



Construtibilidade em obras de Engenharia Civil aliada às boas práticas do PMI

Constructability in Civil Engineering Works Combined with PMI Best Practices

MERLIM, Cláudia Freitas de Souza¹; ALVES, Laís Amaral²

Claudia.freitas2011@gmail.com¹; laalves@poli.ufrj.br².

¹Pós-graduanda em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Cíveis, NPPG/POLI. UFRJ, Rio de Janeiro.

²Engenheira Civil, D.Sc. CEFET, Rio de Janeiro

Informações do Artigo	Resumo:
<p>Palavras-chave:</p> <p>Construtibilidade</p> <p>Gerenciamento de Projetos</p> <p>Construção Civil</p> <p>Key word:</p> <p>Constructability</p> <p>Project Management</p> <p>Civil Construction</p>	<p><i>O Construction Industry Institute (CII) definiu em 1986 a Construtibilidade como o uso ótimo dos conhecimentos de construção e a experiência em planejamento, engenharia, suprimentos e operações de campo para se atingir todos os objetivos do projeto. Este trabalho consiste em apresentar os conceitos de construtibilidade em obras de Engenharia Civil, aliados às boas práticas do Project Management Institute (PMI) para a gestão dos projetos. Pretende demonstrar, através da revisão bibliográfica, que a aplicação das metodologias citadas enfrenta desafios relacionados às revisões de processos e aceitação das mudanças pelos colaboradores e empresas, porém os benefícios geram impactos significativos, como a influência na melhoria da eficiência construtiva, redução do custo, diminuição do retrabalho e prazos mais assertivos. Conclui-se que nas fases iniciais da concepção do projeto a construtibilidade, quando associada aos conceitos, ferramentas e técnicas das 10 áreas de conhecimento do PMI, gera aumento de qualidade, produtividade e melhoria da comunicação e integração entre os stakeholders do projeto.</i></p> <p>Abstract</p> <p><i>The Construction Industry Institute (CII) defined Constructability in 1986 as the optimal use of construction knowledge and experience in planning, engineering, procurement, and field operations to achieve all project objectives. This work aims to present the concepts of constructability in Civil Engineering works, combined with the best practices of the Project Management Institute (PMI) for project management. It intends to demonstrate, through a literature review, that the application of the mentioned methodologies faces challenges related to process revisions and acceptance of changes by employees and companies. However, the benefits generate significant impacts, such as influencing the improvement of construction efficiency, cost reduction, decrease in rework, and more accurate deadlines. It concludes that in the initial phases of project conception, constructability, when associated with the concepts, tools, and techniques of the 10 PMI knowledge areas, increases quality, productivity, and improves communication and integration among project stakeholders.</i></p>

1. Introdução

O conceito de construtibilidade refere-se às boas práticas de construção nas áreas de planejamento, projeto, aquisições e operações. Busca atingir os objetivos do projeto, obter custos mais baixos e redução de prazo, minimizar o retrabalho, aumentar a produtividade e melhorar a qualidade, segurança e impacto ambiental causados [1,2].

Em concordância com a construtibilidade está a metodologia de gestão de projetos PMI (*Project Management Institute*), a qual, através do PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*), define a gestão de projetos como uma forma de aplicação dos conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas necessários para o atendimento ao objetivo dos projetos, por meio do gerenciamento de 49 processos divididos em cinco grupos de processos e 10 áreas de conhecimento [3].

Diante do exposto, o presente artigo visa descrever os conceitos de construtibilidade e gestão de projetos e relacioná-los entre si, além de apresentar os benefícios para a aplicação dos mesmos em projetos de construção. A metodologia do trabalho é baseada em pesquisa bibliográfica, com base em estudos e artigos que norteiam o assunto em questão.

2. A Construtibilidade

O conceito de construtibilidade surgiu por volta dos anos 80 em países como Estados Unidos, Austrália e Reino Unido, com o objetivo de promover benefícios construtivos para os profissionais e para a construção em si [4]. Posteriormente foi identificado na língua inglesa o termo *buildability* para a facilidade de construção quando o empreendimento está na fase de definição do *design* do produto, restrito às melhorias focadas no projeto. Já a definição estadunidense aborda como *constructability*, envolvendo processos construtivos durante a etapa do ciclo de construção [5,14].

