# **1 INTRODUÇÃO**

É notória a transformação que o setor construtivo vem sofrendo nos últimos anos. Houve um aumento na demanda de novas habitações e infraestrutura proveniente das políticas de expansão de crédito e programas de financiamento habitacional. Esse aumento na demanda alavancou o desenvolvimento de toda a indústria de construção civil, sendo necessário o uso de novas tecnologias, materiais alternativos e equipamentos, repercutindo diretamente nos processos de construção, gerando mudanças nos aspectos tecnológicos, culturais, mercadológicos e consequentemente na idealização dos projetos.

Para acompanhar essas mudanças, os projetos construtivos devem apresentar cada vez mais elementos inovadores que se adequem às necessidades atuais, satisfazendo as expectativas de todos os envolvidos, sejam construtores, incorporadores ou consumidores, mantendo o seu foco não apenas na qualidade, mas na produtividade, eficiência e eficácia.

Todavia, para tornar o processo de construção mais eficaz e entregar as obras com maior rapidez, tem-se a problemática dos profissionais ignorarem a importância que a fase de gerenciamento e planejamento da obra possui. Nesta etapa é possível prever os gastos, evitando desperdícios e principalmente erros no momento da execução. Além de ajustar o projeto à demanda do cliente, pois, perguntar o que o cliente deseja não é o bastante, pois na maioria das vezes os mesmos dão respostas inconclusivas, supervalorizadas, conflitantes e ambiciosas, é preciso portanto, compreender de fato suas necessidades e pretensões, chegando a ser necessário negociar as diversas demandas a fim de obter opções exequíveis, que satisfaçam os desejos do cliente e competitivas no mercado ao mesmo tempo (FABRÍCIO, 2002).

Quando a fase de gerenciamento não é valorizada como deveria, os projetos entregues apresentam inúmeros erros e lacunas, o que causa a ineficiência das atividades de execução, assim como prejuízos que são comprovados a partir do grande número de problemas que os edifícios apresentam quando são finalizados e aprovados para serem utilizados.

Faz-se necessária a conscientização de que um projeto construtivo possui autossuficiência e as informações pertinentes para a criação de planejamentos e programações eficientes, controle de gastos, materiais, tempo de execução, mão de obra, haja visto que, quando o projeto é desenvolvido em um ambiente multidisciplinar, onde os diversos profissionais cooperam e se envolvem na concepção do edifício, tudo tende a sair como planejado, retificando possíveis problemas e erros em geral, posto que a construção de qualquer obra depende de uma série de projetos que se completam, como por exemplo, projeto estrutural, instalações hidrossanitárias, elétricas, projeto arquitetônico, entre outros (CALLEGARI, 2007).

Partindo desta premissa, a compatibilização de projetos entra nesse contexto como ferramenta fundamental para o desenvolvimento de projetos, identificando e podendo eliminar problemas ainda na fase de concepção, diminuindo retrabalhos, custos adicionais e prazos de entrega, aumentando a qualidade da obra e sua competitividade diante do mercado.

Deste modo, objetivou-se com o presente estudo analisar e demonstrar os benefícios da compatibilização da série de projetos dos quais uma obra necessita, bem como, os métodos e ferramentas utilizadas nos modelos padrões do processo projetual que possam detectar falhas ainda na fase de planejamento, para que sejam feitas as modificações necessárias, mitigando erros e dificuldades de executar a obra.

Quanto à classificação trata-se de uma pesquisa bibliográfica no que diz respeito aos procedimentos técnicos, podendo ser classificada quanto à natureza dos dados, do tipo descritiva e explicativa em relação ao nível de pesquisa e aos objetivos do estudo. Foram realizados estudos através de um levantamento bibliográfico com base em livros, artigos, periódicos e teses que possuem referências sobre a compatibilização de projetos, metodologia BIM e Guia PMBOK.

A importância desse trabalho dá-se devido à grande falta de comunicação entre o projeto e a execução nos vários setores envolvidos no processo construtivo, fazendo-se imprescindível estudos e aprimoramentos de metodologias que unifiquem a compatibilização desses processos, diminuindo custos, otimizando tarefas, profissionalizando a execução, integrando a equipe e atendendo cada vez mais às condições de segurança do trabalho, visto que assim, como em todos os setores, o gerenciamento e planejamento correto têm fundamental importância na qualidade final de um produto, além de estar vinculado diretamente à sustentabilidade do mesmo e de seus processos.

# **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

## **2.1 Conceituação de projeto**

Segundo a norma ABNT ISO 21500:2012, projeto é “um conjunto único de processos que consiste em atividade coordenadas e controladas, com datas de início e fim, empreendidas para alcançar um objetivo”.

A palavra projeto tem derivação do latim *“projetum”*, que significa “antes de uma ação”, deste modo, um projeto pode ser caracterizado como uma ação que antecede um determinado empreendimento, considera-se também como projeto, pesquisa, ou desenho sistemático e planejado para atingir uma meta/objetivo. Ou seja, trata-se de um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo, sendo qualquer procedimento que tenha uma previsão de início e fim de execução, em sua composição visando alcançar um objetivo em comum (ASBEA, 1992).

No setor de construção civil, um projeto representa um conjunto de informações, desenhos, especificações, entre outros, que auxiliam na implantação de um empreendimento. É notório, que no setor construtivo há cada vez mais a necessidade de aperfeiçoamento do processo de criação e execução de projetos de forma generalizada das obras, no sentido de otimizar e principalmente com o objetivo de agregação de valores no produto final, aumentando sua competitividade perante ao mercado. Sendo assim, o projeto tem que ser visto como um processo que possui etapas de idealização, simulação e implantação, transformando ideias no papel em algo real e tangível ( MIKALDO JÚNIOR; SCHEER, 2008).

### 2.1.1 O escopo do projeto

Caracteriza-se como escopo do projeto o entendimento dos objetivos do mesmo, quais serão os resultados esperados e a descrição resumida do trabalho que deverá ser realizado para o que produto seja entregue no prazo previsto. O escopo é elaborado na fase inicial do projeto e discriminado na etapa de planejamento que encontra-se no ciclo inicial do projeto, onde descreve-se as principais características do projeto e o detalhamento da realização do trabalho que irá realizá-lo (VARGAS,2009).

Pode-se dizer que escopo é o trabalho que precisa ser realizado para que um produto, serviço ou resultado seja entregue, contendo todas as características e funções específicas. O escopo também pode ser considerado a divisão do produto principal em partes que possam ser administradas, através de técnicas da estrutura do projeto, demonstrando o produto em partes distintas. Para definir o escopo é necessário que haja o desenvolvimento de uma declaração detalhada do projeto, podendo ser usada como base para decisões futuras que precisem ser tomadas, levando em consideração as entregas, premissas e restrições documentadas na fase inicial do projeto (MAXIMIANO, 1997).

Uma adequada definição do escopo é um aspecto crítico para o sucesso do projeto. Quando existe uma definição pobre do escopo, pode ser esperado um custo final do projeto mais alto por causa de inevitáveis mudanças que quebram o ritmo do projeto, causam retrabalho, comprometem o prazo e diminuem a produtividade e o moral da força de trabalho (DAYCHOUM, 2005, p. 34).

## **2.2 A importância da constituição do projeto**

O processo de elaboração de um projeto na construção civil possui uma função imprescindível para a qualidade de uma edificação, uma vez que nele estão contidas todas as ações e restrições, prazos e custos que organizam a produção da obra, bem como devem proceder todos os indivíduos envolvidos desde a idealização até o uso da edificação. A maior parte das perdas de eficiência e qualidade na construção está diretamente relacionada a fase de projeto, como por exemplo: as alterações na trajetória do processo construtivo, descumprimento das especificações do projeto e a falta de detalhamento em cada etapa, falha de coordenação de tarefas, entre outros (OLIVEIRA, 2010).

Com o passar do tempo a qualidade dos projetos executivos tem caído de forma significativa, gerando desconfianças e problemas que poderiam ser facilmente evitados com um projeto executivo bem elaborado e detalhado. Em alguns casos, quando acontece algum tipo de atraso ou até mesmo a necessidade de alteração ou correção do projeto, os profissionais responsáveis optam por dar inícios a tarefas que

não estavam no planejamento para serem executadas naquele momento e colocam em risco todo o propósito inicial da obra (PALHOTA, 2016).

## **2.3 Breve Histórico de Gerenciamento de Projetos**

 O gerenciamento de projetos emergiu como uma disciplina nos Estados Unidos ministrada por Henry Gantt, que transformou-se então em seu precursor. A era moderna da gerência de projetos teve seu início na década de 1950, anteriormente, os projetos eram regulamentados através dos gráficos de Gantt, técnicas e ferramentas consideradas informais. Nesse período foram desenvolvidos dois modelos de projeto matemático o *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) e o *Critical Pa Method* (CPM), essas técnicas se popularizaram entre as empresas e começaram a ser muito utilizadas (REIS, 2011).

 No ano de 1969 o *Project Management Instituite* (PMI) deu início a elaboração de uma metodologia de gerenciamento que despertasse ainda mais o interesse das empresas em geral, mas de forma ainda mais específica, as indústrias de software e de construção civil. Alguns anos depois os diretores da PMI apoiaram a criação de um guia de projetos que contivesse todos os padrões e especificações das práticas que seriam amplamente utilizadas, surge então o *Body of Knowledge* (PMBOK). Desde então, à medida que a tecnologia avançava eram desenvolvidas novas metodologias e ferramentas de gerenciamento, fortalecendo ainda mais o uso do guia, que visa implementar as estratégias da empresa posicionando-a de forma competitiva no mercado (REIS, 2011).

Apesar de se acreditar que a estruturação e a abordagem do gerenciamento de projeto estão sendo empregadas no cotidiano das pessoas de maneira recente, a história demostra que as primeiras civilizações mesmo superficialmente, faziam o uso de técnicas para o desenvolvimento de um projeto. Uma vez que, independente do meio em que o ser humano está inserido, habitualmente faz-se necessário à prática de organização, eficiência e planejamento para atingir qualquer meta específica (VALLE *et al*. 2010).

Quando se analisa a trajetória das obras executadas no passado como as citadas anteriormente, observa-se que mesmo com toda sua simplicidade existiam os traços do que hoje recebe a seguinte denominação: plano de projeto, justificativa de negócios, existia ainda um planejamento para o ciclo de vida de cada fase, além do atualmente conhecido como grupo de processos de gerenciamento de projeto (SILVA; MENDES; TOSTIS, 2013).

Consequentemente no decorrer dos séculos a humanidade se viu obrigada a ajustar seus mecanismos direcionados para a elaboração e execução de projetos, sofrendo a influência de guerras, do avanço tecnológico, do estímulo econômico e projetos de grande porte com características governamentais (SILVA; MENDES; TOSTIS, 2013).

### 2.3.1 Objetivos do Gerenciamento do projeto

 Presume-se como gerenciamento de projeto o planejamento e programação que controle as tarefas do projeto na intenção de alcançar os objetivos. Estes objetivos podem representam metas que podem ser divididas como: custo, desempenho, escopo e tempo.

 O custo é considerado uma função do desempenho, do escopo e do tempo previsto, sendo que o mesmo é diretamente proporcional ao desempenho do escopo, visto que, se o escopo ou o tempo aumentam automaticamente os custos também sofrem aumento. Porém, a relação do custo com o tempo não é linear, pois os custos podem aumentar assim que há a necessidade de diminuir o prazo de concretização do projeto, existe, portanto, um prazo de conclusão do projeto considerado o ideal, nele acontece a performa mais adequada envolvendo todos os recursos (MARTINS, 2000).

### 2.3.2 Fases e Ciclo de Vida do Projeto

Geralmente um projeto trata-se de um empreendimento inédito, isso acaba envolvendo possíveis incertezas no momento de elaboração do mesmo. Para minimizar essas incertezas buscando sempre deter o controle do funcionamento do projeto, costuma-se dividi-lo em diversas fases, com o intuito de poder administrar mais facilmente a interação de cada fase com outras operações. A divisão dessas fases vai variar de acordo com as especificidades e restrições de cada empreendimento, visto que a caracterização das fases não é algo padronizado, cada empresa pode ter seu próprio método de estabelecimento de cada fase distinta (ORTH, 2009).

É comum dividir-se um projeto em cinco fases: iniciação, planejamento, implementação ou execução, monitoramento ou controle, finalização ou conclusão, como aparece na Figura 1.

As fases podem sofrer algum tipo de alteração durante a trajetória do projeto. As fases de um projeto quando componentes de um conjunto são denominadas de: ciclo de vida do projeto, na qual delimita o seu início, desenvolvimento e encerramento (ORTH, 2009).

FIGURA 1 - Processos Distribuídos no Ciclo de Vida de um projeto



Fonte: Vargas (2009)

## **2.4 Project Management Body of Knowledge (PMBOK®)**

Antes da criação da padronização de projetos conhecida atualmente, os gerentes de projetos, usufruíam de sua experiência para coordenarem suas equipes, sem possuir qualquer conhecimento preliminar teórico em relação ao assunto. Através do surgimento das instituições, padrões, certificações e guias, esses mesmos gerentes, começaram a utilizar técnicas, assim como, ferramentas e processos padronizados desenvolvidos para tal finalidade.

 Na atualidade o padrão mais conhecido é o guia PMBOK, sendo este, constituído pela descrição de métodos, processos e práticas pré-estabelecidas, de como um projeto deve ser elaborado contendo a definição de conceitos e instruções definidas para o gerenciamento de um projeto. (FILHO; JÚNIOR, 2013)

Em seu total o PMBOK representa dez áreas de conhecimento são elas: gerenciamento da integração, escopo, tempo, custo, qualidade, recursos humanos, comunicações, riscos, aquisições e gerenciamento das partes constituintes de um projeto (MANGELLI, 2013).

