

UnB | PCTec | PISAC | NUESP
DEPEN | MJSP

LICITAÇÕES E CONTRATAÇÃO EM BIM: PARÂMETROS LEGAIS

Brasília | 2022

Universidade de Brasília
Parque Científico e Tecnológico da UnB
Parque de Inovação e Sustentabilidade do Ambiente Construído

Ministério da Justiça e Segurança Pública
Departamento Penitenciário Nacional

Licitação e Contratação em BIM: Parâmetros Legais

Luiz Pedro de Melo Cesar
Maria Vitória Duarte Ferrari
Michele Tereza Marques Carvalho
Patrícia da Silva Fiuza Pina
Raquel Naves Blumenschein



Brasília | 2022

Universidade de Brasília

Márcia Abrahão Moura

Decanato de Pesquisa e Inovação

Maria Emília Machado Telles Walter

Parque Científico e Tecnológico - PCTec

Carlos Alberto Gurgel Veras

Parque de Inovação e Sustentabilidade do Ambiente Construído - PISAC

Raquel Naves Blumenschein

Núcleo de Estudos e Pesquisas em Edificações Especiais - NUESP

Augusto Cristiano Prata Esteca

Ministro da Justiça e Segurança Pública

Anderson Gustavo Torres

Diretora-Geral do Departamento Penitenciário Nacional - DG

Tânia Maria Matos Ferreira Fogaça

Diretora Executiva do Departamento Penitenciário Nacional - DIREX

Vanessa Luz

Coordenador-Geral de Modernização da Engenharia e Arquitetura Prisional – CGMEAP

Marcus Vinicius de Amorim Bohmgahrem

Coordenador de Engenharia e Arquitetura

Gabriel de Barcelos Conceição e Silva

Autores**Coordenação Geral**

Raquel Naves Blumenschein

Redação

Luiz Pedro de Melo Cesar

Maria Vitória Duarte Ferrari

Michele Tereza Marques Carvalho

Patrícia da Silva Fiuza Pina

Raquel Naves Blumenschein

Revisão Técnica

Raquel Naves Blumenschein

Revisão Ortográfica

Eduardo Matos de Paula Félix

Editoração e Diagramação

Simetra LTDA

Apoio Técnico

Guilherme De Souza Fernandes

Guilherme Sternadt Alexandre Ramos

Tallita Karolline Nunes Rocha

Thaís Oliveira Chaves Fontes

Vinicius Aguiar Monteiro



Este trabalho está licenciado sob a Licença Atribuição-Compartilhada 4.0 Internacional Creative Commons. Para visualizar uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/> ou mande uma carta para Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Licitação e contratação em BIM [livro eletrônico]
: parâmetros legais / Luiz Pedro de Melo
Cesar...[et al.]. -- 1. ed. -- Brasília, DF :
Simetra, 2022.
PDF

Outros autores: Maria Vitória Duarte Ferrari,
Michele Tereza Marques Carvalho, Patrícia da Silva
Fiuza Pina, Raquel Naves Blumenschein
Bibliografia.
ISBN 978-65-85449-01-4

1. Contratos 2. Inovação tecnológica 3. Licitação
pública - Brasil I. Cesar, Luiz Pedro de Melo.
II. Ferrari, Maria Vitória Duarte. III. Carvalho,
Michele Tereza Marques. IV. Pina, Patrícia da Silva
Fiuza. V. Blumenschein, Raquel Naves. VI. Título.

23-148861

CDU-351.712.2.032.3

Índices para catálogo sistemático:

1. Licitações e contratos administrativos : Direito
administrativo 351.712.2.032.3

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

APRESENTAÇÃO

O Parque de Inovação e Sustentabilidade do Ambiente Construído - PISAC é uma plataforma tecnológica do Parque Científico e Tecnológico da Universidade de Brasília - PCTec/UnB e atua com foco na cadeia produtiva da indústria da construção no ambiente construído e nos espaços territorial, orbital e artificial. No PISAC/PCTec/UnB, os eixos de atuação, pesquisa, ensino e extensão fundamentam-se nos conceitos da sustentabilidade, da inovação, da resiliência e da quarta revolução industrial aplicados às diferentes áreas do conhecimento.

O Núcleo de Estudos e Pesquisas em Edificações Especiais – NUESP Penal visa ao desenvolvimento da Cadeia Produtiva da Edificação Penal - CPEP, considerando uma ampla abordagem do sistema jurídico-penal, focando na qualidade, racionalização e sustentabilidade de processos e produtos, para o aperfeiçoamento da rede de estabelecimentos penais no país. Esse núcleo da UnB busca a inovação e a sustentabilidade da CPEP, além da melhoria de vida das pessoas no meio prisional e da reinserção social dos presos, por meio da correta aplicação da pena e do respeito à condição humana na prisão.

Este livro compõe os resultados da parceria técnico – científica celebrada entre o Parque de Inovação e Sustentabilidade do Ambiente Construído da Universidade de Brasília - PISAC/PCTec/UnB e o Departamento Penitenciário Nacional do Ministério da Justiça e Segurança Pública - DEPEN/MJSP por meio do Termo de Execução Descentralizado nº 01/2018, intitulado “Estudos e Pesquisa em Edificações Penais junto do DEPEN/MSP”.

Objetiva-se, com este livro, apresentar aspectos legais de processo de licitação e contratação de projetos com o uso do BIM, a partir da perspectiva da Lei 14.133/2021.