No Brasil, ainda na década de 80, houve escassez de fonte de financiamento, devido à crise econômica, o que obrigou às incorporadoras e construtoras a reduzirem os custos de construção através da intensificação da jornada de trabalho e redução da qualidade dos materiais, até chegarem à racionalização da produção e consequente necessidade de melhoria dos processos [6].

Houve evolução da pesquisa considerando outras variáveis como produtividade da mão de obra, gestão do conhecimento, análise de custo-benefício e técnicas construtivas para padronizar e maximizar os processos construtivos, como, por exemplo, nos anos 2000 por meio de conceitos de indicadores de construtibilidade em estatais de Hong Kong e Singapura, a fim de quantificar os serviços de produção [6].

Arelada à evolução do conceito de construtibilidade foi criada a metodologia BIM (*Building Information Modeling*), na qual é feita uma modelagem gráfica em três dimensões, que gerencia os dados do ciclo completo de vida do empreendimento, apresentando informações necessárias para que seja feita a análise construtiva, quantificação de mão de obra, compatibilizações de projetos, levantamentos de custo e prazos, dentre outras informações fundamentais para a eficácia da execução e identificação de possíveis conflitos e processos construtivos [7].

A construtibilidade envolve pensar em como executar o projeto antes mesmo de ele ser projetado. É um esforço contínuo, no qual há a gestão dos processos para a garantia do sucesso, e é composta por princípios e conceitos básicos divididos em oito na fase de planejamento inicial, oito nas fases de engenharia e suprimentos e um na fase operações de campo, resumidos [4]:

2.1 Fase de Planejamento inicial

O programa de construtibilidade deve se tornar um tema dentro do processo de planejamento do projeto, a fim de estabelecer objetivos, metas e obter integração entre projeto e construção. Deverão ser inseridos,

no processo de viabilidade do projeto, profissionais com conhecimento e experiência em construção, para que seja feita a análise correta dos objetivos do projeto, viabilidade de cronograma, custo e recursos, a partir de práticas e conhecimentos anteriores que contribuam para o aperfeiçoamento de novos projetos [4,8,14].

O planejamento inicial envolve ativamente o desenvolvimento de estratégias de contratação, de acordo com a qualificação necessária para o projeto e disponibilidade no mercado. Os cronogramas deverão ser objetivos, com determinação da data de conclusão do projeto e os itens que serão considerados para otimização do prazo, em concordância com o balanço econômico [4].

O projeto básico deverá conter as considerações dos principais métodos de construção, mão de obra especializada, principais equipamentos e sequenciamento do trabalho, os quais são os maiores influenciadores no projeto. Os *layouts* do local, tanto temporário quanto definitivo, podem promover uma construção eficiente para determinação de, por exemplo, melhores acessos para entrega de materiais e trânsito de pessoas, a fim de aprimorar o fluxo de pessoas, máquinas e equipamentos no canteiro de obras, e, assim, acarretar em redução do desperdício e aumento da produtividade em campo [14].

A fase de planejamento inicial também engloba o uso de tecnologias avançadas para otimizar a construção, como: modelagens tridimensionais, banco de dados de lições aprendidas, sistemas que facilitem a comunicação com diferentes *stakeholders*, dentre outros [4,8].

2.2 Fase de Projeto e Suprimentos

Nesta fase o cronograma do projeto e aquisição são direcionados à construção, a fim de que o cronograma de suprimentos não impacte no do projeto como um todo. Os projetos são orientados para uma construção eficiente e uso eficaz das tecnologias disponíveis, considerando a padronização dos elementos, a fim de reduzir prazo de

construção, simplificação dos processos de compras e economia de custo para aquisições em grandes volumes [4].

O desenvolvimento das especificações do projeto é conduzido de forma que seja promovida a eficiência nas operações e construções do canteiro. Projetos que tenham a execução de módulos ou pré-montagem agilizam a construção, porém o prazo de fabricação, logística, montagem e demais fatores específicos deverão ser considerados durante a fase de Projeto e Suprimentos [4;8].

A acessibilidade em projetos de construção é um ponto importante para a otimização da entrega de materiais e equipamentos. Para isso, deverão ser considerados: cronograma de entrega dos insumos e equipamentos, recebimento desses itens no canteiro, além da logística de descarregar e direcionar esses materiais e equipamentos para serem armazenados nos locais adequados [14].