Cada área tem seus parâmetros de entrada, saída, ferramentas e técnicas para suas respectivas finalidades, onde os meios de entrada são caracterizados por componentes internos e/ou externos necessários para a execução de um processo, já os parâmetros de saída por sua vez são resultados de um processo em formato de produtos, resultados ou serviços que podem ser também parte inicial de um novo processo (BOMFIM; NUNES; HASTENREITER, 2012).

As ferramentas são compostas por meios tangíveis podendo ser um modelo ou um software usado na execução de alguma atividade dentro de algum processo em busca de um resultado ou componente de saída. Por fim, as técnicas são os procedimentos de realização de atividades desenvolvidas através de algum método sistemático podendo ser realizada com o auxílio de uma ou mais ferramentas (BOMFIM; NUNES; HASTENREITER, 2012).

### 2.4.1 Grupos de processos do PMBOK

O guia PMBOK apresenta cinco grupos de processos que são independentes de qualquer uma das áreas de abrangência do mesmo, estes grupos de processos e os processos individuais geralmente são iterados antes que o projeto se conclua, além de ter a possibilidade de iteração entre um grupo de processos e dentro do grupo de processos. Desse modo, os grupos de processo são:

• Iniciação: grupo caracterizado por processos que vão ser colocados em prática para dar início a uma nova fase do projeto ou para definir um novo projeto, por meio de uma autorização para o começo dessa nova fase ou projeto;

• Planejamento: conjunto definido por recursos necessários para compor o escopo de projeto, refinar os objetivos e estabelecer um caminho de ação com a finalidade de atingir os objetivos estabelecidos pelo projeto;

• Execução: ordem de processos responsável pela execução dos processos definidos pelo plano de gerenciamento do projeto para satisfazer os objetivos do projeto;

• Monitoramento e Controle: grupo definido por processos que buscam acompanhar, verificar e monitorar o andamento e desempenho do projeto, além de encontrar as mudanças necessárias em algum processo e dar início a elas;

• Encerramento: são os processos realizados com a finalidade de encerrar todas as atividades de todos os grupos de processos do projeto, buscando dar fim ao projeto ou uma fase. (PMI, 2014).

## **2.5 Processos do Gerenciamento de um projeto**

Descreve-se um processo como um conjunto de ações que relacionam entre si e que são executadas para a obtenção de um conjunto de produtos, resultados ou serviços pré-especificados. Habitualmente quem realiza os processos de gerenciamento de projetos é o gerente de projetos a equipe tem a função de se adequar às especificações do mesmo, onde os profissionais devem abordar de forma cuidadosa cada processo, as entradas e saídas que os compõe, uma vez que os grupos iniciais de processos são executados repetidamente em casa subprojeto que o projeto principal será dividido. Ou seja, cada parte que constitui o projeto deverá ser iniciada, planejada, executada, monitorada, controlada e encerrada (ROVAI, 2005).

Visto que, cada processo está diretamente ligado aos demais, todos devem estar alinhados para que seja mais fácil a coordenação para a execução. Os processos não podem ser considerados como fases do projeto, bem como projetos mais complexos ao serem divididos em subprojetos que repetirão seus processos, normalmente se subdivide os processos em 9 áreas de conhecimento: integração, escopo, tempo, custo, qualidade, recursos humanos, comunicação, risco e aquisição, cada uma dessas áreas de conhecimento podem ser desdobradas em subitens que serão aplicados de acordo com o desenvolvimento dos objetivos do projeto principal, contribuindo para a gestão de projetos de forma geral (KERZNER, 2010).

### 2.5.1 Processo de Iniciação

 Esse processo constitui-se na especificação das principais necessidades do cliente, onde essas serão traduzidas e implementadas no escopo inicial do projeto. Neste processo os objetivos devem ser definidos de forma clara, assim como as restrições e considerações que serão empregadas na realização do projeto. Espera-se nessa parte do processo a identificação dos indivíduos que comporão o projeto, bem como as partes interessadas, com o objetivo de envolvê-las juntamente com o cliente (SABBAG,2009).

A iniciação, assim como determina a nomenclatura, acontece no início do projeto, ou de cada fase de subprojetos, confirmando assim que um projeto ou a etapa seguinte do mesmo se iniciará, gerando aprovações para que haja o comprometimento de recursos necessários ao projeto ou a fase específica.

As saídas do processo de iniciação contam com o termo de abertura e a elaboração do escopo, além da análise de viabilidade do projeto, onde ficará evidente o detalhamento da relação do custo x benefício, nesta etapa se decide se é viável ou não prosseguir com o projeto (HELDMAN, 2006).

### 2.5.2 Processos de Planejamento

 Após a decisão de realização do projeto se tornar efetiva, define-se o escopo que realmente será cumprido, as entregas, a definição de objetivos e principalmente desenvolver as ações necessárias para que os objetivos sejam alcançados. No processo de planejamento é possível detalhar minuciosamente as principais premissas do projeto, é comum a utilização de algumas ferramentas para a elaboração do planejamento que mais se adeque ao projeto, podendo-se destacar o Cronograma de Análise de Sequência de Atividades, o tempo de duração das mesmas, os recursos que serão utilizados e quais restrições precisam ser consideradas (HELDMAN, 2006).

Tem-se também como ferramenta a Estrutura Analítica de Projetos utilizada para decompor de forma hierárquica as entregas de tarefas que deverão ser executadas pela equipe para atingir as metas determinadas e por fim o Orçamento de Projeto, onde é feita a agregação dos custos previstos para as atividades individuais ou nos pacotes de atividades, o objetivo dessa ferramenta é estabelecer a base dos custos para que sejam autorizados e seja possível dar prosseguimento ao cumprimento do projeto (MULCAHY, 2007).

O planejamento trata-se do processo de formulação e revisão das metas e objetivos do projeto, delineando os planos que serão utilizados para o cumprimento de cada propósito do projeto como um todo. Podendo determinar nesse processo as

 melhores alternativas para o alcance dos resultados desejados. O gerente de projetos enfrenta diversos desafios, dentre eles o estabelecimento de prioridades, sendo assim, o processo de planejamento é fundamental para a criação de um paradigma onde o caminho das atividades seja evidenciado, pois assim será possível ter uma atenção maior desde o início até o fim das atividades (MENEZES, 2008).

### 2.5.3 Processos de Execução

Neste processo acontece a realização dos trabalhos que foram previamente definidos no plano de gerenciamento do projeto, cumprindo todas as especificações determinadas. O processo de execução consiste em coordenar todos os recursos para que seja possível executar os subplanos de trabalhos de cada etapa, os recursos devem estar dentro do que foi planejado ocorrendo sempre a comunicação entre os membros da equipe para a execução de forma eficiente (QUARTAROLI;LINHARES, 2004).

Pode-se caracterizar a execução como a efetivação do que foi planejado, neste processo é comum a absorção da maior parte do tempo e dos recursos que foram pressupostos, logo os custos são mais elevados neste processo. Poderão ser necessárias atualizações no planejamento do projeto no processo de execução, uma vez que, de acordo com andamento do processo podem acontecer problemas que não foram previstos, exigindo dos profissionais alternativas para a resolução imediata dos mesmos, podendo atingir diretamente a produtividade e a disponibilidade dos recursos (QUARTAROLI;LINHARES, 2004).

### 2.5.4 Processos de Controle

 O processo de controle ou monitoramento constitui-se dos processos de acompanhamento, revisão e regularização do andamento, desempenho e progresso de cada etapa do processo. Esse monitoramento é feito para identificar as áreas nas quais serão necessárias a realização de mudanças a partir do plano inicial e realizar essas mudanças de forma que as mesmas não sejam feitas sem passar por uma aprovação (MULCAHY, 2007).

 Uma característica muito importante do processo de controle é que este processo tem uma relação direta com os demais, uma vez que durante todo o ciclo de vida do projeto é preciso que o mesmo seja avaliado, verificando se a realização das tarefas está sendo cumprida de maneira correta e prevista, podendo ser sugeridas ações de correção a todo o tempo. Recomenda-se portanto, ações preventivas e antecipadas para os possíveis problemas que podem surgir (Guia PMBOK, 2009).

As avaliações de desempenho e avaliação do projeto são realizadas nesse processo de forma minuciosa, caso sejam detectados desvios, costuma-se aplicar ações corretivas para que as atividades se adequem aos planos do projeto. Além do desempenho do projeto, neste estágio é analisado o desempenho de todos os membros da equipe, os contratos são revisados e administrados e as alterações feitas são registradas em relatórios que são elaborados para que as partes interessadas se mantenham atualizadas (Guia PMBOK, 2009).

### 2.5.5 Processos de Encerramento

 O encerramento do projeto ou de uma fase do projeto acontece quando em todas as suas etapas as atividades descritas no escopo foram desempenhadas com sucesso. Neste ponto busca-se a finalização das aquisições que foram necessárias para que o projeto ou fase fosse desenvolvido, o aval de encerramento dos profissionais da equipe, o registro dos impactos sofridos e as contenções de possíveis falhas que servirão como base para que projetos futuros sejam elaborados (VARGAS, 2009).

 A equipe responsável pelo processo de encerramento é considerada a mais isolada, uma vez que esse processo é o responsável pelo encerramento formal das atividades de uma fase ou do projeto em si, o que faz desse processo muito importante, é nele que todas as informações são aglomeradas e armazenadas para serem utilizadas futuramente (VARGAS, 2009).

##

## **2.6 Áreas de Conhecimento do Gerenciamento de Projeto**

 Para que um projeto seja bem administrado é preciso que o mesmo seja controlado e verificado em busca do cumprimento dos prazos para a entrega de um produto. Sabe-se que o projeto é um processo temporário e que exige um detalhamento minucioso das necessidades que deverão ser atendidas para que seja possível definir um escopo coerente e que os prazos e custos possam ser planejados (CANDIDO *et al*., 2012).

Quando se tem um projeto que é executado dentro de um contexto empresarial faz-se necessário que a equipe trabalhe com sinergia, coesão, apoio da direção do projeto, dos coordenadores e fornecedores, e que exista uma divisão de trabalho correta. O gerenciamento de projetos envolve diversas atividades que precisam ser elaboradas, analisadas, monitoradas e encerradas, para tornar mais fácil essas aplicações e garantir que o objetivo seja alcançado, o processo de gerenciamento é dividido em etapas, desta forma o gerenciamento de projetos torna-se eficaz. Essas áreas são: Gestão da Integração, Gestão do Escopo, Gestão dos Tempos, Gestão dos Custos, Gestão da Qualidade, Gestão dos Recursos Humanos, Gestão das Comunicações, Gestão dos Riscos e Gestão das Contratações (XAVIER, 2009).

### 2.6.1 Gestão da Integração do Projeto

 Nesta etapa, todos os aspectos iniciais são abordados para que sejam executados com congruência. Durante o gerenciamento da integração é possível coordenar diferentes gestões dentro do mesmo projeto para alcançar os objetivos, visto que as equipes são multidisciplinares e os membros que as compõe vêm de diversas áreas funcionais. O objetivo principal desta atividade é agrupar de forma sistemática o conhecimento e as competências de forma harmoniosa, uma vez que o processo de gerenciamento tem uma relevância ainda maior quando o projeto é concebido por uma equipe multidisciplinar, fazendo com que se torne possível a interação dos diversos segmentos para que o todo funcione unanimemente (CHAVES, 2011).

 Geralmente de acordo com a complexidade do projeto faz-se necessária a divisão das tarefas entre os diferentes profissionais envolvidos, onde cada parte é desenvolvida de forma separada pelos especialistas das respectivas áreas, mas a presença de um profissional generalista que possua uma visão sistêmica, ou seja, que não esteja focado em uma área específica, é fundamental para garantir que as partes se unam de forma coesa no final (CANDIDO *et al*., 2012).

 Quando se trata de um projeto de grande porte, o mesmo é dividido em vários subprojetos, e estes são divididos novamente em montantes de atividades similares que se complementam, assim como pode ser visto na Figura 2.

FIGURA 2 - Fluxograma de Integração das partes de um Projeto



 Fonte: Candido *et al*., (2012)

Para o sucesso do processo de gestão de integração é necessário que haja um alinhamento na comunicação entre os participantes, uma vez que, este se refere ao gerenciamento do conjunto de tarefas e subtarefas que sistematicamente produzem o resultado esperado.

O profissional responsável por esse processo é o gestor de integração, este precisa deter os conhecimentos necessários, tanto técnicos quanto administrativos, para gerenciar a equipe. São atribuídas ao gerente de integração algumas tarefas importantes como por exemplo: desenvolver um plano que agreguem resultados dos demais processos de planejamento, reunindo informações em um documento coerente e com dados concretos; a execução do plano criado, executando todas as tarefas previstas no plano, visto que é fundamental a verificação da execução das tarefas para que o sucesso do projeto seja garantido; o controle completo das mudanças ocorridas, posto que, todas as mudanças necessária no decorrer do projeto precisam ser registradas, uma vez que, as mesmas podem aumentar o prazo inicial estipulado e provavelmente os custos (LIMA JUNIOR; MARTIMIANO, 2010).

### 2.6.2 Gestão do Escopo do Projeto

Esse processo está diretamente ligado ao projeto como um todo, todas as suas funções e serviços que acarretarão no resultado final. Um escopo bem delimitado, verificado e validado tem o poder de direcionar as futuras ações da execução do projeto, pois propicia às partes envolvidas uma maior realidade nas expectativas, assim os recursos podem ser melhor dimensionados.