No capítulo 1, o enfoque é dado à apresentação dos parâmetros legais referentes a projetos e contratos de obras, observando as

mudanças no ordenamento jurídico e seus reflexos na gestão de contratos. As modificações ocorrem no âmbito legal e devem ser levadas em conta quanto a contratação e definições de documentos para as licitações de obras inovadoras e industrializadas. A nova lei de licitações trouxe inovações no aspecto jurídico que impactam o processo produtivo referente a edificações penais.

No capítulo 2, o objetivo é apresentar as discussões referentes às questões contratuais únicas, sendo apontado que a definição acerca do método de contratação deve considerar aspectos como a complexidade do projeto, a abrangência de fornecedores qualificados e o próprio nível técnico do órgão, avaliando se é capaz ou não de atuar como mediador e gestor do contrato.

SUMÁRIO

| | |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| INTRODUÇÃO | 10 |
| CAPÍTULO 1 | |
| Contratos E Projetos Básicos Na Construção Civilizações Do Sistema | 12 |
| 1.1 Componentes Usuais de um Contrato | 13 |
| 1.2 Classificações Usuais de um Contrato | 14 |
| 1.3 Inovações Tecnológicas e suas Aplicações em Contratos | 16 |
| 1.3.1 <i>Smart Contracts</i> | 16 |
| 1.4 Operacionalização da Gestão do Contrato | 18 |
| 1.5 Inovações Presentes na Nova Lei de Licitações | 20 |
| CAPÍTULO 2 | |
| Contratos E Projetos Básicos Na Construção Civilizações Do Sistema | 26 |
| 2.1 Aspectos Contratuais do BIM | 26 |
| 2.2 Contrato Projeto-Concorrência-Construção | 30 |
| 2.3 Contrato Projeto- Construção | 33 |
| 2.4 Contrato por Administração com Risco | 34 |
| 2.5 Desenvolvimento Integrado de Projetos | 35 |
| CAPÍTULO 3 | |
| Considerações finais | 36 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 37 |

INTRODUÇÃO

O objetivo de construir de forma rápida, eficiente e manter níveis de qualidade a um custo e prazos satisfatórios é um desafio para a realidade brasileira. A adoção de um planejamento com recursos e métodos distintos daqueles que rotineiramente são usados na construção envolve toda a cadeia produtiva da indústria da construção. O atual padrão utiliza procedimentos manufaturados com alto grau de execução *in loco*, consubstanciando processos longos de execução, com baixa produtividade no canteiro de obras, desperdício de insumos e, muitas vezes, com baixa qualidade.

A implementação de recursos de informática a partir da década de 90 permitiu revolucionar não apenas os meios de produção em geral, mas, especialmente, a formação dos arquitetos e engenheiros. que passaram a ser desafiados pela incorporação de novas técnicas. O uso de aparelhos computacionais, por exemplo, modernizou o processo de projeto, de planejamento e de orçamentação das obras. Além disso, a transformação de um modelo de representação 2D evoluiu para a modelagem 3D, repercutindo na integração de distintos projetos para um mesmo objeto e demandando uma visão sistêmica para a gestão deles.

A adoção da metodologia do *Building Information Modelling* - BIM ao longo dos últimos vinte anos tem apresentado grande difusão, transformando as rotinas dos escritórios de projeto, passando pelo planejamento e controle e refletindo-se nos protocolos implementados nos canteiros de obra. O BIM abarca uma visão sistêmica que impacta toda a cadeia produtiva, também incorporando a perspectiva do desenvolvimento sustentável e incluindo requisitos sociais, econômicos e ambientais que devem ser considerados e avaliados, pois impactam o custo e os prazos da construção.

Assim, e embora aspectos tecnológicos possam garantir um pro-

cesso de construção civil mais enxuto, seguro, industrializado e inovador, outros requisitos de qualidade também se beneficiam dessas ferramentas, como no caso dos contratos na construção civil.

A contratação dos serviços, das compras e da gestão deve estar alinhada com as etapas previstas para a obra, as responsabilidades dos executores e a qualidade dos produtos. A perspectiva do uso do BIM permite determinar um escopo de serviço mais assertivo, garantindo um contrato com menos riscos, tanto para a construtora/incorporadora quanto para os empreiteiros. Já a adoção de técnicas e avanços permite um instrumento que vincule de maneira mais precisa os fornecedores de materiais e serviços ao gestor de contratos.

No caso de contratações públicas, há toda uma legislação que deve ser cumprida com referências de mercado e de rituais legais que reflitam transparência, lisura, economicidade, agilidade e qualidade. A definição dos Projetos Básicos a serem entregues pelo Poder Público durante a construção de fato também possui importante papel para a garantia da industrialização, e das melhores condições de execução do contrato conforme a Nova Lei de Licitações.

Este livro visa explorar tais aspectos pelo fornecimento de definições sobre a gestão de contratos na construção civil e a potencialidade que as tecnologias BIM têm para inová-los. Também são fornecidos subsídios técnicos para orientar os gestores públicos na elaboração tanto de Licitações quanto de precificação de serviços considerando a dimensão ambiental e a construção industrializada.

A Construção Civil é complexa, pois, nela, há diversas atividades

CAPÍTULO 1 – CONTRATOS E PROJETOS BÁSICOS NA CONSTRUÇÃO CIVILIZAÇÕES DO SISTEMA

específicas que intervêm no escopo de uma obra, principalmente se esta possuir programas de necessidades e requisitos específicos, como no caso das edificações penais, ou de saúde e de educação. É usual que certos serviços sejam terceirizados ou subempreitados, como, por exemplo, no caso das instalações especiais de lógica, refrigeração entre outras. Isso se dá, sobretudo, devido à necessidade de contratação de empresas especializadas.

