do que eram previstos

A figura 4, a seguir, exemplifica os benefícios da gestão atual de projetos, comparados com a tradicional

Figura 4 - Benefícios da gestão de projetos

Visão anterior	Visão atual
<ul style="list-style-type: none"> • A gestão de projetos precisará de mais pessoal e aumentará os custos gerais • A lucratividade poderá diminuir • A gestão de projetos aumentará as mudanças de escopo • A gestão de projetos cria instabilidade na organização e aumenta os conflitos • A gestão de projetos é, na verdade, "colírio nos olhos" para agradar os clientes • A gestão de projetos irá criar problemas • Somente grandes projetos necessitam de gestão de projetos • A gestão de projetos aumentará os problemas de qualidade • A gestão de projetos criará problemas de autoridade e poder • A gestão de projetos põe em evidência a subotimização ao cuidar apenas do projeto • A gestão de projetos entrega produtos a um cliente • O custo da gestão de projetos pode tornar a empresa não-competitiva 	<ul style="list-style-type: none"> • A gestão de projetos permite que se complete mais trabalho em menos tempo e com redução de pessoal • A lucratividade irá aumentar • A gestão de projetos proporcionará melhor controle das mudanças de escopo • A gestão de projetos deixa a empresa mais eficiente e eficaz ao utilizar melhores princípios de comportamento organizacional • A gestão de projetos permite que se trabalhe em maior proximidade com relação aos clientes • A gestão de projetos proporciona uma forma de resolver problemas • Todos os projetos serão beneficiados pela gestão de projetos • A gestão de projetos aumenta a qualidade • A gestão de projetos reduz as disputas por fatias de poder • A gestão de projetos permite que as pessoas tomem melhores decisões para a empresa • A gestão de projetos produz soluções • A gestão de projetos fará a empresa progredir

Fonte: (KERZNER,2004)

Apesar de tantos benefícios, muitas empresas continuam a falhar. Segundo Vargas (2005), mesmo com a quantidade de benefícios gerados pelo gerenciamento de projetos muitas falhas estão decorrentes de obstáculos externos que estão fora do controle da organização e podem ser minimizados através do gerenciamento dos riscos eficiente. Já para Kernzer (2004), algumas situações tornam mais difícil a implantação desse novo sistema dentro de uma empresa, algumas como por exemplo: o investimento de tempo e esforço para, primeiramente elaborar o

planejamento do projeto e somente depois ter disciplina de gerenciá-lo de efetivamente; o apoio dos colegas de trabalho. Ou seja, trabalhar em sinergia e com um objetivo em comum.

Resumindo, é preciso que todos vistam a camisa e apoiem os processos padronizados de gerenciamento.

Diversas instituições sugerem as “boas práticas” para se atingir o sucesso do projeto. A seguir, iremos falar sobre este tema.

2.1 MANUAIS DE BOAS PRÁTICAS

O sucesso do projeto é um dos tópicos mais estudados no Gerenciamento de Projetos. No entanto, o termo “sucesso” varia substancialmente (JUDGEV and MULLER, 2005 *apud* JOSLIN, 2015). Um dos fatores que influenciam é a utilização de uma Metodologia para o Gerenciamento de Projetos (MGM), que objetiva otimizar a eficácia do projeto e, conseqüentemente, aumentar as chances do sucesso (VASKIMO, 2011 *apud* JOSLIN, 2015).

Não existe uma metodologia única para Gerenciamento de Projetos. Algumas instituições, muitas vezes filantrópicas, formadas por profissionais que passaram por estas dificuldades mencionadas no capítulo anterior, definiram algumas boas práticas que, a partir de estudos comprovados, resultaram em projetos de sucesso. Das metodologias que o mercado oferece, temos algumas que são destacadas: Project Management Body of Knowledge (PMI), Prince 2 (Projects in a Controlled Environment), International Project Association (IPMA). Neste trabalho, iremos analisar metodologia do PMI, pois é a que melhor abrange os temas custo, qualidade e prazo (NUNES,2012).

Project Management Institute (PMI) -

O Instituto de Gerenciamento de Projetos (*Project Management Institute* PMI), fundado em 1969, é uma das maiores associações para os profissionais que atuam na área de Gerenciamento de Projetos, sem fins lucrativos. Hoje, auxilia mais de 700.000 membros, profissionais certificados e voluntários em quase todos os países do mundo a aumentar o sucesso das suas empresas.

O PMI oferece algumas certificações para profissionais, tais como:

- PMP – *Project Management Professional*: uma das certificações mais conceituadas. Destina-se a certificar gestores de projetos com experiência, conhecimento e competência

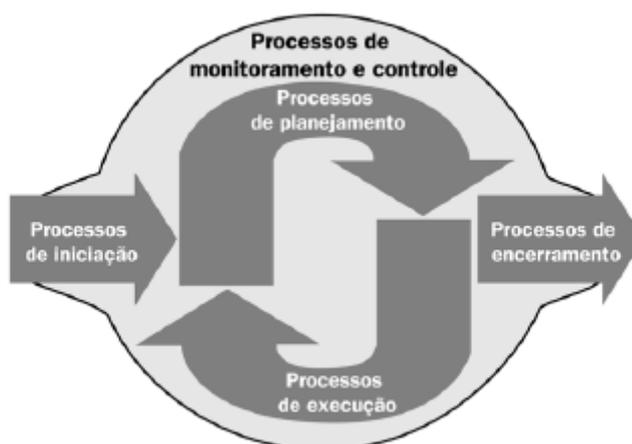
em gerenciamento de projetos, sendo utilizado como base, o manual de boas práticas, o PMBOK.

- CAPM – *Certified Associate in Project Management*: se destina a qualquer profissional que tenha participação em projetos. O exame é mais fácil que o PMP®, necessita de menos experiência e é menos situacional que o PMP®. Geralmente é indicado para técnicos ainda não graduados.
- c) PgMP – *Program Management Professional*
- OPM3 – *Organizational Project Management Maturity Model*

O livro guia do PMI® é o PMBoK® (Project Management Body Of Knowledge). Visto como a mais importante bibliografia da gestão de projetos, ele descreve todos os conhecimentos necessários para uma prática voltada a resultados no Gerenciamento de Projetos. O objetivo do PMBOK® é identificar o subconjunto do conjunto de conhecimentos em gerenciamento, amplamente reconhecido como boa prática, sendo que, o termo ‘Amplamente reconhecido’ significa que o conhecimento e as práticas descritas são aplicáveis à maioria dos projetos na maior parte do tempo e, o termo ‘Boa prática’ reflete um consenso geral de que a aplicação correta dessas habilidades, técnicas e ferramentas, pode aumentar as chances de sucesso de projetos. No guia são apresentadas nove áreas de conhecimento, que são descritas através de processos. Por definição, processo é um conjunto de ações e atividades inter-relacionadas com um objetivo de criar um produto especificado, um serviço ou um resultado. Os processos de gerenciamento de projetos são introduzidos separadamente com suas entradas, ferramentas técnicas de processo e saídas. Entretanto, para que o gerenciamento de projetos seja possível, o gerente de projetos necessita considerar os fatores que circundam tais processos e realizar a interface com as respectivas áreas necessárias. (PMI, 2013).

O gerenciamento do processo dos projetos é dividido em cinco grupos: Grupo de Iniciação ou Abertura do Projeto, Grupo do Planejamento, Grupo da Execução, Grupo do Monitoramento e Controle e Grupo do Encerramento. Semelhante ao ciclo PDCA (Planejar – Executar – Checar – Agir), a natureza integrativa do gerenciamento de processos de projetos requer que, principalmente o grupo de monitoramento e controle, interaja constantemente com os outros grupos, conforme mostra a figura 5.

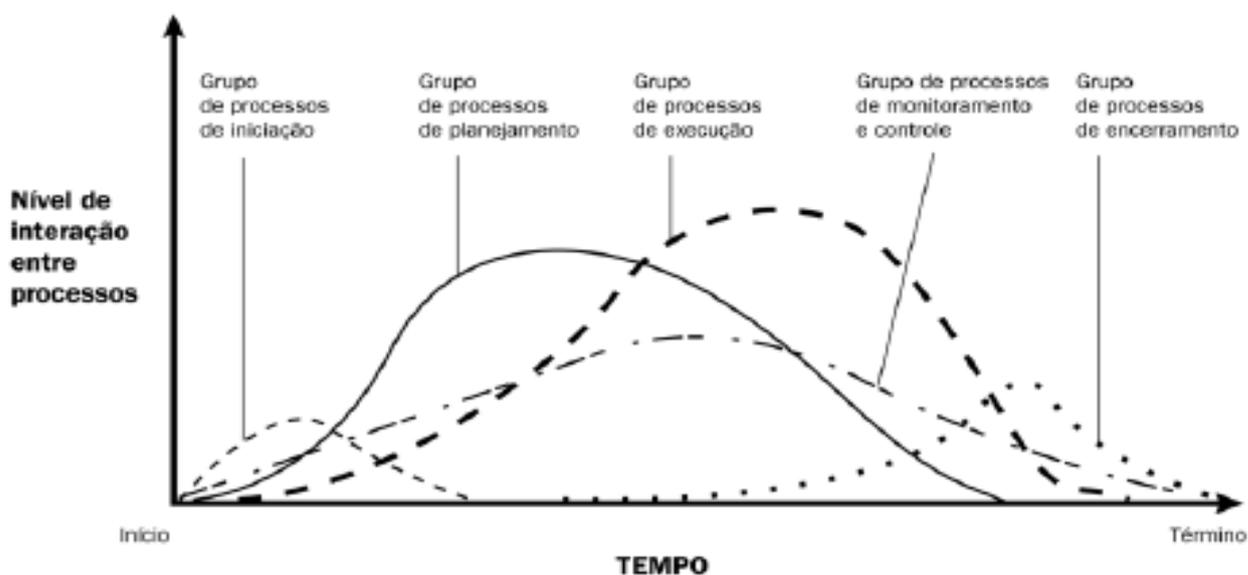
Figura 5 – Mapeamento entre os grupos de processos do gerenciamento de projetos e ciclo PDCA



Fonte: (PMI, 2013).

A integração entre eles é realizada a partir das saídas. Raramente, os eventos são discretizados. As saídas de um processo, geralmente, compõem a entrada de outro grupo. A figura 6 ilustra alguns níveis de interação.

Figura 6 - Interação entre os Grupos de Processos



Fonte: (PMI, 2013).

No guia são apresentadas nove áreas de conhecimento do gerenciamento de projetos:

- Gerenciamento da Integração
- Gerenciamento do Escopo
- Gerenciamento do Tempo
- Gerenciamento dos Custos
- Gerenciamento da Qualidade
- Gerenciamento dos Recursos Humanos
- Gerenciamento da Comunicação
- Gerenciamento dos Riscos
- Gerenciamento dos Stakeholders (Nova área)

O gerenciamento da integração do projeto inclui todos os processos e atividades necessárias a definir, combinar, unificar e coordenar os vários grupos de processos do gerenciamento de projetos (PMI, 2013). No contexto do gerenciamento de projetos, a integração inclui a consolidação, unificação, comunicação e ações integrativas cruciais para o sucesso do projeto e para gerenciar as expectativas das partes interessadas. Em linhas gerais, o objetivo do gerenciamento da integração é garantir que todas as áreas de conhecimento funcionem harmonicamente, garantindo a interface entre elas. Os processos do gerenciamento da integração são: Desenvolver o plano de abertura do projeto, desenvolver o plano de gerenciamento de projetos, orientar e Gerenciar a execução do projeto, monitorar e Controlar o trabalho do projeto, realizar o controle integrado de mudanças, encerrar o projeto ou fase. A necessidade do gerenciamento da integração fica evidente quando os processos distintos interagem entre si.

O gerenciamento do escopo inclui processos necessários para garantir que execução do projeto esteja conforme e, somente conforme, as especificações definidas. Gerenciar o escopo envolve, prioritariamente, definir o que está ou não incluso no projeto (PMI, 2013). Resumidamente, processos que fazem parte são: Planejar o gerenciamento do escopo, coletar informações, definir o escopo, criar a estrutura analítica do projeto ou WBS (Work Breakdown Structure) - é o processo de subdividir o escopo em ações e tarefas responsáveis pelo produto ou serviço final - e, por último, validar e controlar o escopo. É importante entender que realizar tarefas não inclusas no escopo, acarretarão o aumento final no preço do projeto.

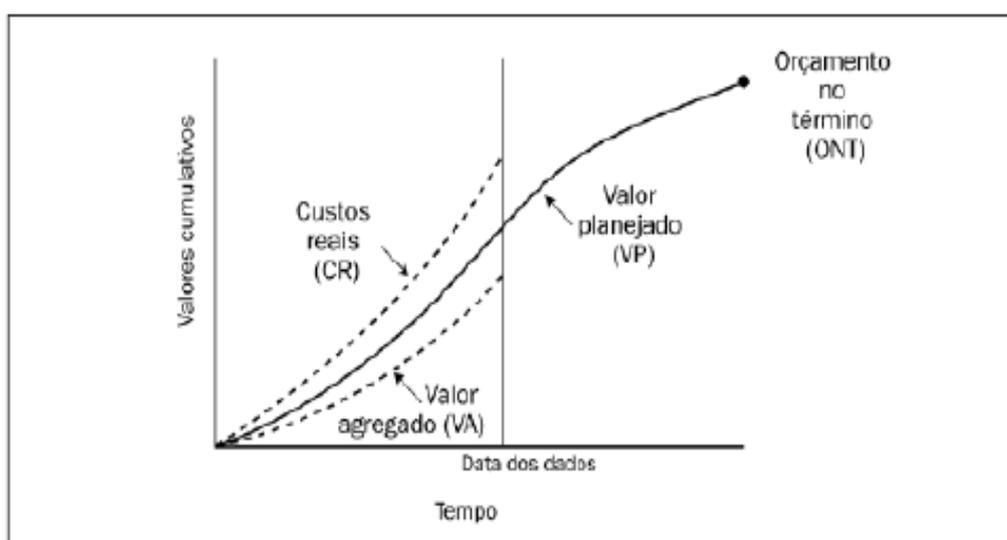
O gerenciamento do tempo tem a função garantir que o projeto será concluído no prazo determinado (PMI, 2013). Os seus processos são: definir as atividades, sequenciar as atividades, estimar os recursos das atividades, estimar as durações das atividades, desenvolver cronograma e

controlar o cronograma. Estes processos interagem entre si e com as áreas de conhecimentos descritas. O trabalho envolvido na execução desses seis processos é precedido por um trabalho de planejamento pela equipe de gerenciamento (PMI, 2013).

O gerenciamento de custos compõe todos processos envolvidos nas estimativas, orçamentos, financiamentos, planejamento e controle de custos para que o projeto seja concluído dentro do curso orçado (PMI, 2013).

Os processos envolvidos são: planejamento de custos, estimativa de recursos, orçamentação e controle de custos. Cada parte interessada do projeto tende a formar seu orçamento em diferentes maneiras e em diferentes momentos (PMI, 2013). O gerenciamento de custos deve considerar os requisitos de todas as partes interessadas para compor o custo total. Portanto, entende-se que deve ser prioridade estimar os custos dos recursos necessários para o sucesso do projeto como um todo; e uma das ferramentas mais eficazes para se controlar o custo, prazo e performance técnica do projeto é a Análise do Valor Agregado ou EVA (Earned Value Analysis) (PMI, 2013). A ideia do EVA é uma avaliação do que foi produzido (valor agregado) em relação ao que foi gasto e ao que se planejava gastar). Na figura 7 há um exemplo do EVA

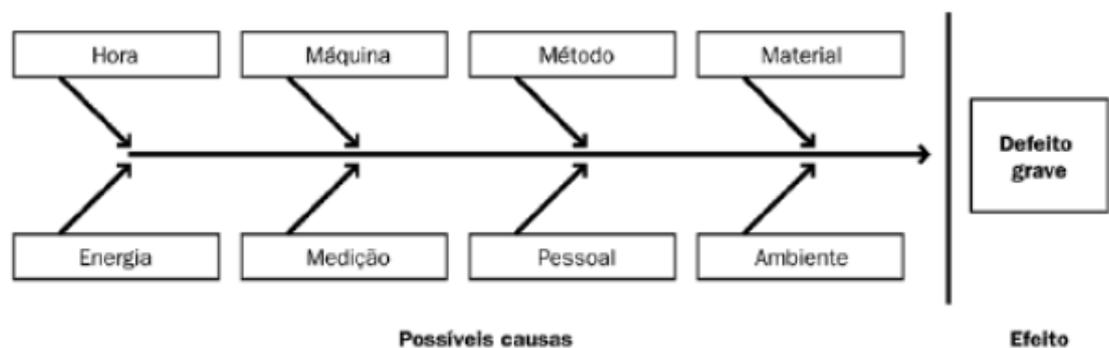
Figura 7 - Análise do Valor Agregado



Fonte : (PMI, 2004)

O gerenciamento da qualidade inclui os processos e atividades que descrevem as políticas de qualidade, objetivos e responsabilidades para que o projeto satisfaça as necessidades conforme o escopo (PMI, 2013). Os principais processos do gerenciamento da qualidade são: planejar a qualidade (identificar requisitos de padrões de qualidade a serem aplicados no projeto), realizar a garantia da qualidade (processo de auditoria dos requisitos de qualidade) e realizar o controle da qualidade (monitoramento e registro dos resultados). Ilustrado na figura 8, a seguir, o diagrama de Ishikawa, é uma forma de garantir a qualidade, identificando a causa de um problema.

Figura 8 - Diagrama de causa e efeito



Fonte : (PMI, 2004)

O gerenciamento da qualidade utiliza as políticas e os procedimentos para implementar, dentro do contexto do projeto, o sistema de qualidade da organização. Sua abordagem básica deve ser compatível com o ISO (International Organization Standardization) ou Organização Internacional de Padronização. Contudo, deverá atender, também, a satisfação do cliente (entender, ouvir e avaliar as expectativas), prevenir ao invés de inspecionar (a qualidade deve ser planejada, projetada e executada ao invés de ser inspecionada). O custo de prevenção certamente será menor do que o custo de corrigir erros, inspeciona-los), promover a melhoria contínua, através da aplicação do PDCA (planejar, fazer, executar e agir) garantir a responsabilidade da gerência e custo da qualidade (refere-se ao custo total com as conformidades e não conformidades necessárias para garantir a qualidade final do serviço ou produto) (PMI, 2013). A figura 9, a seguir, exemplifica a divisão do custo da qualidade

Figura 9 - Custo da Qualidade

Fonte: (PMI, 2013)

O gerenciamento dos recursos humanos inclui os processos que organizam, gerenciam e lideram o time de projeto (PMI, 2013). A equipe de projetos é formada por pessoas que assumem os papéis e responsabilidades necessários ao término do projeto. O tipo e o número de pessoas podem variar com frequência ao longo do projeto. Apesar de tais papéis e responsabilidades dos membros da equipe serem designados pelo gestor, é imprescindível a participação de todos da equipe na tomada decisões, respeitando sempre a hierarquia. O envolvimento de toda a equipe durante o planejamento promove o compromisso com o projeto (PMI, 2013). Para iniciar o gerenciamento dos recursos humanos é necessário desenvolver o plano de gerenciamento de recursos humanos (processo de identificação e documentação de funções, atribuição de papéis e responsabilidades aos membros da equipe), ilustrado na figura 10. Mobilização da equipe de projeto (obtenção do efetivo necessário a execução do serviço), desenvolver a equipe de projeto (processo de melhorar as competências e promover a interação e ambiente global), gerenciar a equipe de projeto (acompanhar o desenvolvimento de membros e avalia-los). Gerenciar e liderar os membros da equipe incluem: influenciar o time de projeto e garantir que todos seguem o comportamento ético. (PMI, 2013).

Figura 10 - Formatos de definição de funções e responsabilidades

Fonte : (PMI, 2004)

O gerenciamento das comunicações do projeto inclui os processos necessários para assegurar que todas as informações do projeto sejam geradas, coletadas, distribuídas, armazenadas e recuperadas de maneira correta (PMI, 2013). O gerente de projetos gasta boa parte do tempo se comunicando com os membros da equipe e com as partes interessadas. Os seus processos são: planejar o gerenciamento das comunicações (desenvolver um apropriado plano para comunicação dos projetos, baseados nas necessidades e requisitos das partes interessadas), gerenciar as comunicações (o processo de criar, coletar, distribuir, armazenar, recuperar e dispor as informações do projeto, de acordo com plano) e, por último, controlar e monitorar as comunicações (garantir que, durante todo o ciclo de vida do projeto, as informações chegarão as partes interessadas, conforme necessidade). A maioria das habilidades de comunicação é comum para o gerenciamento geral e de projeto. Alguns exemplos são: ouvir ativamente e de modo eficaz; educar a fim de aumentar o conhecimento da equipe e, por último, definir e administrar expectativas (PMI, 2013).

O gerenciamento dos riscos do projeto inclui os processos de conduzir o planejamento do gerenciamento de riscos, identificação, planejamento de respostas e controlar os riscos no projeto (PMI, 2013). O objetivo do gerenciamento de riscos é aumentar a probabilidade e impacto da ocorrência de eventos positivos e diminuir a probabilidade dos negativos no projeto. O risco do projeto é uma condição incerta que, caso aconteça, impactara uma condição positiva ou negativa nos objetivos do projeto como escopo, cronograma, tempo e custo. A causa do risco pode ser um requisito, uma condição ou uma premissa que crie a possibilidade de efeitos negativos ou positivos. Os processos do gerenciamento de riscos são: planejar o gerenciamento de riscos,

identificar os riscos, realizar a análise qualitativa dos riscos, realizar a análise quantitativa dos riscos, planejar as respostas aos riscos e monitorar e controlar os riscos (PMI, 2013).