A fase de projeto e suprimentos também engloba a consideração de aspectos climáticos para a concepção do projeto, já que a interferência climática é um dos fatores que possui maior representatividade na perda de produtividade e atraso na construção. Para que sejam contemplados os fatores climáticos é feita uma seleção de materiais adequados às condições do clima local ou período da construção, pré-montagem fora do canteiro (caso possível), dentre outros fatores que possam ser previstos e considerados para o melhor planejamento e execução, assim como os planos de avaliação da segurança na execução do projeto, os quais visam minimizar os riscos e manter o canteiro mais seguro possível [4,8,14].

2.3 Fase de Operações de Campo

Nesta fase há a ênfase da inovação nos métodos de construção, através do sequenciamento das tarefas de campo a serem realizadas e o uso de equipamentos e ferramentas ideais para o projeto, proporcionando facilidade, segurança e economia nas operações de campo [8].

Os princípios da construtibilidade auxiliam os profissionais na concepção de projetos e execução de obras com decisões mais assertivas, desde a fase de projetos até a fase de operações, buscando melhorar a qualidade, coerência, eficiência, padronização das atividades e processos, além do alinhamento da equipe envolvida com o projeto [14].

3. Gestão de Projetos com base no PMBOK

O PMI destaca que “o projeto é um esforço temporário, com início e fim determinados, e finalidade de gerar um produto, serviço ou resultado único, elaborado de forma progressiva pelas pessoas envolvidas e com recursos finitos” [12].

Com a finalidade de gerenciar os projetos o PMI elaborou o guia PMBOK, o qual é revisado a cada cinco anos, com as principais diretrizes para o gerenciamento dos projetos. Cada processo possui as informações necessárias para seu início (Entradas), elementos tangíveis (Ferramentas), conjunto de ações para o atingimento do resultado com base nas ferramentas (Técnicas) e artefatos geradores do fim do processo (Saídas) [15].

Na Tabela 1 consta o resumo da quantidade de processos por grupo. Pode-se observar a importância do Planejamento, o qual possui a representatividade de 49% no gerenciamento.

Tabela 1 – Quantidade de processos

Áreas de conhecimento	QUANT. DE PROCESSOS				
	INI.	PLA.	EXE.	MON.	ENC.
1. Integração	1	1	2	2	1
2. Escopo	-	4	-	2	-
3. Cronograma	-	5	-	1	-
4. Custos	-	3	-	1	-
5. Qualidade	-	1	1	1	-
6. Recursos	-	2	3	1	-

7. Comunicações	-	1	1	1	-
8. Riscos	-	5	1	1	-
9. Aquisições	-	1	1	1	-
10. Partes Interessadas	1	1	1	1	-
TOTAL	2	24	10	12	1

Fonte: baseado em PMI [12].

Nos itens 3.1 a 3.10 serão apresentados resumos sobre as 10 áreas de conhecimento, determinadas pelo PMI:

3.1 Gerenciamento da Integração

O Gerenciamento da Integração é a única área de conhecimento presente em todos os grupos de processos. Nela é feito o gerenciamento da equipe para a mesma direção do projeto, com uma meta específica, através da integração de todos os processos e avaliação das mudanças necessárias [3;12].

Dentre os processos pertencentes à esta área de conhecimento, pode-se destacar:

O processo denominado Desenvolver o Termo de Abertura do Projeto (TAP), pertencente ao grupo de Iniciação, no qual é criado o TAP. Nele há todas as informações iniciais necessárias para a condução do projeto, autoriza formalmente o início do mesmo, atribui autoridade para o Gerente de Projetos, disponibiliza recursos estabelece expectativas e gera tomada de decisões para a redução dos riscos [12;15];

O processo denominado Desenvolver o Plano de Gerenciamento do Projeto, pertencente ao grupo de Planejamento, no qual é feita a previsão de como as mudanças serão realizadas, para se evitar retrabalhos e atrasos na fase de Execução. Este Plano também contempla a linha de base aprovada e representa a versão oficial dos objetivos do projeto, a fim de ser utilizada para avaliação do desempenho [12];

O processo denominado Encerrar o projeto ou fase, pertencente ao grupo de Encerramento, no qual são reunidas as atividades necessárias para que o projeto ou fase seja encerrado de forma coordenada e com aceitação formal de todas as entregas

estabelecidas e registro das lições aprendidas, para aperfeiçoamento dos métodos e processos internos a serem aplicados em projetos futuros [15].

3.2 Gerenciamento do Escopo

O Gerenciamento do Escopo conduz a definição do que deve ou não ser realizado no projeto, sendo a descrição de todo o trabalho a ser executado para o desenvolvimento do produto e desdobramentos dos planos de ação para alcance dos objetivos [15].