Tanto na formação primária de um contrato quanto em subcontratações, a adoção da metodologia adequada é essencial. Segundo Meirelles (2000), o contrato poderia ser definido como todo acordo de vontades firmado livremente pelas partes para criar obrigações e direitos recíprocos. No contexto da construção civil, Meirelles (2000) ainda afirma que o contrato de execução consiste em todo ajuste para realização de obra certa e determinada, sob direção e responsabilidade do construtor, pessoa física ou jurídica, legalmente habilitada a construir e que se incumbe dos trabalhos especificados no projeto mediante as condições avençadas com o proprietário.

A Lei de Licitações e Contratos Administrativos, nº 14.133, de 2021, define obra como toda atividade privativa das profissões de arquiteto e engenheiro que implica na intervenção sobre o meio ambiente através de um conjunto de ações que, agregadas, formam um todo que impacta o espaço físico da natureza ou acarreta alteração substancial nas características originais de um bem.

Serviços são definidos como atividade ou conjunto de atividades destinadas a obter determinada utilidade intelectual ou material, de interesse da Administração.

1.1 Componentes Usuais de um Contrato

Um contrato usualmente deve possuir a seguinte estrutura segundo Francisco e Haddad (2002):

- Definição do objeto do contrato: define o que vai ser executado. No caso da construção civil, deve ser uma obra material ou prestação de um serviço pertinente ao empreendimento;
- Partes envolvidas: identificam o contratante e o executor, este que deve ser, necessariamente, uma empresa legalmente autorizada a construir;
- Documentos contratuais: relação de documentos necessários para a execução do objeto do contrato. São os projetos aprovados, especificações, normas, técnicas, legislação aplicável e etc;
- Definições obrigatórias mútuas: definem tanto as obrigações do contratante como as do contratado;
- Prazo e força maior: definem em quanto tempo devem ser concluídos os serviços estabelecidos no contrato e em que condições esse prazo pode vir a ser ultrapassado sem ônus para o contratado;
- Sanções e Punições: definem as penalidades aplicadas ao contratado caso este não cumpra com as obrigações estabelecidas no contrato;
- Condições comerciais: nesta cláusula, devem ser caracterizados todos os itens referentes a pagamento e custeio de obra, como remuneração das equipes alocadas ao serviço, despesas reembolsáveis, custos relativos a impostos, condições de faturamento, prazos, entre outros;
- Fiscalização: garante ao contratante o direito de fazer uso da

figura de um fiscal para verificar a execução dos serviços;

- Responsabilidade e garantia dos serviços: definem a responsabilidade técnica, civil e trabalhista na execução do contrato, além da garantia da perfeita execução dos serviços em questão;
- Rescisão do contrato: define as condições em que poderá ser rescindido o contrato;
- Vigência do contrato: Prazo de validade contratual;
- Foro contratual: estabelece em que lugar serão dirimidas as questões contratuais.

1.2 Classificações Usuais de um Contrato

Existem diversas classificações e subclassificações de contrato com aplicações específicas e com características próprias, referentes ao tipo de obra, regime de execução e tipo de serviço:

- a) Contrato de construção: são aqueles em que o objeto contratado é uma execução de uma obra;
- b) Contratos conexos à construção: são aqueles que existem para possibilitar a construção ou propiciar recursos para execução da obra;
- c) Contrato de projeto: é aquele em que o contratado se compromete a conceber tecnicamente uma obra e a fornecer todos os elementos indicativos de construção e no qual o contratante se compromete a pagar os honorários convencionados pelo trabalho encomendado;
- d) Contrato de fiscalização: é aquele em que o contratado se compromete a acompanhar determinada construção, impondo ao construtor observância devida ao projeto;

- e) Contrato de Projeto e de fiscalização de obra: é aquele que engloba os dois serviços anteriores em um único contrato. Neste caso, o projetista fiscal elaborará o projeto e fiscalizará sua execução;
- f) Contrato de financiamento de construção: é aquele em que o financiador se compromete a fornecer o numerário necessário para a execução da obra e em que o financiado se obriga a aplicá-lo na construção e a restituir a importância recebida;
- g) Contrato de obra certa: também chamado de contrato por trabalho determinado, é característico de empreitadas de construção civil, pois sua duração é prevista por um tempo certo ou até a conclusão dos serviços especificados, diferentemente dos contratos de tempo indeterminado;
- h) Contrato de gerenciamento: é aquele em que o proprietário concede ao gerenciador a condução de um empreendimento de engenharia, reservando para si as decisões sobre as execuções da construção.

Uma vez homologada a licitação e aprovada pela instituição licitante, é preparado o contrato para assinatura das partes com base na minuta anexada aos termos de referência e à qual se incorporam todos os dados resultantes do processo licitatório. Essa etapa corresponde à contratação de fato.

Sendo urgente o início da execução do objeto de contrato, este poderá ser temporariamente substituído até que se ultime a sua redação e assinatura através de uma carta de intenção que autorize o licitante a iniciar os trabalhos conforme afirmam Francisco e Haddad (2002).

1.3 Inovações Tecnológicas e suas Aplicações em Contratos

O setor da construção em geral tem passado por amplo processo de transformação por meio da digitalização das informações, da parame-trização dos dados de materiais e do BIM como seu principal catali-sador. Em tal contexto, os *Smart Contracts* têm tido diferencial; são contratos que adotam aspectos de inovação advindos da Internet das Coisas, do *Big Data* e do BIM.