O gerenciamento das aquisições do projeto inclui os processos necessários para comprar ou adquirir produtos ou serviços ou resultados externos à equipe de projeto (PMI, 2013). O gerenciamento de aquisições é responsável, não somente, pelos processos de gerenciamento dos contratos e controle de mudanças dos processos necessárias para desenvolver e administrar contratos ou pedidos de compra, elaborados pelos membros da equipe do projeto, mas também pela administração de todos os contratos emitidos por uma organização externa que está adquirindo o projeto da organização executora. Desde o início, a equipe de gerenciamento de aquisições deve buscar o apoio de especialistas em contratos, compras, aspectos jurídicos e disciplinas técnicas. Esse envolvimento deve ser exigido pelas políticas da própria organização (PMI, 2013).

Por último, o gerenciamento das partes interessadas compõe os processos que requeridos para identificar as pessoas, os grupos e organizações que impactarão ou serão impactados pelo projeto, analisar as expectativas das partes interessadas e seu impacto no projeto e para desenvolver um apropriado gerenciamento de estratégias para, efetivamente, incluir as partes interessadas nas decisões e execução do projeto. (PMI, 2013). Geralmente, eles englobam pessoas e organizações, tais como clientes, patrocinadores, a organização executora e o público que estão ativamente envolvidos no projeto ou cujo os interesses podem ser afetados a depender do resultado do projeto.

Percebe-se que o gerenciamento de projetos pode e deve ser aplicado a qualquer tipo de projeto. As áreas de conhecimento, descritas acima, quando bem articuladas, aumentam a chance do sucesso. A seguir, será discutido os conceitos gerais da Engenharia de Projetos e identificadas as áreas de conhecimento do PMBOK que pode-se definir como boas práticas

2.2 ENGENHARIA DE PROJETOS

De acordo com a Associação Brasileira da Engenharia Industrial (No Prelo):

A Engenharia de Projetos é a aplicação de conhecimentos e habilidades a um conjunto de atividades técnicas, administrativas e econômico-financeiras, voltadas à implantação de empreendimentos.

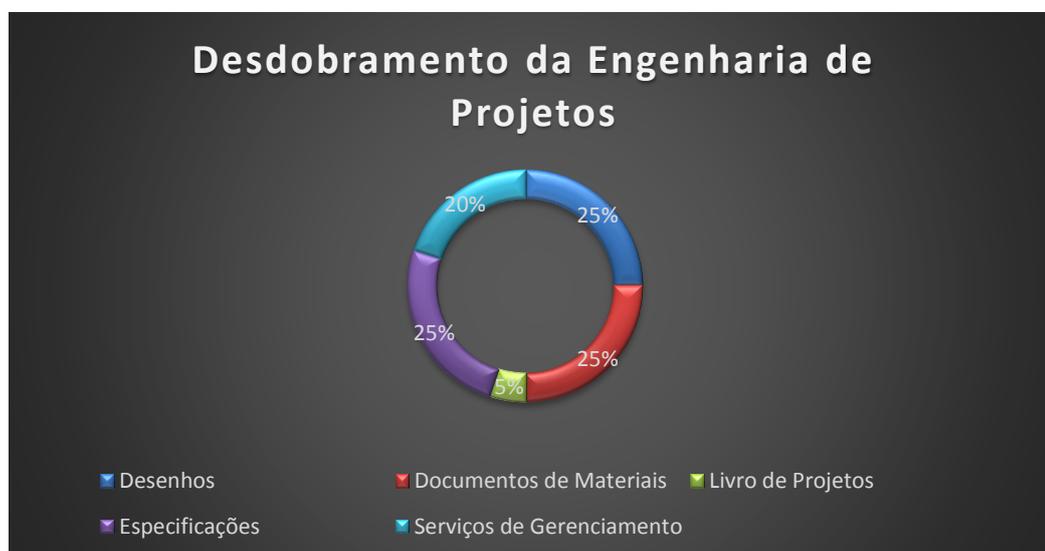
Para Valeriano (1998) *apud* Terner (2008), o projeto de engenharia consiste na elaboração e consolidação de informações destinadas à execução de uma obra.

A engenharia de projetos de um empreendimento corresponde a um conjunto de atividades necessárias a geração de um produto final, sendo eles: os desenhos, documentos de materiais, especificações técnicas, livro de projetos e serviços de gerenciamento, conforme demonstrado na figura 11 (Neil,1991). Possui um papel fundamental nas várias fases do empreendimento, desde os estudos iniciais até a sua implantação com uma maior ou menor participação, em função da modalidade de contratação.

Para a Associação Brasileira de Engenharia Industrial (No Prelo), a existência de um setor de Engenharia de Projetos promove maiores encomendas de bens de capital ao produzir empreendimentos adequados a cada tipo de demanda. Investir em Engenharia de Projetos tem, dentre outros objetivos, o de assegurar prazos de execução de custos de implantação do empreendimento conforme projetados e o de reduzir custos de materiais e equipamentos a serem incorporados.

Ao longo de alguns anos de pesquisa e experiências práticas, provou-se que a Engenharia de Projetos é a principal fase de um empreendimento. Acredita-se que esta pequena parcela de custo do empreendimento, definirá o seu sucesso (CARR,2000). Desde a concepção, definindo o layout, especificação dos materiais e métodos construtivos, que está diretamente relacionado com a produtividade, o projeto influencia no sucesso da obra.

Figura 11 - Entregáveis do Projeto

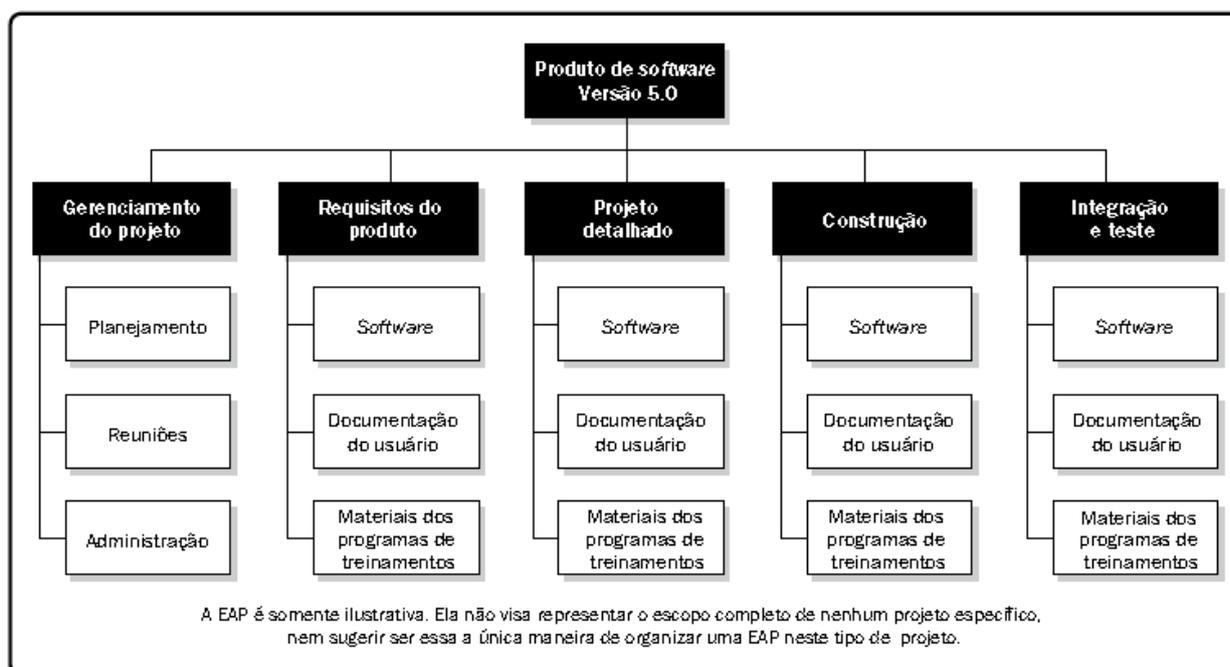


Fonte: Autor adaptado (Neil, 1991)

Basicamente, o desenvolvimento do projeto, pode ser dividido em duas fases: Preliminar e Executiva (OGUNLANA, 1998). A fase preliminar, mais conhecida como Engenharia básica, é responsável pela concepção do empreendimento até o pré-detalhamento e é, geralmente, separada em três etapas: Projeto Conceitual, Projeto Básico, FEED (Front-End Engineering Design).

O Projeto Conceitual é a fase mais importante, pois é neste momento em que se define o escopo do projeto e, conseqüentemente, a criação da EAP (Estrutura Analítica do Projeto) que é a subdivisão do produto final em fases. A figura 12 ilustra um exemplo de uma EAP

Figura 12 - Estrutura Analítica do Projeto



Fonte: (PMI, 2013)

O Projeto Básico é responsável pelo planejamento da execução do empreendimento e confirma o entendimento de escopo, junto ao cliente. A partir disso, ocorre o pré-dimensionamento. Nesta etapa, os dados básicos já devem ser solicitados para iniciar os estudos como: dados hidrológicos, topográficos, geotécnicos e condições atmosféricas.

O FEED (Front-End Engineering Design) é uma fase opcional na execução do projeto. Voltada para implantação de empreendimentos industriais, o objetivo do FEED é realizar uma análise de consistência do projeto básico e estimar, com uma maior precisão, os custos gerais da obra, antes do projeto executivo. Isto porque, em plantas industriais, os fluxogramas de processo

são elaborados antes do projeto executivo e, a partir deles, pode-se ter uma estimativa concisa do custo do empreendimento.

O Projeto Executivo, como o próprio nome já diz, gerará os documentos liberados para execução da obra. Para tanto, as premissas terão que ser mais precisas, pois serão produzidos todos os documentos técnicos necessários a implantação do empreendimento. Além disso, nesta etapa, ocorre a interface entre as diversas disciplinas envolvidas na elaboração do projeto e cabe ao gerente de projeto realizar as integrações necessárias, com as devidas ferramentas e softwares, para garantir que as informações estão sendo constantemente atualizadas (OGUNLANA, 1998).

Por último, mas não menos importante, o As-Built. Esta etapa acontece após a execução completa da obra. Por diversos motivos, como interferências de campo, incompatibilização entre projetos e mudança de escopo, algumas vezes, o empreendimento não é construído conforme projeto executivo. Portanto, objetivo principal desta fase é atualizar toda documentação do empreendimento, de acordo com a execução.

- **ESTRUTURAS DE TRABALHO**

No desenvolvimento da Engenharia de Projetos, para um empreendimento, deparamos com dois modelos básicos de estrutura:

- a) Força-Tarefa Plena ou “Projetizada” onde as especialidades envolvidas na execução do projeto estão inteiramente dedicadas e focadas a um único serviço. Ou seja, não realizam trabalhos para outros projetos (ABEMI, No Prelo).
- b) Departamentalizada onde as especialidades envolvidas no desenvolvimento dos trabalhos de um empreendimento ficam em área comum à disciplina, com os profissionais da mesma trabalhando em paralelos a outros colaboradores dedicados a outros contratos (ABEMI, No Prelo)

2.2.1 MODELOS CONTRATUAIS

O modelo contratual adotado para contratação das empresas de engenharia, irá depender do escopo que a projetista será responsável. Desde elaboração de todos os projetos a assistência técnica a obra, uma empresa de projetos poder ser responsável.

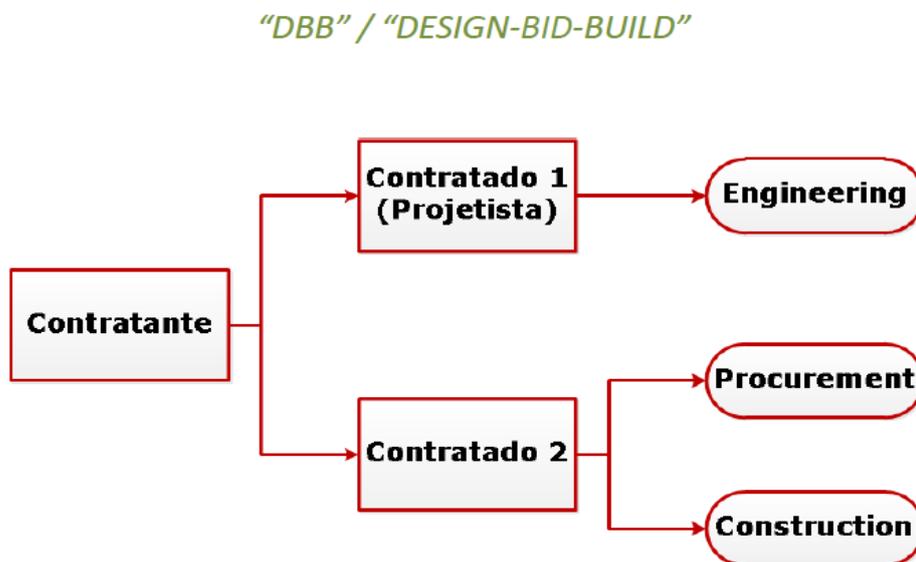
Podem ser adotados diversos modelos de contratação e cada um tem vantagens e desvantagens. A tradicional contratação do Projeto é a preço fechado, no entanto este é o menos

favorável ao sucesso do empreendimento. Esse modelo favorece o desalinhamento da engenharia, que tende a se fechar na sequência mais confortável de atividades e focar apenas no custo do projeto. (SAMPAIO,200_). É importante entender que o menor custo para execução da engenharia de projetos não significa uma economia final no empreendimento. A seguir, serão discutidos os principais modelos contratuais

- DBB

O cliente final poderá contratar a engenharia separadamente para o desenvolvimento dos projetos e a empresa construtora para a execução do empreendimento, modelo conhecido como DBB (Design-Bid-Build). Este modelo, comumente adotado antigamente, não é viável para o sucesso do projeto como um todo. A interface entre projetista e construtora é prejudicada, pois o fluxo de informações não é simultâneo, ao contrario de contrato em regimes EPC, e o cliente final passa a ser responsável por possíveis falhas na execução. A figura 13 ilustra o fluxo do DBB

Figura 13 - Fluxo do DBB

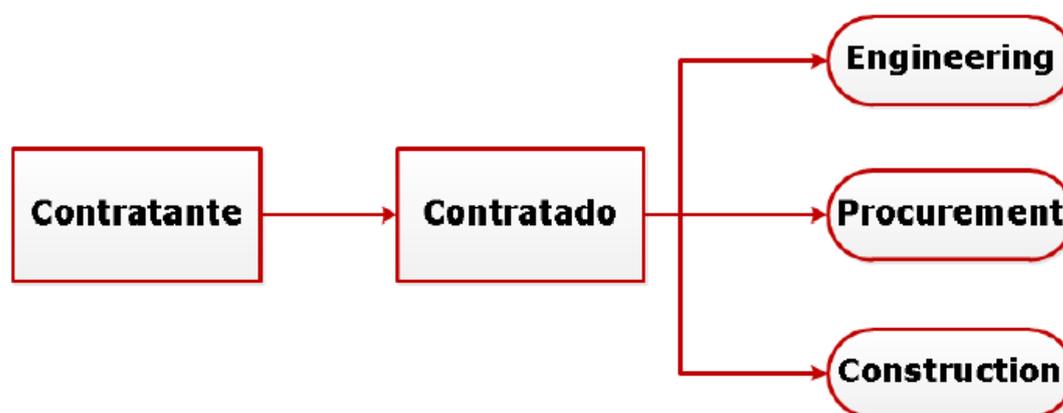


Fonte: (BUENO,2012)

- EPC (Engenharia, Suprimentos e Construção)

O escopo contratual de empreendimento em regime EPC, a empresa contratada será responsável pelo fornecimento de equipamentos, materiais e serviços de construção, incluído, também, os projetos de engenharia, de maneira a caracterizar de forma completa a responsabilidade da empresa contratada (que aqui se denomina “epecista”). O epecista fica assim responsável pelos quantitativos (pelas quantidades projetadas de materiais tais como tubulações, concreto, estruturas metálicas, cabos etc.) e pelo desempenho dos equipamentos e sistemas que projeta, fornece, monta e comissiona. Os projetos de engenharia, sendo o ponto de partida do empreendimento, pode influenciar decisivamente o seu sucesso em termos de custo, prazo e qualidade, além de fundamentar o relacionamento cotidiano com o cliente. (Fontoura, 2006). A figura 14 ilustra o fluxo do EPC

Figura 14 – Fluxo do EPC

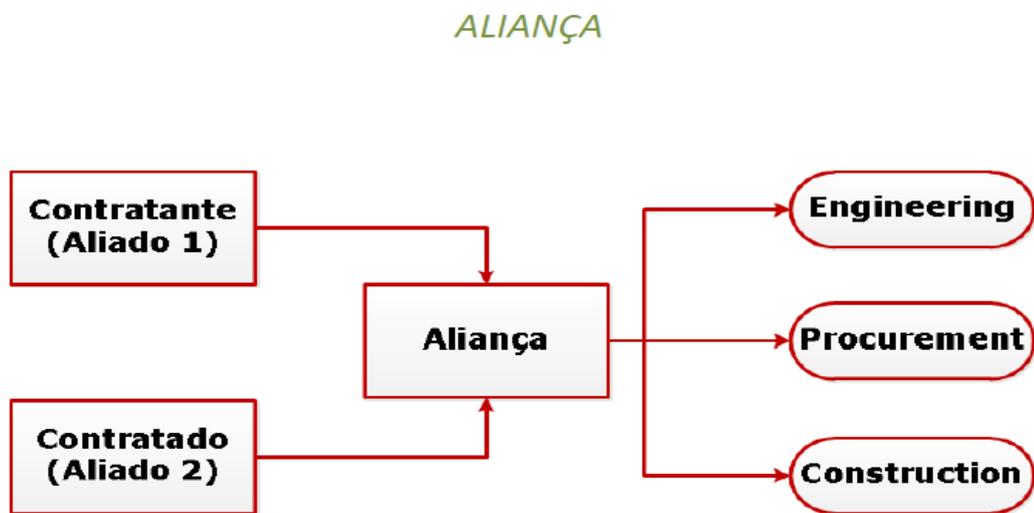


Fonte: (BUENO,2012)

- ALIANÇA

Recentemente, o cliente final tem adotado uma medida mais participativa no projeto, não deixando a cargo da construtora, somente, a execução do empreendimento. Esta modalidade, denominada Aliança, tem apontado maiores sucessos. O objetivo desta modalidade é induzir que o sucesso final do empreendimento seja o objetivo comum a todos os participantes, excluindo-se o interesse individual. A figura 15 apresenta o fluxo da Aliança

Figura 15 - Fluxo Aliança



Fonte: (BUENO,2012)

Algumas construtoras, de grande porte, possuem sua própria empresa de engenharia de projetos. Mesmo assim, quando se trata de grandes empreendimentos de infraestrutura/energia, a complexidade exige empresas que são especializadas na execução de engenharia de projetos. Portanto, mesmo possuindo uma equipe de engenharia de projetos, faz-se necessário a contratação de uma empresa especializada para realização do serviço, principalmente porque os problemas de coordenação e compatibilização dos projetos exigem muito.

2.2.2 COORDENAÇÃO E COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA

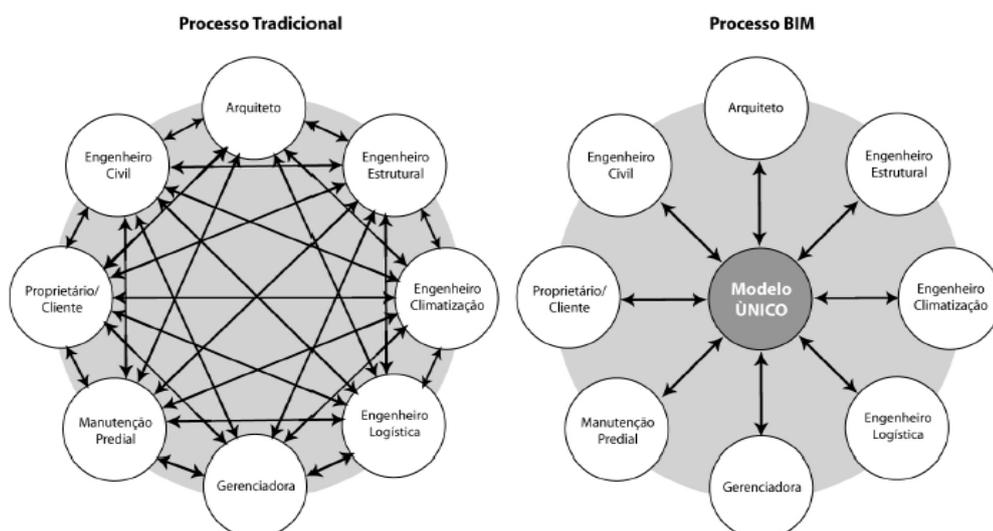
A coordenação de projetos é uma função gerencial que objetiva garantir, em termos gerais, a qualidade do projeto durante todo o processo. Isso inclui assegurar soluções abrangentes, detalhadas e integradas de modo que, após concluído o projeto, a execução da obra

ocorra de forma contínua (SOUZA,1997 *apud* PERALTA,2002). O coordenador de projetos precisa ter uma visão integrada e completa de todo o processo. Para tanto, deve ter habilidades e conhecimentos técnicos para avaliar as soluções das diferentes especialidades e tomar decisões corretas que beneficie todas partes interessadas (MELHADO,2013).