Dentre os processos pertencentes à esta área de conhecimento, pode-se destacar:

O processo denominado Coletar os requisitos, pertencente ao grupo de Planejamento, no qual são levantadas as necessidades (de forma tangível e passiva de aceitação) do cliente, patrocinador e partes interessadas. É gerada a matriz de rastreabilidade dos requisitos, geralmente em forma de tabela, que liga cada requisito a uma necessidade empresarial, a um objetivo e uma entrega, a fim de trazer maior controle para o gerenciamento dos requisitos [3;12];

O processo denominado Criar a Estrutura Analítica do Projeto (EAP), pertencente ao grupo de Planejamento, no qual é feita a representação hierárquica de todo o trabalho necessário para se atingir os objetivos do projeto, sendo realizada a decomposição em componentes menores e mais gerenciáveis e gerados os pacotes de trabalho [12;15].

3.3 Gerenciamento do Cronograma

O Gerenciamento do Cronograma conduz a estimativa do tempo necessário para a conclusão do projeto, por meio da definição, sequenciamento e estimativa de duração das atividades, até o desenvolvimento e controle do cronograma [3].

Dentre os processos pertencentes à esta área de conhecimento, pode-se destacar:

O processo denominado Definir as atividades, pertencente ao grupo de Planejamento, no qual são listadas as atividades necessárias através de uma nova

decomposição dos pacotes de trabalho da EAP. Também são definidos os marcos do projeto, que não representam trabalho e ajudam a reportar o desempenho do cronograma [12];

O processo denominado Desenvolver o cronograma, pertencente ao grupo de Planejamento, no qual há a tradução dos prazos de cada atividade oriunda do pacote de trabalho da EAP. O cronograma pode apresentar diferentes formatos direcionados para o público que irá visualizá-lo e possui diferentes técnicas de análise, dentre as quais pode-se destacar o Método do Caminho Crítico, no qual não há permissão de folga para as atividades, ou seja, caso uma atividade tenha algum atraso ou antecipação, haverá impacto no prazo final do cronograma [3].

3.4 Gerenciamento dos Custos

O Gerenciamento dos Custos conduz o orçamento do projeto e todo o investimento necessário para sua conclusão. Neste processo é definido como os custos serão gerenciados, são feitas as estimativas, determinação do orçamento e o controle dos custos [12].

Dentre os processos pertencentes à esta área de conhecimento, pode-se destacar:

O processo denominado Determinar o orçamento, pertencente ao grupo de Planejamento, no qual é estabelecida a linha de base dos custos, para a avaliação e orientação do projeto, e gerada a Curva S, a qual apresenta o comportamento dos custos (de forma acumulada) ao longo do projeto, sendo geralmente mais baixos no início, aumentam nas fases intermediárias e reduzem no final do projeto [12;15];

O processo denominado Controlar os custos, pertencente ao grupo de Monitoramento e Controle, no qual é feito o acompanhamento da evolução do projeto realizado, em relação à linha de base estabelecida. Neste processo são executadas algumas técnicas e análise de índices e variações necessários para a avaliação do desempenho do projeto, como, por exemplo, a

Técnica do Valor Agregado, na qual o desempenho do projeto é medido por meio de uma combinação do valor planejado para a atividade em determinado período, combinado ao percentual físico realizado para o mesmo período, integrando, assim, escopo, prazo e custo [12].

3.5 Gerenciamento da Qualidade

O Gerenciamento da Qualidade conduz e certifica que o projeto foi realizado conforme as necessidades do cliente e da maneira mais eficiente possível. Há diversas abordagens da qualidade, como, por exemplo, promover a melhoria contínua através do ciclo PDCA: *plan* (planejar), *do* (fazer), *check* (cheçar) e *act* (agir), o qual possui a identificação dos parâmetros a serem aprimorados e o planejamento das ações para corrigi-los [9].

Dentre os processos pertencentes à esta área de conhecimento, pode-se destacar:

O processo denominado Planejar o gerenciamento da qualidade, pertencente ao grupo de Planejamento, no qual as necessidades e expectativas são traduzidas por meio de requisitos e padrões da qualidade determinados no Plano de Gerenciamento da Qualidade. Algumas ferramentas podem ser incluídas no Plano, como, por exemplo, o Diagrama de causa-efeito (ou *Ishikawa* ou Espinha de Peixe), no qual são levantados os problemas que levaram a uma não-conformidade [12];

O processo denominado Gerenciar a qualidade, pertencente ao grupo de Execução, no qual a qualidade é colocada em prática, através de auditorias (que avaliem as não conformidades e gerem sugestões de melhorias) e análises dos processos, a fim de verificar as atividades que não acrescentam valor para o projeto [9;12].