O gerenciamento de escopo oportuniza a concretização das alterações que possam se fazer necessárias para a realização do projeto. Deste modo, todos os planos podem ser desenvolvidos e efetivados sem perder fatores de eficiência, respeitando os objetivos principais do projeto.

A Figura 3 exemplifica os principais processos envolvidos nesse gerenciamento:

FIGURA 3 - Processo de gerenciamento de escopo



Fonte: Siqueira (2007)

No processo de Planejamento acontece a elaboração da criação do escopo, utilizada como fundamentação de ações futuras do projeto, cujo desenvolvimento será embasado nesse documento. No Detalhamento especifica-se os subprodutos que comporão o produto final e definir os subprojetos agrupando-os em pacotes de atividades com o intuito de facilitar o monitoramento na fase de desenvolvimento fazendo com que o gestor perceba a necessidade de ajustar alguns detalhes no decorrer do processo. E por fim, no Controle de mudançasfaz-se o acompanhamento e registro das mudanças ocorridas no escopo do projeto. Deste modo, é possível que haja o consentimento por escrito das partes envolvidas. Preferencialmente, cria-se um formulário que demonstre, de forma clara, as mudanças que aconteceram, o porquê de terem acontecido, se houve alteração nos custos e quem as autorizou. Caso o aumento nos custos seja bastante significativo, esse fato também merece destaque no detalhamento (VARGAS, 2009).

2.6.3 Gestão dos Tempos do Projeto

 Gerir o tempo de um projeto é garantir que cada etapa seja cumprida de forma pontual, é determinar e verificar o cumprimento da programação dentro do tempo estipulado, assim como acompanhar a execução de cada atividade. São necessárias algumas etapas para que a gestão de tempo seja colocada em prática, como por exemplo: - a definição das atividades, faz-se necessário organizar de forma separada as atividades que serão desenvolvidas, nos projetos e subprojetos, classificando quais são prioritárias, quais influenciam diretamente na realização de outras, quais facilitarão algum tipo de processo, determinando assim o sequenciamento das ações (CANDIDO *et al*., 2012).

 Destaca-se também entre as etapas: - o sequenciamento de atividades, nesta etapa é necessário que documente-se todas as interdependências, uma vez que, a equipe tem como função conhecer as relações entre uma atividade e outra, pois, ao se atrasar uma atividade que outra depende dela para ser executada influencia no tempo total gasto pelo projeto. Pode acontecer de equipes ficarem paradas por falta de recebimento de uma tarefa interdependente e posteriormente ficar sobrecarregado com o tempo escasso em terminar sua parte, o intuito é que esse tipo de situação seja minimizada para que não haja aumento de tempo e custo no projeto. A terceira etapa da gestão de custo é: - a estimativa de duração das atividades, nesta fase define-se a quantidade de horas necessárias para que cada atividade seja concluída, uma opção viável é a divisão das ações em pacotes, pois fica mais fácil o acompanhamento de cada ação (FRANCK, 2007).

 Quando há uma estimativa de horas de duração de cada atividade, torna-se possível identificar atrasos e quais atividades estão atrasadas por mais tempo. Essa projeção facilita o deslocamento de equipes para auxiliar em pacotes de atividades que estão em atraso, podendo corrigir as diferenças apresentadas no cronograma do processo, visto que, atrasos representam mais custos em todo o orçamento. Torna-se muito importante também no processo de gestão de tempo a criação de um cronograma que dê sequência em todas as atividades, estimando o tempo gasto para a realização destas e para controlar os recursos que serão utilizados. Para que haja o acompanhamento do cronograma é necessário fazer o preenchimento de um formulário de pacote de atividades que torna possível que qualquer alteração no planejamento seja observada para que possam ser feitos os ajustes necessários que garantirão os resultados esperados (FRANCK, 2007).

### 2.6.4 Gestão dos Custos do Projeto

 Esse processo tem como função certificar que a execução do projeto será feita dentro do orçamento previsto, mantendo a limitação nos recursos planejados e controlando os custos de todas as gestões envolvidas. Para que aconteça esse controle é preciso que o recursos que serão utilizados: humanos, materiais e equipamentos, devem ser determinados com antecedência, estimando-se os custos envolvidos em toda e qualquer atividade, de maneira que seja possível prever a quantidade de horas trabalhadas, os tipos, quantidades e materiais que serão necessários para colocar o projeto em prática (SOUZA, 2009).

A figura 4 demonstra uma visão geral dos processos que fazem parte do gerenciamento de custos em um projeto. Inicialmente tem-se o planejamento da gerência de custos, onde se estabelece as políticas, os principais procedimentos e a documentação necessária para o planejamento, as despejas geradas e o controle dos custos em geral. Posteriormente, realiza-se a estimativa dos custos, sendo este o processo de desenvolvimento de uma suposição dos valores dos recursos monetários que se farão necessários para terminar os procedimentos do projeto. Determina-se o orçamento realizando a agregação dos custos individualmente ou em pacotes de trabalho, com o intuito de estipular uma base de custos, por fim, aplica-se o controle dos custos, monitorando todo o andamento do projeto para atualização do orçamento e gerenciamento caso sejam necessárias algumas modificações na base de custos (MORAIS, 2008).

FIGURA 4 - Esquema de Gerenciamento de Custos do Projeto



Fonte: Candido *et al.,* (2012)

 Para realizar o gerenciamento de custos de um projeto é preciso levar em consideração os requisitos das partes envolvidas, cada parte interessada medirá os custos do projeto de formas diferentes e em tempos distintos. Deve-se considerar também o efeito do esforço de planejamento do gerenciamento dos custos, este ocorre nas fases iniciais do planejamento do projeto e garante a estrutura para cada processo do gerenciamento dos custos para que o desempenho dos mesmos seja eficiente e coordenado (Guia PMBOK, 2009).

2.6.5 Gestão da Qualidade do Projeto

 Nesta fase realiza-se o mapeamento dos processos e a verificação dos componentes gerados nos diferentes subprojetos que através da integração produzem o produto final. A gestão de qualidade engloba as intenções do cliente, suas expectativas implícitas e explícitas. Neste gerenciamento é preciso levar em consideração os desejos do cliente através do sistema de qualidade, de organização do projeto, os documentos que atestam essa qualidade, o planejamento correto e a garantia da qualidade por completo (MAXIMIANO, 1997).

 A qualidade de um processo é um quesito que deve ser gerenciado de forma continuada, assim como pode-se observar na Figura 5, existem três processos fundamentais a serem considerados.

FIGURA 5 – Esquema dos Principais Processos da Gerência de Qualidade



Fonte: Candido *et al.,* (2012)

 O planejamento idealiza a identificação dos requisitos mais importantes para que as expectativas do cliente sejam atendidas, definindo as especificações do produto final e dos subprodutos que o compõem, são determinados ainda os padrões a serem atendidos, os testes que serão feitos e o tempo que será gasto para cada execução.

A garantia da qualidade é o processo de elevar ao máximo a certeza de que as características ou atributos planejados estarão presentes no produto que o projeto deve fornecer. O acompanhamento periódico ajuda a identificar se os requisitos do produto estão sendo atendidos e se o projeto está sendo realizado dentro dos padrões preestabelecidos, isto é, se os recursos utilizados atendem às especificações planejadas (MAXIMIANO, 1997, p.37)

Já o controle constitui-se no acompanhamento dos resultados das etapas consideradas subprojetos, comparando-as com o projeto final para que seja possível identificar falhas e automaticamente a correção das falhas quando se fizerem presentes ainda no desenvolvimento do processo. Para isso, o projeto deve estabelecer padrões para avaliação de desempenho do produto e definir indicadores de qualidade. Embora o controle esteja presente também no processo de garantia, é a eficiência do controle da qualidade que melhora o desempenho de todo o sistema da qualidade (KEELLING, 2002).

2.6.6 Gestão dos Recursos Humanos do Projeto

 É a gestão que define, organiza e coordena a equipe que irá atuar em todo o processo de execução do projeto. A quantidade de pessoas que compõe uma equipe pode variar de acordo com cada projeto, suas características e especificações. O projeto deve ser composto por indivíduos com funções e responsabilidades fundamentais para que o projeto seja concluído. Nesta etapa define-se também a hierarquia da equipe e a função das pessoas que podem ser internas ou externas à organização que responde pelo projeto. Tem-se como etapas pertinentes a esse gerenciamento são: planejamento de recursos humanos, contratação ou mobilização da equipe, desenvolvimento da equipe e gerenciamento da equipe (BARBOSA; FERREIRA, 2009).

 No planejamento de recursos humanos as funções, incumbências e a posição na hierarquia das tarefas são especificadas para que se crie o Plano de Gerenciamento de Pessoal, além do cronograma de contratação e participação, programa de treinamento e plano de reconhecimento e gratificação. A contratação ou mobilização da equipe se baseia na descrição das funções e responsabilidades, motivando a equipe a realizar suas tarefas. Neste processo utiliza-se comunicações e interações eletrônicas, envolvendo equipes virtuais ou aquelas que fazem uso de ferramentas da Tecnologia da Informação. O desenvolvimento de equipes trata-se de ações para aumentar a qualidade da equipe, aprimorando sua capacidade em concluir uma determinada tarefa, o fortalecimento da confiança e do engajamento dos integrantes. E por fim o gerenciamento da equipe faz o acompanhamento da qualidade e da produtividade, soluciona problemas, controla conflitos e promove feedback, para que uma análise de desempenho seja feita e melhorias sejam sugeridas (NARDI, 2004).

### 2.6.7 Gestão das Comunicações do Projeto

 Para que um projeto tenha uma conclusão bem sucedida é necessário que os patrocinadores, os gerentes, terceiros e equipe como um todo administrem as informações e a comunicação de maneira eficaz. O gerente responsável pelo projeto precisa disponibilizar de uma capacidade significativa de manter uma comunicação eficiente entre os integrantes envolvidos no projeto, agilizando a tomada de decisões e deixando mais fácil a solução dos problemas. Na Figura 6 é possível ver os processos que fazem parte desse gerenciamento.

FIGURA 6 – Esquema do Processo de Gerenciamento das Comunicações



Fonte: Candido *et al.,* (2012)

O planejamento das comunicações envolve as atividades do processo de comunicação entre as equipes, para a realização desta etapa é preciso identificar as informações necessárias para os integrantes e determinar a forma mais adequada de distribuí-las.

Para realizar a distribuição das informações espera-se o tempo oportuno, além de precisar fazer com que informações novas sejam geradas durante a execução do projeto para serem também distribuídas, como por exemplo, caso ocorra um atraso em mercadorias, as informações iniciais do projeto automaticamente são modificadas e assim todas as mudanças ocorridas devem ser repassadas (CANDIDO *et al*., 2012).

Já os relatórios de desempenho têm o papel de organizar e sintetizar as informações que foram armazenadas durante a efetivação das atividades, esses relatórios são entregues para as pessoas envolvidas no projeto e neles estará contido todo o desempenho do mesmo, o escopo, o cronograma, os custos, os riscos, as aquisições e a qualidade de realização.

Por fim, tem-se o gerenciamento das partes interessadas que busca atender ás necessidades das pessoas envolvidas no projeto e solucionar os problemas provenientes da comunicação. Quando se tem uma atuação efetiva nesse gerenciamento a possibilidade de manter o escopo inicial do projeto aumenta, contribuindo também para a harmonia entre as partes envolvidas, diminuindo paradas no projeto causadas por falhas de comunicação. Esse processo costuma ficar como responsabilidade do gerente de projetos (CANDIDO *et al*., 2012).

### 2.6.8 Gestão dos Riscos do Projeto

Em um projeto um risco pode ser definido como um evento ou ação que possui uma condição incerta de acontecimento e que, caso aconteça trará impactos negativos ou positivos que poderão afetar todos os processos do projeto. O gerenciamento dos riscos é feito durante todo o ciclo de vida de um projeto e tem por meta o aumento da probabilidade de que os impactos dos eventos ocorridos sejam positivos, reduzindo assim os negativos. Essa gestão utiliza técnicas e ferramentas específicas para identificar a maior quantidade de riscos possíveis, administrando de forma proativa e eficiente a solução para cada um deles (SCOFANO *et al.*, 2013).

Como é possível observar na Figura 7, existem alguns processos na gestão de riscos que devem ser executados de forma eficaz e minuciosa.

FIGURA 7 – Esquema de Processos da Gestão de Riscos



Fonte: PMBOK (2009).

Existem riscos que podem ser vistos como oportunidades para o projeto, por exemplo, a aquisição de uma equipe adicional ao projeto para otimizar e agilizar o trabalho, podendo antecipar a data de finalização. Inicia-se o gerenciamento de riscos com o planejamento que é onde serão feitas as abordagens que serão adotadas nas atividades do gerenciamento de riscos, esse planejamento é realizado na etapa inicial do projeto (KERZNER, 2010).

Após o planejamento é o momento de identificar os riscos, realizando o levantamento e detalhando suas características. Sabendo que novos riscos podem aparecer durante todo o ciclo de vida do projeto esse processo de identificação deve ser aplicado frequentemente. A equipe responsável por esse processo deve apresentar um nível de compromisso e consciência altíssimo, visto que é necessário que os mesmos desenvolvam as ações corretas com as respostas pertinentes à solução (KERZNER, 2010).