Souza (1997) *apud* Peralta (2002) descreve alguns objetivos para serem alcançados na coordenação de projetos: a) garantir a eficaz comunicação entre os participantes, através da definição de objetivos e parâmetros. b) buscar soluções para interferências entre as partes elaboradas por disciplinas/projetistas distintos. c) manter coerência entre o produto projetado e o processo de execução da empresa. d) gerenciar as decisões envolvidas no aumento da produtividade e o controle e garantia da qualidade do projeto, através da elaboração de padrões e integração entre projeto e execução, definição de avaliação e retroalimentação do projeto.

A compatibilização de projetos tem como objetivo principal a redução de incompatibilidades entre projetos de disciplinas diferentes ou não, resultantes da falta de coordenação (PERALTA,2002). Esse é um dos principais motivos de improdutividade na engenharia de projetos. Entretanto, o avanço tecnológico tem sido um grande aliado na compatibilização de projetos. Um dos maiores avanços na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) foi o surgimento da modelagem de informação da construção (BIM – *Building Information Modeling*). Basicamente, entre outras características, o BIM consiste em gerar um modelo virtual 3D da obra a partir da compatibilização dos projetos das diversas disciplinas. Desta forma, as interferências entre projetos são visualmente identificadas. A figura 16 ilustra uma comparação entre o modelo convencional para compatibilização e o BIM (SENA,2012).

Figura 16 – Processo BIM como contraponto ao processo tradicional de projeto



Fonte: (GOES e SANTOS *apud* SENA,2012)

2.2.3 A RELAÇÃO ENTRE PROJETISTAS E CONSTRUTORAS

Diante da descontinuidade do ciclo de obras, em quase todos os setores, conforme dito anteriormente, as construtoras optam por não manter uma equipe de Engenharia de Projetos no seu corpo técnico. Além disso, conseguir profissionais engenheiros e consultores especializados em determinado segmento, é uma tarefa difícil e demanda investimento e, portanto, inviabilizaria os objetivos da construtora. Desta forma, empresas de projetos vem surgindo com o intuito de atender essas necessidades.

Por outro lado, a estruturação da equipe de projetos requer, também, uma continuidade dos serviços para manter um corpo técnico completo. Caso contrário, a estrutura do escritório de projetos passa a ser mínima, aumentando a quantidade de profissionais autônomos e, conseqüentemente gerando uma concorrência desleal. A partir disso, as empresas passam a atender somente as exigências legais e burocráticas, deixando o nível de detalhamento do projeto cada vez menor, as vezes até insuficiente à execução do empreendimento.

Entretanto, apesar do projeto ser entendido como um simples custo, por muitas empresas construtoras, esta ideia começa a ser questionada dentro do setor. Em especial, se diferenciam o conjunto de empresas que, buscando adequar-se aos novos condicionantes competitivos, tem implementado programas de gestão da qualidade, de ampliação da produtividade e que vem encontrando nos projetos um importante obstáculo/oportunidade para o prosseguimento destas iniciativas (MELHADO, 1997 *apud* MELHADO,1998). Apesar de ter se passado quase duas décadas do argumento do autor, ainda hoje as empresas começam a ver o projeto como uma oportunidade de redução de custos final do empreendimento. Entender que o projeto mais barato não necessariamente trará a empresa construtora um empreendimento com um menor custo, é um grande passo.

Segundo Melhado (1994):

O Conjunto de informações de um projeto deve incluir, além das especificações do produto a ser construído, também as especificações dos meios estratégicos, físicos e tecnológicos necessários executar o processo de construção.

Ou seja, entende-se que o projeto não se limita ao simples dimensionamento e detalhamento dos elementos que compõe o empreendimento, mas sim todas as atividades que circundam a execução em si.

2.2.4 AS BOAS PRÁTICAS APLICADA A ENGENHARIA DE PROJETOS

Todas as áreas de conhecimento para o gerenciamento de projetos, descritas no início do capítulo 2, são aplicadas a execução dos projetos de engenharia. Contudo, na visão do autor, destacam-se a gestão do escopo, qualidade, custo e prazo; obteve-se essa conclusão porque, em algum momento, todas as outras áreas de conhecimento impactarão nos resultados dessas, pois tudo está intimamente interligado. O quadro 1 resume essas áreas conhecimento

Quadro 1 - Princípios básicos para as boas práticas na Engenharia de Projetos

Princípios básicos para boas práticas	
Princípios	Objetivo
Gestao do Escopo	<ul style="list-style-type: none"> • Definir escopo na EAP • Exercer o Contrato e somente o Contrato • Acordar alterações do escopo e somente realiza-las mediante aprovação do cliente
Gestao dos Custos	<ul style="list-style-type: none"> • Procurar a máxima assertividade na orçamentação • Garantir que a relação entre o que foi orçado e o que está realmente sendo realizado seja igual ou menor que um. • Mensurar os desvios de custos
Gestão da Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> • Definir as especificações técnicas de projeto • Assegurar a qualidade a partir de procedimentos padrões • Reduzir a zero os Relatórios de Não Conformidade emitidos por clientes internos/externos
Gestão do Prazo	<ul style="list-style-type: none"> • Definir cronograma, sequenciamento de atividades, monitoramento e controle • Integrar o planejamento de projeto, ao com o cronograma macro do empreendimento. • Alinhar com o cliente o recebimento de informações que são essenciais para realização do projeto (ex: cargas de equipamentos, fluxo de veículos, interferências)

Fonte: (Autor,2015)

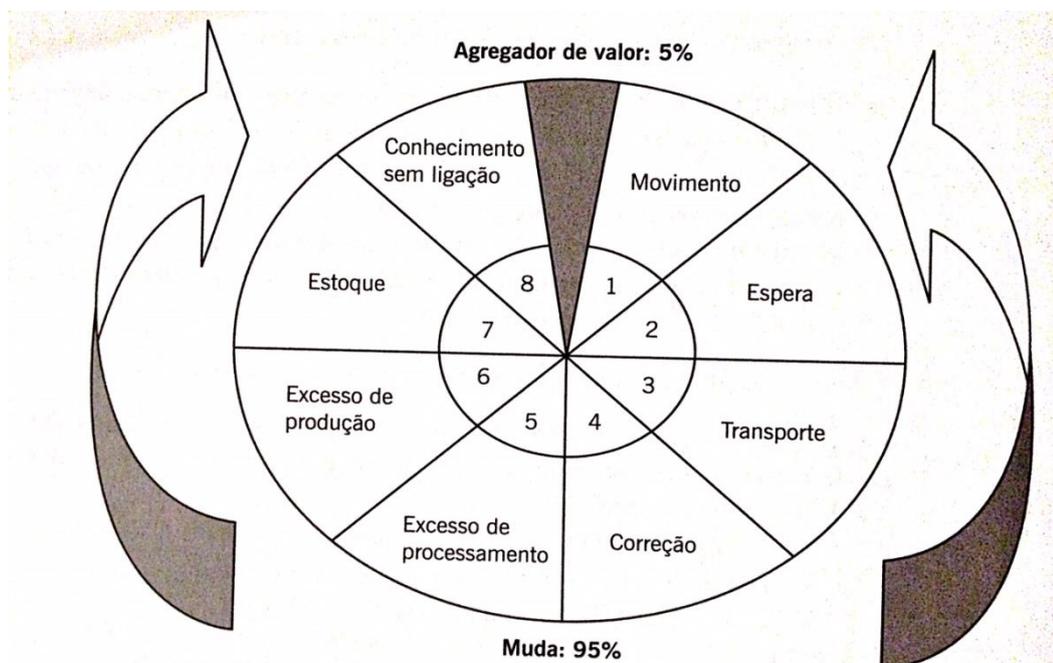
3. MODELOS DE PRODUÇÃO

3.1 O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

O Sistema Toyota de Produção (*Toyota Production System – TPS*), originado na década de 50, no Japão, após a segunda guerra mundial, é um dos sistemas mais eficazes sistemas de produção do mundo. Resumidamente, o TPS representa fazer mais com menos – menos tempo, menos espaço, menos esforço humano, menos maquinaria e menos material. Ao mesmo tempo, atender as expectativas do cliente nos quesitos prazo, custo e qualidade (DENNIS,2008)

Segundo Dennis (2008), em algumas atividades de produção pode-se encontrar apenas 5% de valor agregado ao cliente. Ou seja, os outros 95% são desperdícios ao longo do processo que podem ser otimizados ou, até mesmo, zerados. Essas atividades são denominadas de “*Muda*” que significa aquilo que o cliente não está disposto a pagar. Os desperdícios podem ser divididos em duas fases principais: Os evidentes e os ocultos. Desperdício oculto é aquele que não pode ser zerado, pois é necessário para realização da atividade, apesar de não agregar valor ao cliente. Já o desperdício evidente, é aquele que deve ser imediatamente eliminado, pois ele não é necessário para a execução dos serviços.

Figura 17 - Aprendendo a enxergar Muda



Fonte: (DENNIS,2008)

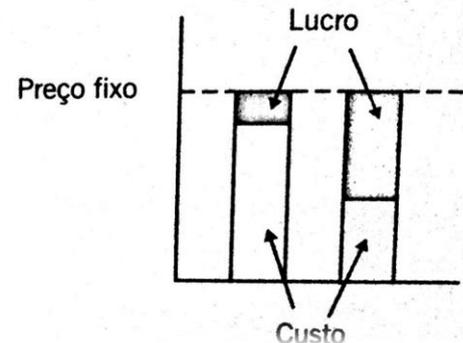
A essência do Sistema Toyota de Produção é a eliminação de toda e qualquer perda. A acirrada concorrência com os americanos, na implantação do sistema, levou a Toyota criar um princípio primordial: a tradicional equação $(\text{Custo} + \text{Lucro}) = \text{Preço}$ deve ser substituída por $(\text{Preço} - \text{Custo}) = \text{Lucro}$ (GHINATO, 2000). Ou seja, a variável da equação, para aumentar o lucro, deixa de ser o preço final e passa a ser o custo. A figura 18 ilustra um exemplo

Figura 18 - A meta é a redução dos custos

• **Velha equação:**
 $\text{Custo} + \text{Lucro} = \text{Preço}$

• **Nova equação:**
 $\text{Preço (fixo)} - \text{Custo} = \text{Lucro}$

• **Portanto, o segredo para a lucratividade é:**
 Redução de custos

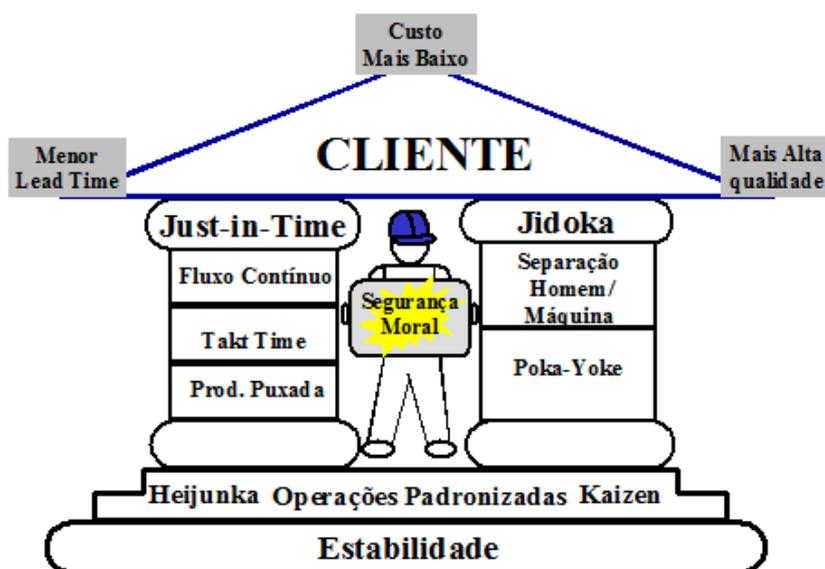


Fonte: (DENNIS, 2008)

A base do Sistema Toyota de Produção sustenta dois pilares: o Just-In-Time e Jidoka (Automação). O conceito do Just-In-Time (No-Tempo-Certo) se baseia em produzir os itens necessários, em quantidades necessárias e no tempo necessários, para evitar estoques e, conseqüentemente, o trabalho em progresso. O Jidoka consiste em criar processos que detectem e contêm defeitos rapidamente. Por sua vez, esses pilares estão apoiados em uma base formada pela Padronização, Heijunka (Nivelamento da produção) e Kaizen (Melhoria contínua) (GHINATO, 2000). A figura da padronização pode ser definida como um método produtivo de se produzir, sem perdas. A ideia é manter um balanceamento entre os processos e definir um nível mínimo de estoque.

O Heijunka é a criação de uma programação nivelada através do sequenciamento de pedidos em um padrão repetitivo. Com isso, pode-se prever a produção e, conseqüentemente, reduzir os lotes de processamento e os estoques. O Kaizen é a aplicação da melhoria contínua em uma atividade, focada na redução das perdas. Para isso, utiliza-se o ciclo PDCA (Planejar, Fazer, Checar e Agir) (GHINATO, 2000). A ideia do Kaizen é obter melhoria nos processos, seja por uma simples mudança no fluxo das atividades ou uma inovação. Para isso, é necessário que todas as atividades estejam padronizadas e estabilizadas. A figura 19 exemplifica a estrutura do TPS.

Figura 19 - Estrutura do Sistema Toyota de Produção



Fonte: (GHINATO, 2000)

MENTALIDADE ENXUTA

O TPS também ficou conhecido como Produção Enxuta (do original em inglês, “lean”), um termo desenvolvido ao final dos anos 80 pelos pesquisadores do IMVP (*International Motor Vehicle Program*), um programa de pesquisas ligado ao MIT, para definir um sistema de produção mais eficiente, flexível, ágil e inovador do que a produção em massa, ainda praticada pela Ford. Além de ser um sistema de produção, passou-se também a se chamar uma nova forma de pensar: a mentalidade enxuta (WOMACK,2004)

Segundo o Lean Institute Brasil (2015):

A gestão Lean procura fornecer, de forma consciente, valor aos clientes com os custos mais baixos (PROPÓSITO), identificando e sustentando melhorias nos fluxos de valor primários e secundários (PROCESSOS), por meio do envolvimento das pessoas qualificadas, motivadas e com iniciativa (PESSOAS). O foco da implementação deve estar nas reais necessidades dos negócios e não na simples aplicação das ferramentas

Os princípios da Mentalidade Enxuta são:

Valor - Deve-se, em primeiro lugar, definir o que é valor para o cliente.

Fluxo de Valor - Este segundo passo significa desdobrar a cadeia executiva, definida pelo cliente, em atividades que realmente geram valor (são pagas), as que não geram valor, mas são necessárias para a manutenção dos processos e da qualidade e aquelas que não geram valor e precisam ser eliminadas imediatamente.

Fluxo Contínuo – O objetivo deste princípio é manter um fluxo para as atividades que são, de fato, necessárias, sem interrupções. Diminuir o lead time (tempo de processamento + tempo de retenção), para com que não seja necessário o trabalho em progresso e não haja estoque.

Produção Puxada – A produção deve ser “puxada” pelo cliente e não “empurrada” pela empresa. Assim, só será produzido aquilo que foi solicitado.

Perfeição – Este deve ser o objetivo constante de todos envolvidos. Deve-se, sempre, buscar a melhoria contínua dos processos, para zerar os defeitos.

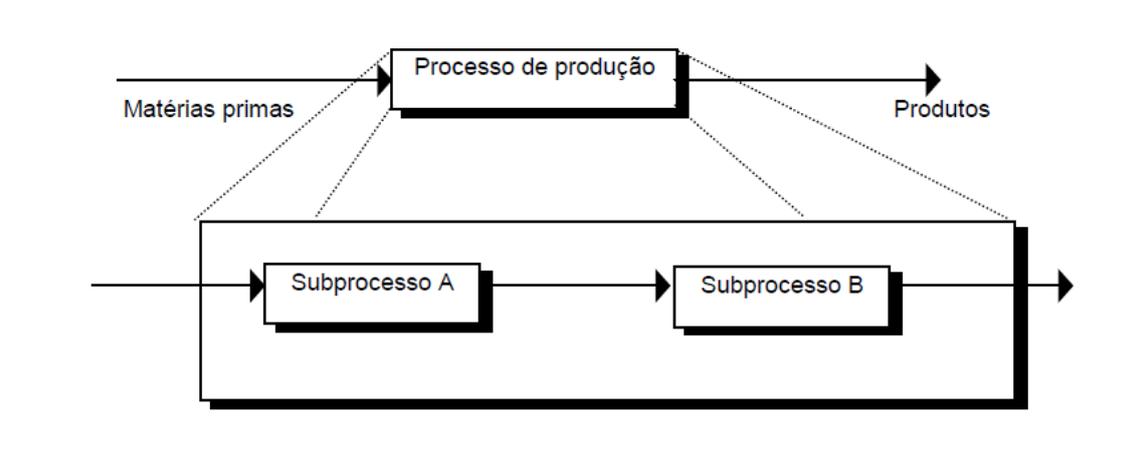
3.2 NOVO PARADIGMA DA PRODUÇÃO

O modelo tradicional de produção considera que os insumos de um processo são as entradas (inputs) que serão transformadas em saídas (outputs), através de um processo de conversão, conforme demonstrado na figura 20. Este processo, pode ser subdividido em diversos processos, como ilustra a figura 20. No entanto, por considerar apenas atividades que agregam valor, o modelo tradicional exclui as atividades de movimento, espera e armazenamento (KOSKELA, 1992). Apesar de não agregarem valor final ao cliente, estas atividades denominadas de “atividades de fluxo” consomem tempo e recurso, devendo ser reduzidas.

Para Formoso (2002), as principais deficiências do modelo de conversão convencional são:

- a) A parcela de atividades que compõem o fluxo entre as atividades de conversão, não são consideradas.
- b) O controle da produção tende a ser focado nos subprocessos e não no sistema de produção como um todo;
- c) Não há consideração dos requisitos do cliente. Desta forma, os produtos podem ser gerados com grande eficiência, mas não conforme a solicitação do cliente.

Figura 20 - Modelo de processo na filosofia tradicional



Fonte: (FORMOSO,2002)

O Novo Paradigma da Produção, diferentemente da Filosofia tradicional, baseia-se em atividades de conversão e fluxo (KOSKEA,1992). Tem como principais conceitos o Just-In-Time (JIT) e o Total Quality Management (TQM). Apresentado anteriormente, o primeiro tem o foco de eliminar os estoques durante o processo e reduzir o tempo de ciclo. O segundo visa manter a qualidade em todos processos internos da organização e também dos parceiros, através da melhoria continua.

O PROJETO DE ENGENHARIA COMO CONVERSÃO

O projeto de engenharia tem sido considerado e gerenciado como um conjunto de conversões. Esta análise define que projetar é converter as necessidades dos clientes (internos e externos) em projetos que atendam esses requisitos, conforme figura 21.

No entanto, segundo (HUOVILA et al, 1997 *apud* PERALTA,2002) a deficiência do processo de projeto como conversão é a inexistência das atividades de fluxo, que não agregam valor, entre as conversões. Além disso, não é possível identificar os requisitos específicos de cada etapa do processo, quando eles são diferentes.

Figura 21 - O projeto com conversão

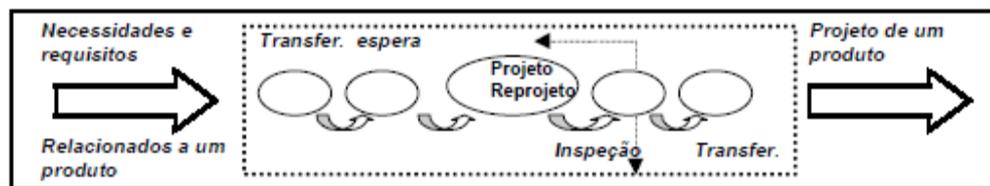


Fonte : (Koskela & Huovila *apud* PERALTA, 2002)

O PROJETO DE ENGENHARIA COMO FLUXO

Segundo Tzortzopoulos (1999) o principal insumo do projeto é a informação. O projeto pode ser analisado em atividades, que podem ser divididas em dois grupos: as atividades que produzem a informação e as de processamento de informação. Esse conjunto forma a atividades de conversão do processo do projeto. Além disso, existem aquelas que não são de conversão, pois não agregam valor ao produto final, mas que fazem parte do processo. Neste caso, a informação pode estar em espera, armazenamento ou inspeção, conforme figura 22.

Figura 22 - O projeto como fluxo



Fonte : (KOSKELA & HUOVILA,1997 *apud* PERALTA, 2002)

O retrabalho é considerado como parte de conversão, em função de erros, omissões e incerteza, e também considerado como perda (HUOVILA, 1997 *apud* PERALTA, 2002). Segundo os mesmos autores, o retrabalho ocorre por falta de informação, mudança de escopo e pelo alto grau de incerteza associado. A melhoria do projeto é baseada na eliminação desse retrabalho. A redução da perda nas fases iniciais do processo pode ser atingida pela definição do escopo e da visão sistema de todo ciclo de vida do projeto (PERALTA,2002). Apesar de não agregar valor, a inspeção se faz necessária, principalmente quando a projetista não está alinhada aos objetivos do empreendimento. A redução do tempo de transferência entre as informações pode ser realizada através de uma rotina de comunicação entre os intervenientes do processo, afim de evitar espera.

O PROJETO DE ENGENHARIA COMO GERADOR DE VALOR

A análise do projeto como gerador de valor tem como origem a gestão da qualidade, através das conformidades do projeto de acordo com a solicitação e necessidade do(s) cliente(s). Em projeto, a satisfação é desenvolvida através de um ciclo, no qual são identificadas e traduzidas em um produto (projeto) e entregue ao cliente em diversas etapas (KOSKELA & HUOVILA 1997 *apud* TZOERZOPOULOS, 1999) para aceite do mesmo. Para Koskela (1992) o valor para o cliente é definido por: a) quão bem os requisitos do cliente foram convertidos em soluções; b) o nível de otimização alcançado; c) o impacto de erros de projeto que serão descobertos ao longo das atividades subsequentes. A figura 23 mostra o projeto como gerador de valor.