3.6 Gerenciamento dos Recursos

O Gerenciamento dos recursos administra os recursos humanos, de materiais e equipamentos necessários para a garantia do sucesso do projeto, por meio do planejamento do gerenciamento, estimativa, obtenção,

desenvolvimento, gerenciamento e controle dos recursos necessários [12].

Dentre os processos pertencentes à esta área de conhecimento, pode-se destacar:

O processo denominado Planejar o gerenciamento dos recursos, pertencente ao grupo de Planejamento, no qual é definido como os recursos serão alocados e gerenciados, além de se definir como serão feitos os reconhecimentos e recompensas, papéis e responsabilidades por meio da matriz RACI, organogramas e histogramas (representação gráfica da alocação do recurso em função do tempo) [3;12];

O processo denominado Gerenciar a equipe, pertencente ao grupo de Execução, no qual é feito o acompanhamento da equipe a fim de avaliar seu desempenho, resolver conflitos e motivá-la, através da aplicação de algumas teorias motivacionais, como a Hierarquia das necessidades de Maslow, na qual são apresentadas, em forma de pirâmide, as necessidades fisiológicas, de segurança, sociais, estimas e auto realização, da base para o topo da pirâmide, respectivamente [12].

3.7 Gerenciamento das Comunicações

O Gerenciamento das Comunicações conduz a forma de comunicação em cada momento do projeto. Este processo é visto como um grande desafio para o gerenciamento, pois uma falha na comunicação pode acarretar retrabalhos e insucessos para o projeto [10].

Dentre os processos pertencentes à esta área de conhecimento, pode-se destacar:

O processo denominado Planejar o Gerenciamento das Comunicações, pertencente ao grupo de Planejamento, no qual é criado o Plano de Gerenciamento das Comunicações, no qual, para um plano eficaz, deve ser levada em consideração a opinião das partes interessadas, a fim de gerenciar suas expectativas e evitar o retrabalho. Neste Plano constam as formas de comunicação a serem feitas para o projeto e as pessoas que

deverão ter acesso a ela, além de como serão gerenciadas as comunicações de mudanças e inclusão da matriz de comunicação, na qual as atividades são descritas e detalhadas, em forma de tabela, o emissor, receptor, meio de comunicação e a frequência [10;12];

O processo denominado Monitorar as comunicações, pertencente ao grupo de Monitoramento e Controle, no qual é verificada a necessidade de aumentar ou manter o apoio e engajamento das partes interessadas, conforme o Plano de Gerenciamento da Comunicação aprovado. Como é comum a necessidade de informações não previstas, o controle deve ser feito para garantir a necessidade de informações e que os principais responsáveis sejam comunicados sobre as mudanças. Para a avaliação da comunicação são utilizadas ferramentas como pesquisa de satisfação, técnicas de avaliações por meio de indicadores de eficiência, relatórios de desempenho, reuniões, dentre outros [10].

3.8 Gerenciamento dos Riscos

O Gerenciamento dos Riscos conduz o planejamento de fatos positivos ou negativos que venham a ocorrer no projeto e suas tratativas. Neste processo o Plano de Gerenciamento dos Riscos é gerado, são identificados os riscos, feitas as análises qualitativas e quantitativas, planejadas e implementadas as respostas aos riscos do projeto [12].

Dentre os processos pertencentes à esta área de conhecimento, pode-se destacar:

O processo denominado Identificar os riscos, pertencente ao grupo de Planejamento, no qual é criada uma lista de riscos que podem ser identificados através de algumas técnicas, como, por exemplo, *Brainstorming*, que consiste em uma reunião na qual os participantes possuem a liberdade de expor verbalmente suas opiniões, a fim de se chegar a um consenso sobre determinado assunto [12];

O processo denominado Planejar as respostas aos riscos, pertencente ao grupo de

Planejamento, no qual são organizadas as ações para aumentar as oportunidades, reduzir as ameaças e determinar o responsável pela resposta ao risco. Para as ameaças as respostas poderão ser: prevenir, transferir parte dos riscos para terceiros, mitigar (diminuir a probabilidade de ocorrência), aceitar ou escalar. Já para as oportunidades as respostas poderão ser: explorar, compartilhar, melhorar, aceitar (passiva ou ativamente) e escalar [11,12].