Os riscos devem ser analisados de forma qualitativa e quantitativa. A qualitativa é feita através de métodos e ferramentas que buscam analisar as prevalências entre os riscos que foram identificados. Após a criação das prioridades, considera-se a relação entre o provável acontecimento do risco e qual o impacto causará nas importantes áreas de projeto. A análise de prioridades deve ser refeita com frequência

 para que haja um acompanhamento das atualizações no Plano de Gerenciamento de Riscos. Baseado na análise de prioridades realizada de forma qualitativa, realiza-se a análise quantitativa através da verificação e classificação numérica dos impactos causados pelo risco. Utiliza-se nesse processo técnicas que geram informações fundamentais para que as decisões sejam tomadas corretamente, uma vez que nem sempre os riscos se concretizam, muitas das vezes tomam-se decisões mediante a incertezas. O mais importante é identificar os riscos com alto índice de prioridades e o quanto este coloca em risco o projeto em sua totalidade, determinando as melhores decisões a serem tomadas e aplicadas sejam para o risco em si ou apenas uma hipótese de risco (ALENCAR; SCHIMITZ, 2010).

Feita a análise quantitativa e qualitativa, em seguida é realizado o planejamento das respostas ao risco. É neste processo que desenvolve-se alternativas e ações para reduzir os riscos que comprometem os objetivos do projeto. Incluem-se nesse planejamento: a identificação e nomeação de cada responsável pelas respostas de cada risco, os recursos necessários para a consumação das respostas e as ações referentes ao orçamento, cronograma de atividades e Plano de Gerenciamento do Projeto (BARALDI,2010).

Finalmente aplica-se o monitoramento e o controle dos riscos após os mesmos terem sido mapeados, analisados, qualificados e quantificados e elaborado suas possíveis respostas. O monitoramento e controle contínuo dos riscos é importante visto que, durante a execução do projeto podem aparecer riscos não identificados ou a ocorrência de mudanças nos que foram previstos. Essa etapa envolve a tomada de decisão entre planejamento, execução de planos de contingência, ações corretivas e atualização constante dos acontecimentos (SCOFANO *et al.*, 2013).

### 2.6.9 Gestão das Aquisições do Projeto

Quando um projeto possui um alto nível de complexidade acaba abrangendo vários contratos de aquisição de produtos e serviços que podem ser divididos em subcontratos. Neste tipo de caso, o gerente de projetos precisa ter controle do início e término de cada contrato nas fases do ciclo de vida do projeto. A gestão de aquisição de projeto é composta por processos que definem e regulamenta a compra de todo e qualquer recurso (produtos e serviços) necessários para a execução do projeto (SANTOS, 2013).

Administrar contratos com terceiros, no caso os fornecedores, e controlar as obrigações previstas em contrato, também faz parte do gerenciamento de aquisição. Para se tornar uma gestão eficaz é preciso que a gestão de aquisição realize algumas tarefas fundamentais como: entregar recursos necessários para a execução das atividades, no prazo correto; controlar e avaliar se os produtos e serviços contratados se encontram em conformidade e o cumprimento de prazos e requisitos dos contratos, mitigando as multas contratuais (CARVALHO; RABECHINI, 2005).

O contrato é o principal documento administrado pelo gerenciamento de aquisições, ele tem caráter legal e é criado mediante legislação civil, o contrato geralmente é estabelecido entre um comprador e um fornecedor com a determinação de um objetivo fornecido e a compensação monetária despendida pelo comprador. O contrato costuma ser composto de cláusulas pertinentes a objeto, prazo, cronograma, recursos e custos. Essas cláusulas podem sofrer alterações de acordo com as necessidades específicas do projeto, que fica por responsabilidade de sua equipe de gerenciamento. É de suma importância que os contratos sejam administrados por profissionais especialistas na área de legislação (VARGAS, 2009).

## **2.7 Etapas do processo de formação de um projeto de construção civil**

Na engenharia civil o projeto, também descrito como empreendimento, tem sua fase de elaboração descrita e pautada em desenhos, plantas, memoriais descritivos, especificações técnicas, orçamentos, cronogramas, maquetes ou modelos reduzidos e outros elementos que detalham o projeto como um todo. A fase de execução é iniciada logo após o desenvolvimento do projeto executivo, essa é a fase onde se concretiza o planejamento feito previamente, obedecendo as especificações, normas, detalhes, cronograma de prazos e custos e buscando sempre um padrão de qualidade satisfatório para o produto final (ORTH, 2009).

A obra configura-se portanto, como o conjunto de atividades da construção onde se emprega materiais, mão de obra, ferramentas e equipamentos específicos para que seja desempenhada em um espaço físico chamado canteiro de obra. Onde planejou-se de forma racional a materialização do projeto conforme os critérios específicos estabelecidos. Um empreendimento, ou projeto de construção civil, passa por duas etapas distintas, mas que se completam: o planejamento da construção e a construção propriamente dita (NOCÊRA, 2010).

Deste modo o processo de planejamento e controle da obra exerce um papel de bastante relevância e influencia diretamente no produto final. Contudo, não é suficiente apenas planejar, definir métodos e prazos e os recursos que serão utilizados, é preciso que haja o monitoramento e a comparação dos resultados com o que foi planejado (NOCÊRA, 2010).

Na primeira fase, a do planejamento, a equipe responsável pelo planejamento da obra busca atender a lógica construtiva do empreendimento, estabelecendo as informações necessárias relacionadas aos prazos e metas físicas. Nesta fase, é preciso estudar o projeto, analisando todos os requisitos, realizando visitas ao local determinado para a obra, identificando os pontos principais de interferência positiva ou negativa no projeto. Na metodologia define-se os processos construtivos, o plano de ataque da obra, as atividades e suas sequências, a logística de recebimento de materiais e equipamentos. Por fim, gera-se o cronograma e programações, coordenando as informações para a geração de um cronograma racional, levando em consideração as quantidades e a produtividade do orçamento (MATTOS, 2010).

A etapa de desempenho trata-se da materialização do que foi planejado, os planos saem do papel e entra em um terreno de realização física. A princípio é muito importante explicar para os participantes do projeto como ele será realizado, os métodos empregados, a sequência de realização das atividades e o tempo de duração de cada item. A execução das atividades compreende a realização física do planejamento, visto que para que o empreendimento seja gerenciado de forma satisfatória, é necessário que tudo que foi planejado tenha sido cumprido no campo, sem sofrer alterações drásticas por parte dos executores (MATTOS, 2010).

Na checagem é feita a averiguação se o que foi planejado foi realmente realizado, essa aferição consiste em comparar o que foi previsto com o que foi realizado e identificar as diferenças relacionadas aos prazos, custos e qualidade, verificando o que foi realizado no canteiro de obra. Após a conferência, todas as informações que possam ser utilizadas para reduzir atrasos devem ser coletadas e analisadas. Caso os resultados desviem do planejado, devem se aplicar medidas corretivas e as causas dos desvios precisam ser investigados. Tem-se como método de controle muito utilizado nos projetos de construção civil, o ciclo PDCA (Plan,Do,Check,Act - Planejar,Fazer,Verificar,Agir) (FAGUNDES, 2013).

## **2.8 O Arranjo físico das etapas de trabalho do projeto de Engenharia Civil**

O Arranjo físico trata-se da disposição das máquinas, equipamentos e serviço em uma determinada área, com o intuito de minimizar o volume de transporte de materiais no fluxo produtivo de um empreendimento. Na construção civil o arranjo físico está relacionado com o canteiro de obras onde estão dispostos os recursos que serão utilizados para a realização do serviço e concepção do empreendimento. O canteiro de obras pode ser definido como uma área de trabalho fixa e temporária, onde é possível desenvolver operações de apoio à execução de uma obra (DAVEL, 2010).

Para que seja possível definir o layout de um canteiro de obra a criatividade e experiência do responsável pelo planejamento é imprescindível, visto que é com base na organização do canteiro que as áreas de conformidade com as necessidades para a execução da obra são disponibilizadas. Fazendo da definição do layout parte importante do gerenciamento de projetos e planejamento da obra (FORMOSO; SAURIN, 2006).

A partir do momento que o arranjo físico do canteiro de obras é bem planejado e organizado os processos construtivos são otimizados, além de influenciar diretamente na redução dos custos da construção da obra, visando uma obra sucinta, com um índice menor de desperdício de recursos e tempo de execução. A implantação e controle de um padrão para os arranjos no canteiro de obra é uma opção que traz inúmeros benefícios para o projeto. São necessárias reuniões com os membros da equipe, avaliando periodicamente algum tipo de alteração sempre que algo precisar ser modificado. A padronização pode ajudar de forma significativa a organização do projeto, porém cada empreendimento precisa de uma análise distinta e isolada, onde precisam ser identificadas as interferências que podem comprometer o armazenamento e fluxo correto de materiais, membros da equipe e equipamentos (SOUZA, 2008).

A importância da definição das áreas de armazenamento e estocagem de recursos está no fato de que sem estas a produtividade tende a cair, uma vez que se a distância a ser percorrida pelos envolvidos na obra é extensa, resulta em desperdício de tempo e afeta diretamente o produto final. O estoque também é uma parte fundamental, ele deve ser organizado de maneira que os materiais mais utilizados fiquem mais visíveis e seja possível ter um acesso mais fácil a eles, evitando perda de tempo e até mesmo erros recorrentes. O layout do arranjo físico pode sofrer alteração em cada fase do projeto, dependendo das características de cada fase (FORMOSO; SAURIN, 2006).

## **2.9 Fatores responsáveis pelo sucesso de um projeto de engenharia civil**

No Brasil, mais que em qualquer outra parte do mundo, há uma expressiva dificuldade em aplicar as teorias da gestão de projetos, devido às inúmeras crises que o mercado vem sofrendo. Esse fato faz com que as empresas percam o interesse no investimento de novas pesquisas e novas tecnologias que influenciam diretamente no gerenciamento de projetos. Em contrapartida a esse cenário o mercado acaba exigindo da empresa que as metas estipuladas sejam cumpridas e que isso seja feito com o menor custo possível. Uma empresa que não se encaixa nesses requisitos não consegue se manter por muito tempo no mercado e abrirá espaço para outras mais preparadas e que tenham um nível de competitividade maior para atender as necessidades e exigências dos clientes (BOMFIM; NUNES; HASTENREITER, 2012).

Porém, o sucesso do projeto não pode ser aplicado apenas aos programas elaborados, softwares e outras tecnologias. O sucesso do projeto está principalmente na liderança adequada e eficiente, organização, planejamento minucioso do projeto como um todo, coordenação correta de recursos e pessoas. Quando os itens do planejamento são seguidos rigorosamente é possível prever riscos e problemas que poderão acontecer durante a efetivação do projeto. Deste modo, o controle da obra tem peso significativo para o cronograma de execução da empresa. A partir do momento que o cronograma é cumprido as etapas automaticamente são seguidas no tempo correto sem a necessidade de retrabalhos e decisões ou mudanças de última hora, o que diminui a possibilidade de erros futuros que possam acarretar no aumento de custos e no prazo estipulado para a entrega do empreendimento (FONSECA, 2006).

Como supracitado, o planejamento é um ponto crucial para o sucesso de qualquer obra, esse quesito aglomera e relaciona todas as etapas da obra, desde a mão de obra até os materiais necessários. O planejamento pode ser dividido em duas partes: o tático e o operacional. Sendo que o planejamento tático está refere-se ao longo prazo, envolve a garantia de entrega do projeto executado, conforme o prazo e o custo previamente determinados. Enquanto o planejamento operacional está relacionado com o dia a dia da obra, garantindo que os materiais serão utilizados e

aplicados de maneira correta e principalmente que a mão de obra está sendo gerenciada e organizada de acordo com o esperado (VARGAS, 2009).

Um dos principais fatores que garantem o sucesso de um empreendimento é que o profissional de engenharia civil conheça a fundo o ciclo de vida do seu projeto. Visto que, o que difere um projeto de processos rotineiros é exatamente a temporalidade, ou seja, todo projeto deve ser iniciado, desenvolvido e finalizado, e conhecer e gerenciar essas etapas com qualidade garante as soluções antecipadas para os problemas e riscos que podem surgir (VARGAS, 2009).

Assim como visto, e se aplica a todos os projetos, o de construção não poderia fugir das etapas necessárias para a qualidade de entrega do mesmo, sendo eles:

1 - Iniciação: avaliação da viabilidade, geração de documentação necessária dentro da legislação específica para construções e assinatura do termo de abertura;

2 - Planejamento: definição de objetivos mais específicos, requisitos que atendam às exigências do cliente e plano para alcançá-los;

3 - Execução: análise para a alocação de pessoas e recursos para atingir o escopo;

4 - Monitoramento e controle: verificação contínua dos resultados alcançados em cada um dos subprojetos;

5 - Finalização: encerramento, verificação de que tudo saiu como planejado e aceitação da obra (BOMFIM; NUNES; HASTENREITER, 2012).

A formação de uma equipe completa e eficiente é fundamental para alcançar os objetivos de um projeto de construção. As características da equipe de trabalho influenciam significativamente no sucesso de qualquer projeto, uma vez que a mesma estará envolvida diretamente em cada uma das etapas a serem cumpridas e terá a responsabilidade de executar e entregar cada uma delas no prazo estipulado. Então, é preciso contar com funcionários eficientes e motivados. Visto que, é muito importante que o gerente do projeto, seja ele um engenheiro civil ou um arquiteto, seja também um gestor de pessoas e por esse motivo, precisa saber integrar sua equipe, manter seus funcionários alinhados e motivados a realizarem todo o trabalho, culminando em um resultado satisfatório tanto para ele, quanto para o cliente (SILVA, 2009).

O conhecimento dos stakeholders do projeto também é um fator necessário, posto que, todo projeto depende da aprovação e consentimento de inúmeras pessoas, além de clientes e funcionários. Os stakeholders, podem ser considerados o grupo de interesse como por exemplo: clientes, patrocinadores ou financiadores do projeto, o gerente do projeto, equipe do projeto como um todo, a sociedade em geral e os órgãos reguladores. A opinião e aprovação dessas pessoas deve ser levada em consideração, conhecer o interesse das partes interessadas é de suma importância, para que não haja nenhum tipo de problema posterior, como resistências e divergências de opiniões o que resulta em atrasos (BOMFIM; NUNES; HASTENREITER, 2012).