Por outro lado, as carências de informações podem ser definidas na geração de valor. Alguns exemplos: a) o cliente não explicita a projetista suas necessidades em relação ao projeto; b) o cliente possui poucas informações ou fez poucas análises, o que pode gerar projetos ineficientes; c) diferentes necessidades de um grupo de clientes par ao mesmo projeto, dificulta o alinhamento de escopo etapas (KOSKELA & HUOVILA 1997 *apud* TZOERZOPOULOS, 1999)

Figura 23- O projeto como gerador de valor



Fonte

: (KOSKELA & HUOVILA,1997 *apud* PERALTA, 2002)

O PROJETO DE ENGENHARIA COMO CONVERSÃO, FLUXO E GERADOR DE VALOR

Para Tzortzopoulos (1999)

A análise do processo de projeto como conversão, fluxo e gerador de valor estão presentes no desenvolvimento do projeto com aspectos diferentes. Cada atividade é uma conversão, e possui a ela uma parte do fluxo total do projeto, agregando parte do valor necessário ao produto. Cada atividade ainda impacta sobre o tempo total despendido no projeto e a qualidade do produz

Entende-se que a integração entre os modelos de conversão, fluxo e gerador de valor é extremamente necessária para o sucesso do projeto. Separadamente as três metodologias são incompletas, pois, cada um uma, com sua propria finalinidade, contribue para um processo. A figura 24 ilustra essa integração, destacando os principais aspectos de cada modelo

Figura 24 - O projeto como conversão, fluxo e gerador de valor

	Projeto como CONVERSÃO	Projeto como FLUXO	Projeto como GERADOR DE VALOR
Conceitualização	Conversão de requisitos no projeto de um produto	Fluxo de informações, composto por conversão, inspeção, movimento e espera	Processo onde o valor ao cliente é criado através da satisfação de suas necessidades
Princípios	Decomposição hierárquica; controle e melhoria das atividades decompostas	Eliminação de perdas (atividades desnecessárias); redução de tempo	Diminuição da diferença entre o valor atingido e o melhor valor possível
Contribuição prática	Controlar as atividades a serem desenvolvidas	Controlar a minimização das atividades essencialmente desnecessárias	Controlar para que os requisitos dos clientes sejam atingidos da melhor maneira possível
Exemplo de ferramenta de modelagem	Fluxogramas	Matriz de estrutura de projeto (<i>Design Structure Matrix</i>)	Desdobramento da função qualidade (QFD)

Fonte : (KOSKELA & HUOVILA,1997 *apud* PERALTA, 2002)

3.3 MELHORIA DE PROCESSOS

Os principais problemas da produção não são relacionados a uma causa claramente. Por sua vez, não podem ser resolvidos aplicando um simples padrão ou metodologia, pois requerem alto grau de interação e coordenação de times multidisciplinares. Algumas abordagens já foram descritas e comentadas, inclusive trabalhos comparando algumas metodologias para otimização de processos. Algumas metodologias definidas por (PALADY & OLYAY, 2002 *et al apud* TERNER, 2008) são: o PDCA, de Demming, cartas de controle de Schewart e Seis-Sigma da Motorola.

Além dessas metodologias clássicas, outras foram criadas por organizações, de acordo com a própria filosofia (TERNER, 2008). A Ford Motor Co criou a metodologia 8 disciplinas (8D), com foco em ações preventivas e atividades não conformes (DOANES,2002 *apud* TERNER, 2008). A Toyota, o formulário A3, que leva este nome porque toda análise, ações e conclusões devem ser preenchidas neste formato de papel. O quadro 2 ilustra um comparativo entre as metodologias de análise e solução de problema

Quadro 2 - Principais métodos para análise e solução de problemas

	PDCA	8D	A3	Seis Sigma
ETAPA	DESCRIÇÃO	DESCRIÇÃO	DESCRIÇÃO	DESCRIÇÃO
Identificação (Definição)	Identificação -Escolha do problema -Histórico do problema -Mostrar as perdas atuais e ganhos viáveis -Priorizar	D1- Montar a equipe	Desenhar um diagrama para representar a condição atual	Define -Definição de oportunidades e validação financeira. -Definir requisitos do cliente -Identificar variáveis de saída para medição -Avaliar Impacto do projeto
	Observação Coleta de dados Observação in loco Cronograma, orçamento e	D2- Descrever o problema (5W2H)		
Análise	Análise -Definição das causas influentes -Escolha das causas mais prováveis (hipóteses) -Verificação das hipóteses	D3- Implementar e verificar as ações de contenção	-Determinar a causa raiz do problema utilizando os Cinco Porquês	Measure -Medições de processos e conversão em informações que indiquem soluções +Avaliar as variáveis-chaves de entrada -Avaliar a capacidade do processo -Mapear o processo -Identificar variáveis dominantes
		D4- Identificar e verificar a causa raiz	Desenvolver contramedidas para a causa raiz do problema	Analysis- Análise de dados e conversão em informações que indiquem soluções Analisar tipo de variação predominante
Implementação	Plano de Ação -Elaboração do Plano de Ação -Execução das ações	D5- Eleger e verificar as ações corretivas	-Desenhar um diagrama da condição ideal ou desejada -Discutir os passos anteriores com as partes envolvidas - Planejar a implementação - Implementar as ações planejadas	Improve -Aperfeiçoamento dos processos e obtenção de resultados -Executar experimentos e analisar resultados -Desenhar e implementar novo processo

Verificação	Verificação Comparação dos resultados Listagem dos efeitos secundários Verificação da continuidade do problema	D6- Aplicar e validar as ações corretivas permanentes em execução	Coletar dados do novo processo	Control- Manutenção dos ganhos obtidos. Estabelecer padrões de medição.
	Padronização Elaboração ou alteração do padrão Comunicação Educação e treinamento Acompanhamento da utilização do padrão	D7- Prevenir a repetição do problema	Comparar com os objetivos pré-estabelecidos	
	Conclusão Relação dos problemas remanescentes Planejamento do ataque aos problemas remanescentes Reflexão	D8- Congratular a equipe		

Fonte: (TERNER, 2008)

A metodologia mais adequada deve ser aquela que indique o roteiro a ser seguido, durante todas as fases de análise e otimização do problema. Pensando nisso, a ferramenta que indica um roteiro mais autodidata, na visão do autor, é o pensamento A3. A ideia da Toyota, idealizadora do modelo, é que todo e qualquer problema pode e deve ser resolvido em uma única folha de papel. Logo, isso possibilita que todos aqueles que participam direta ou indiretamente do problema possam enxergá-lo de uma mesma lente (SHOOK, 2008). Segundo Sobek & Smalley. (2010), o modelo pode ser desvendado em sete elementos principais: processo de raciocínio lógico; objetividade; resultados e processo; síntese, destilação e visualização; alinhamento; coerência interna e consistência externa; ponto de vista sistêmico. Além disso, ela é uma ferramenta estritamente visual. O esforço para se chegar a uma rápida conclusão dos principais problemas reduz-se quase a zero.

O PENSAMENTO A3

O relatório A3 é um método que a *Toyota Motor Corporation* utiliza para propor soluções de problemas, fornecer relatórios da situação dos projetos em andamento e relatar atividades de coleta de informações. Este método é utilizado tão frequentemente que é uma

peça chave para o programa de melhoria continua da Toyota. De acordo com Gosh & Sobek (2002), este modelo foi inspirado no ciclo PDCA. O nome é A3 porque todas as informações necessárias para otimização do processo serão inseridas em uma folha tamanho A3, onde tais informações devem ser sucintas e essenciais para que não haja desperdício de tempo do leitor (SOBEK & JIMMERSON, 2004 *apud* TERNER,2008).

Gosh & Sobek (2002) descrevem nove passos fundamentais no método A3: a) observar o processo atual; b) desenhar um diagrama para representar a condição atual; c) determinar a causa raiz do problema, utilizando os Cinco Porquês; d) desenvolver contramedidas para a causa raiz do problema; d) desenhar um diagrama da condição ideal ou desejada baseada em consenso com as partes envolvidas; e) planejar a implementação; f) discutir os passos anteriores com as partes envolvidas; g) implementar as ações planejadas; h) coletar dados do novo processo e comparar com os objetivos pré-estabelecidos. Os passos de “a” até “e” referem-se a Planejar, o oito a Fazer, o nove Verificar. O item de implementar as ações corretivas refere-se ao Agir, e já seria o início de um novo relatório (TERNER, 2008). A figura 25 representa um modelo do relatório A3

Figura 25 – Modelo de Relatório A3

Tema: O que se pretende fazer											
<u>Histórico:</u> - Histórico do problema - Contexto necessário para um perfeito entendimento - Importância do problema		<u>Condição objetivo:</u> - Diagrama do processo proposto - Contra-medidas - Objetivos mensuráveis (quantidade, tempo)									
<u>Condição Atual:</u> - Diagrama da situação atual - Aspectos do sistema que não ideais -Resultados mensuráveis do problema		<u>Plano de Implementação</u> <table border="1"> <thead> <tr> <th>O que?</th> <th>Quem?</th> <th>Quando?</th> <th>Onde?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		O que?	Quem?	Quando?	Onde?				
O que?	Quem?	Quando?	Onde?								
<u>Análise da causa:</u> - Lista dos problemas -Causa raiz ou a mais provável <div style="text-align: center;">Por quê?</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> Por quê? Por quê? </div>		Custo:									
<u>Acompanhamento</u> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Plano</th> <th>Resultados Atuais</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-Como os efeitos serão verificados? - Quando eles serão verificados?</td> <td>-Comparar resultados com as expectativas - Verificar os prazos</td> </tr> </tbody> </table>				Plano	Resultados Atuais	-Como os efeitos serão verificados? - Quando eles serão verificados?	-Comparar resultados com as expectativas - Verificar os prazos				
Plano	Resultados Atuais										
-Como os efeitos serão verificados? - Quando eles serão verificados?	-Comparar resultados com as expectativas - Verificar os prazos										

Sobek & Jimmerson (2004) dividem o relatório A3 nos itens: tema, contexto/histórico, condição atual, análise da causa raiz, condição alvo, implementação do plano e acompanhamento. O tema deve conter o problema a ser abordado. O contexto deve conter informações que são essenciais para o entendimento do problema e a necessidade de uma solução. A condição atual, talvez, seja a fase mais importante; ela é traduzida através de diagramas/gráficos para que seja fácil a leitura de como o sistema que produziu o problema funciona.

A medida que o autor estuda os processos aos quais o problema está inserido, as causas raiz do problema surgirão de uma forma imperativa. Uma técnica comum para análise da causa raiz é o “5 Porquês”; basicamente, significa perguntar 5 vezes, em série, o porquê do problema. Desta forma, a essência do problema poderá ser facilmente identificada. Na busca da condição alvo, de acordo com Sobek & Jimmerson (2004), a Toyota utiliza o termo contramedida, pois esta será utilizada até que seja encontrada uma melhor. Em outros termos, as contramedidas são ações que serão tomadas para que as causas possam ser reduzidas ou mitigadas.

O plano de implementação contém os passos que devem ser alcançados para se chegar no estado futuro. Para validar o sistema do novo processo, e comprovar que este foi otimizado em relação ao anterior, deve-se apresentar indicadores que os comparem (TERNER,2008).

4. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os conceitos gerenciamento de projetos e os manuais de boas práticas; engenharia de projetos; modelos de gestão da produção e métodos de análise e melhorias de processos. Para a obtenção de informações sobre tais temas foram utilizados artigos científicos, livros técnicos, monografias de graduação, teses e dissertações de mestrado.

Conforme explicitado na justificativa, foi identificado que o insucesso na execução de obras de grande porte estava diretamente ligado a falhas de gerenciamento. Assim, na revisão bibliográfica, realizou-se um estudo acerca do tema Gerenciamento de Projetos para caracterizar algumas diretrizes que influenciam no sucesso do projeto e aplica-los a Engenharia de Projetos. Além disso, estudou-se algumas formas de produção aplicados a Engenharia de Projetos e influência de cada um no resultado esperado

Após a revisão bibliográfica, realizou-se um estudo de caso em uma obra de infraestrutura para avaliar a gestão do processo de engenharia de projetos, através de uma ferramenta de análise e solução de problemas. Para isso, foi necessário adquirir, ainda no referencial teórico, conhecimentos sobre métodos de análise e melhoria de processos. Os que se destacaram foram: 8D da Ford Motor Co, PDCA de Deming, A3 do sistema Toyota de produção e o Seis-Sigma, desenvolvido pela Motorola.

A ferramenta utilizada foi o método o A3, do Sistema Toyota de Produção. Este método foi o escolhido porque ele documenta os principais resultados da solução do problema de uma maneira concisa e, ao mesmo tempo, caracteriza uma metodologia de solução de problemas baseada no conhecimento de como o processo tem sido executado (SOBEK & JIMMERSON, 2004). A ferramenta é estritamente visual e, portanto, mais facilmente absorvida e entendida por quem lê. A sequência lógica das informações, preenchidas através de diagramas, tabelas e quadros induzem ao leitor a focar na solução dos problemas e não nas pessoas. Para o estudo de caso abordado, foi seguida a sequência: Contexto/Condição atual, Linha de base, Objetivo, Causas raiz, Contramedidas, Plano de ação e Acompanhamento.

Para o desenvolvimento do estudo de caso será feita uma descrição da obra a ser utilizada como estudo. Após isso, e seguindo a metodologia do Pensamento A3:

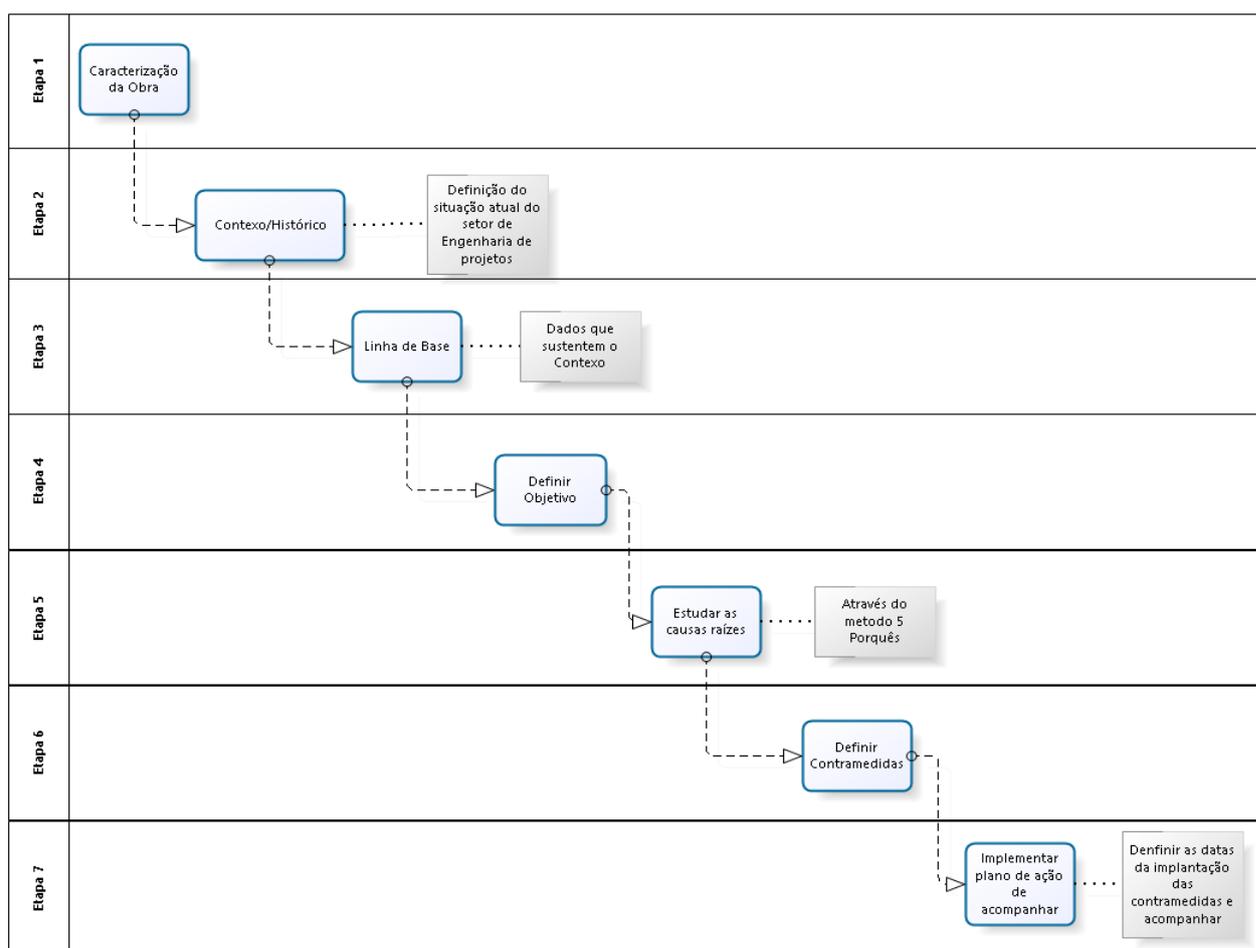
Será um realizado uma análise no setor de Engenharia de Projetos da obra para definir seus processos e a condição atual. Para isso, serão feitas entrevistas ao gerente e analistas de

projeto e um estudo ao lado da equipe de planejamento de projetos. Nesta primeira etapa, obteremos informações sobre o setor de Engenharia de Projetos e identificaremos se está como um caminho crítico na execução da obra. Isso será definido nos itens contexto e linha de base. Se sim, será definido um objetivo a ser alcançado.

Após definido o objetivo, serão identificadas as principais causas do estado atual do processo. As causas serão desdobradas em itens para que se possa realizar uma melhor análise. Em seguida, a partir das causas estabelecidas, serão propostas contramedidas para mitigar a condição atual e atingir o objetivo. Para implementar as contramedidas, será realizado um plano de ação com as datas e definido um colaborador responsável para cada ação.

Por último, será realizado o acompanhamento das contramedidas propostas. A figura 26 ilustra um fluxograma a ser realizado no estudo de caso

Figura 26 - Fluxo para estudo de caso



O quadro 3, a seguir, sintetiza a metodologia utilizada neste trabalho.

Quadro 3 – Metodologia do Trabalho

OBJETIVO GERAL:	Avaliar a gestão do processo da Engenharia de Projetos em obras de grande porte.		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	METODOLOGIA		
	ATIVIDADES	FERRAMENTAS	RESULTADOS ESPERADOS
1-Entender os conceitos do Gerenciamento e Engenharia	Revisão bibliográfica sobre o gerenciamento e engenharia de projetos	Artigos, monografias, teses, dissertações, livros, etc.	Ampliar o conhecimento sobre Gerenciamento e Engenharia de Projetos
2- Identificar as boas práticas aplicadas ao Gerenciamento e Engenharia de projetos	Listar os princípios básicos definidos nos manuais de boas práticas de Gerenciamento de Projetos	Artigos, monografias, teses, dissertações, livros, etc. Guia PMBOK	Obter diretrizes básicas para se alcançar o sucesso na Engenharia de Projetos
3- Estudar os modelos de produção aplicados a Engenharia de Projetos	Buscar conhecimentos sobre os principais modelos de produção e suas aplicabilidades na engenharia de projetos	Artigos, monografias, teses, dissertações, livros, etc.	Parametrização da produção na Engenharia de Projetos
4- Avaliar o setor de Engenharia de Projetos em um empreendimento de grande porte e propor diretrizes para melhoria do processo, através de uma ferramenta de análise e otimização com foco no custo, qualidade e prazo	Avaliar o setor de Engenharia de Projetos, identificar as oportunidades de melhorias para otimização do processo e sugerir-las às partes interessadas	Estudos de Caso, Conceitos do Gerenciamento de Projetos e Método A3 para análise e solução de problemas	Processos otimizados, entregues com qualidade, viável e tempo certo.

5. ESTUDO DE CASO

Os objetivos deste estudo de caso é avaliar o processo da engenharia de projetos em uma obra de infraestrutura de grande porte e propor melhorias necessárias, através de uma ferramenta A3, que garantam os custos, qualidade e prazo e, conseqüentemente, a satisfação do cliente

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA

A obra a ser estudada para o desenvolvimento deste trabalho, é uma obra de infraestrutura iniciada na década de 90, paralisada e retomada em 2013 na forma de uma (PPP) Parceria Público Privada com uma nova empresa. A empresa vencedora não executa obras, portanto firmou um contrato com um consórcio, formado por duas empresas, A e B, que serão responsáveis por todas as obras civis do empreendimento.

Com o objetivo de alcançar melhor custo/benefício e o melhor resultado para ambas, as empresas resolvem estabelecer um contrato de fornecimento e construção, optando por nortear suas relações sob o regime ALIANÇA. Conforme explicado anteriormente, no regime aliança o cliente está dentro do contrato, acompanhando e opinando em todos os processos. A vantagem deste regime é que, por estar inserido na execução da obra, o cliente mede os serviços pelo custo total do período de medição, parcela referente ao lucro e *overhead* (percentual que vai para manutenção do cooperativo das empresas). Caso o valor total seja menor do que o previsto, o resultado a mais é dividido pelo consórcio e concessionária. Apesar desses benefícios, por opinar muito em todos processos, o cliente, diversas vezes, interfere no fluxo contínuo das atividades.