Os *Smart Contracts* têm enorme potencial de mudar negócios e orga-nizações garantindo melhor rastreabilidade dos processos, colabora-ção e compartilhamento de informação. Aplicações práticas da Inter-net das Coisas já são pesquisadas em termos associados a contratos, gerenciamento de suprimentos, gestão da construção e cidades inte-ligentes.

Em uma indústria tradicionalmente deficiente quando se trata da ado-ção de novas tecnologias, a construção vem lentamente se digitalizan-do, e muitos de seus desafios, anteriormente tidos como de difícilíssima resolução, encontram nelas saídas práticas.

1.3.1 *Smart Contracts*

Segundo afirmam Kassem, Ciribini e Bolpagni (2019), *Smart Contracts* são códigos legíveis por máquina que definem certos comportamen-tos e são projetados para se auto-executarem quando certos critérios são atendidos. Eles têm o potencial de revolucionar a forma como as organizações realizam transações e podem automatizar a gestão de contratos sem intervenção humana direta (Boucher et. al, 2017).

Os *Smart Contracts* eventualmente substituirão de maneira integral os contratos tradicionais devido à complexidade, à flexibilidade e ao exercício da experiência de julgamento que estes requerem.. No entanto, os *Smart Contracts* também podem ser tidos como menos eco-

nômicos, devido ao maior esforço em relação ao processo inicial que a sua implementação exige.

Nesse contexto de substituição entre os dois, deve-se ter em mente que os *Smart Contracts* são mais adequados do que os contratos curtos, pois, durante a contratação, deve-se focar em obter a semi-automação, mais prática e controlável, complementando a visão de integralidade apresentada por Boucher et. al (2017).

Uma das vantagens da adoção de *Smart Contracts* é a de que eles atuam como uma trilha de evidências, demonstrando diversos acordos feitos entre as partes e podendo atuar como uma solução para um dos grandes desafios da indústria, que são os termos de contrato de pagamento tardio. Pagamentos automatizados de valor corrente podem ser codificados em *Smart Contracts*, o que reduz os riscos de pagamento abaixo do planejado, aumenta a eficiência e reduz o tempo de desembolso.

Segundo Frantz e Nowostawski (2016), as principais barreiras para a implementação de *Smart Contracts* incluem a manutenção da documentação, a armazenagem, a interoperabilidade, a confiabilidade de dados, a confidencialidade e a complexidade para codificá-los dada a longevidade potencial requerida.

O *Blockchain* é uma das principais ferramentas existentes para solucionar esse problema. Segundo Liu et. al (2019), *Blockchain* se refere a uma série de dados codificados em blocos e gerados por criptografia. É uma aplicação recente, que permite transmitir os dados de ponto a ponto e garante a confidencialidade e a confiabilidade na transferência entre partes.

As principais características do *Blockchain* são:

- Descentralização: não há intermediários, mas direitos e obrigações iguais entre todas as partes;
- Rastreabilidade: redução de fraudes e melhoria da confiabilidade;

- **Compartilhamento:** quanto mais organizações, companhias e até competidores envolvidos, mais rastreável será o processo e mais acessível o compartilhamento de informações;

Pode-se aferir que o *Blockchain* é um banco de dados descentralizado, que registra transações de forma segura e cronológica.

Atualmente, segundo Liu et. al (2019), as principais aplicações do *Blockchain* no processo de construção industrializada, com uso do BIM e outras tecnologias, se concentram em: fluxo de trabalho BIM, políticas de gerenciamento de recursos, gestão de rede de suprimentos e ecossistema de construção digital com uso de Internet das Coisas, havendo alguns papéis já adotados pelo *Blockchain*.

Além disso, no geral, combinar BIM com tecnologias *Blockchain* facilita a adoção de *Smart Contracts* através de um protocolo computado-rizado de transações financeiras que eliminem intermediários, dando maior confiabilidade ao se transacionar com Criptomoedas como o *Bitcoin*.

Outra das principais vantagens que resultam do uso de *Smart Contracts* é a função de registro de valor transferido, que registra todas as transações entre as partes e permite associar, por exemplo, através das características dos materiais especificados no projeto BIM, a adequação entre as especificações dos materiais definidos na parametrização e os negociados na transação.

1.4 Operacionalização da Gestão do Contrato

Uma vez aprovado e homologado o contrato, seja ele convencional ou *Smart*, devem estar detalhados os itens necessários para sua execução em forma de cláusulas, devendo haver uma metodologia que operacionalize a sua gestão, isto é, deve-se otimizar o processo de contratação a fim de se reduzir as despesas e o tempo de realização para evitar os problemas ocorridos por cláusulas mal elaboradas, falta de acompanhamento, fiscalização emedições erradas, entre outros fa-

tores (Francisco e Haddad, 2002).

A operacionalização é constituída das seguintes etapas:

- **Elaboração:** consiste na determinação do escopo, dos dados básicos e dos intervenientes do contrato, além da estipulação de cláusulas diversas;
- **Contratação:** é a etapa de redução e montagem do documento contratual, anexando-se a este os documentos demandados para a execução do objeto contratual;
- **Implementação:** consiste na execução de fato do objeto da contratação, podendo ocorrer subcontratações diversas;
- **Acompanhamento:** etapa que comporta alguns momentos de decisão em função de análise e avaliação de desempenho de itens como prazo, qualidade e segurança.

O BIM e outras ferramentas tecnológicas podem auxiliar na operacionalização de contratos de construção civil através do melhor alinhamento entre contratante e contratado, permitindo uma definição mais assertiva em termos da especificação e dos quantitativos do escopo adotado.