A clareza e a inteligência na definição dos objetivos são fatores concludente para os resultados, quando se define bem os objetivos é possível manter a equipe engajada e alinhada para alcançar as metas. Além do processo de comunicação, pois a falta dela pode ocasionar em conflitos e até acidentes no canteiro de obra. Uma comunicação clara e adequada, realizada através de canais que facilitem o caminho da mensagem e eliminação de ruídos garante que o resultado de cada etapa seja exatamente o desejado (FONSECA, 2006).

Por fim, o cronograma de atividades é um dos fatores de destaque no projeto, pois cada uma das partes que compõem o projeto precisam ser planejadas e terem um prazo para sua execução, o cumprimento desse prazo quase tão importante quanto a qualidade da obra. E as etapas devem ser subdivididas para que facilite o trabalho da equipe, alinhando a pontualidade da entrega (FONSECA, 2006).

A gestão adequada de projetos na construção civil, depende da concomitância de diversos recursos, pessoas, prazos, normas e padrões de qualidade. Para que todos esses fatores estejam sincronizados e trabalhando sistematicamente é necessário a aplicação de tecnologias, assim como um sistema de gestão de projetos que pode auxiliar na comunicação da equipe, na definição dos objetivos, na produtividade e melhor utilização dos recursos e a mensuração de erros. Deste modo, o projeto não terá outro futuro que não seja o sucesso e a satisfação dos envolvidos, inclusive o cliente final (KERZNER, 2010).

Pode-se destacar, portanto, a compatibilização de projetos que representa entre 5% e 8% da economia de uma obra, este recurso tem sido utilizado como elevação da qualidade de uma construção, otimizando os processos e reduzindo os improvisos, fazendo as sobreposições das interfaces do projeto, evita desperdício de material e diminui retrabalhos (VEZZONI *et al*.,2013)

## **2.10 Fatores responsáveis pelo fracasso de um projeto de engenharia civil**

Gerenciar um projeto, exige uma série de processos que no final envolve principalmente em informações utilizadas para a tomada de decisão e a comunicação de forma geral. Quando inicia-se um metodologia de gerenciamento de projetos, seja ela em qualquer seguimento, necessita-se de uma equipe preparada e capacitada para que a metodologia funcione (VEZZONI *et al*.,2013)

A ausência de controle e domínio do projeto nas áreas de planejamento e recursos humanos aumenta as chances de acontecer mudanças no projeto. Pois, a identificação antecipada de falhas diminui as chances da ocorrência de impactos sobre os custos, o prazo e consequentemente a qualidade do empreendimento. Todavia, quando essa antecipação não acontece, a ocorrência de falhas frequentes coloca em risco o escopo do projeto, sendo necessárias alterações, essas falhas poderiam ser simplesmente evitadas através de um gerenciamento eficaz (NOBRE, 2014).

O fracasso de um projeto acontece quando os resultados obtidos não correspondem aos esperados. Visto que, o termo “fracasso” tem o poder de gerar reações negativas em todos os setores da empresa, afetando diretamente a confiança e a auto estima dos envolvidos. Porém, o que determina o sucesso ou o fracasso de um projeto é o desenvolvimento dos padrões de desempenho do mesmo, podendo compará-los aos resultados produzidos (NOBRE, 2014).

O mercado da construção civil ainda não valoriza de forma adequada o planejamento e controle mais aprofundados dos projetos, ocasionando atrasos, falhas no escopo e comprometendo de forma significativa dos pilares que devem ser levados em consideração em um projeto: o custo, o prazo e a qualidade, acarretando assim, em prejuízos. Um dos principais fatores que pode-se destacar sobre a determinação do fracasso de um projeto é a qualidade da mão de obra, nem sempre os indivíduos que atuam no setor de construção correspondem às necessidades do mercado, falta qualificação e aprimoramento, pois o próprio setor não investe mais no aperfeiçoamento dos seus funcionários (SANTOS;SANTOS, 2013).

O cenário atual da construção civil mudou e a qualidade da mão de obra não acompanhou essas mudanças, grande parte dos profissionais acabam seguindo os métodos tradicionais, requisitos que eram exigidos em organizações anteriores. Atualmente o setor de construção deve atender às exigências de qualidade e produtividade, redução de perdas e minimização de desperdícios, controle da obra, a sustentabilidade envolvida no processo e os espaços dos canteiros de obra cada vez mais industrializados e automatizados. E nem todas as organizações capacitam seus funcionários para trabalharem nessas novas perspectivas (BLANCO, 2007).

Outro fator preponderante no fracasso de um projeto é a falta de planejamento ou a incompatibilização dos projetos. A falta de um gerenciamento adequado ao projeto faz com que as construtoras, em busca de ganhar tempo, executem o mesmo muitas vezes sem nem se preocupar em seguir os padrões determinados pelo escopo, colocando em risco a qualidade da obra. As falhas causadas pelo motivo de falta de compatibilização são muito comuns, é fácil identificar erros em relação à incompatibilidade entre os projetos de estruturas e instalações por exemplo, assim como entre os projetos arquitetônicos e os de drenagem. Dentre os erros mais corriqueiros pode-se destacar a localização incorreta dos furos de passagem nas lajes e a modificação do sentido dos pilares de um prédio. Visto que, a maioria dos projetos são criados com o detalhamento necessário para à sua execução, exigindo uma determinada cautela e principalmente um processo de compatibilização desses projetos como um todo (VEZZONI *et al*.,2013)

A falta de qualidade dos materiais utilizados compromete diretamente o produto final, uma vez que a durabilidade de uma construção depende de forma significativa dos materiais e recursos que serão empregados nela. Por isso, que a pessoa responsável pela obra deve conhecer a importância da qualidade, das propriedades e de como aplicar da melhor forma possível os matérias disponíveis. O uso de produtos que não acompanhem as normas técnicas pode ocasionar grandes prejuízos a uma construção, como vazamentos, infiltrações, contaminação do solo, comprometendo totalmente a qualidade do produto final. Uma gestão adequada e eficiente no setor de suprimentos é primordial para que seja possível controlar a qualidade dos materiais e evitar os atrasos nas entregas dos mesmos (VEZZONI *et al*.,2013)

O atraso na finalização e entregas de tarefas, também pode ser citado como um fator que leva uma obra ao fracasso. O atraso nas tarefas acarreta retrabalhos desnecessários que acabam por tomar tempo, estendendo o cronograma inicial e com isso as perdas e descontrole vão se agravando. No momento em que os prazos começam a se desajustar, são os primeiros sinais de que é necessário um diagnóstico da origem do problema, para resolvê-lo e não gerar um atraso em cadeia das tarefas e processos (SANTOS;SANTOS, 2013).

O retrabalho dentro de um processo de construção, na sua grande maioria, dar-se-á pela ausência de planejamento dos processos e operações, ou pelo não ajustamento das várias etapas e subetapas do projeto. Geralmente, essa falta de planejamento gera a repetição da realização do procedimento em algumas fases que já eram consideradas finalizadas. No setor construtivo, a falta de planejamento e o ato de refazer tarefas gerando retrabalhos pode ser considerado uma patologia da obra (SANTOS;SANTOS, 2013).

## **2.11 A compatibilização de projetos na Engenharia Civil**

A ocupação de algo no mesmo espaço sem gerar conflitos entre as partes é o que define a concepção de compatibilização. Na engenharia civil, esse “algo” pode ser demonstrado por intermédio dos memoriais de cálculo, informações e desenhos dos projetos. Dessa maneira, todas as informações que abrangem um projeto devem ser consistentes, claras, objetivas e transparentes desde o início até a entrega, utilização e manutenção do empreendimento (GRAZIANO, 2003).

É comum observar que as empresas trabalham com a elaboração de múltiplos projetos, tendo em vista, a execução de diversos empreendimentos simultaneamente. Desse modo, a gerência dos projetos se torna um processo dinâmico, fazendo com que os empreendimentos em andamento sejam revisados e alterados constantemente, assim como, os novos sejam analisados, priorizados e selecionados. Nessa perspectiva, as empresas trabalham com metas para ajustar e reorganizar seus atuais e futuros empreendimentos, buscando equilibrar todo o processo sem prejudicar seus recursos (HAIR *et al.,* 2005).

A compatibilização de projetos trata-se de uma atividade de gerenciamento que efetua a integração das especialidades e possui a função de averiguando as possíveis interferências entre os diversos sistemas, identificando e sugerindo as mudanças adequadas para que as especialidades se ajustem perfeitamente, em diferentes etapas da criação do projeto. Tornando-se uma atividade inerente ao projeto, tornando a execução mais simples, antecipando erros futuros, diminuindo conflitos e retrabalhos durante a obra (SILVA, 2004).

É perceptível que a administração de projetos individuais é complexa, mas também quando a empresa gera vários processos a complexidade aumenta significativamente. Consequentemente, seus projetos devem ser vistos como um portfólio integrado e não como um conjunto de projetos desarmoniosos. No entanto, na construção civil os processos são executados, desenvolvidos, adaptados e finalizados de maneira individual, distorcendo a realidade desse mercado que possui um elevado número de empresas com portfólios contendo os mais variados empreendimentos (RABECHINI; CARVALHO, 2006).

Observa-se que a compatibilização de projetos compreende as pequenas e grandes construtoras, assim como, os pequenos e grandes empreendimentos, haja vista, que ela deve estar presentes em todos os meios que envolvem uma obra, como por exemplo, nas verificações, medições e checklist de obras e projetos, buscando, extinguir o paradigma de que reuniões de compatibilização não dão em nada e se tornam em uma conversa entre amigos (PEDRINI, 2012).

Verifica-se ainda, que na maioria das construções habitacionais predomina-se um sistema informal, onde não possui uma equipe multidisciplinar participando dos projetos, inviabilizando junção dos processos para uma execução eficaz, contendo o mínimo de erros possíveis (PEDRINI, 2012).

 Nesse tipo de sistema cada profissional cria um projeto de acordo com a sua área de atuação sem realizar uma consultoria entre os profissionais, obedecendo a seguinte ordem: o arquiteto responsável elabora o projeto arquitetônico, em seguida, o engenheiro estrutural realiza o cálculo e faz o lançamento da estrutura, posteriormente, os engenheiros responsáveis pelos projetos de instalações também elaboram seus projetos de acordo com suas especialidades. (FETZ, 2009).

Partindo do princípio da elaboração individual e sem consulta entre os engenheiros responsáveis por cada projeto presente em uma obra, o surgimento da incompatibilização de projetos acontece, sendo percebida somente na execução do empreendimento, gerando, por exemplo, o atraso no tempo de entrega, aumento no orçamento previsto para a execução, além de possivelmente comprometer na qualidade da obra. (MENEGATTI, 2015).

Para dar início ao processo de compatibilização deve-se consultar de maneira preliminar o projeto arquitetônico, tendo em vista, que nesta etapa do processo existe uma maior flexibilidade de mudanças, além do projeto arquitetônico possibilitar que seja consolidado com os demais projetos, desse modo, tomando o papel do compatibilizador fundamental (MENEGATTI, 2015).

O agente compatibilizador deve ter como requisitos a compreensão e o raciocínio conceitual, levando as informações pertinentes do projeto para as reuniões de compatibilização, se tornando uma peça chave durante todo o processo do empreendimento, considerando que ele exerce uma função além daquela de sobrepor desenhos, usualmente praticada. Sendo que, a omissão ou desconhecimento do compatibilizador em relação a alguma fase do processo pode prejudicar no sucesso da execução da construção. (BALEM, 2015).

O profissional responsável por esse processo deve seguir algumas funções sendo elas: honrar com o cronograma elaborado do projeto; verificar o cronograma da obra atentando–se ao fato que de esta não prejudique os demais projetos; atender aos gastos propostos nos projetos para que não haja superfaturamentos; garantir o custo final previsto da construção; recordar sempre que o principal objetivo é a satisfação do cliente; manter sempre o padrão estabelecido; manter os construtores informados das mudanças (SOLANO, 2005).

## 2.11.1 Engenharia simultânea

Tendo seu surgimento na década de 1990, a engenharia simultânea se resume na abordagem de um sistema elaborado por intermédio da integração de vários produtos que tem como resultado o atendimento dos desejos do cliente, seu maior exemplo de aplicação na construção civil é o que se batizou de Modelo de Informações da Construção. (FERREIRA, 2001).

A engenharia simultânea possui os seguintes valores: a busca pelo trabalho em equipe, solidariedade, determinação e compartilhamento na tomada de decisões, mantendo sempre o foco na qualidade do produto final, através da realização eficaz de todo o processo produtivo. (CALLEGARI, 2007).

Devido as novas tecnologias disponíveis no mercado, a complexibilidade das etapas de construção de um projeto sofreu um aumento no tempo de seu desenvolvimento, ocasionando um prazo maior para a entrega de um determinado processo. Buscando suprir esse lado negativo do desenvolvimento tecnológico as empresas se viram obrigadas a antecipar o início de suas atividades que antes dependiam de termino das demais, gerando um aumento no paralelismo das etapas de projeto e construção. (PEDRINI, 2012).

A diferença entre o modelo de engenharia sequencial e o modelo de engenharia simultânea pode ser observada na Figura 8 e Figura 9 abaixo, onde se nota que no modelo tradicional possui uma diferença em relação a integração das etapas e a troca alternada de informações entres as partes.