O empreendimento tem um escopo abrangente e, ao mesmo tempo, um prazo muito apertado. Por se tratar de uma obra urbana, um dos principais desafios, além do prazo, é o grande número de interferências

5.2 APLICAÇÃO DO PENSAMENTO A3 PARA OTIMIZAÇÃO DO FLUXO DE PROJETOS

Para o estudo de caso, foi seguida a sequência definida na metodologia A3: Contexto, Linha de base, Objetivo, Causas raiz, Contramedidas, Plano de ação e Acompanhamento. A resultado deste trabalho, a ferramenta A3 propriamente dita, encontra-se no Apêndice A.

5.2.1 Contexto

O empreendimento, que está sendo executado, vem enfrentado inúmeros desafios. Pode-se dizer que o principal deles é a execução dos projetos de engenharia, paralelamente com a execução da obra. Este modelo, previsto em um contrato sob regime ALIANÇA, pode ser agregador, desde que haja prazo suficiente para todos os processos que sucedem os projetos seguirem seu fluxo até a execução propriamente dita.

No caso desta obra, por se tratar de um contrato iniciado e interrompido, alguns projetos executivos já estavam emitidos e aprovados para a construção. Contudo, a nova gestão do projeto incorporada com o novo contrato, optou por aproveitar parte desses projetos e outros seriam executados como novos. Deste modo, pode-se dizer que a obra inicia com um “atraso”, ao ter que verificar os projetos executados na gestão anterior e emitir novos.

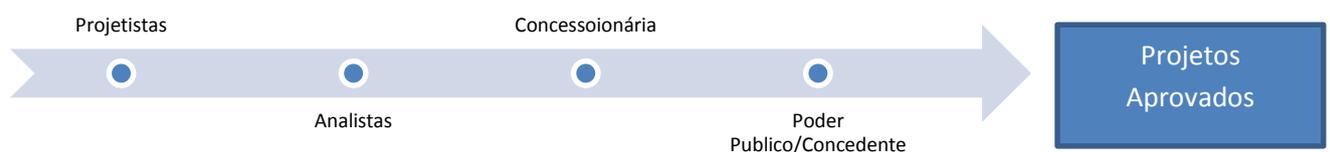
Segundo o atual Gerente de Engenharia do empreendimento, a consequência deste fato implica em insuficiência de tempo para estudo, otimizações, planejamento, demandas para contratações e atrasos na construção. Além disso, a entrega dos projetos executivos aprovados, no campo, é caminho crítico para construção, principalmente com a antecipação da data de entrega da obra pelo cliente em seis meses. Deste modo, entende-se que o setor de Engenharia de Projetos está dentro de uma “panela de pressão”, cobrado em todas as direções, por projetos entregues dentro do prazo, com custo e qualidade.

A execução dos projetos está sendo realizada por empresas projetistas que, em sua maioria não estão localizadas na cidade de Salvador. Por tratar-se de uma obra multidisciplinar e com um escopo muito amplo, a gerência do contrato decidiu não concentrar a elaboração de todos os projetos em uma única projetista. A obra é dividida, basicamente, em dois trechos: 1 e 2. Esses trechos são divididos entre estações, estruturas elevadas (pontes), passagens inferiores e um grande complexo. As estruturas elevadas, passagens inferiores e estações estavam a cargo de uma projetista e o complexo, por ser uma obra muito grande e prazo muito apertado, estava com mais de uma projetista. Além disso, existem demandas inesperadas que surgem de acordo com o avanço físico da obra e que não estavam orçadas. Esses serviços, chamados fora de escopo, seriam contratados a parte e com outras projetistas.

A projetista com o maior escopo, responsável pela elaboração dos projetos das estações e estruturas elevadas, trabalha na estrutura denominada “força-tarefa”, conforme descrito na

revisão bibliográfica. O prazo para execução dos serviços de engenharia foi 1 ano. Para se entender a dimensão do escopo de uma das projetistas, a maior delas, o volume de trabalho foi contratado de 250 mil Hh (Homem-hora). Isso significa 120 pessoas trabalhando 8 horas por dia, durante 12 meses, somente em execução de projetos. Por existir uma equipe estruturada nas projetistas, para a elaboração, o setor de Engenharia de Projetos da obra é responsável apenas por avaliar a qualidade técnica desses projetos e garantir que os mesmos estejam alinhados com os objetivos finais do empreendimento. Para isso, o setor conta com o apoio dos coordenadores e analistas de projetos. São profissionais com nível superior, formados em engenharia ou arquitetura e que tenham uma significativa experiência na disciplina que irão atuar. Em suma, os objetivos dos analistas são: Identificar possíveis erros técnicos de dimensionamento, verificar se a solução adotada pela projetista é a mais viável economicamente e verificar a compatibilização entre projetos. Os objetivos dos coordenadores são de gerenciar o trabalho dos analistas. Não obstante, a aprovação dos documentos para execução não está somente sob responsabilidade dos analistas de projetos. O cliente final, a concessionária, também verificará e o poder público também será responsável por aprovar estes projetos. Este burocrático processo implica em um tempo maior de inspeção dos projetos que o normal. A figura 27 ilustra um processo simplificado para aprovação dos projetos.

Figura 27 - Processo simplificado para aprovação de projetos



Fonte: (Autor, 2015)

Paralelamente ao trabalho dos analistas, o setor de Engenharia de Projetos também é responsável por emitir projetos e leva-los nas devidas frentes de serviço. Para tanto, existe uma área dentro da Engenharia de Projetos chamada Arquivo Técnico, que é responsável pela plotagem dos documentos e entrega no campo

Além disso, existe um outro setor da obra relacionado a projetos chamado Engenharia Técnica. Este setor tem três funções: Quantificar os materiais especificados nos projetos para compra, definir metodologia de execução e realizar a Assistência Técnica a Obra (ATO), que a

ponte entre o projeto e o campo. Os profissionais que realizam a A.T.O são os responsáveis por tirar as dúvidas dos engenheiros de campo, autorizar as modificações com embasamento teórico, e dar apoio técnico. Esta função é extremamente importante para toda a obra.

Para que esse fluxo de projetos seja possível, é necessário um meio de comunicação onde os projetos serão formalmente enviados aos clientes. Conhecido como Extranet, esta ferramenta é um espaço virtual onde a projetista carrega todos documentos do projeto. Nesta obra, o software utilizado foi o ProjectWise (PW), da Bentley. Carregados os documentos, a Engenharia de Projetos recebe-os para que os analistas verifiquem, em seguida a Engenharia Técnica, de uma forma menos rigorosa, analisa-os. Após isso, os projetos podem: ser aprovados ou devolvidos para projetista com comentários. No PW, existem quatro status possíveis para os projetos, o quadro 4 resume-os:

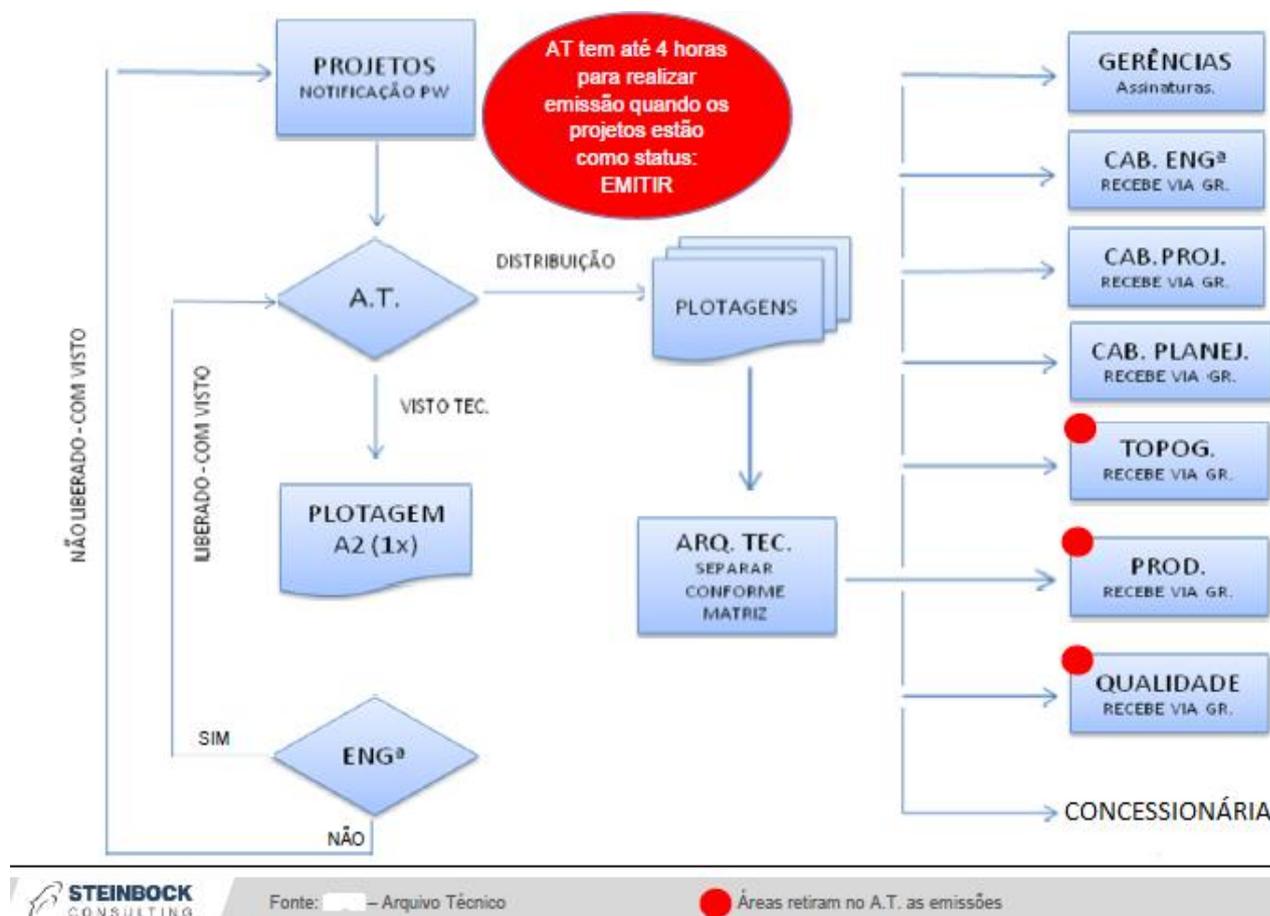
Quadro 4 - Status dos projetos

STATUS	EM VERIFICAÇÃO	COM COMENTÁRIOS	EMITIDOS/ CONSTRUÇÃO	A EMITIR
RESPONSÁVEL	ANALISTAS	PROJETISTAS	CAMPO	ARQUIVO T

Fonte: (Autor, 2015)

Se devolvidos para a projetista, os projetos são recarregados no PW e os analistas aguardam a nova revisão para uma nova verificação. Se aprovados, eles seguirão para o arquivo técnico que, por sua vez, se responsabilizará em disponibilizar à produção, demais áreas e a concessionária - que também solicitará a aprovação final junto ao poder público/concedente. O poder concedente contratou uma empresa para fazer a certificação dos projetos. Este último processo, aprovação do poder concedente, não se faz necessário para execução da obra. No entanto, é interessante que seja aprovado o quanto antes, pois ele tem a autonomia para questionar e modificar os projetos a qualquer momento e em qualquer circunstância, conforme contrato. Dando seguimento ao processo, o Arquivo Técnico (A.T) é notificado via e-mail no PW sobre a emissão dos projetos e tem o prazo de 4 horas para modificar o status e emitir os documentos para as áreas responsáveis, de acordo com uma matriz de distribuição dos projetos. A figura 28 ilustra o fluxo de recebimento dos projetos e entregas.

Figura 28 - Fluxo de distribuição dos projetos



Fonte: (STEINBOCK, 2014)

5.2.2 Linha de Base

Antes de levantar o status dos projetos de engenharia da obra, foi realizada uma entrevista a dois engenheiros de produção para entender o real impacto do setor na obra, conforme apresentado no Apêndice B. Na entrevista, eles justificam, entre outros motivos, que boa parte dos prazos não cumpridos no cronograma são relativos a indefinição de projeto e a atrasos na emissão. Isso gera, diretamente, um impacto no prazo da obra e indiretamente, no custo e na qualidade. No custo porque toda a equipe mobilizada para realizar os serviços programados, terá que aguardar definição de projeto, no entanto os deveres da empresa perante os colaboradores e fornecedores têm que ser cumpridos. Na qualidade, porque o prazo final da obra permanece inalterado pelo cliente. Logo, isso significa menos tempo de serviço para o mesmo escopo e, conseqüentemente, uma maior probabilidade de erros durante a execução.

Não houve muita abertura para conversar com todos os analistas. Visivelmente, o tempo deles é muito curto e “precioso” pelo volume de trabalho. Mesmo assim, o Gerente de Engenharia concedeu um tempo de um analista para que fosse possível levantar algumas dificuldades enfrentadas.

Em entrevista, foram levantadas algumas dificuldades do setor como:

- a) Baixa qualidade dos projetos emitidos - projetos emitidos muito rápidos e com diversos erros técnicos. Além disso, os padrões de carimbo dos projetos, definidos pelo consórcio, não estavam sendo respeitados e muitos projetos que poderiam ser aprovados, eram comentados pelos analistas somente para consertar os carimbos. Apesar de simples, este processo é ineficiente, pois o custo de um analista é muito caro para simplesmente verificar erros de carimbo
- b) Volume de trabalho muito grande (muitos projetos e poucos analistas)
- c) Constante solicitações de alteração de projeto
- d) Assistência Técnica à obra. Este é um ponto delicado. Conforme dito, este papel era para ser da Engenharia Técnica, mas contratualmente, enquanto os projetos não forem aprovados pelo poder concedente, os projetos são de responsabilidade da Engenharia de Projetos.

Após isso, foi feito um levantamento de todos os projetos já emitidos e identificados os status de acordo com a definição anterior. Foram separados por trecho, por projetista e por analista. A tabela 1 e a tabela 2 ilustram o status dos projetos.

Tabela 1 - Resumo geral status dos projetos por trecho e projetista

RESUMO GERAL - STATUS DOS						Período de: 01/09/14 a 18/01/15
- PROJETOS						

Atualização -
20/janeiro/2015

EMITENTE / STATUS	EM VERIFICAÇÃO	COM COMENTÁRIOS	ANULADO	A EMITIR	EMITIDO	TOTAL
Projetista 1	17	30	1	35	169	252
Projetista 2	129	47	0	7	135	318
Projetista 3	379	62	3	13	180	637
Projetista 4	1.306	194	0	185	341	2.026
TOTAL	1.831	333	4	240	825	3.233
	57%	10%	0%	7%	26%	

EMITENTE / STATUS	EM VERIFICAÇÃO	COM COMENTÁRIOS	ANULADO	A EMITIR	EMITIDO	TOTAL
Geral (Trecho 1 e 2)	10	0	0	0	1	11
Trecho 1	1.046	167	3	57	601	1.874
Trecho 2	775	166	1	183	223	1.348
TOTAL	1.831	333	4	240	825	3.233
	57%	10%	0%	33%	26%	

Fonte: (Autor,2015)

Tabela 2 - Resumo geral status dos projetos por analistas

RESUMO GERAL - STATUS DOS PROJETOS							Período de: 01/09/14 a 18/01/15
Atualização - 20/janeiro/2015							
Coordenador	Analista	EM VERIFICAÇÃO	COM COMENTÁRIOS	ANULADO	A EMITIR	EMITIDO	TOTAL
Coordenador 1	Analista 1	276	60	0	29	162	527
	Analista 2	136	17	0	4	61	218
	Analista 3	555	57	0	19	213	844
	Analista 4	4	18	3	5	119	149
	Analista 5	0	0	0	0	0	0
	Coordenador 1	47	15	0	0	18	80
Coordenador 2	Analista 3	115	6	0	38	11	170
	Analista 6	636	105	1	124	240	1.106
	Analista 7	62	55	0	21	1	139
	Coordenador 2	0	0	0	0	0	0
Coordenador 1		1.018	167	3	57	573	1.818
Coordenador 2		813	166	1	183	252	1.415
TOTAL		1.831	333	4	240	825	3.233
		57%	10%	0%	7%	26%	

Fonte: (Autor,2015)

Dos projetos emitidos de setembro de 2014 a janeiro de 2015, apenas 26% foram enviados ao campo para construção. Cerca de 57% estão com os analistas no status de verificação. Diferentemente do previsto, antes de realizar este trabalho, a maior parcela do problema de os projetos não chegarem a tempo no campo, está dentro da própria obra, no setor de Engenharia de Projetos. Isso não exclui que a projetista não seja responsável, mas indica que o setor da obra deve ser otimizado.

Estimou-se 8658 projetos para a conclusão da obra. O prazo para a emissão, pela projetista, era até junho/15. Isso resulta, aproximadamente, 100 dias úteis de trabalho para verificação dos projetos. Portanto, o setor tem que aprovar 87 documentos por dia para que o prazo seja atendido. Não obstante, foi verificado que cada analista conseguia emitir, no máximo, 4 documentos por dia. Como são 7 analistas, a produção diária estava sendo 28 documentos, mas a necessidade 87.

5.2.3 Objetivo

De acordo com a análise feita na condição atual, o objetivo é otimizar o fluxo de projetos de engenharia no empreendimento, de modo que: a relação entre o coeficiente real e o orçado seja menor ou igual a 1, os projetos sejam emitidos com a qualidade especificada em normas e pelo cliente e, principalmente, que o prazo inicial acordado seja cumprido.

5.2.4 Causas Raiz

Por um período de quase um mês observando todos os processos do setor de Engenharia de Projetos, projetistas, e o apoio, pôde-se chegar algumas conclusões das causas do atraso na entrega de projetos no campo. Na maior parte das conversas informais com analistas, foi utilizado o método dos 5 porquês para se concluir as causas raiz. As causas foram definidas por temas e foram desdobradas em itens, para que as ações pudessem ser melhor implantadas.

- CONCEITUAL

Durante quase 1 ano de projeto, foram pleiteadas pelas projetistas pouco mais 100 aditivos de contrato, resultante das solicitações de modificações de escopo pelo cliente. Este processo é muito recorrente e isso está diretamente relacionado a uma causa fundamental: metas indefinidas. Percebe-se que o cliente ainda está indeciso de como atingir seus objetivos, por ainda não obter as informações suficientes. Dois tipos de alterações foram percebidas: as que

modificam o projeto conceitual, impondo uma nova concepção e metodologias e as que ocorrem a medida em que a obra avança. Estas últimas, conforme explanado anteriormente, são decorrentes de alterações de campo. A exemplo: Solo extremamente empírico de modo que a sondagem realizada não corresponde ao que se encontrou quando se estava efetivamente executando uma fundação. Neste caso, há necessidade de revisão pela projetista para estudar uma nova metodologia. Outro exemplo clássico encontrado na obra, é o detalhamento do projeto executivo com informações preliminares. Assim, quando a informação oficial for diferente, o projeto terá que ser novamente revisado. Todos esses pontos observados geram uma grande interrupção no fluxo de trabalho e impactos em outras áreas do empreendimento também, por exemplo, o setor de suprimentos. Quando um projeto aprovado com uma informação preliminar é liberado para compra de materiais, a mudança acarreta é uma serie de retrabalhos a obra, principalmente quando o pedido de compra já tiver sido emitido. Assim, terá que ser feita uma nova compra, causando um grande prejuízo. Por outro lado, não há como forçar o cliente a definir objetivos se ele mesmo não tem as informações suficientes.

- PROJETA

Pode-se dizer que as empresas projetistas estão com uma produção elevada, principalmente de documentos em primeira revisão. Uma delas, por exemplo, chega a emitir 60 documentos em um dia. A medição dos projetos é realizada por documento. Logo, quanto mais projetos emitidos em primeira revisão, mais a projetista fatura. Contudo, observou-se que a qualidade dos projetos emitidos estava muito abaixo do esperado e especificado por normas. Identificou-se também que a projetista não estava verificando seus próprios documentos, não seguindo à risca os padrões de qualidade. Além disso, as especificações básicas de carimbo não estavam sendo atendidas. Outro ponto a se observar, era a falta de compatibilização entre os projetos, mesmo os emitidos pela mesma projetista. Esse era um dos mais importantes impactos na obra. Estava ocorrendo muito retrabalho por falta de compatibilização, tanto em projeto quanto na execução da obra em si. Muitas vezes, as interferências só eram identificadas na execução da obra, por não terem sido previstas.

Para minimizar esses problemas, de imediato, causados pela projetista, o consórcio contratou uma empresa para fazer o Controle de Qualidade do Projeto. Esta ação, a princípio, proporciona ao empreendimento uma segurança maior.

- FLUXO

Não havia fluxo do processo da Engenharia de Projetos definido. Portanto, não havia padronização das atividades. Ao se emitir um projeto, nem todos os analistas sabiam quais eram as etapas que existiam no processo até a execução da obra e, para agravar, não havia prazo entre as partes para devolver os projetos revisados. Por exemplo, existiam documentos com mais de 50 dias no status de verificação (analistas) e, por não serem prioridade, são de um modo ou de outro “esquecidos” e somente serão retrabalhados quando houver alguma demanda urgente.

- MÉTODO

Não foi encontrado um método padrão para verificação dos documentos analisados. Cada analista, de acordo com sua própria experiência, verifica e analisa os documentos. Deste modo, o tempo para análise de cada documento é variável. Além disso, não há ritmo no trabalho dos analistas, pois cada um faz do seu próprio jeito. Isso se torna um impasse quando há contratação de novos analistas, pois, por não haver uma forma de trabalhar definida não há parâmetros para se dimensionar equipes.