O potencial da adoção de *Smart Contracts* permite a adoção de um modelo semiautomatizado de gestão, garantindo controle, rastreabilidade de serviços e confiabilidade nos pagamentos. Uma vez que seja aferido o cumprimento de cláusulas contratuais programadas, ocorre a transferência de valores, o que agiliza o processo construtivo.

A industrialização vai além da melhoria tecnológica da execução do objeto; ela inclui também procedimentos que operacionalizam a gestão e garantem a execução, como nos contratos de engenharia, que, com a adoção de novas tecnologias, como o BIM, podem se tornar ferramentas poderosas que asseguram a rastreabilidade e o controle da gestão do processo produtivo.

1.5 Inovações Presentes na Nova Lei de Licitações

A Lei 14.133/2021, promulgada em abril de 2021, unificou dispositivos legais vigentes e teve como intuito atualizá-los às novas possibilidades de ganho de eficiência em termos de processos licitatórios, como no uso de pregões e de licitações eletrônicas.

A competência para dispor sobre normas gerais de licitações e contratos é da União, conforme dispõe o artigo 37 da Constituição Federal, nos termos do Art. 22, XXVII:

Art. 22 [...] XXVIII – normas gerais de licitações e contratação, em todas as modalidades, para as administrações públicas diretas, autárquicas e funcionais da União, Estados e Distrito Federal e Municípios, obedecido o disposto no Art. 37, XXI, e para as empresas públicas e sociedades de economia mista, nos termos do art. 137, § 1º, III;

Art. 37 [...] XXI – ressalvados os casos especificados na legislação, as obras, serviços, compras e alienações serão contratados mediante processo de licitação pública que assegure igualdade de condições a todos os concorrentes, com cláusulas que estabeleçam obrigações de pagamento, mantidas as condições efetivas da proposta, nos termos da lei, o qual somente permitirá as exigências de qualificação técnica e econômica indispensáveis à garantia do cumprimento das obrigações.

Os estados podem dispor sobre normas específicas, mas, como dito acima, a competência geral para isso é da União, tendo em vista o caráter estratégico em nível nacional da Lei. Quanto à lei 8.666/1993, anterior a esta, ela não foi imediatamente revogada. Durante o período de dois anos a contar da publicação oficial da nova legislação,

as disposições da Lei 14.133/2021 devem coexistir com as regras da 8.666/1993, da 10.520/2002 e do Regime Diferenciado de Contratação – RDC; apesar disso, as *disposições penais* da lei 8.666/1993, especificamente, foram revogadas de imediato.

A nova Lei de Licitações traz em seu texto o princípio do Desenvolvimento Nacional Sustentável, implicando que as licitações públicas não devem se destinar apenas à seleção de propostas voltadas para o fator econômico em sentido estrito. As obras e projetos de engenharia também devem incorporar aspectos que visem o desenvolvimento sustentável. Ele está intimamente atrelado à industrialização da construção, abordada neste manual, pois licitar projetos que prevejam requisitos para obras mais eficientes é uma prerrogativa para o atendimento desse aspecto.

O Art. 11 da Lei 14.133/2021 define requisitos referentes ao processo licitatório, que deve ter como objetivos:

- i. Assegurar a seleção da proposta apta a gerar o resultado de contratação mais vantajoso para a Administração Pública, inclusive no que se refere ao ciclo de vida do objeto;
- ii. Assegurar tratamento isonômico entre os licitantes, bem como a justa competição;
- iii. Evitar contratações com sobrepreço ou com preços manifestadamente inexequíveis e superfaturamento na execução dos contratos;
- iv. Incentivar a inovação e o desenvolvimento nacional sustentável.

O item iv refere-se ao incentivo para a inovação, isto é, a dar preferência a metodologias que englobem alternativas tecnológicas que consigam melhor atender aos interesses da Administração Pública. Para tanto, os projetos básicos e executivos deverão incluir critérios e condições vinculados às metodologias inovadoras para a execução

do objeto, buscando-se isto desde o início do projeto com o estudo técnico preliminar até seu produto final, o projeto executivo.

Pode-se afirmar que o estudo técnico preliminar é caracterizado pelo documento constitutivo relativo à primeira etapa do planejamento de uma contratação. Além de ela caracterizar o interesse público envolvido e definir a melhor solução para ele, ela também oferece suporte ao termo de referência e à elaboração do anteprojeto ou do projeto básico caso se conclua pela viabilidade da contratação.

O anteprojeto se trata da próxima etapa do processo e se define pela peça técnica. Todos os subsídios necessários à elaboração do projeto básico deverão conter, no mínimo, os seguintes elementos:

- a) Demonstração e justificativa do programa de necessidades, avaliação de demanda do público-alvo, motivação técnico-econômico-social do empreendimento, visão global dos investimentos e definições relacionadas ao serviço desejado.
- b) Condições de solidez, segurança e durabilidade;
- c) Prazo de entrega;
- d) Estética do projeto arquitetônico, traçado geométrico e/ou projeto de área de influência quando cabível;
- e) Parâmetros de adequação ao interesse público, de economia na utilização, de facilidade na execução, de impacto ambiental e de acessibilidade;
- f) Proposta de concepção de obra ou do serviço de engenharia;
- g) Projetos Anteriores ou Estudos Preliminares que embasem a concepção proposta;
- h) Levantamento topográfico;
- i) Pareceres de sondagem;

- j) Memorial Descritivo dos elementos, definindo padrões mínimos para contratação.

Quanto às inovações, pode-se observar que critérios como solidez, segurança e durabilidade podem ser antevistos com uso do *Building Information Modelling*, conforme Najjar et. al (2019). Também é possível antever através de modelos parametrizados as melhores soluções em termos de materiais e de sistemas correlatos ao objeto do projeto, permitindo assim aferir elementos de caráter sustentável e com critérios objetivos desde o anteprojeto, como o custo ambiental do ciclo de vida e o cálculo do consumo anual de energia.