No entanto, na engenharia simultânea como já é sugerido pelo próprio nome do modelo, as atividades dos processos acontecem de maneira quase que simultânea, exercendo um paralelo entre o desenvolvimento do projeto e a execução do produto. (SOUZA, 2010).

FIGURA 8 – Fluxograma de Engenharia Simultânea

Fonte: TAVARES JUNIOR (2001)

FIGURA 9– Fluxograma de Engenharia Sequencial



Fonte: TAVARES JUNIOR (2001)

O propósito da engenharia simultânea é diminuir significativamente p tempo de desenvolvimento de um produto, assim como reduzir o custo final deste, além de incrementar qualidade aos processos, por intermédio da priorização do atendimento ao cliente incluindo todas as perspectivas do ciclo de vida do empreendimento. (MIKALDO; SCHEER, 2008).

Na Figura 10 é possível analisar o tempo de vida dos processos, averiguando que a economia de tempo acarretada pela engenharia simultânea está concentrada na área de projetos, tendo como finalidade reduzir futuros desperdícios nos canteiros de obras, se compondo de um caminho rigoroso para o alcance da qualidade na construção, redução de tempo e custo.

Verificando que para a obtenção do sucesso se faz necessária junção entre os diversos integrantes do projeto. Deste ponto que a compatibilização se enquadra como um auxilio nas etapas de projeto de um empreendimento, localizando as falhas pela falta de integração entre os projetos ou engenharia simultânea (FABRICIO, 2002).

FIGURA 10 – Ciclo de Vida de um empreendimento de Engenharia Sequencial e Engenharia Simultânea

Fonte: KRUGLIANSKAS (1993)

## **2.12 Metodologia Building Information Modeling – BIM**

Para que um projeto tenha sucesso é de suma importância que as informações e especificações sejam perfeitamente compreendidas por todos os envolvidos na construção. Com base nisso, o setor de construção civil busca substancialmente uma melhor forma de representar o espaço construído e a utilização e aplicação dos recursos tecnológicos na gestão de projetos, aperfeiçoando a elaboração dos mesmos aprimorando as informações extraídas e a comunicação entre os membros envolvidos no projeto (BALEM,2015).

 O processo de modelagem da informação dentro de um projeto de construção altera completamente o processo de elaboração desse projeto, uma vez que evolui-se de uma realidade bidimensional para uma n-dimensional. O *Building Information Modeling – BIM*, no português, Modelagem da Informação da Construção ou Modelo Paramétrico da Construção Virtual, trata-se de um modelo onde é possível visualizar o espaço projetado, ou seja, é uma tecnologia de modelagem que está associado aos processos de produção, comunicação e análise do modelo de construção como um todo (BALEM,2015).

O BIM é um modelo digital que possui banco de dados e agrega informações que podem ser utilizadas para diversas finalidades, como por exemplo, elevação da produtividade e simplificando processos. A modelagem BIM está cada vez mais inovando as áreas da engenharia e arquitetura, propiciando uma visão com mais clareza, de forma objetiva dos desenhos e projetos (COELHO; NOVAES, 2008).

A diferença entre um projeto feito em BIM e um projeto tradicional é que o modelo BIM possui todas as informações importantes e necessárias para que seja representado o processo de construção, simplificando ações, assim como pode ser visto na Figura 11. Quando as informações são associadas aos elementos tridimensionais do modelo, vários aspectos são adotados, como geometria, materiais que compõe o projeto, custos, entre outros. Em um modelo único, é possível retirar informações distintas e que são relevantes para o projeto (YAN; DAMIAN,2008).

FIGURA 11 – Processo BIM com contraponto ao processo tradicional de projeto

****

Fonte: GOES; SANTOS (2011)

A modelagem BIM tem trazido inovações significativas para as áreas de engenharia e arquitetura, proporcionando ver mais claramente e de forma objetiva os desenhos dos projetos. Com início na modelagem 3D, os projetos se consolidam em um ambiente virtual tridimensional, sendo possível assim identificar qualquer tipo de inconsistência que o projeto possa apresentar, facilitando as configurações que poderão ser feitas pelo projetista e a manutenção do projeto. Após a introdução da 4ª dimensão, criou-se a possibilidade de o gestor do projeto acompanhar os avanços físicos da obra (MATTOS, 2014).

Vindo posteriormente o recurso de modelagem 5D, onde houve o acréscimo da variável de custo. Como consequência a esse elemento, tornou-se possível parametrizar objetos juntamente com seus insumos de produção, atualizando automaticamente as alterações do orçamento da obra de acordo com as mudanças que forem sendo feitas no projeto. Por fim, a ferramenta conta atualmente com a versão de modelagem 6D, agregando o relacionamento com o ciclo de vida do projeto, ou seja, através do BIM 6D o gerente de projetos controla a garantia sobre os equipamentos, manutenção dados de fabricante e fornecedores, custos gerados com operações, tendo também o recurso de foto (MATTOS, 2014).

A ferramenta BIM entrou no mercado como um potencial tecnológico na área de construção civil, pois além de possuir as funções do CAD 3D, gera informações que permitem a criação de tabelas de orçamento, cronogramas e muitas especificações necessárias para o sucesso e qualidade do projeto, dando a oportunidade do projetista, antes da execução da obra, ter uma visibilidade mais ampla sobre o projeto. Enquanto o CAD 3D traz apenas pontos, linhas e formas, a modelagem BIM traz esses parâmetros geométricos agregados de significado, assim como dados quantitativos e qualitativos (ROSSO, 2011).

A plataforma BIM funciona através da interoperabilidade de funções que se completam, integrando todos os recursos. Torna-se possível, além da construção virtual arquitetônica, quantificar, planejar e gerenciar informações, e até recuperá-las em qualquer fase do projeto, sendo possível identificar e analisar as interferências que podem surgir e testar novas alternativas e simular o comportamento do projeto sob a ação de diversos fatores e agentes (ROSSO, 2011).

Um projeto de construção precisa ter um espaço de armazenamento de dados para servir como um Modelo de Informações da Construção. Durante o processo de construção grandes montantes de informações de diversas fontes são gerados e precisam de uma estrutura de dados para que possam ser armazenados de forma organizada para serem utilizados posteriormente, essas informações alimentam as fases do projeto. O BIM possui um banco de dados que mostra a geometria dos elementos da construção em 3 dimensões, armazena seus atributos e gerando informações mais completas que o software CAD (BALEM, 2015).

 Com base nisso, o BIM representa um caminho de representação virtual da construção muito mais completo e inovador, os objetos reais são representados de forma a proporcionar a visão do ciclo de vida da construção, permitindo alterações dinâmicas, modificações e atualizações automáticas. Uma das principais diferenças entre o CAD e o BIM, é que no CAD as alterações feitas implicam ações manuais, enquanto na modelagem BIM considera-se o desenho como “inteligente”, visto que, uma vez representado o projetista consegue fazer adições e atribuições de propriedades que podem ser salvas no mesmo arquivo eletrônico, gerando de forma automática a legenda das pranchas e a parte qualitativa dos materiais, bem como o repasse para a equipe responsável pelo orçamento (SILVA, 2012).

 Para a realização da modelagem no sistema BIM, torna-se necessária uma identificação pormenorizada dos insumos que compõem o processo construtivo, as relações entre eles, o contexto de aplicação e terminologia adequada para que seja possível alcançar todos os envolvidos no projeto. Deste modo, tem-se um modelo transparente do projeto, propiciando conhecer de modo mais detalhado o seu funcionamento e conseguintemente aprimorá-lo (SILVA, 2012).

### 2.12.1 BIM: vantagens e desafios

 Modelagem da informação na construção trata-se da criação, armazenamento e utilização de dados organizados e consistentes sobre o projeto. A manutenção dessas informações em um local acessível e digitalmente integrado auxilia engenheiros e arquitetos a terem uma visão mais ampla e clara do projeto como um todo, contribuindo em inúmeros fatores. O BIM possui como principal benefício a habilidade de um único modelo poder ser integrado e suportar todos os requisitos do ciclo de vida do projeto (CRESPO; RUSCHEL, 2007). E graças a esse benefício os profissionais envolvidos conseguem compreender de uma melhor forma os objetivos da construção (BLANCO, 2007).

 Pode-se afirmar que o sistema BIM possui vantagens muito além da modelagem de um produto, pois através do mesmo é possível englobar tudo que envolve o empreendimento, desde a documentação até o produto final, assim, sua utilização otimiza o modo convencional de trabalhar com projetos. Além de que a modelagem da informação no sistema BIM propicia uma comunicação mais clara entre os profissionais, minimizando erros e culminando na entrega mais ágil, confiável e eficiente da obra, no tempo estimado e com o custo inicialmente previsto, diminuição de erros, ganho de vantagem competitiva no mercado e a redução dos retrabalhos.

Os benefícios associados à utilização do BIM ocorrem em todas as fases do projeto e perduram por todo o ciclo de vida de um empreendimento. As vantagens trazidas geram redução de mão de obra e, também, melhoria nos projetos, no gerenciamento das construções e na utilização de recursos. Na fase de concepção e elaboração dos projetos é onde as aplicações do BIM têm potencial para gerar maior redução de custos, pois nessa fase a equipe de projetistas e engenheiros pode realizar simulações e testes, sendo possível antecipar e solucionar problemas antes que ocorram durante a construção (SENA; FERREIRA, 2013, p.32)

 Em contrapartida a tantos benefícios citados, existem muitas restrições para o uso da ferramenta BIM por parte dos projetistas devido a complexidade do software, o que exige gastos elevados com o tempo de implantação e capacitação, além de recursos humanos para esses processos. Esta é uma ferramenta mais presente em empresas de grande porte, com mais recursos de investimento e com um fluxo de tarefas maior. Em alguns casos, existe a resistência à mudança, uma vez que alguns profissionais estão acostumados a realizar os projetos da forma convencional e acabam não aceitando o desconhecido e se contentando com as ferramentas mais comuns (BALEM, 2015).

 Um dos principais empecilhos ao uso da tecnologia é o tempo dedicado à aprendizagem, que pode chegar até a um ano, fazendo com que os escritórios de engenharia e arquitetura diminuam a produtividade no período de adaptação. O processo de implantação do sistema BIM pode ser dividido em três etapas, a primeira é o aprendizado do projeto de desenho, a segunda é a realização de trocas simples entre os projetistas e por fim a integração entre projetos de orçamento e cronogramas (BALEM, 2015).

**3 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DA PESQUISA**

O trabalho foi desenvolvido utilizando o método de pesquisa bibliográfica, sendo considerada qualitativa quanto à abordagem do problema e descritiva quanto aos objetivos de estudo. A seleção de tais procedimentos se deu por adequar-se melhor aos objetivos pretendidos, uma vez que a descrição por diversos profissionais auxilia no entendimento dos mesmos. O processo metodológico se origina através do conhecimento do problema e estimulando a relevância do estudo.

## **3.1 Classificação da Pesquisa quanto aos Fins**

Quanto aos fins, de acordo com Thiollent (1986) a pesquisa pode ser classificada como descritiva e explicativa no que diz respeito aos procedimentos técnicos. Descritiva porque expõe sobre a compatibilização de projetos, buscado relações entre o sucesso ou o fracasso de um projeto com seu gerenciamento, estimulando a utilização de metodologias que possam consolidar o processo de gestão e planejamento como parte fundamental, possivelmente a mais importante de todo projeto. Explicativa, porque visa esclarecer quais fatores podem comprometer a execução correta de um projeto, afetando diretamente no produto final, e como o gerenciamento de projetos e a compatibilização dos mesmos atuam de forma positiva na área de construção civil.

## **3.2** **Classificação da Pesquisa quanto aos Meios**

Quanto aos meios, a pesquisa configurou-se como bibliográfica e comprovativa. Segundo Gil (2008), uma pesquisa pode ser considerada bibliográfica, quando é realizada uma revisão literária através de um levantamento bibliográfico com base em livros, artigos, periódicos e teses que possuem referências sobre gerenciamento de projetos e como, através de metodologias, pode-se aplicar a compatibilização de projetos na construção civil. Comprovativa, porque foi feito o uso de materiais e documentos de esclarecimento, como o funcionamento da metodologia Building Information Modeling – BIM e como base o Manual Project Management Body of Knowledge – PMBOK.

## **3.3 Tratamento de Dados**

Foi realizada uma revisão de Literatura científica de revistas, artigos e de obras publicadas em formato físico e também eletrônico indexada em bases de dados como SciELO - Scientific Electronic Library Online (http://www.scielo.org/php/index.php), através do mecanismo de busca do Google Acadêmico, considerado como critério inicial para seleção. Optou-se por esta base de dados por ser considerada uma das principais fontes de publicações científicas e a partir de seu sistema de busca foram selecionados apenas os artigos na língua portuguesa e inglesa publicados no período compreendido entre os anos de 1989 até 2018.

Realizou-se uma leitura cuidadosa de livros e de todos os artigos selecionados. A pesquisa foi desenvolvida em três etapas distintas, em que primeiramente foram efetuadas pesquisas amplas sobre gerenciamento de projetos, de forma generalizada e aplicada na construção civil: como realizar, quais as principais etapas, qual a importância de aplicar a compatibilização de projetos, quais as metodologias podem ser utilizadas, fazendo uma conferência de toda bibliografia encontrada com base no interesse principal da pesquisa. Posteriormente foi feita uma seleção do material encontrado, captando os pontos relevantes da pesquisa com foco no objetivo como critério de segregação. Por fim, foi realizada uma leitura de caráter analítico qualitativo com o intuito de buscar respostas que solucionassem a problemática apresentada.