- ASSISTÊNCIA TÉCNICA À OBRA (ATO)

O trabalho de assistência técnica à obra resume-se em acompanhar a execução dos serviços, esclarecer dúvidas dos engenheiros de produção e áreas de apoio, além de propor soluções de campo que viabilizem um menor custo para obra. Todo este trabalho estava sendo realizada pelos analistas de projeto. Conforme dito anteriormente, por não se ter os projetos aprovados pelo poder concedente, contratualmente, todo apoio e modificação de campo teria que ser revista pela equipe de Engenharia de Projetos e não Engenharia Técnica. Isso gera uma constante interrupção no fluxo de trabalho dos analistas, pois, ao invés de analisarem os projetos se encarregavam de apoiar a produção.

Pôde-se, então, a partir do método 5 porquês, inferir as causas raiz do projeto no processo de projetos da obra. Agora, serão definidas ações de contramedidas para mitigar estas causas e melhorar a produtividade no setor de Engenharia de Projetos.

5.2.5 Contramedidas

Para mitigar as causas raiz, foram definidas algumas contramedidas. O objetivo principal delas é realizar um plano de ação para que a condição atual seja otimizada nos critérios de prazo,

custo e qualidade. Vale ressaltar que as contramedidas descritas abaixo foram propostas ao Gerente de Engenharia do empreendimento e a participação deste gestor durante todos os processos de otimização foi essencial.

Devido ao curto espaço de tempo, foram definidas cinco ações fundamentais para minimizar o efeito das causas e aumentar a produtividade do setor. Abaixo, serão descritas.

- **DEFINIR FLUXO DE PROCESSO E ATRIBUIR RESPONSABILIDADES**

Primeiramente, foram mapeados todos os setores da obra que tem relação com a Engenharia de Projetos: Produção, Planejamento, Cliente, Certificador, Engenharia Técnica, Comercial, Arquivo Técnico, Projetista, CQP, Certificadora, Poder Concedente, Cliente. Após isso, foram definidas em quais tarefas essas áreas interagem com o setor de projetos.

Para produção, o setor de Engenharia de Projetos é o insumo principal. A única forma executar qualquer serviço é com o projeto. O papel do planejamento é programar e quantificar a execução dos serviços, no tempo. Para isso, é necessário o projeto. Por sua vez, partir dos projetos executivos, a engenharia técnica elabora o pedido de compra e entrega ao setor comercial, para orçar o material especificado. O cliente, somente aprovará a execução dos serviços após verificar se o projeto está de acordo com seus objetivos, assim como o poder concedente.

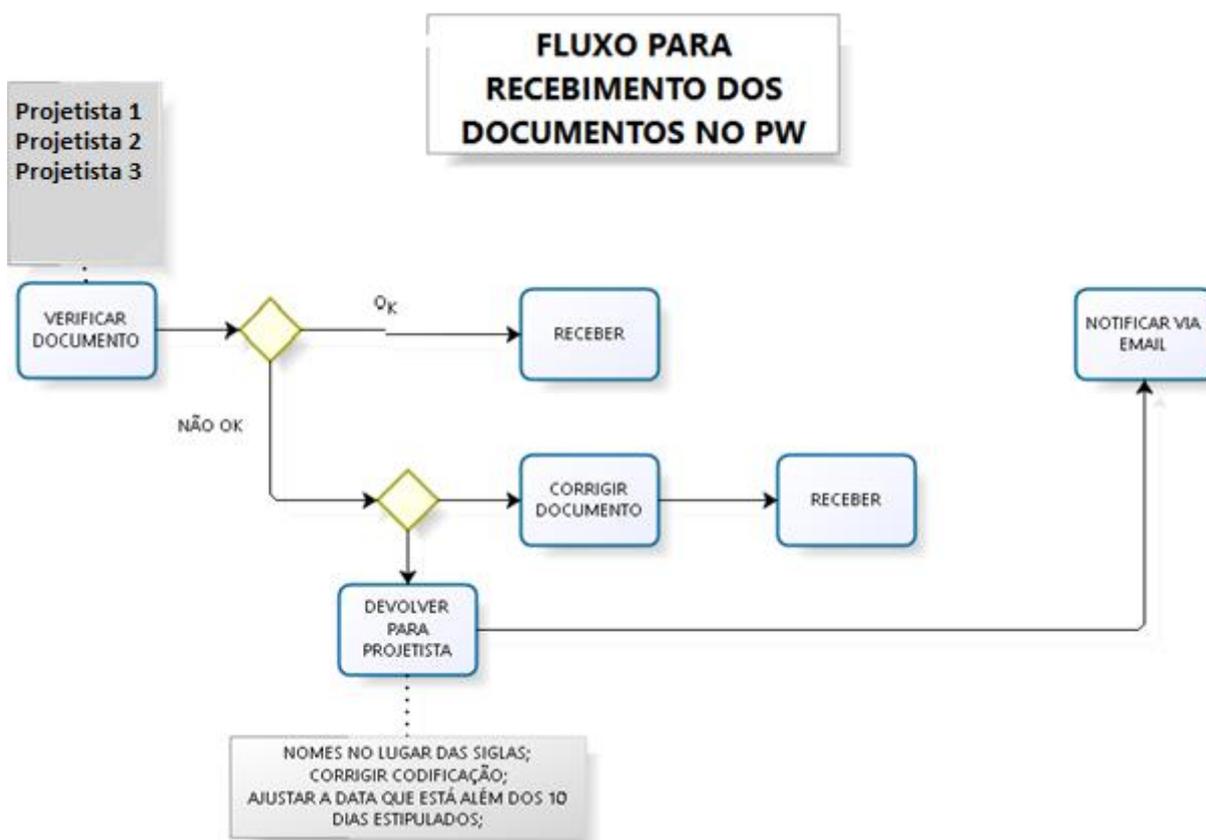
A ideia central dessa contramedida é responsabilizar e mostrar a cada setor, e principalmente ao de Engenharia de Projetos, quais eram as suas responsabilidades perante o empreendimento. A forma mais apropriada para se fazer isso foi definir um fluxo detalhado, através de um fluxograma, ilustrado no Apêndice C.

- **FILTRAR DOCUMENTOS QUE NÃO PODEM SER “RECEBIDOS” POR ERROS EM PADRÕES E CARIMBOS. CORRIJI-LOS OU DEVOLVE-LOS A PROJETISTA.**

Esta contramedida, apesar de simples, auxilia muito o trabalho dos analistas. O objetivo é que seja contratado um assistente técnico para verificar se, em cada documento emitido no PW, existem erros no carimbo ou nos padrões especificados. Caso exista, a assistente ira corrigi-los, informar a projetista e encaminha-los aos analistas. Desta forma, o trabalho dos analistas será reduzido significativamente às verificações técnicas e de viabilidade dos projetos. Não obstante, o assistente técnico também devolverá os projetos a projetista se ocorrerem os seguintes erros:

sigla no lugar de nomes do responsável técnico; codificação errada; 10 dias estipuladas entre o período de revisão e emissão, ultrapassados. Tais alterações somente a própria projetista está autorizada a fazer. A figura 28 ilustra o fluxo.

Figura 29 - Fluxo para recebimento dos documentos no PW



Fonte: (Autor, 2015)

- ELABORAÇÃO DE PADRÕES PARA VERIFICAÇÃO DOS DOCUMENTOS

Pode-se dizer que esta é a ação mais importante para melhorar a produtividade no setor de Engenharia de Projetos. Conforme dito nas causas raiz, cada analista tem uma forma de trabalhar de acordo com as experiências profissionais. Além disso, por se tratar de um consórcio, a diversificação das origens dos colaboradores torna-se ainda maior, intensificando a variabilidade das culturas de trabalho.

Portanto, a forma considerada mais eficaz para padronizar o trabalhado dos analistas e obter um ritmo de produção foi elaborar padrões “check-lists” com os itens necessários para se verificar, por disciplina, os projetos. Esses itens foram discutidos com os analistas e especialistas de cada disciplina até que se chegasse a uma quantidade mínima para que os padrões de qualidade do projeto fossem totalmente checados. Os padrões foram divididos em duas categorias de itens: os gerais (comuns a todos) e os técnicos (específicos por disciplina). Nos gerais seriam abordados aspectos de compatibilização entre projetos, número de revisão e etc. Além disso, foi criado um item específico para caracterizar o motivo da revisão: solicitação cliente, documento inconsistente, revisão da projetista e engenharia de valor (projeto pode ser otimizado em relação ao custo). Esse item, por sua vez, irá gerar uma estatística para classificar os motivos das revisões. Os itens técnicos continham as informações técnicas necessárias para se verificar cada projeto. No apêndice D consta todos os “check-lists”.

Para a verificação dos documentos pelos analistas e revisão pelas projetistas, teria que ser definido um prazo. O prazo proposto foram cinco dias úteis para a verificação do documento e cinco dias para revisão pela projetista. A gerência iria estudar e avaliar criteriosamente.

- AMPLIAR A UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA BIM PARA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

A ferramenta BIM estava sendo utilizada no empreendimento. No entanto, nem todos os analistas da equipe de Engenharia de Projetos tinham acesso. Devido a esse fato, muitos projetos, demandavam um bom tempo para serem compatibilizados pelos analistas ou as vezes, devido a grande demanda de projetos, não eram compatibilizados e iam para o campo com interferências drásticas. Logo, torna-se imperativo a utilização desta ferramenta para todos os projetos emitidos. O ideal seria que a projetista elaborasse os projetos utilizando a plataforma BIM, mas contratualmente o cliente não especificou e realizar uma modificação de escopo neste tema a esta altura do projeto, poderia causar mais retrabalhos. Portanto, aconselhou-se ao Gerente de Engenharia ampliar utilização desta ferramenta, para se obter resultados melhores de produtividade e qualidade. A figura 30 ilustra claramente uma interferência identificada ao se modelar na ferramenta BIM.

Figura 30 - Interferência identificada com a utilização da plataforma BIM



Fonte: (Synchro,2015)

- SOLICITAR A LIBERAÇÃO DOS PROJETOS PARA CONSTRUÇÃO PELO PODER PUBLICO/CONCEDENTE, EM TEMPO HÁBIL.

Por última, mas não menos importante, esta contramedida é essencial para evitar os retrabalhos dos analistas causados por constantes solicitações de modificação do projeto, pelo cliente. Após a aprovação do poder concedente, a probabilidade de haver alguma mudança reduz-se quase a zero. Outro ponto é a transferência da assistência técnica a obra para o setor de Engenharia Técnica. Enquanto o poder concedente não aprova os projetos, a responsabilidade de realizar o Relatório de Modificação de Campo (RMC) é do setor de Engenharia de Projetos, contratualmente. Ao mesmo tempo que estariam verificando os documentos emitidos, os analistas estavam apoiando a produção, reduzindo o tempo útil para realizar a verificação. Estima-se que 30% do tempo dos analistas estavam sendo gastos para realizar Solicitação de Alteração de Projeto (SAE) e Relatório de Modificação de Campo (RMC).

Contratualmente, o poder concedente tem 60 dias para verificar o projeto e aprovar. No entanto, mesmo este prazo sendo alto, estava sendo constantemente ultrapassado, devido a demanda de projetos que chegava. Portanto, como não está sob responsabilidade do consorcio interferir no processo, a solução foi realizar reuniões com a gerencia do contrato, explicando-se a situação para que os responsáveis solicitem ao poder público a redução do prazo, justificando a produtividade do setor e consequentemente impacto na entrega obra.

5.2.6 Plano de Ação

O objetivo do plano de ação é datar cada contramedida e responsabilizar uma pessoa ou um

Quadro 5 - Plano de ação para contramedidas setor. O quadro 5 explana o plano apresentado

CONTRAMEDIDA	COMO	QUANDO	PREVISTO IMPLANTAR
Elaboração de padrões para verificação	Reunião com os analistas e coordenadores para definição de itens comuns a serem verificados.	15/jan	21/jan
Definir fluxo dos processos	Reunião com os coordenadores e Gerente de Engenharia.	15/jan	21/jan
Garantir liberação dos projetos pelo poder concedente	Gerente de Engenharia e poder Concedente alinharem tratativas de otimização para liberações	até 10/fev	01/mar
Filtrar documentos que não forem recebidos por erros de padrão	Aux técnico que irá receber os documentos no PW, fará as devidas correções.	21/jan	23/jan
Ampliar a utilização do BIM para compatibilização de projetos	Gerente de Engenharia e Consultor de TI viabilizarem a modelagem das unidades/trechos que forem críticos.	até 10/fev	17/fev

Fonte: (Autor,2015)

5.2.7 Acompanhamento

O objetivo principal do acompanhamento é verificar se as contramedidas implantadas estão sendo praticadas e quantificar o aumento de produtividade. Se não estiver de acordo, propor novas soluções e continuar o processo. Por isso se diz que o acompanhamento nada mais é que realizar o ciclo PDCA (Planejar – Fazer – Verificar e Agir) e implantar melhorias de processo, conforme ilustrado na figura 31.

Figura 31 - Modelo PDCA



Fonte: (Autor, 2015)

Neste caso específico, como consequência de o insumo do setor de Engenharia de Projetos ser extremamente intelectual, estima-se que somente entre três a quatro meses os resultados começarão de fato aparecer. Isso porque existe um tempo de adaptação as novas culturas implantadas.

Será realizado também um dimensionamento de mão de obra, que irá projetar a quantidade de analistas necessários para a conclusão do projeto antes e após o aumento de produtividade

- **DIMENSIONAMENTO DE ANALISTAS.**

Primeiramente foram quantificadas, por trecho, a quantidade de projetos que necessitariam de verificação, tanto dos emitidos (passivo) quanto dos que ainda iriam ser emitidos. Considerando uma análise realista, foram sugeridos pelo Gerente que 25% desses documentos não seriam revisados e 20% dos documentos verificados, sofreriam alteração, o que resultaria em uma nova verificação. Seriam eles as listas de projeto, memoriais descritivos e etc. (documentos que tem não impacto significativo). Além disso, foram definidas duas premissas: a) não verificados documentos específicos de uma categoria, 30% de outra e 15% de uma terceira categoria e considerada um aumento de produtividade de 4 para 6 emissões/dia por analista, devido a otimização do processo. b) não seriam verificados os documentos específicos de uma categoria e haveria aumento de produtividade de 4 para 8 emissões/dia. As tabelas 3 e 4 ilustram estas opções

Tabela 3 - Dimensionamento de mão de obra para opção A

Complexo			
	Não analisados	Passivo	Em Elaboração
N° documentos	369	500	227
N° documentos Alteração		100	45
TOTAL	369		872

	PR - 6/dia	PR - 4/dia
Analistas (Atual)	2	2
Prazo (dias)	45	45
Necessidade	3	5

Trecho 1			
	Não analisados	Passivo	Em Elaboração
N° documentos	135	142	129
N° documentos Alteração		28	26
TOTAL			325

	PR - 6/dia	PR - 4/dia
Analistas (Atual)	1	1
Necessidade	2	3
Prazo (dias)	30	30

Trecho 2			
	Não analisados	Passivo	Em Elaboração
N° documentos	1571	480	3328
N° documentos Alteração		96	584
TOTAL			4488

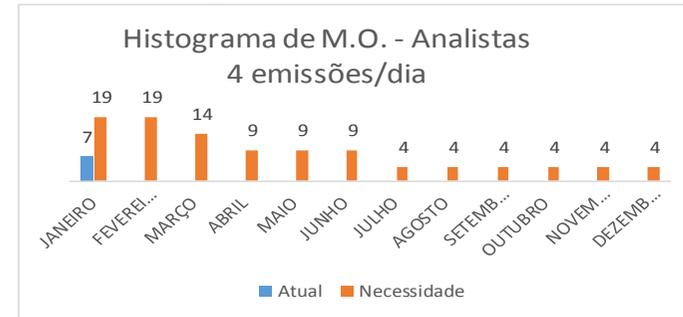
	PR - 6/dia	PR - 4/dia
Analistas (Atual)	4	4
Necessidade (Passivo)	2	2
Prazo (dias)	60	60
Necessidade (Em elaboração)	6	9
Prazo (dias)	109	109

Premissas:

Cerca de 25% de documentos não serão analisados

20% dos documentos sofrerão alteração

Nº de documentos / Pessoa.Dia



META

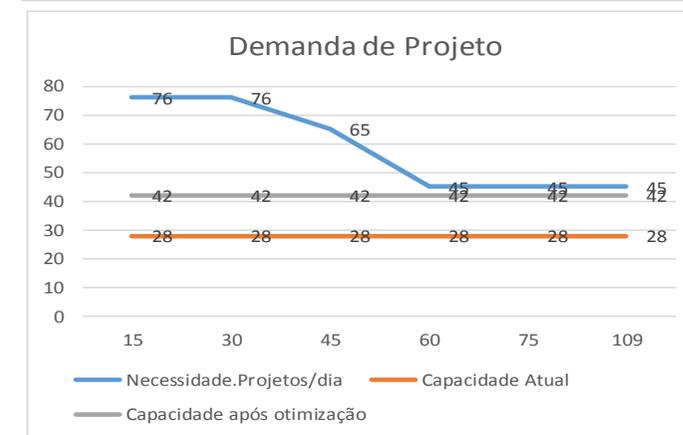
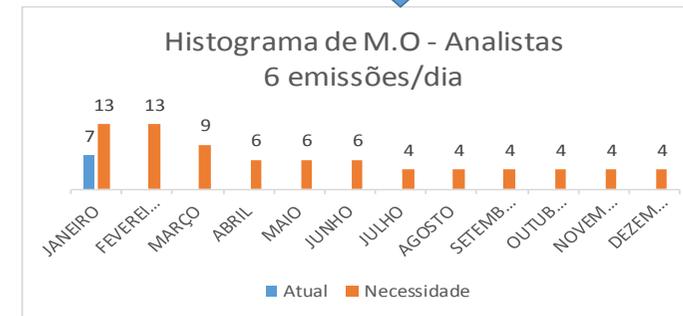


Tabela 4 - Dimensionamento de mão de obra para opção B

Complexo			
	Não analisados	Passivo	Em Elaboração
Nº documentos	369	508	248
Nº documentos Alteração		102	50
TOTAL	369		908

	PR - 8/dia	PR - 4/dia
Analistas (Atual)	2	2
Prazo (dias)	45	45
Necessidade	3	5

Trecho 1			
	Não analisados	Passivo	Em Elaboração
Nº documentos	135	157	129
Nº documentos Alteração		31	26
TOTAL			343

	PR - 8/dia	PR - 4/dia
Analistas (Atual)	1	1
Necessidade	1	3
Prazo (dias)	30	30

Trecho 2			
	Não analisados	Passivo	Em Elaboração
Nº documentos	1571	568	3764
Nº documentos Alteração		114	753
TOTAL			5199

	PR - 8/dia	PR - 4/dia
Analistas (Atual)	4	4
Necessidade (Passivo)	1	3
Prazo (dias)	60	60
Necessidade (Em elaboração)	5	10
Prazo (dias)	109	109

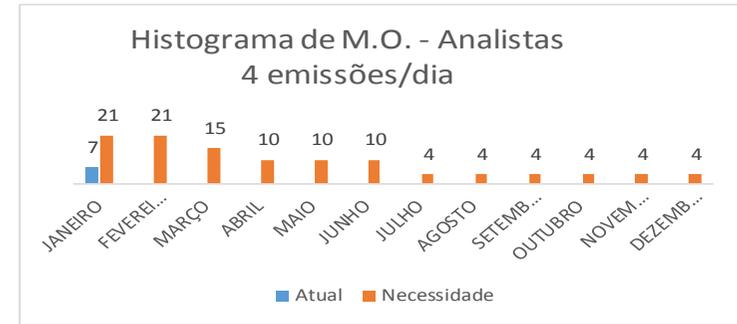
Fonte: (Autor,2015)

Premissas:

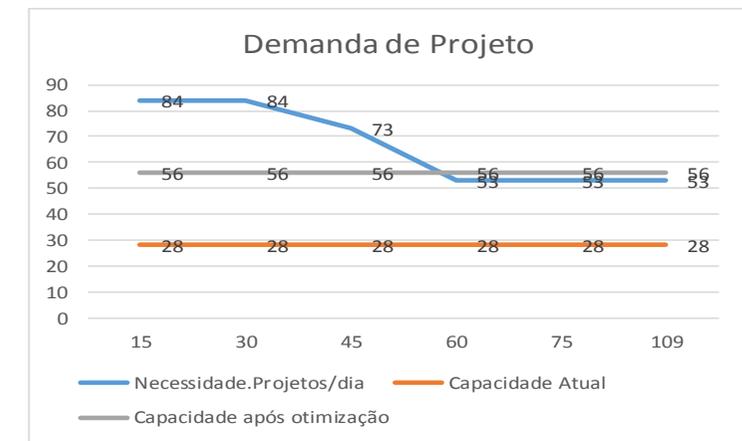
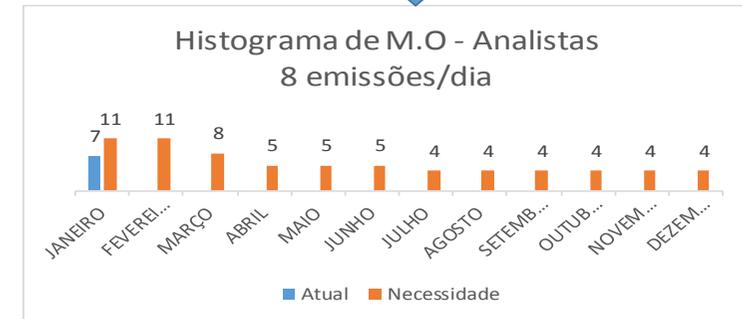
Cerca de 25% de documentos não serão analisados

20% dos documentos sofrerão alteração

Nº de documentos / Pessoa.Dia



META



Conforme explicitado anteriormente e como ilustrado na figura acima, a capacidade média de produção dos analistas é de 4 emissões/dia. Considerando-se esta produção, de imediato, seria necessário a contratação de 14 analistas, para que a demanda de projetos fosse atendida. Em ambas as tabelas acima, é representado duas condições prováveis para verificação dos projetos. Contudo, realizando-se uma previsão (modelo piloto), constatou-se que com as contramedidas implantadas, a produção diária pode subir de 50% a 100%, a depender da aderência dos analistas. Desta forma, foi feita essas duas previsões para se dimensionar a nova mão de obra.