A estética do produto construído do projeto arquitetônico também pode ser melhor adequada à sua visualização integral através de modelos parametrizados. Booshan (2017) afirmou que o BIM não possui como foco principal auxiliar o processo criativo, porém, a adoção de uma metodologia denominada *Parametric Design Thinking*, por exemplo, que adota um procedimento automatizado de geração de formas e conceitos, pode otimizar a adequação de modelos estéticos.

O projeto básico, segundo a Lei 14.133/2021, é o conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado para definir e dimensionar a obra ou, ainda, o serviço, ou o complexo de obras e serviços objetos da licitação. Ele deve ser elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegurem a viabilidade e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento e, também, que possibilitem a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução. Além disso, eles devem conter:

- a) Levantamentos topográficos e cadastrais, sondagens e ensaios geotécnicos, ensaios e análises laboratoriais, estudos socioambientais e demais dados de levantamentos para a execução da solução escolhida;
- b) Soluções tecnológicas globais e localizadas com suficiente detalhamento;

- c) Identificação dos tipos de serviço a executar;
- d) Informações que possibilitem o estudo e a definição dos métodos construtivos, de instalações provisórias e de condições organizacionais para a obra;
- e) Subsídios para montagem do plano de licitação;
- f) Orçamento detalhado do custo global da obra, fundamentado através de quantitativos de serviços e de fornecimentos propriamente avaliados.

Em termos de inovação, pode-se observar que os *softwares* integrados de georreferenciamento podem conectar os levantamentos topográficos ao projeto de forma otimizada. Conforme Eudave e Ferreira (2020), esse processo denomina-se GIS-BIM. Trata-se de um procedimento unificado de elaboração de dados georreferenciados e integrados diretamente à modelagem, possibilitando de tal modo prever como estes influenciam na construção.

Quanto às identificações dos métodos construtivos, das instalações provisórias e das condições organizacionais, estas podem ser otimizadas com a definição do Planejamento 4D, isto é, com a utilização de *softwares* BIM que permitam identificar o dimensionamento do canteiro. Jupp (2018) afirmou que um dos maiores desafios em termos de planejamento é a consideração de fatores que, sem o BIM, dificilmente seriam quantificáveis. Na organização do *layout* de canteiro, por exemplo, a movimentação de equipamentos é bastante contingente. No entanto, com a adoção de *softwares* comerciais, como o Autodesk Revit e o Autodesk Navisworks, é possível analisá-las.

Quanto ao levantamento de custos, este pode ser associado ao BIM 5D, que permite a quantificação e a definição de custos parametrizados de maneira mais eficiente, relativamente simples e sem demandar o uso de grandes equipes. Fazeli et. al (2020) demonstraram a efetividade do BIM para definir orçamentos e verificaram a lentidão do processo usual de levantamento de dados quantitativos graças à

sua baixa confiabilidade mesmo em níveis preliminares e embora seja importante ressaltar que a extração eficaz justamente desse tipo de dados requer que a modelagem em BIM tenha sido elaborada com esse objetivo.

CAPÍTULO 2 – CONTRATOS E PROJETOS BÁSICOS NA CONSTRUÇÃO CIVILIZAÇÕES DO SISTEMA

O processo usual de contratação pode ser otimizado ou melhor adaptado a um contexto BIM. Segundo Eastman, Sacks e Lee (2021), há diversas variações em relação às determinações do contrato que envolvem o processo da construção, incluindo a a decisão de como deve se organizar a equipe do empreendimento, a forma de pagamento dos membros da equipe e a seleção devequem absorver os riscos.

O processo de contratação influencia e é influenciado pela metodologia de desenvolvimento de projetos. Podem-se garantir melhorias ao longo da sua elaboração e, portanto, a eficiência do seu resultado depende da metodologia empregada, que deve reduzir os riscos e produzir custos conforme a expectativa da administração.

O objetivo deste capítulo é discorrer sobre os aspectos contratuais a partir da influência do *Building Information Modelling* e das diferenças entre modelos de contratação e seus impactos.

2.1 Aspectos Contratuais do BIM

As novas tecnologias sempre trazem novas oportunidades e desafios. Ragab e Marzouk (2021) afirmam que as demandas pela adoção do BIM estão evoluindo ao ponto de esta vir a se tornar normativa. Porém, ainda existe uma série de incertezas acerca dos paradigmas legais dessa tecnologia.

No que tange ao uso do BIM no processo de contratação e de gestão de contratos em obras, diversas melhorias podem ser alcançadas em termos de eficiência na contratação, sobretudo devido à melhor compreensão por parte da equipe do escopo da obra.

A implementação do BIM na indústria da construção civil ainda é recente, os casos julgados e as eventuais jurisprudências ainda são escassos; assim, não há dados suficientes para estabelecer uma relação que sirva para elaborar diretrizes.