3.9 Gerenciamento as Aquisições

O Gerenciamento das Aquisições conduz os processos necessários para o projeto obter produtos e serviços e administrar os contratos. Neste processo são determinados os tipos de contratos a serem praticados, conforme as necessidades do projeto e determinado como as aquisições serão planejadas, conduzidas e controladas [13].

Dentre os processos pertencentes à esta área de conhecimento, pode-se destacar:

O processo denominado Planejar o gerenciamento das aquisições, pertencente ao grupo de Planejamento, no qual é tomada a decisão de fazer ou comprar, ou seja, se os requisitos serão feitos internamente ou serão adquiridos externamente (a depender, também, das condições de mercado). Neste processo é definido o Plano de Gerenciamento das Aquisições, no qual consta a definição de como serão feitas as aquisições, o processo de seleção, lista dos fornecedores qualificados, métricas usadas para a avaliação dos fornecedores, dentre outros. Para o caso de a aquisição ser feita externamente, é feita a Declaração do Trabalho (DT) contendo as principais informações do escopo [12];

O processo denominado Controlar as aquisições, pertencente ao grupo de Monitoramento e Controle, o qual inclui todas as atividades necessárias para assegurar que o contrato seja cumprido pelo fornecedor e comprador, além de garantir que qualquer alteração contratual seja gerenciada. Vale ressaltar que este processo também é

responsável pelo encerramento do contrato, o qual deverá explicitar os critérios de aceitação final [12;13].

3.10 Gerenciamento das Partes Interessadas

O Gerenciamento das Partes Interessadas conduz os processos necessários para identificar pessoas, grupos, organizações, ou seja, todos os envolvidos que possam influenciar positiva e negativamente o projeto, a fim de gerenciar suas expectativas e desenvolver estratégias para o gerenciamento [13].

Dentre os processos pertencentes à esta área de conhecimento, pode-se destacar:

O processo denominado Identificar as partes interessadas, pertencente ao grupo de Iniciação, no qual são identificados todos os envolvidos com o projeto, para que seja feito seu registro e análise do poder versus interesse, determinando as expectativas, níveis de interesse, importância e influência para o projeto. São definidos os seguintes níveis de engajamento: desinformado, resistente, neutro, apoia ou lidera. É importante que o envolvimento das partes interessadas no projeto seja feito desde o início, principalmente para as com mais influência, para que, assim, sejam reduzidos os riscos de mudança negativa ou constante [12;13];

O processo denominado Gerenciar o engajamento das partes interessadas, pertencente ao grupo de Execução, no qual possui o objetivo de evitar que o sucesso do projeto seja comprometido por conta de falhas na comunicação e da falta de gerenciamento da expectativa das partes interessadas. As questões são abordadas à medida em que surgem e deve ser promovido o engajamento necessário para influenciar as mudanças, gerar ações corretivas e criar lições aprendidas [12,13].

4. Construtibilidade aliada à Gestão de Projetos

A metodologia de gestão de projetos PMI é bastante abrangente e pode ser que nem todos os processos sejam aplicáveis para o projeto, porém fornece uma base consolidada como boas práticas e direcionamento para a condução de projetos de diferentes complexidades.

Os conceitos de construtibilidade e das melhores práticas do PMI se interligam com a finalidade de gerar produtos de forma otimizada, através de processos bem definidos e gerenciáveis, com a utilização de ferramentas e técnicas adequados. Partindo deste princípio, serão apresentadas algumas relações entre os temas descritos nos capítulos 2 e 3:

Ao longo da evolução do conceito de construtibilidade foi identificado que é de suma importância o envolvimento das partes interessadas (*stakeholders*) em reuniões de definição do produto e seu *designer*, buscando avaliar as incompatibilidades, gerar *brainstorms*, onde há primeiramente a divergência para depois a convergência de ideias, gerando no final o plano de ação, para que na execução da construção e montagem já tenha a previsão realizada na construtibilidade, visando a busca de melhores soluções para o desenvolvimento do projeto, observando-se, assim, a Construtibilidade aliada ao Gerenciamento da Integração e das Partes Interessadas [5].