Tomando o exemplo a opção A, com o processo otimizado em 50%, a produção atual passaria de 28 emissões/dia para 42 emissões/dia e a demanda de projeto seria de 76 emissões/dia. Logo, para que esta demanda seja atendida ainda seriam necessários a contratação de 6 analistas, cerca de 45% do que seria contratado anteriormente.

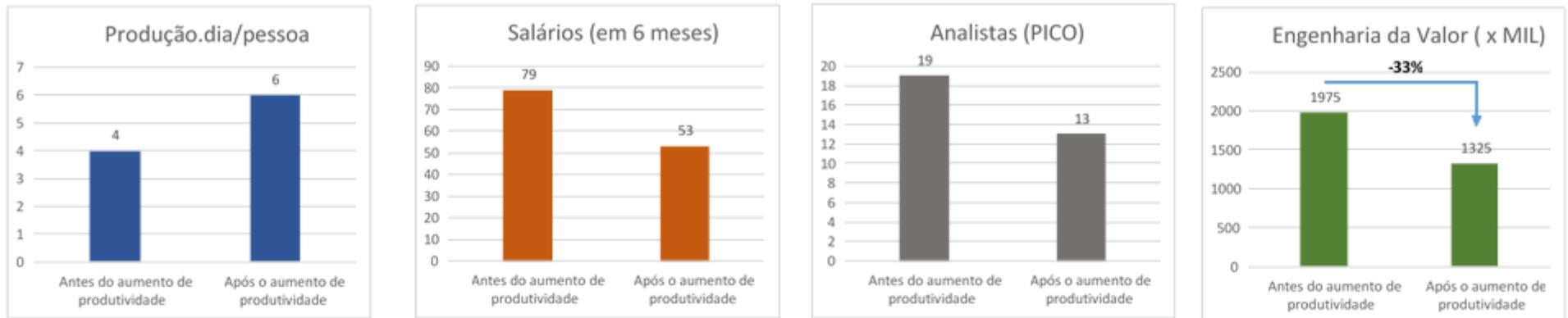
Já a opção B, com o processo otimizado em 100%, a produção passaria de 28 emissões/dia para 56 emissões/dia pelos analistas. Portanto, seria necessário a contratação de apenas 3 analistas, 20% da contratação inicial sem a otimização do processo. Na figura 32, tem-se o resultado do estudo para contratação de novos analistas.

Figura 32 - Engenharia de Valor – Análise dos resultados obtidos

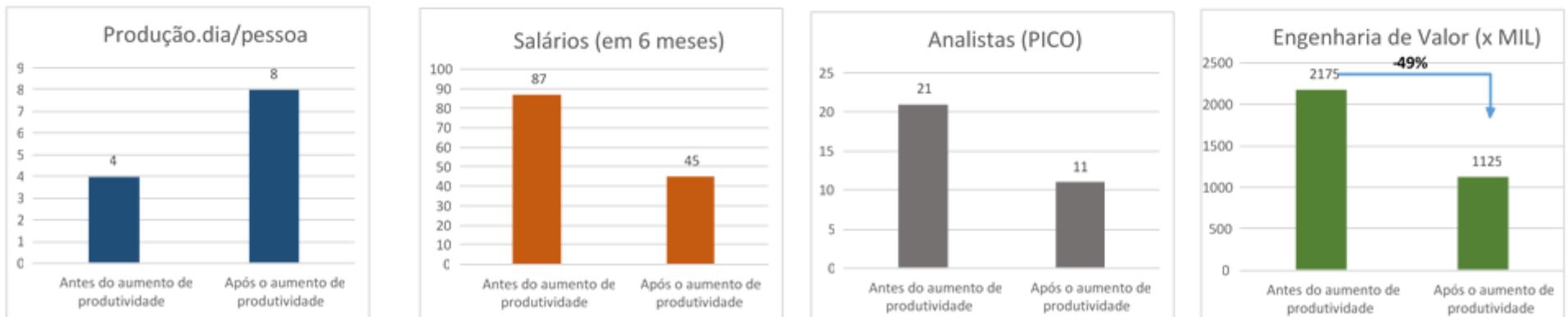
Presmissa:

Custo estimado do analista/mês (salários mais encargos) =R\$ 25.000,00

OPÇÃO **A**



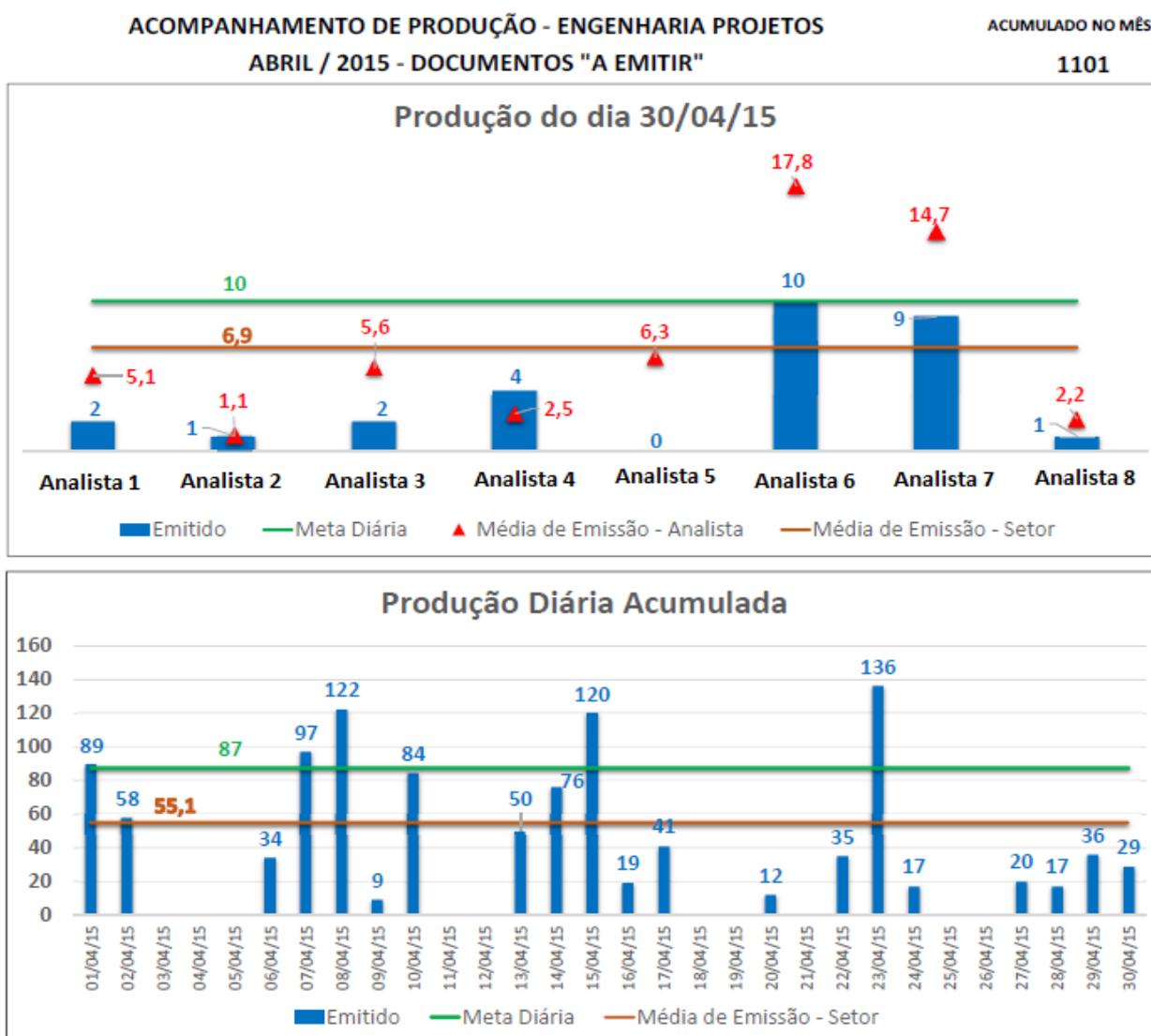
OPÇÃO **B**



Fonte: (Autor,2015)

Dois meses após a otimização do processo, voltou-se ao empreendimento para verificar o acompanhamento. Por contenções de despesas, contratou-se apenas dois analistas e um saiu da função. Logo, o quadro de analistas que eram 7, agora é preenchido por 8 colaboradores. Mesmo assim, conforme ilustrado na figura 33, a média de produção por analista superou as expectativas e aumentou cerca de 72%, saindo 4 para 6,9 emissões/dia. Por outro lado, observou-se que ainda havia uma variação no ritmo de trabalho, precisando ser corrigido

Figura 33 - Gerenciamento visual na Engenharia de Projetos



Fonte: (Autor,2015)

Percebe-se que a meta de emissão de projetos indicada no gerenciamento visual está conforme a meta inicial. Esta foi a medida tomada pelo Gerente de Engenharia, um fator de segurança, para que os analistas se nivelem por uma meta maior.

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos com o estudo de caso abordado se referem a aplicação da ferramenta A3 para otimizar o fluxo da Engenharia de Projetos. Tendo sido identificado como principais resultados de cada etapa da ferramenta a seguir:

➤ Contexto

O setor não estava sendo produtivo, por não entregar os documentos conforme necessidade da obra. Além disso, o cliente final solicitava a redução do prazo de entrega do empreendimento em mais de 1 ano, para que pudesse iniciar a operação. Assim, a obra precisava do apoio do setor de Engenharia de Projetos de modo que as emissões fossem mais frequentes e com menos revisões.

➤ Linha de Base

O objetivo da linha de base é sustentar a informação do Contexto. Em termos quantitativos, foram levantados os status dos projetos. Os dados levantados de emissão dos projetos demonstraram que 57% dos projetos emitidos pela projetista estavam sob posse dos próprios analistas de projeto – colaboradores responsáveis por verificar os projetos. O setor contava com 7 analistas que produziam 4 emissões/dia, totalizando 28. No entanto, a necessidade da obra era de 76 documentos/dia. Conclui-se, então, que a maior parte da ineficiência em entregar os projetos no campo era interna (Consórcio) e não externa (Projetista), apesar de que a projetista seria também considerada na análise das causas raiz. No aspecto qualitativo, foram feitas algumas entrevistas aos engenheiros de produção. Estes demonstraram um grande impacto do setor, nas atividades de campo. Segundo eles, o maior impacto é indefinição de escopo que inviabiliza o fluxo contínuo dos serviços.

➤ Objetivo

A partir do estado atual, definido no contexto e sustentado pela linha de base, definiu-se o objetivo desta otimização: garantir a liberação dos projetos de engenharia para o campo, dentro do custo, qualidade e prazo acordados.

➤ Causas Raiz

As causas raiz encontradas foram necessárias e suficientes para entender como o processo funciona e quais eram as suas principais falhas. Esta fase do pensamento A3, proporciona ao leitor identificar de fato aonde está o problema. Caso contrário, as contramedidas propostas

seriam apenas ações corretivas e momentâneas para melhorar o processo. O método 5 porquês, utilizado na busca das causas raiz, foi simples, preciso e eficaz. Conforme discutido no item 5.2, o tempo disponível dos analistas era insuficiente, portanto, para não impactar significativamente nos serviços, as conversas informais e a técnica foram imprescindíveis para concluir as principais causas. As causas foram: conceitual. Indefinição de escopo e constante mudança do cliente nos projetos; Fluxo dos processos não definido. Não estava especificado, claramente, a função das partes interessada do projeto; projetista. A projetista emitia documentos para faturar, mesmo que ainda não tivessem as especificações fornecidas; assistência Técnica à Obra (A.T.O). Os analistas interrompiam constantemente suas atividades para apoiar a produção.

➤ **Contramedidas**

Após estudos das causas raiz, definiu-se as ações para mitiga-las que foram: Definir fluxo do processo e atribuir responsabilidades; filtrar documentos que não podem ser “recebidos” por erros em padrões, carimbos. Corrigi-los ou devolver a projetista; Elaboração de padrões para verificação dos documentos; ampliar a utilização do BIM para compatibilizar os projetos; garantir a liberação dos documentos, pelo poder concedente, em tempo hábil. As contramedidas propostas foram implantadas e, gradativamente, viabilizaram um trabalho contínuo e com menos interrupções, para os analistas de projeto. Desta forma, eles tinham mais tempo para realizarem as verificações e, portanto, seriam mais produtivos.

➤ **Plano de ação**

O plano de ação foi proposto e acompanhado. Com exceção de uma ampliação satisfatória do uso do BIM, que demandava um investimento inicial significativo por parte do investidor, todos os outros planos foram atendidos.

➤ **Acompanhamento**

O objetivo definido para o acompanhamento foi realizar um controle semanal e diário das emissões dos projetos. Este acompanhamento ficara visível para que todos acompanhem o processo. Assim, o que não estiver conforme o proposto, pode ser facilmente identificado e corrigido qualquer parte interessada.

Pode-se dizer que o estudo de caso abordado neste trabalho atingiu seus objetivos e superou expectativas. O setor de Engenharia de Projetos aumentou em 72% a emissão de

projetos, enquanto que esperado seria 50%, seguindo-se os padrões de qualidade especificados e dentro dos custos previstos. Conclui-se, então, que a metodologia A3 para análise e otimização dos processos foi eficaz e implementou melhorias significativas no processo. Cabe agora, ao Gerente de Engenharia, manter a disciplina no acompanhamento e induzir aos colaboradores a terem o olhar crítico de observar o que precisa ser melhorado.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo deste trabalho foi avaliar a gestão do processo da Engenharia de Projetos em um empreendimento de grande porte. Para isso, foi realizado um estudo de caso utilizando-se uma ferramenta de análise e solução de problemas - neste caso, o Pensamento A3 do Sistema Toyota de Produção - para identificar as possíveis oportunidades de melhoria e otimizar os processos.

Os objetivos específicos que foram: entender os conceitos de gerenciamento e engenharia de projetos e identificar os manuais de boas práticas aplicados a engenharia de projetos, foram atingidos através da revisão bibliográfica, tendo sido apresentado no capítulo 2. Foram explanados os principais conceitos do Gerenciamento de Projetos e Engenharia de Projetos e a interdependência entre estes dois temas. Utilizado como um guia para o Gerenciamento de Projetos, no PMBOK extraiu-se as diretrizes para as melhores práticas que sugerem o sucesso na Engenharia de Projetos.

Estudar os modelos de produção aplicados a Engenharia de Projetos foi o objetivo alcançado no capítulo 3. Foram expostos os conceitos da Produção Enxuta e como o Novo Paradigma da Produção influencia no processo da Engenharia de Projetos. Os conceitos que integram o Projeto como conversão, fluxo e gerador de valor propiciam uma visão sistema ao modelo de produção da Engenharia de Projetos que, anteriormente, apenas era visto como um sistema de conversão. Além disso, no capítulo 3, também foi abordado o tema melhoria de processos. Foram definidas as principais metodologias de análise e soluções de problemas.

Avaliar a gestão do processo da Engenharia de Projetos em uma obra de grande porte e propor melhoria no processo com foco na qualidade, custo e prazo, através de uma ferramenta de análise e solução de problemas foi o objetivo atingido neste trabalho, após a utilização do Pensamento A3. Com esta ferramenta, pode-se inferir que, claramente, a condição atual do setor de Engenharia de Projetos não atendia as necessidades do empreendimento e, portanto, necessitava ser mais produtiva, mantendo o custo e a qualidade. Para isso, foram identificadas as causas raiz e em seguida definida as contramedidas para mitigar a situação a atual condição. Dois meses após a aplicação das contramedidas, pode-se perceber a diferença significativa na produtividade. Os processos estavam fluindo mais, as atividades padronizadas e os colaboradores

aderiram uma cultura de buscar sempre uma melhoria nos processos. No apêndice C, está o A3 propriamente dito.

O foco deste trabalho foi otimizar os processos da Engenharia de Projetos, considerando apenas o projeto do produto. No entanto, no desenvolvimento deste trabalho, percebeu-se a necessidade da definição de metodologias construtivas na fase de elaboração do projeto executivo para as obras. Portanto, como tema para futuros trabalhos, sugere-se a aplicação da Engenharia Simultânea na elaboração de projetos. Nesta aplicação, poderá ser discutida a integração do projeto da produção, que envolve as metodologias e os processos construtivos, e o projeto do produto. Pode-se também, a partir deste tema, estudar como se melhorar a produtividade no setor da Engenharia de Projetos e, principalmente, na execução da obra.

REFERÊNCIAS

- ABEMI (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA INDUSTRIAL). *Engenharia de Projetos: uma visão geral*, No Prelo
- AMINI, Y, SOLTANI, P., YOUNESIAN, A.H., & MORTAHEB, M.M.. *Impacts of engineering work quality on project success*. 26 IMPA World Congress, Crete, Greece, 2012
- BUENO, Júlio César Pinheiro. *Mercado de energia no brasil – desafios e oportunidades: Contratos EPC X Contratos de Aliança*, 2012. São Paulo
- CARR, Josehp J (2000) "*Requirements engineering and management: the key to designing quality complex systems*", The TQM Magazine, Vol. 12 Iss: 6, pp.400 – 407
- CHAGAS, Luiz Roberto Batista. *Engenharia da construção : Obras de Grande Porte* –São Paulo, 2008
- DENNIS, P. *Produção Lean Simplificada*/Pascas Dennis; tradução Rosalia Angelita Neumann Garcia – 2ed.-Porto Alegre: Bookman, 2008
- FABRÍCIO, M.M; MELHADO, S. B. *A importância do estabelecimento de parcerias construtora-projetistas para a qualidade na construção de edifícios*. VII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Florianópolis, 1998. Anais. Florianópolis, NPC/UFSC.
- FONTOURA, P. S. *Estudo de caso de utilização de “extranet” na gestão do processo de administração de contratos EPC (Engineering, Procurement and Construction) na modalidade Turnkey*. Dissertação de mestrado, Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2006
- FORMOSO, C. T. *Lean construction: Princípios básicos e exemplos*. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2002.
- GHINATO, P. (2000) - *Elementos fundamentais do Sistema Toyota de Produção*. In: *Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações*. Ed.: Almeida & Souza, Editora Universitária da UFPE, Recife.

GHOSH, M.; SOBEK, D. *Effective metaroutines for organizational problem solving*. Mechanical and Industrial Engineering Department, Bozeman, 2002. Disponível em http://www.coe.montana.edu/ie/faculty/sobek/IOC_Grant/papers.htm Acesso em 17 Maio. 2015

JOSLIN, R; MULLER. *Relationships between a project management methodology and project success in different project governance contexts*. Skema Business School, Lille Campus, 2015.

KERZNER, H. *Gestão de Projetos: As melhores práticas*, 2ª Edição. Bookman. 2004.

KOSKELA, L. (1992) - *Application of the New Production Philosophy to Construction*. Tech. Report No 72, CIFE, Stanford Univ., CA.

LEAN INSTITUTE BRASIL <http://www.lean.org.br/5-principios.aspx> Acesso em 18 de junho de 2015

MELHADO, S. B *Qualidade do projeto na construção de edifícios – Aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção*, Tese de doutorado Escola Politécnica, Universidade de

NEIL, N.E *Management of Engineering/Design Phase*, Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 117, No. 1, March 1991, pp. 163-175

NÓBREGA JÚNIOR, C. L.; MELHADO, S. B. *Coordenador de projetos de edificações: estudo e proposta para perfil, atividades e autonomia*. São Paulo: EPUSP, 2013. 26 p. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/579)

NUNES, *Isabela do Couto*. *Estudo de caso da gestão de contratos entre duas empresas do ramo da construção civil utilizando como referência para o estudo o Guia PMBOK*. 115 f. il. 2013. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

OGUNLANA, S. LIM, J. SAEED, K. *Desman: A dynamic model for managing civil engineering design projects*, 1998

PERALTA, A. *Um Modelo do Processo de Projetos de Edificações, baseado na Engenharia Simultânea, em Empresas construtoras e incorporadoras de pequeno porte*, Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2002.

PMI Standards Committe. *Um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos (GUIA PMBOK®)*, Terceira Edição. Pennsylvania.2004.

PMI Standards Committe. *Um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos (GUIA PMBOK®)*, Quinta Edição. Pennsylvania.2013.

RAMOS, Renato. *Gerenciamento de Projetos: Ênfase na indústria da construção* - Rio de Janeiro: Interciência , 2006.

SAMPAIO, R.S (201_). *Porque as empresas de Engenharia e Epcistas não se entendem?*

SENA, Thiago Silva de. *A aplicação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos*. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

SHOOK, J. *Gerenciando para o aprendizado: usando o processo de gestão A3 para resolver problemas, promover alinhamento, orientar e liderar*. São Paulo, Lean Institute Brasil, 2008.

SIQUEIRA, Rodrigo George Piubello. *Planejamento de ecopo de projetos: O caso de uma consultoria*. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Unversidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2007.