Existe uma defasagem entre o desenvolvimento tecnológico e os con-

ceitos legais. Assim, é necessário que as novas tecnologias provoquem as discussões jurídicas que criarão a base sólida para a segurança contratual nesse sentido. Por enquanto, a ausência desta pode ser uma barreira para o adequado desenvolvimento da tecnologia BIM; por isso, sua questão é suscitada neste documento, salientando, assim, que não basta discutir apenas os aspectos tecnológicos envolvidos na aplicabilidade do *Building Information Modeling*. Ragab e Marzouk (2021) afirmam que esse problema demanda uma definição clara das metodologias contratuais. Esses obstáculos têm sido alvo de debates tanto na Academia quanto no mercado, sendo as principais questões identificadas pelos autores (RAGAB E MARZOUK, 2021) e replicadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Categorias e Subcategorias de Problemas Contratuais

| Categoria | Subcategoria | Palavras-Chave Identificadas |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Propriedade do Modelo | Tipo de Licença, Uso do Modelo e Propriedade Mútua dos Direitos Intelectuais | Irrevocável, Não Exclusivo, Livre de <i>Royalties</i> , Operação do Projeto, Ciclo de Vida e Gestão de Manutenção |
| Alocação de Riscos | Detecção de <i>Clashes</i> , Segurança do modelo | Detecção de <i>Clashes</i> , Ambiente Comum de Dados, Risco |
| Colaboração | Termos de Contrato Colaborativo, Critérios de Entrega e Projeto Inicial | Presença, Prioridade, Confiança, Cooperação |

| Categoria | Subcategoria | Palavras-Chave Identificadas |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Perda de Informação | Interoperabilidade e Limitação dos Provedores de <i>Softwares</i> | Perda de Dados, Vendedores de <i>Softwares</i> |
| Dever Profissional Legal | Padronização de Responsabilidades | Habilidade Razoável, Esforço Razoável, Dever de Cuidar |

Fonte: Adaptado de Ragab e Marzouk (2021)

Os pontos que se destacam em relação ao BIM, e que são peculiares, tratam dos aspectos colaborativos, da perda de informação e do dever profissional legal. Os aspectos colaborativos são aqueles relativos aos desafios contratuais inerentes ao processo BIM, como a questão do trabalho integrado e com compartilhamento em tempo real de informações, que gera questionamentos quanto à capacidade de garantir, contratualmente, a cooperação dos envolvidos.

Quanto à perda de informação, uma questão importante pode ser à falta de interoperabilidade entre os *softwares* comerciais. A limitação que eles possuem pode não atender as especificidades de todo o escopo do projeto, pois as diferentes demandas técnicas apontam para a necessidade do uso de distintos sistemas operacionais para as várias disciplinas envolvidas. Exemplificando, desenvolve-se, em um *Software* “A”, a arquitetura parametrizada, em um *Software* “B”, o projeto das Estruturas e, em um *Software* “C”, os projetos de instalação. Correndo o risco de não haver interoperabilidade entre eles, torna-se difícil a integração total ou parcial dos projetos, o que, em muitos casos, resulta na perda de dados e de informações necessárias para a identificação de incongruências e de erros que precisam ser resolvidos. Esse processo de avaliação oriundo da integração dos projetos é denominado fase de “*Clash Detector*”.

A integração de informações, desde o primeiro momento do planejamento do projeto, permite que este seja compreendido como um todo, tanto pela equipe de execução quanto pela equipe de projetos.

No processo BIM, há maior compreensão dos riscos existentes e, conseqüentemente, uma definição mais clara da matriz de riscos. Esta permite à administração alterar requisitos de projeto e tomar decisões com segurança, mitigando riscos encontrando soluções técnicas mais adequadas.

Os debates acerca do dever profissional legal visam definir as responsabilidades de cada projetista. Os *softwares* BIM permitem que uma mesma equipe de engenharia atue de forma simultânea e colaborativa, o que demanda a padronização de ações e a identificação de responsabilidades individuais. Algumas experiências já existentes, tanto em pesquisas acadêmicas quanto no mercado de trabalho, indicam que definir uma adequada metodologia contratual pode auxiliar a mitigar as problemáticas inerentes a essa nova tecnologia, o que implica na avaliação de todas as formas existentes de contratação, extraíndo os pontos ótimos de cada uma e as mesclando de forma a conceber uma adequada formatação entre elas.

Considerando a questão do BIM, a abordagem *Design-Bid-Build* (Projeto-Concorrência-Construção) apresenta um grande desafio, uma vez que, nos processos de projeto, geralmente, não há participação do construtor e, portanto, há menor compreensão do escopo por parte dos envolvidos. Através do *Design-Bid-Build*, por outro lado, a potencialidade do BIM é melhor explorada, uma vez que o construtor, também se responsabiliza pelo processo de projeto e se torna inequivocamente vinculado a todas as etapas do processo construtivo.

Atualmente, há três métodos de contratações explanados por Eastman, Sacks e Lee (2021) no BIM HANDBOOK. Neste capítulo, serão analisadas não somente as três metodologias usuais de contratação, mas, também, uma quarta, mais inovadora.

2.2 Contrato Projeto-Concorrência-Construção

Esta abordagem, do inglês *Design-Bid-Build*, é mais usual, sendo que sua principal vantagem consiste em possibilitar a formulação de licitações mais competitivas e que visam o menor preço possível quanto à execução do objeto para o contratado, havendo, segundo Eastman, Sacks e Lee (2021), menor pressão política na contratação de empreiteiros.

Labib et. al (2021) afirmam que a contratação pública de projetos de construção não contribui com a colaboração entre partícipes do projeto, sobretudo, nas modalidades Projeto-Concorrência-Construção. Há uma preferência expressiva pelos preços mínimos para a execução dos contratos, oferecendo limitada flexibilidade para o uso de outras formas.

Considerando esse problema, Franz et. al (2017) exemplificam que a modalidade Projeto-Concorrência-Construção divide as etapas do projeto e da construção a um tal nível que não há oportunidade em muitos casos, para que o arquiteto e o contratante colaborem através da troca de informações, o que resulta em uma equipe menos integrada.