# **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Com base nos estudos realizados, ASBEA (1992) conceitua projeto como uma ação que antecede um determinado objetivo. No setor de construção civil, um projeto representa o início, a execução e a finalização de um empreendimento, ou seja, todo trabalho empregado no setor depende da elaboração de um projeto. Além de estar totalmente ligado à qualidade da obra, visto que o projeto engloba todas as ações, restrições, prazos e custos referentes ao empreendimento. Oliveira (2010) afirma que a maior parte da ineficiência de uma construção pode ser atribuída à fase de projeto.

Por isso, de acordo com Mikaldo Júnior e Scheer (2008), o processo de construção exige cada vez mais inovações e aperfeiçoamento, sendo necessária a aplicação de um sistema de gerenciamento, análise e verificação de todas as etapas que compõem uma construção, transformando de forma eficiente o projeto do papel em algo real. Todo o processo de gerenciamento é pautado pelo Guia PMBOK, que trata-se de um manual de conhecimentos e práticas adequadas para o gerenciamento de projetos, que fornece um vocabulário único em comum para que facilite as discussões, escrita e aplicação do gerenciamento de projetos pelos profissionais envolvidos.

O gerenciamento de projetos, assim como enfatiza Martins (2000) é a criação de um plano para o controle das tarefas e fases para alcançar um objetivo, que divide-se em: custo, desempenho, escopo e tempo. Orth (2009) relata que para manter o controle de um projeto, uma vez que esse é algo que ainda não é concreto, é preciso buscar formas de diminuir as possibilidades de surgir imprevistos que comprometam o resultado final. Diante disto, torna-se imprescindível dividir o projeto em fases, para que seja possível analisar e controlar o funcionamento do mesmo. Essas fases do projeto são chamadas de ciclo de vida, que se restringem a: iniciação, planejamento, execução, controle e finalização.

Nocêra (2010) salienta que um empreendimento da construção civil passa por duas etapas distintas, mas que se complementam: o planejamento da construção e a construção propriamente dita. Porém, apenas realizar o planejamento, definir métodos, prazos e recursos utilizados não é o suficiente para garantir o sucesso de uma edificação, é preciso realizar um monitoramento minucioso e comparar o resultado final com o que foi planejado inicialmente.

Ao se realizar o planejamento, não significa que o mesmo não sofrerá alterações, durante todo o processo de gerenciamento, na fase inicial ou de construção propriamente dita, as alterações vão ser feitas de acordo com a necessidade de cada processo, o gerenciamento é um tarefa permanente, deve ser realizada incessantemente até a finalização do projeto.

Na fase de construção torna-se importante aplicar o planejamento no canteiro de obras, assim como aponta Souza (2008), uma vez que o arranjo físico do canteiro quando planejado de forma eficiente, consequentemente os processos construtivos são otimizados, há uma redução dos custos na construção, diminuindo o índice de desperdício de recursos e principalmente do tempo. Souza (2008) ainda afirma que a padronização em um projeto, pode elevar de forma significativa o resultado final, uma vez que cada empreendimento exige uma análise personalizada e isolada, para que as interferências não atrapalhem o bom andamento do projeto.

Para se realizar uma gestão adequada de um projeto na construção civil, é preciso que haja simultaneidade dos recursos que o compõe. Kerzner (2010) alega que para que os fatores e recursos de um projeto estejam sincronizados e trabalhando de forma sistêmica é necessário a aplicação de tecnologias que auxiliem na junção de todas as especificidades do projeto, fazendo com que as diversas áreas envolvidas resultem em um empreendimento de qualidade.

Vezzoni *et al*.(2013) destaca que para realizar a sincronia entre projetos tem-se o conceito de compatibilização de projetos e que esta, garante de 5% a 8% da economia de uma obra, além de elevar a qualidade da construção com a otimização de processos e minimização de improvisos. Silva (2004) caracteriza a compatibilização de projetos como uma atividade de gerenciamento que integra as áreas de especialidades de um projeto, averiguando possíveis interferências, apontando e sugerindo alterações necessárias para que os diversos projetos ajustem-se perfeitamente, formando um só. Atualmente, projetos construtivos são realizados por profissionais distintos, sendo que cada um realiza o projeto referente à sua especialidade. Em outros casos, empresas que contratam projetistas buscam orçamentos menores em cada uma das partes que compõe a construção. Com isso, ao unir-se os projetos, feitos separadamente, ocorrem algumas inconformidades que podem levar o empreendimento ao fracasso.

Vezzoni *et al*.(2013) ainda reitera que um número significativo de projetos têm seu total fracasso devido a falta de planejamento junto com a incompatibilização. A falta de um gerenciamento adequado faz com que as construtoras executem muitas vezes a mesma tarefa, perdendo tempo e causando retrabalhos aos envolvidos no projeto. Falhas por motivo de compatibilização são frequentes, onde os projetos não coincidem, ocasionando diversos transtornos.

É comum, assim como mostra Fetz (2009), que cada profissional crie um projeto de acordo com sua área de atuação, sem que um profissional consulte o outro, geralmente segue-se a seguinte ordem: o arquiteto realiza o projeto arquitetônico, posteriormente o engenheiro estrutural realiza os cálculos e faz o lançamento das estruturas e por fim os profissionais responsáveis pelas instalações elaboram os projetos. Com a elaboração individual e sem interação entre os profissionais, surge a incompatibilidade, e este problema geralmente é percebido durante a fase de execução, causando atrasos no tempo de entrega e por conseguinte, aumento no valor do orçamento inicial.

 Para Menegatti (2015) o processo de compatibilização é iniciado com uma consulta ao projeto arquitetônico, pois ele possibilita que os demais sejam consolidados, uma vez que, o arquitetônico é um projeto mais flexível a mudanças. O autor cita que o agente que realiza a compatibilização deve ter compreensão e raciocínio conceitual, destacando e tornando comum as informações fundamentais para o projeto, e que muito mais que apenas sobrepor desenhos, ele precisa compreender e visualizar o projeto como um todo.

A compatibilização de projetos pode ser considerada como uma solução viável para o problema de inconsistências de informações, visto que no cenário atual a competitividade do mercado exige cada vez mais que os empreendimentos apresentem a menor quantidade de falhas possíveis, superando ainda mais em inovação e qualidade. Além da redução de custos e de retrabalhos no processo de execução da obra. Neste processo faz-se muito presente o hábito de reunião dos profissionais envolvidos no projeto, o compartilhamento e integração de todos os membros, culminando em apenas um resultado, um empreendimento de sucesso.

Para a realização da compatibilização de projetos Balem (2015) aponta a metodologia Building Information Modeling – BIM, como uma ferramenta de modelagem das informações da construção. Coelho e Novaes (2008) definem o BIM como um modelo digital que possui um banco de dados e agrega informações fundamentais para a simplificação de processos, garantindo o sucesso do projeto. Essa ferramenta funciona através de interoperabilidade das funções do projeto, aglomerando e combinando todos os recursos. É possível através da ferramenta, além da construção virtual arquitetônica, quantificar, verificar e analisar informações, podendo até recuperá-las em qualquer fase do projeto.

Comparada com a engenharia sequencial, a engenharia simultânea aliada com a compatibilização de projeto, mantém o foco na fase inicial do projeto, planejando da melhor forma possível como executar a obra. A fase de planejamento de um projeto com base em engenharia simultânea e compatibilização toma bastante tempo do projetista, porém esse tempo é compensado no momento em que a garantia de uma execução sem atrasos, improvisos ou falhas que ainda não tenham sido identificadas, é concreta. Na engenharia sequencial, ou seja, com métodos convencionais, a fase de planejamento ainda deixa muito a desejar, causando transtornos e atrasos na fase de execução, comprometendo diretamente a qualidade da obra.

Apesar dos seus inúmeros benefícios, o BIM ainda é uma ferramenta utilizada com mais frequência em empresas de grande porte, mesmo o gerenciamento de projetos sendo acessível para todos os tamanhos e ramos de empresas. Pode-se atribuir esse fato aos custos com a implantação e treinamento para uso da ferramenta que são altos em relação ao faturamento da empresa, por tratar-se de uma ferramenta complexa comparada com as demais. E essa complexidade pode ser maior ainda diante de execuções simultâneas na empresa, pois gerenciar uma obra não é uma tarefa tão complicada quanto gerenciar cinco projetos ao mesmo tempo, por exemplo, exigindo ainda mais da equipe como um todo, um cuidado maior com essa fase tão importante.

Deste modo, é possível presumir a importância da compatibilização de projetos e a consequência que a falta dela ocasiona, como por exemplo altos níveis de desperdícios e retrabalhos na obra, o custo elevado do projeto e a diminuição dos lucros da empresa, mediante a competitividade do mercado, compatibilizar projetos torna-se essencial para a otimização do tempo, agregação de valores e garantia que o produto final tenha a qualidade esperada pelos clientes que estão cada vez mais exigentes.

Nota-se também que mesmo que a ferramenta BIM tenha surgido desde o ano de 2004, muitos profissionais da área de construção civil não têm conhecimento sobre os conceitos da mesma, alguns apenas conhecimentos superficiais, mas não aplicam na criação e execução do projeto. Sendo possível fazer um paralelo das vantagens e desvantagem da utilização dessa ferramenta para a compatibilização de projetos. Como vantagem têm-se: o envolvimento de todo o ciclo do projeto, a integração em um único projeto, onde todas as etapas são alinhadas, minimizando a margem de erros comuns na fase de planejamento e execução de uma obra, aumenta significativamente a comunicação entre a equipe, economia de tempo, economia de trabalho, unificação e agregação dos projetos criados, compatibilização de objetivos e maior precisão nas quantidades, tanto em custo, quando em recursos. E como desvantagens, pode-se pontuar: a dificuldade de se encontrar profissionais que conheçam de fato e saibam trabalhar com a plataforma, dificuldade de implantação nas empresas devido a resistência de alguns profissionais, por ser algo ainda novo, o custo só possui retorno a longo prazo e o custo é relativamente alto, comparada com demais ferramentas e possui diversas licenças pagas.

#

# **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A compatibilização de projetos mediante a grande concorrência no mercado, tem se tornado uma etapa obrigatória para qualquer projeto que objetive aumentar sua competitividade. Essa ferramenta está diretamente ligada ao tamanho, complexidade e valor de aplicação no empreendimento. Quanto maior é o projeto, maior será o tempo para executá-lo, maiores serão as quantidades de recursos utilizados e isso aumenta consequentemente a complexidade nas áreas relacionadas ao projeto, como arquitetura, estrutura e instalações.

Obras de pequeno e médio porte apresentam uma certa dificuldade de compatibilização, uma vez que as alterações podem ser feitas com rapidez, devido ao projeto possuir um fluxo de dados menor. Partindo do pressuposto que o cliente seja exigente, a compatibilização acaba se tornando uma tarefa trabalhosa, pois serão necessárias várias modificações e revisões ao longo da execução.

As reuniões que ainda são mistificadas como algo desnecessário que não surte nenhum efeito, é uma parte fundamental não só para o processo de compatibilização, mas para o gerenciamento de projeto de forma geral. A partir delas, é possível resolver problemas apresentados durante as etapas, entender os desejos e exigências do cliente e checar-se existe uma solução que seja conhecida e aprovada por todos os profissionais envolvidos.

Deste modo, constatou-se que o uso de tecnologias do processo construtivo é crucial, devido ao surgimento de diversos softwares e equipamentos que facilitam cada vez mais as operações. Sendo o BIM uma tecnologia que ainda possui um custo para aquisição e tempo para treinamento da equipe, por isso, geralmente as grandes empresas investem em alta tecnologia de compatibilização. Quando se analisa o retorno de investimento a longo prazo, acaba não sendo uma opção tão atrativa para as pequenas e médias empresas, todavia, o ganho maior na execução possibilita prevenções de problemas futuros, gerando ganhos de tempo e custo, o que agrega valor ao produto final.

A compatibilização de projetos tem a capacidade de gerar uma facilidade maior na execução da obra, proporcionando mais simplicidade e rapidez. Tal facilidade pode ser chamada de construtibilidade, que se trata do objetivo de qualquer profissional em uma empresa. A compatibilização pode ser vista como a ferramenta para que as empresas possam alcançar a construtibilidade e racionalidade na construção.

Vale ressaltar que por mais que as empresas possuam ferramentas robustas e atualizadas, a equipe de elaboração do projeto deve estar bem preparada para inserir e interpretar as informações necessárias.

É preciso que os profissionais da área de engenharia civil sejam capacitados e acompanhem os avanços do mercado, através de investimentos na educação de mão de obra, para torná-los capazes de fazer parte de qualquer equipe e trabalhar de maneira a buscar sempre o melhor, pois em alguns casos a não utilização da compatibilização de projetos dá-se pela falta de conhecimento.

Deixa-se como sugestão, o estudo sobre a introdução do conhecimento de gerenciamento de projetos, sua importância e como isso influencia diretamente em uma construção, para os alunos de graduação de engenharia civil, que necessitam tanto desse conhecimento para seguir como engenheiros e obter sempre o sucesso em sua profissão.

#

**REFERÊNCIAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. ISO 21500:2012. Gerenciamento de projetos, 2012.

ALENCAR, A. J.; SCHMITZ, E. A. Análise de Risco em Gerência de Projetos. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora Brasport, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESCRITÓRIO DE ARQUITETURA (ASBEA). Manual de Contratação de Serviços de Arquitetura e Urbanismo. Editora Pini: São Paulo, 1992.

BALEM, A. F. Vantagens Da Compatibilização De Projetos Na Engenharia Civil Aliada Ao Uso Da Metodologia BIM. Universidade Federal De Santa Maria Centro De Tecnologia Curso De Engenharia Civil. Santa Maria - RS, Brasil, 2015.

BARALDI, P. Gerenciamento de Riscos. 3ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 2010.