Em concordância com o Gerenciamento da Integração destaca-se o uso do BIM como modelo que integra as diferentes áreas envolvidas no projeto, onde é possível inserir comentários nos modelos gerados (chamado de *issues*), os quais são direcionados para os responsáveis e podem gerar uma ata de reunião vinculada à medição de contrato. O uso do BIM, além de integrar os envolvidos, também gera o alinhamento da Comunicação do projeto, aliando a Construtibilidade ao Gerenciamento da Integração e da Comunicação [5;6].

Na fase de projeto e suprimentos relacionada aos princípios da Construtibilidade tem-se o destaque para interferência climática, a qual poderá ser considerada no

cronograma que contempla atividades bem definidas, conforme processos do PMI, contendo predecessoras e sucessoras corretas a fim de gerar o caminho crítico do projeto, o qual será acompanhado pela equipe responsável, a fim de que as interferências possam ser previstas e as mudanças possam ser gerenciadas, aliando, assim, a Construtibilidade ao Gerenciamento do Cronograma e dos Riscos [1;11].

Pode-se observar a Construtibilidade aliada ao Gerenciamento das Comunicações quando o Sistema Integrado de Gerenciamento utiliza como base alguns dos conceitos de Gestão de Projetos PMI para soluções em forma de aplicativo, por exemplo, para o emprego de ferramentas como *check-list*, acompanhamento do avanço do cronograma e elaboração de RDO (Relatório Diário de Obra), dentre outras, as quais visam alinhar os principais pontos que estão em andamento nos projetos e a comunicação para os responsáveis [8;10].

Como ferramenta de lições aprendidas abordada no PMI, tem-se a gestão do conhecimento, a qual se comporta como fonte de informações para o planejamento da construtibilidade dos próximos empreendimentos [4].

A padronização e otimização dos processos defendida pelo CII interliga a Construtibilidade ao Gerenciamento da Qualidade e dos Recursos do PMI, pois poderão ser utilizadas ferramentas de controle da qualidade e alocação otimizada dos recursos para a garantia da padronização e melhoria dos processos [1;12].

Com a aplicação dos processos de Construtibilidade do CII, em conjunto com algumas práticas do PMI listadas acima, também será possível a otimização do custo e padronização dos métodos de compras, partindo como base os conceitos do Gerenciamento do Escopo, Custo e Aquisições, em concordância com o uso das ferramentas de controle dessas áreas de conhecimento [12,14].

5. Considerações finais

A introdução do conceito de construtibilidade nas fases iniciais da concepção do projeto resulta em melhores projetos, custos mais baixos, melhor produtividade, lições aprendidas de projetos anteriores e inicializações antecipadas.

Os benefícios observados para a aplicação da construtibilidade em obras de engenharia civil, aliada às boas práticas do PMI são: melhoria de desempenho na construção, das condições de trabalho nos canteiros de obra; aumento da produtividade, redução do retrabalho e aumento da comunicação entre a equipe; melhoria da qualidade dos processos; otimização dos prazos e recursos; utilização de melhores métodos construtivos e tecnologias; simplificação e padronização dos elementos dos projetos, processos construtivos e de compras; maior acessibilidade para o aperfeiçoamento do fluxo do canteiro de obras; maior interação entre as equipes de projeto e campo; redução de dúvidas em relação ao escopo, de problemas de projeto de engenharia, construção e montagem, utilizando as ferramentas necessárias e com um maior foco para a integração, comunicação e envolvimento das partes interessadas, gerando otimização da construção e repositórios em forma de banco de dados como lições aprendidas para os futuros projetos.

Os maiores desafios da construção civil são o aprimoramento de processos e produtos de forma sustentável e a aceitação dos processos de mudança, sendo o primeiro com o objetivo de reduzir impactos em cronograma, custo e/ou escopo e o segundo com o objetivo de aceitação das mudanças pela organização e/ou funcionários. Neste sentido, um dos caminhos passíveis para essa excelência se dá pela integração entre as áreas e ciclos da construção civil, de forma tecnológica e eficaz, conforme propõem os princípios da construtibilidade, de forma que seja rompida a dificuldade de envolvimento entre os profissionais de diferentes disciplinas e áreas envolvidas, para que possam exercer

um processo colaborativo no projeto, com o foco de que a mudança acarretará ganhos para a eficiência na realização dos trabalhos.

Pode-se concluir que a aplicação da construtibilidade, em concordância com as melhores práticas do PMI aplicáveis para o projeto, visa a geração de benefícios para o projeto, a instituição e o cliente, a partir do momento em que a padronização e ferramentas adequadas irão gerar ganho de produtividade, redução de custos e satisfação para as partes interessadas.