SOBEK II, DURWARD K.; SMALLEY, ART. *Entendendo o pensamento A3: um componente crítico do PDCA da Toyota*. Porto Alegre, Bookman, 2010

SOBEK, D. K.; JIMMERSON, C. *A3 Reports: tool for process improvement*. Proceedings of the Industrial Engineering Research Conference, Houston, 2004. Disponível em: http://www.coe.montana.edu/ie/faculty/sobek/IOC_Grant/papers.htm Acesso em 16 Maio.de 2015

STEINBOK. *Excelência operacional nas obras. Mapeamento do Fluxo de Projetos*. Salvador,2014

SYNCHRO, *4D Scheduling and Construction Project Management Software*,2015.

TERNER, G.L.K. *Avaliação da aplicação dos métodos de análise e solução de problemas em uma empresa metal-mecânica..* Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008

THE STANDISH GROUP. *Chaos Report*, 1995. <http://www.projectsart.co.uk/docs/chaos-report.pdf> Acesso em 18 de Junho de 2015

TZORTZOPOULUS, P. *Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte*. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

VARGAS, R. *Gerenciamento de Projetos: Estabelecendo diferenciais competitivos*. 6 ed. Rio de Janeiro, Brasport, 2005.

WOMACK, James P., JONES, Daniel T. & ROOS, Daniel. *A máquina que mudou o mundo*. 10. ed. Rio de Janeiro, Ed. Campus, 2004.

APÊNDICE A
A3 – OTIMIZAÇÃO DO FLUXO DE PROJETOS

OTIMIZAÇÃO DO FLUXO DE PROJETOS

1. CONTEXTO / HISTÓRICO

A entrega de projetos aprovados no campo é caminho crítico para construção, principalmente com a antecipação da data de entrega da obra pelo cliente de Abril de 2017 para Outubro de 2016. Portanto, surge-se a necessidade de rever alguns critérios para que os prazos sejam atendidos.

2. LINHA DE BASE

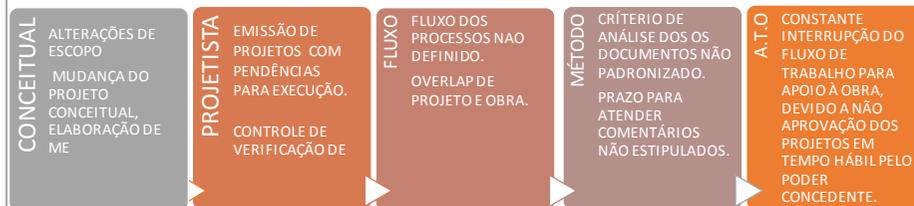
EMITENTE / STATUS	EM VERIFICAÇÃO	COM COMENTÁRIOS	ANULADO	A EMITIR	EMITIDO	TOTAL
Projetista 1	17	30	1	35	169	252
Projetista 2	129	47	0	7	135	318
Projetista 3	379	62	3	13	180	637
Projetista 4	1.306	194	0	185	341	2.026
TOTAL	1.831	333	4	240	825	3.233
	57%	10%	0%	7%	26%	

EMITENTE / STATUS	EM VERIFICAÇÃO	COM COMENTÁRIOS	ANULADO	A EMITIR	EMITIDO	TOTAL
Geral (Trecho 1 e 2)	10	0	0	0	1	11
Trecho 1	1.046	167	3	57	601	1.874
Trecho 2	775	166	1	183	223	1.348
TOTAL	1.831	333	4	240	825	3.233
	57%	10%	0%	33%	26%	

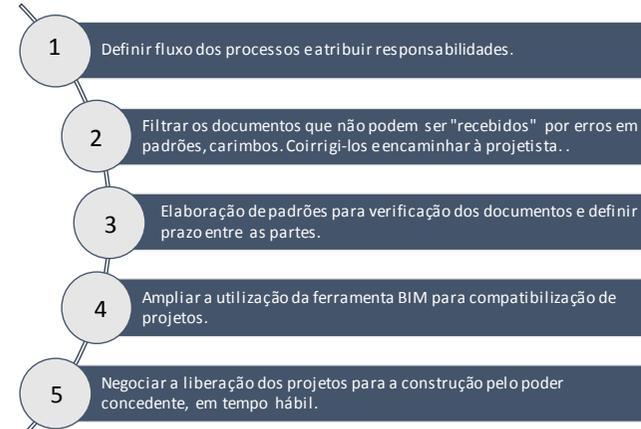
3. OBJETIVO

Garantir a emissão dos documentos com qualidade, dentro prazo, e um CR/CO (Real/Orçado) menor 1

4. CAUSAS RAIZ



5. CONTRAMEDIDAS



6. PLANO

CONTRAMEDIDA	COMO	QUANDO	PREVISTO IMPLANTAR
Elaboração de padrões para verificação	Reunião com os analistas e coordenadores para definição de itens comuns a serem verificados.	15/jan	21/jan
Definir fluxo dos processos	Reunião com os coordenadores e Gerente de Engenharia.	15/jan	21/jan
Garantir liberação dos projetos pelo poder concedente	Gerente de Engenharia e poder Concedente alinharem tratativas de otimização para liberações	até 10/fev	01/mar
Filtrar documentos que não forem recebidos por erros de padrão	Aux técnico que irá receber os documentos no PW, fará as devidas correções.	21/jan	23/jan
Ampliar a utilização do BIM para compatibilização de projetos	Gerente de Engenharia e Consultor de TI viabilizarem a modelagem das unidades/trechos que forem críticos.	até 10/fev	17/fev

7. ACOMPANHAMENTO



APÊNDICE B
ENTREVISTA AOS ENGENHEIROS DE PRODUÇÃO

ENTREVISTA 1

CARGO: Engenheiro Civil

DATA DA ENTREVISTA: 01/06/2015

1. Qual o impacto o setor de Engenharia de Projetos exerce na sua obra em relação ao prazo, custo e qualidade dos serviços?

O setor de Engenharia é o ponto de partida para todas as atividades da obra. Um projeto entregue dentro do cronograma estabelecido nos dá tempo para fazer um planejamento adequado das atividades. No entanto, um atraso nas entregas dos projetos pode influenciar muito na data de início do serviço e a forma como ele será executado. Devido à necessidade do cliente, para tentarmos minimizar o atraso da data de entrega da atividade, por muitas vezes realizamos compra com fornecedores que possuem o menor prazo de entrega (não necessariamente o menor preço), injetamos mais recursos para agilizar a execução (com isto temos uma redução da produtividade) e a qualidade do serviço acaba ficando em segundo plano, pois a intenção é liberar o produto final para o cliente iniciar a operação e posteriormente corrigir as falhas da execução, gerando, também, retrabalhos desnecessários.

2. Quantitativamente, qual seria a porcentagem deste impacto no atraso dos serviços da obra como um todo?

30%

ENTREVISTA 2

CARGO: Engenheiro Civil

DATA DA ENTREVISTA: 03/06/2015

1. Qual o impacto o setor de Engenharia de Projetos exerce na sua obra em relação ao prazo, custo e qualidade dos serviços?

O impacto do Projeto nestes três aspectos é muito significativo, pois o projeto define a solução inicial de engenharia a partir da qual a Produção irá buscar a melhor metodologia executiva.

Essa solução inicial impõe limites em relação aos possíveis ganhos de custo e prazo que a execução pode trazer, de forma que o resultado global depende muito mais da solução inicial do que de sua execução.

Em contrapartida, qualquer projeto extremamente mal executado deve ter impactos negativos graves no custo e no prazo.

Qualidade é um termo amplo, mas acredito que a qualidade da solução em si depende extremamente da sua concepção, que se dá no projeto, enquanto que a 'qualidade física' da estrutura concebida é mais diretamente relacionada com a qualificação e com o treinamento da mão de obra da execução, e com a qualidade dos insumos.

2. Quantitativamente, qual seria a percentagem deste impacto no atraso dos serviços da obra como um todo?

50%

APÊNDICE C
FLUXO DO PROCESSO DA ENGENHARIA DE PROJETOS

APÊNDICE D
PADRÕES DE VERIFICAÇÃO

		CHECK-LIST DE VERIFICAÇÃO CIVIL - ARQUITETURA			REVISÃO: 0
FRM-001		CÓPIA CONTROLADA			Data: 12/01/2015
ELABORAÇÃO: Thomaz Costa		APROVAÇÃO: Gerente de Engenharia			
LINHA/TRECHO:				DATA:	
Nº DO DOC:					
ANALISTA:				ASS:	
PADRONIZAÇÃO					
ITEM	DESCRIÇÃO GERAL	SIM	NÃO	NA	OBSERVAÇÕES
10	MOTIVO DA REVISÃO				
11	ESTÁ REVISÃO É MAIS ATUAL?				
12	OS COMENTÁRIOS FEITOS NOS DOCUMENTO IMPACTAM NOS DOCUMENTOS DE OUTRAS DISCIPLINAS?				
13	ESTAS DISCIPLINAS FORAM INFORMADAS?				
ITEM	DESCRIÇÃO TÉCNICA	SIM	NÃO	NA	OBSERVAÇÕES
10	MEDIDAS, DIMENSÕES, COORDENADAS E ELEVAÇÕES (SISTEMAS ADOTADOS)				
15	ABREVIATURA, SIMBOLOGIAS E NOTAS GERAIS				
16	TÍTULOS				
17	NORMAS TÉCNICAS 9077/9050				
18	CORTES / VISTAS (Numeração e compatibilização com a planta)				
19	DETALHES				
10	DESENHO DE CONTINUIDADE				
12	NUMERAÇÃO DE EIXOS				
13	PRESENÇA INDICAÇÃO DE CAIXILHOS				
14	PRESENÇA INDICAÇÃO DE ACABAMENTOS				
17	CONSISTÊNCIA COM MEMORIAL DESCRITIVO				
18	LEGIBILIDADE				
19	PRESENÇA PLANILHA DE QUANTITATIVOS				
120	PRESENÇA DE LEGENDA				
121	PRESENÇA PLANTA CHAVE				
122	SETA NORTE				
123	PRESENÇA DE DOC DE REFERENCIA				
124	AMEBA E INDICAÇÃO DE REVISÃO				

		CHECK-LIST DE VERIFICAÇÃO CIVIL - FORMA			REVISÃO: 0
FRM-001		CÓPIA CONTROLADA			Data: 12/01/2015
ELABORAÇÃO: Thomaz Costa		APROVAÇÃO: Gerente de Engenharia			
PROJETO:				DATA:	
Nº DO DOC:					
VERIFICADOR:				ASS:	
PADRONIZAÇÃO					
ITEM	DESCRIÇÃO GERAL	SIM	NÃO	NA	OBSERVAÇÕES
10	MOTIVO DA REVISÃO				
11	ESTÁ REVISÃO É MAIS ATUAL?				
12	OS COMENTÁRIOS FEITOS NOS DOCUMENTO IMPACTAM NOS DOCUMENTOS DE OUTRAS DISCIPLINAS?				
13	ESTAS DISCIPLINAS FORAM INFORMADAS?				
ITEM	DESCRIÇÃO TÉCNICA	SIM	NÃO	NA	OBSERVAÇÕES
10	MEDIDAS, DIMENSÕES, COORDENADAS E ELEVAÇÕES (SISTEMAS ADOTADOS)				
11	COMPATIBILIZAÇÃO C/ ARQUITETURA (SIMPLIFICADA)				
12	FIDELIDADE À MEMÓRIA DE CÁLCULO				
13	INTERFACES COM OUTRAS ESTRUTURA (SIMPLIFICADA)				
14	INTERFACES COM UNDERGROUND (SIMPLIFICADA)				
15	ABREVIATURA, SIMBOLOGIAS E NOTAS GERAIS				
17	CORTES				
18	DETALHES				
19	DESENHO DE CONTINUIDADE				
110	ESCALAS DAS FIGURAS				
111	NUMERAÇÃO DE EIXOS				
112	NUMERAÇÃO DAS ESTRUTURAS				
113	TÍTULO DO CORTE COMPATÍVEL C/ A PLANTA				
114	LISTA DE MATERIAL (ESPEC/QUANT/PESOS/ESPECIFICAÇÃO)				
117	PRESENÇA DE QUANTIDADES				
118	PLANTA CHAVE				
119	PRESENÇA DE SETA NORTE				
120	PRESENÇA DE DOC DE REFERÊNCIA				
121	PRESENÇA DE LEGENDA				
122	AMARRAÇÃO ENTRE DOCUMENTOS				
123	INDICAÇÃO DE DESENHO CORTES E VICE-VERSA				
124	CHUMBADORES E INSERTES METÁLICOS (LOCAÇÃO/PROJEÇÃO/TIPO)				
125	OBS: GEOTECNICAS (TROCA DE SOLO / TENSÃO ADMISSIVEL)				
127	MEDIDAS, DIMENSÕES DA ARMADURA EM COMPATIBILIZAÇÃO COM FORMA.				
128	LISTA DE FERROS				
129	LEGIBILIDADE DO DETALHAMENTO				
130	NUMERAÇÃO DOS FERROS				
131	DETALHE DE DOBRAMENTO (RAIO DE CURVATURA)				
132	TIPO DE AÇO				
133	SETA NORTE				
134	AMEBA E INDICAÇÃO DE REVISÃO				

		CHECK-LIST DE VERIFICAÇÃO CIVIL - ARMAÇÃO			REVISÃO: 0
FRM-001		CÓPIA CONTROLADA			Data: 12/01/2015
ELABORAÇÃO: Thomaz Costa		APROVAÇÃO: Gerente de Engenharia			
LINHA/TRECHO:				DATA:	
Nº DO DOC:					
ANALISTA:				ASS:	
PADRONIZAÇÃO					
ITEM	DESCRIÇÃO GERAL	SIM	NÃO	NA	OBSERVAÇÕES
10	MOTIVO DA REVISÃO				
11	ESTÁ REVISÃO É MAIS ATUAL?				
12	OS COMENTÁRIOS FEITOS NOS DOCUMENTO IMPACTAM NOS DOCUMENTOS DE OUTRAS DISCIPLINAS?				
13	ESTAS DISCIPLINAS FORAM INFORMADAS?				
ITEM	DESCRIÇÃO TÉCNICA	SIM	NÃO	NA	OBSERVAÇÕES
10	MEDIDAS, DIMENSÕES DA ARMADURA EM COMPATIBILIZAÇÃO COM FORMA.				
11	SETA NORTE				
12	CORTES				
13	DETALHES				
14	DESENHO DE CONTINUIDADE				
15	PRESENÇA DE DOC DE REFERÊNCIA				
16	ABREVIATURA, SIMBOLOGIAS E NOTAS GERAIS				
17	PRESENÇA DE LEGENDA				
18	AMARRAÇÃO ENTRE DOCUMENTOS				
19	LISTA DE FERROS				
10	LEGIBILIDADE DO DETALHAMENTO				
11	NUMERAÇÃO DOS FERROS				
12	DETALHE DE DOBRAMENTO (RAIO DE CURVATURA)				
13	TIPO DE AÇO				

		CHECK-LIST DE VERIFICAÇÃO CIVIL - DRENAGEM			REVISÃO: 0
FRM-001		CÓPIA CONTROLADA			Data: 12/01/2015
ELABORAÇÃO: Thomaz Costa		APROVAÇÃO: Gerente de Engenharia			
LINHA/TRECHO:				DATA:	
Nº DO DOC:					
ANALISTA:				ASS:	
PADRONIZAÇÃO					
ITEM	DESCRIÇÃO GERAL	SIM	NÃO	NA	OBSERVAÇÕES
10	MOTIVO DA REVISÃO				
11	ESTÁ REVISÃO É MAIS ATUAL?				
12	OS COMENTÁRIOS FEITOS NOS DOCUMENTO IMPACTAM NOS DOCUMENTOS DE OUTRAS DISCIPLINAS?				
13	ESTAS DISCIPLINAS FORAM INFORMADAS?				
ITEM	DESCRIÇÃO TÉCNICA	SIM	NÃO	NA	OBSERVAÇÕES
10	MEDIDAS, DIMENSÕES, COORDENADAS E ELEVAÇÕES (SISTEMAS ADOTADOS)				
11	ABREVIATURA, SIMBOLOGIAS E NOTAS GERAIS				
12	TÍTULOS				
13	NORMAS TÉCNICAS (N-0038)				
14	CORTES (NUMERAÇÃO E COMPATIBILIZAÇÃO COM A PLANTA)				
15	DETALHES				
16	DESENHO DE CONTINUIDADE				
18	PRESENÇA LISTA DE MATERIAIS				
19	ELEVAÇÃO DE FUNDO, DE INÍCIO E DE FINAL DE CADA TRECHO				
110	ELEVAÇÕES DO TERRENO E DE PISOS				
111	DECLIVIDADES DE CADA TRECHO				
112	SENTIDO DE FLUXO				
113	TIPOS DE CAIXA E SUAS ELEVAÇÕES DE FUNDO E DE TOPO				
114	IDENTIFICAÇÃO DOS TRECHOS, DE ACORDO COM A MEMÓRIA DE CÁLCULO				
118	ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS				
119	IDENTIFICAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM (PLUVIAL LIMPO, CONTAMINADO, OLEOSO, CÁUSTICO OU ÁCIDO, "PUMP-OUT")				
120	MALHA DE COORDENADAS (NORTE, ESTE OU CASOS ESPECIAIS), SISTEMA ADOTADO				
121	COORDENADAS DAS CAIXAS E CONDUTOS				
122	INTERFERÊNCIAS COM REDES SUBTERRÂNEAS, FUNDAÇÕES E OUTRAS				
124	QUADRO DE DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DOS DIVERSOS SISTEMAS DE DRENAGEM, EM CANALETAS RETANGULARES OU TUBULAÇÕES				
125	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA (ARRANJO GERAL DA ÁREA A SER ESGOTADA, PROJETO DE TERRAPLENAGEM, MEMÓRIA DE CÁLCULO, PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO)				
126	PRESENÇA DE LEGENDA				
127	PRESENÇA SETA NORTE				
128	PLANTA CHAVE				
129	AMEBA E INDICAÇÃO DE REVISÃO				
130					
131					

		CHECK-LIST DE VERIFICAÇÃO CIVIL - LISTA DE MATERIAIS			REVISÃO: 0
FRM-001		CÓPIA CONTROLADA			Data: 12/01/2015
ELABORAÇÃO: Thomaz Costa		APROVAÇÃO: Gerente de Engenharia			
LINHA/TRECHO:				DATA:	
Nº DO DOC:					
ANALISTA:				ASS:	
PADRONIZAÇÃO					
ITEM	DESCRIÇÃO GERAL	SIM	NÃO	NA	OBSERVAÇÕES
10	MOTIVO DA REVISÃO				
11	ESTÁ REVISÃO É MAIS ATUAL?				
12	OS COMENTÁRIOS FEITOS NOS DOCUMENTO IMPACTAM NOS DOCUMENTOS DE OUTRAS DISCIPLINAS?				
13	ESTAS DISCIPLINAS FORAM INFORMADAS?				
ITEM	DESCRIÇÃO TÉCNICA	SIM	NÃO	NA	OBSERVAÇÕES
10	DISPOSIÇÕES GERAIS				
11	CONSISTÊNCIA DA E.T COM AS PREMISSAS				

		CHECK-LIST DE VERIFICAÇÃO CIVIL - METÁLICA			REVISÃO: 0
FRM-001		CÓPIA CONTROLADA			Data: 12/01/2015
ELABORAÇÃO: Thomaz Costa		APROVAÇÃO: Gerente de Engenharia			
LINHA/TRECHO:				DATA:	
Nº DO DOC:					
ANALISTA:				ASS:	
PADRONIZAÇÃO					
ITEM	DESCRIÇÃO TÉCNICA	SIM	NÃO	NA	OBSERVAÇÕES
10	MOTIVO DA REVISÃO				
11	ESTÁ REVISÃO É MAIS ATUAL?				
12	OS COMENTÁRIOS FEITOS NOS DOCUMENTO IMPACTAM NOS DOCUMENTOS DE OUTRAS DISCIPLINAS?				
13	ESTAS DISCIPLINAS FORAM INFORMADAS?				
ITEM	DESCRIÇÃO GERAL	SIM	NÃO	NA	OBSERVAÇÕES
10	MEDIDAS, DIMENSÕES, COORDENADAS E ELEVAÇÕES (SISTEMAS ADOTADOS)				
11	COMPATIBILIZAÇÃO COM ARQUITETUR. (SIMPLIFICADA)				
12	FIDELIDADE A MEMÓRIA DE CÁLCULO				
13	INTERFACES COM OUTRAS ESTRUTURAS (SIMPLIFICADA)				
14	ABREVIATURA, SIMBOLOGIAS E NOTAS GERAIS				
16	CORTES				
17	DETALHES				
18	DESENHO DE CONTINUIDADE				
110	NUMERAÇÃO DE EIXOS				
111	NUMERAÇÃO DAS ESTRUTURAS				
112	TÍTULO DO CORTE COMPATÍVEL COM A PLANTA				
118	TIPO DE AÇO				
119	PLANTA CHAVE				
120	PRESENÇA DE SETA NORTE				
121	PRESENÇA DE DOC DE REFERÊNCIA				
122	LEGENDA				
123	AMARRAÇÃO ENTRE DOCUMENTOS				
124	INDICAÇÃO DE DESENHO CORTES E VICE-VERSA				
125	CHUMBADORES E INSERTES METÁLICOS (LOCAÇÃO/PROJEÇÃO/TIPO)				
126	INDICAÇÃO DE DETALHES DE LIGAÇÃO				
127	AMEBA E INDICAÇÃO DE REVISÃO				