BARBOSA, A. M. R.; FERREIRA, P. F. Gerenciamento De Recursos Humanos:O Dimensionamento De Pessoal Técnico-Administrativo Da Universidade Federal De Sergipe. IX Colóquio Internacional sobre Gestão Universitária na América do Sul. Florianópolis, 2009.

BLANCO, M. O Preço Da Desqualificação. Revista Digital: Negócios de Incorporação e Construção. Ano: 2007. Disponível em: <http://www.construcaomercado.pini.com.br/negociosincorporacaoconstrucao/73/artigo282069-1.aspx2>. Acesso em: 15 out. 2018.

BOMFIM, D; NUNES, P, HASTENREITER, F. Gerenciamento De Projetos Segundo O Guia Pmbok: Desafio Para Os Gestores. Revista de Gestão e Projetos, v. 3, n.3, p. 58-87, 2012.

CALLEGARI, S; Análise da Compatibilização de Projetos em Três Edifícios Residenciais Multifamiliares. Dissertação – Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2007.

CANDIDO, R. Gerenciamento de projetos / Roberto Candido ... [et al.]. — Curitiba: Aymará, 2012. — (Série UTFinova).

CARVALHO, M. M., RABECHINI, R, Jr. Construindo competências em gerenciamento de projetos: teoria e casos. São Paulo: Editora Atlas, 2005.

CHAVES, R. B. Um Estudo De Caso Sobre A Metodologia De Gerenciamento De Projetos Aplicada Em Uma Empresa De Serviços De Pequeno Porte. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA CENTRO SÓCIO ECONÔMICO. FLORIANÓPOLIS – SC. 2011.

COELHO, S. B. S.; NOVAES, C. C. Modelagem De Informações Para Construção (Bim) E Ambientes Colaborativos Para Gestão De Projetos Na Construção Civil. In: VIII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2008, São Paulo, SP. Anais do VIII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2008.

CRESPO, C. C.; RUSCHEL, R. C. Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto. In: Anais do III Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil. Porto Alegre, 2007.

DAVEL, R. O Processo De Planejamento Do Arranjo Físico Do Canteirode Obras Na Construção Enxuta. Escola de Engenharia UFMG. Belo Horizonte – MG, 2010.

DAYCHOUM, M. Gerência De Projetos: Programa Delegacia Legal / Merhi Daychoum. – Rio de Janeiro: Brasport, 2005.

FABRÍCIO, M. M. O Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios. Tese (Doutorado em Engenharia) - Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FAGUNDES, T. P.Planejamento De Obra: Estudo De Caso, Edificação Residencial De Multipavimentos Em Brasília. FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS – FATECS. Asa Norte. Brasília. 2013.

FERREIRA, R. C. Os Diferentes Conceitos Adotados Entre Gerência, Coordenação E Compatibilização De Projetos Na Construção De Edifícios. Workshop Nacional de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifício. São Carlos, 2001.

FETZ, J. Compatibilização de Projetos na Construção Civil de Edificações. Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil. Joinville - SC, 2009.

FILHO, A.T; JÚNIOR. W. D. Certificação PMP: Benefícios Para Os Gerentes De Projeto. Revista Eletrônica Fundação Educacional São José v. 7, n. 38, 2013.

FONSECA, S. U. L. Benefícios Da Adoção Do Modelo PMBOK No Desenvolvimento E Implantação Do Projeto De Tecnologia Da Informação De Um Operador Logístico: Um Estudo De Caso Da Word Cargo. Dissertação de Mestrado em Gestão de Negócios. Universidade Católica de Santos. Santos, São Paulo, SP, Brasil. 2006.

FORMOSO, C. T.; SAURIN, T. A. Planejamento de Canteiros de Obra e Gestão de Processos: Recomendações Técnicas. HABITARE. Volume 3. Porto Alegre: ANTAC, 2006.

FRANCK, F. D. Gerenciamento Do Tempo Do Projeto Aplicado A Arranjo Físico Em Uma Empresa De Usinagem De Médio Porte. UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA. JUIZ DE FORA – MG, 2007.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOES, R. H.; SANTOS, E. T. Compatibilização de projetos: comparação entre o BIM e o CAD 2D. In: TIC2011: 5º Encontro de Tecnologia da Informação e Comunicação da Construção Civil. Salvador, 2011.

GRAZIANO, F. P. Compatibilização De Projetos. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. Mestrado Profissionalizante. São Paulo, 2003.

HAIR, J. et al. Fundamentos de Métodos de Pesquisa em Administração. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HELDMAN, K. Gerência De Projetos: Guia Para O Exame Oficial Do PMI. 3ª ed. (Revisada e Atualizada). Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

KEELLING, R. Gestão De Projetos: Uma Abordagem Global. São Paulo (SP): Saraiva,2002.

KERZNER, H. Gestão De Projetos: As Melhores Práticas. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman,2010.

KRUGLIANSKAS, I. Engenharia Simultânea. Revista de Administração. São Paulo, 1993.

LIMA JUNIOR, F. R.; MARTIMIANO, L. A. F. Avaliação Da Qualidade De Softwares Voltados À Gestão De Projetos. Trabalho apresentado no XXX Encontro Nacional de Engenharia da Produção, São Carlos, 2010.

MANGELLI, L. S. L. P. Gestão De Projetos E O Guia PMBOK: Um Estudo Sobre O Nível De Uso Do PMBOK Nas Empresas Brasileiras. Rio de Janeiro, 2013. Dissertação (Mestrado) – Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Centro de Formação Acadêmica e Pesquisa.

MARTINS, S. V. Gerenciamento De Projeto: Meta-Heurísticas Para Otimização Do Escalonamento De Atividades Na Exploração E Produção De Petróleo. UNIVERSIDADE DO NORTE FLUMINENS. TESE DE DOUTORADO. Centro de Ciência e Tecnologia. Laboratório de Engenharia de Produção. CAMPOS DOS GOITACAZES – RJ. 2000.

MATTOS, A. D. Engenharia de Custos: Bim 3D, 4D, 5D e 6D. 2014. Disponível em: <http://artigos.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/bim-3d-4d-5d-e-6d335300 1.aspx>. Acesso em: 3 set. de 2018.

MATTOS, A. D. Planejamento e controle de obras. São Paulo. Editora Pini, 2010.

MAXIMIANO, A. C. A. Administração De Projetos: Como Transformar Idéias Em Resultados. 2. ed. – São Paulo: Atlas, 1997.

MENEGATTI, B. Compatibilização De Projetos Arquitetônico E Estrutural De Uma Residência Unifimiliar Com Auxilio Da Plataforma BIM. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Pato Branco. 2015.

MENEZES, L. C. M. Gestão de projetos. 2. ed São Paulo (SP): Atlas, 2008.

MIKALDO JUNIOR, J.; SCHEER, S. Compatibilização de Projetos ou Engenharia Simultânea: Qual é a melhor solução? Revista Gestão & Tecnologia de Projetos. Curitiba, 2008.

MORAIS, A. C. Gerenciamento De Custo E Tempo Em Projetos Capex. CEAI – Curso de Especialização em Administração Industrial da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – SP, 2008.

MULCAHY, R. Preparatório para o Exame de PMP®. 5. ed. Estados Unidos da América: RMC Publications, 2007.

NARDI, K.C. Estruturação De Dimensionamento De Carga Humana Na Área Pública. 2004. Trabalho de Diplomação - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – UFRGS, Porto Alegre.

NOBRE, G. Boa Gestão Aumenta Chances De Sucesso. Revista Digital: Gestão de Projetos e Obras. Ano: 2014. Disponível em: <http://www.aecweb.com.br/cont/m/cm/boa-gestao-aumenta-chances-de-sucesso\_6 492>.Acesso em: 10 out. 2018.

NOCÊRA, R. J. Planejamento E Controle De Obras. 2° edição. Editora RJN, 2010.

OLIVEIRA, P. V. H. Implementação De Um Processo De Planejamento De Obras Em Uma Pequena Empresa. Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina - Engenharia Civil. UFSC - SC, 2010.

ORTH, A. I. Planejamento E Gerência De Projetos. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2009.

PALHOTA, T. F. Gestão De Prazos Em Obras De Edificações Considerando Os Paradigmas Atuais Da Construção Civil. Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro.UFRJ, 2016.Fundamentos do gerenciamento de projetos (FGV Management).

PEDRINI, M. K. Engenharia simultânea: planejamento e controle integrado do processo de produção/projeto na construção civil. 2012.233 f. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Espirito Santo, Vitória, 2012.

PMI. Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK), Project Management Institute, 5ªed – São Paulo: Saraiva, 2014.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, Inc. Um Guia do Conhecimento do Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®). 4ª ed. Newtown Square, Pennsylvania: PMI, 2009.

QUARTAROLI, C. LINHARES, J. Guia de Gerenciamento de Projetos e Certificação PMP. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda., 2004.

RABECHINI Jr., R.; CARVALHO, M. M. Gerenciamento de Projetos na Prática: Casos Brasileiros. São Paulo: Atlas, 2006.

REIS, C. A. A. A Importância Do Escritório De Projetos No Gerenciamento De Projetos: Um Estudo De Caso Na Mrs Logística S.A. UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. - JUIZ DE FORA, 2011.

ROSSO, S. M. Softwares BIM: Conheça Os Programas Disponíveis, Seu Custo, Principais Características E Segredos. Revista AU, v. 208, julho de 2011. 2p. Disponível em: <http://au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/208/bim-quem-e-quem224333-1.aspx>. Acesso em: 8 de set de 2018.

ROVAI, R. L. Modelo Estruturado Para Gestão De Riscos Em Projetos: Estudo De Múltiplos Casos. 2005. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – SP. Departamento de Engenharia de Produção.

SABBAG, P. Y. Gerenciamento de Projetos e Empreendedorismo. Editora: Saraiva. Edição: 1ª edição. 2009.

SANTOS, A. N.; SANTOS, M. V. B. Iniciando o Gerenciamento de Projetos para Empresas na Construção Civil. Revista Digital: Techoje. Ano: 2013. Disponível em:<http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe\_artigo/675>.Acesso em: 10 out. 2018.

SANTOS, F. O. S. Gerenciamento Das Aquisições Em Projetos: Engineering,Procurement And Construction (EPC) Como Modalidade De Contrato Turnkey Para Empreendimentos De Engenharia. PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS INSTITUTO DE EDUCAÇÃO CONTINUADA – IEC – SÃO GABRIEL Curso de Gerenciamento de Projetos. Belo Horizonte - MG, 2013.

SCOFANO, C. R. F.; FRANCO, E. A.; SILVA, L. S.; TEIXEIRA, M. A. Gestão De Risco Em Projetos: Análise Das Etapas Do PMI-PMBOK (Project Management Institute). CONVIBRA. 2013.

SENA, T. S.; FERREIRA, E. A. M. A Aplicação da Metodologia BIM Para a Compatibilização de Projetos. Departamento de Construção e Estruturas da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. 2013.

SILVA, C. S.; MENDES, E. N. F.; TOSTIS, G. O. A Importância Do Planejamento Dos Canteiros De Obras Na Produtividade E Qualidade Da Construção Civil. Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do UNIFOA. Fundação Oswaldo Aranha, Centro Universitário de Volta Redonda. UNIFOA - Volta Redonda, RJ, 2013.

SILVA, F. A. C. Interoperabilidade e Norma Técnica da ABNT (BIM). Revista INOVAR –MG. VI Encontro de Inovações em Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte, 2012.

SILVA, M. V.M.F.P. As Atividades De Coordenação E A Gestão Do Conhecimento Nos Projetos De Edificações. Dissertação. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

SILVA, S. D. J. Relações Entre Os Fatores Críticos Para A Maturidade Em Gerenciamento De Projetos E A Gestão Estratégica Organizacional. (Dissertação de Mestrado em Administração). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, Brasil, 2009.

SIQUEIRA, R. G. P. Planejamento De Escopo De Projetos: O Caso De Uma Consultoria . UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA. JUIZ DE FORA, MG -BRASIL, 2007.

SOLANO, R. S. Compatibilização De Projetos Na Construção Civil De Edificações: Método Das Dimensões Possíveis E Fundamentais. In: V Workshop de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, Florianópolis, 2005.

SOUZA, U. E. L. Projeto e Implantação do Canteiro. 3ª Edição.São Paulo: Tula Melo, 2008.

SOUZA, F. J. Compatibilização de Projetos em Edifícios de Múltiplos Andares, Estudo de Caso. Dissertação. Pernambuco, 2010.

SOUZA, K. M. S. S. Gerenciamento De Custo De Um Projeto. Universidade Cândido Mendes. Finanças e Gestão coorporativa. Rio de Janeiro - RJ. 2009.

TAVARES JÚNIOR, W. Desenvolvimento De Um Modelo Para Compatibilização Das Interfaces Entre Especialidades Do Projeto De Edificações Em Empresas Construtoras De Pequeno Porte. Dissertação de mestrado em Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2001.

THIOLLENT, M. Metodologia da pesquisa - ação. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1986.

VALLE, A. B.; et al. Fundamentos do gerenciamento de projetos. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2010.

VARGAS, R. V. Gerenciamento de projetos – Estabelecendo diferenciais competitivos. 7ª ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

VEZZONI, G., PACAGNELLA, A. C., Jr., BANZI, A. L., Jr., & SILVA, S. L. (2013). Identificação e análise de fatores críticos de sucesso em projetos. Revista de Gestão e Projetos - GeP, 4(1), 116-137.

XAVIER, C. M. S. Gerenciamento De Projetos: Como Definir E Controlar O Escopo Do Projeto. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

YAN, H.; DAMIAN, P. Benefits and Barriers of Building Information Modeling. 12th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering. Beijing, 2008.