O presente trabalho objetivou a apresentação dos conceitos da construtibilidade definidos pelo CII, relacionados às boas práticas em gestão de projetos pelo PMI. Por se tratar de um estudo referencial, é sugerido dar continuidade ao mesmo através da apresentação de estudos de caso onde possam ser apresentados os pontos positivos e negativos para a associação dos conceitos apresentados.

6. Referências

- [1] CII. Construction Industry Institute. *Constructability Implementation (Best Practice)*. RT-034 Topic Summary, 2021. Disponível em: <<https://www.construction-institute.org/resources/knowledgebase/best-practices/constructability/topics/rt-034#>>. Acesso em: 25 jul. 2021.
- [2] CII. Construction Industry Institute. *Constructability (Best Practice)*. RT-003 Topic Summary, 2021. Disponível em: <<https://www.construction-institute.org/resources/knowledgebase/best-practices/constructability/topics/rt-003#>>. Acesso em: 25 jul. 2021.
- [3] ALVES, Laís. *Planejamento de Projetos*. Material de aula. Núcleo de Pesquisas em Planejamento e Gestão (NPPG) da Escola Politécnica da UFRJ. Disponível em: <https://nppg.org.br/portaldosaluno/login/index.php>. Acesso em 17 ago. 2021.
- [4] CAMPOS, M. H. A. C. *Construtibilidade em Projectos de Edifícios para o Ensino Superior Público em Portugal*. Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil Azurém, P-4800-058 Guimarães, Portugal, 2002.
- [5] ABREU, J. P. M, MARCHIORI, F. F, OVIEDO HAITO, R. J. J. *A Evolução do Conhecimento de Construtibilidade*. XI Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia na Construção – SIBRAGEC-ELAGEC. Londrina, Paraná, 2019.
- [6] MELHADO, S. B. *Metodologia de Projeto Voltada à Qualidade na Construção de Edifícios*. VII ANTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. UFSC, Florianópolis, Santa Catarina, 1998.
- [7] COELHO, S. S. *Modelagem de Informações para Construção (BIM) e Ambientes Colaborativos para Gestão de Projetos na Construção Civil*. São Carlos, São Paulo. UFSCar, pg.3-7, 2008.
- [8] YOGUI, R. *Barreiras à Construtibilidade pela Visão Sociotécnica da Gestão de Megaprojetos – Pesquisa Exploratória na Indústria de Óleo e Gás*. Rio de Janeiro, RJ: IBMEC, 2012.
- [9] MACHADO, R. *Análise do Retrabalho Devido à Falta de Planejamento em uma Obra da Indústria da Construção Civil*. Pós-graduação em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Cíveis. Rio de Janeiro, RJ: NPPG-UFRJ, pg. 3, 2019.
- [10] REIS, L; AZEVEDO, B. *A Comunicação no Projeto e as Ferramentas no Gerenciamento como Auxílio para a Garantia do Sucesso*. Núcleo de Pesquisa em Planejamento e Gestão. Rio de Janeiro, RJ: UFRJ, pg. 6-9, 2020.
- [11] SANTOS, R. B. P, ISATION, C. JUNGLES, A. E, SILVA JUNIOR, O. F. P. *Gerenciamento de Risco na Construção Civil: Teoria x Prática*. SIBRAGEC ELAGEC. São Carlos, São Paulo, 2015.

- [12] PMI. Project Management Institute. *Um Guia para Gerenciamento de Projetos*. PMBOK, 6ª ed. EUA. 2017.
- [13] BRANDÃO, F. T. C, PHILYPPIS JÚNIOR, N. J. *O Gerenciamento das Aquisições e Partes Interessadas na Gestão de Subcontratadas em Projetos de Construção Civil*. Revista Gestão e Gerenciamento. Rio de Janeiro, RJ: NPPG-UFRJ, pg. 2-6, 2019.
- [14] BORGES, A. V, LIBRELOTTO, L. I, LUPI, L. V. *As Contribuições da Construtibilidade para a Concepção de Projetos na Construção Civil*. VII ENSUS - Encontro de Sustentabilidade em Projeto. UFSC, Florianópolis, Santa Catarina, 2019.
- [15] FERREIRA, I. M. *Processos de Gerenciamento de Projetos de Gestão: Uma Análise Comparativa com o Guia PMBOK*. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro, RJ: FGV-EBAPE RJ, pg. 21-30, 2015.