Segundo Labib (2021) et. al, diversos estudos têm apresentado, em relação aos tipos de contratação atual, a problemática da fragmentação do processo, havendo, por isso, a redução ou estagnação da produtividade. Isto implica em uma relação pouco coesa entre a equipe de projetos e a equipe de execução por causa do pouco contato entre executores e projetistas.

A Figura 1 ilustra o processo de contratação típico do sistema Projeto-Concorrência-Construção e do sistema Construção por Administração com Risco para a Gerenciadora do Projeto e Construção.

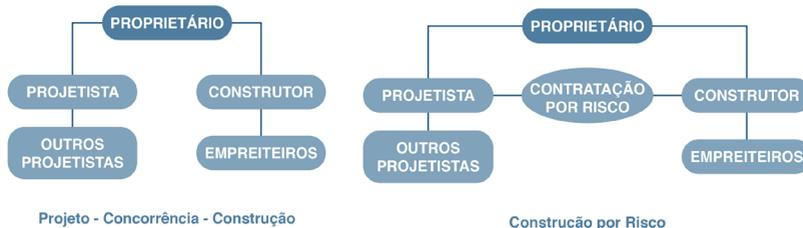


Figura 1 - Metodologias de Contratação
Fonte: Adaptado de Eastman (2021)

A metodologia de contratação por risco vincula o projetista ao construtor, porém, em ambas as metodologias apresentadas na Figura 1, há uma ramificação desnecessária que sobrecarrega o processo, haja vista que a contratação de projetistas subcontratados e empreiteiros acaba desvinculando o projeto. Na metodologia Projeto e Construção, isto se dá de forma distinta, conforme pode ser observado na representação esquemática da Figura 2.



Figura 2 – Metodologia de Contratação Projeto-Construção
Fonte: Adaptado de Eastman (2021)

No modelo Projeto-Concorrência-Construção, o Estado primeiro licita um Projeto Executivo, desenvolvendo então uma lista de requisitos e definindo os objetivos da edificação. No caso deste capítulo, eles estão vinculados a critérios específicos de edificações penais, devendo

ser desenvolvidos em distintas fases, a saber: o Anteprojeto, o Projeto Básico, o Desenvolvimento do Projeto e a Documentação do Contrato.

Os documentos finais apresentados devem ser avaliados criteriosamente para que estejam em concordância com as legislações acerca de edificações penais, do código de obras do local onde elas serão implantadas e de acordo com as normativas técnicas vigentes. O conjunto final dos projetos, conforme observado no Capítulo 1, deve conter detalhes suficientes para facilitar as licitações.

Uma vez que o arquiteto do órgão ou a empresa contratada não deseja ser responsabilizado por eventuais erros, há uma decisão de incluir poucos detalhes no projeto ou de inserir uma nota indicando as dimensões que não são precisas. Essas práticas com frequência levam a disputas com a construtora e a inúmeras querelas judiciais durante e após a construção do objeto licitado.

Após isto, devem ser obtidos orçamentos para realizar a licitação, podendo a empresa que realizou o projeto já apresentar a planilha na qual eles estão registrados. A construtora, ao manifestar interesse em participar do certame, deve também realizar seus levantamentos a fim de realizar uma estimativa de custo.

Porém, há um custo no processo orçamentário por parte do construtor segundo Eastman, Sacks e Lee (2021). Ele é equivalente, em média, a 1% dos custos de uma obra, porcentagem que é bastante significativa para o construtor e que finda por retornar ao órgão licitador, uma vez que estará inclusa nas previsões de despesas indiretas. E, mesmo após o final do processo licitatório, pelo qual a construtora já despence tempo e custos consideráveis desde a orçamentação inicial, realizada quando se começa a participar da licitação, ainda é necessário fazer reajustes nos projetos e fazer um detalhamento que, por vezes, e até então, estava ausente; só depois disso que, finalmente, dá-se início à execução da obra.

No contexto de edificações que tenham alto índice de materiais pré-moldados ou modulares, a inconsistência de informações do projeto torna difícil a fabricação fora do canteiro. Durante a construção, também são realizadas mudanças eventuais no projeto, sendo necessário, para cada alteração, identificar a causa, apontar responsáveis, custos e registrar as modificações em uma versão *As Built*. Uma vez que a construtora, para vencer a licitação, por vezes reduz seus custos além do limite usual, há um abuso de modificações, sobretudo em certames realizados por empreitada global.

Após a obra, faz-se necessário ainda revisar todos os projetos e compatibilizar informações. Por isso, o modelo Projeto-Concorrência-Construção não é a abordagem mais eficiente em termos de custo. No contexto BIM, em que os projetos são mais complexos e integrados, é provável que haja dificuldade em ajustar as informações entre as diferentes equipes disciplinares do projeto.

2.3 Contrato Projeto- Construção

O processo Projeto-Construção, traduzido do inglês *Design-Build*, foi desenvolvido para combater os aspectos negativos do processo Projeto-Concorrência-Construção, garantindo que apenas uma entidade seja contratada e simplificando, assim, o processo administrativo, conforme Beard. Et. al (2005). No Brasil essa modalidade de contrato é semelhante, pelo processo de contratação, ao Regime Diferenciado de Contratação, onde o Projeto Executivo é licitado junto com a construção.

Em contratos Projeto-Construção, uma única empresa ou um único consórcio responsável pela elaboração dos projetos e da construção é contratada pelo Estado, de modo que há um desenvolvimento mais integrado de memoriais e projetos. Uma vez que estes reduzam adequadamente variabilidade e custos imprevistos, há um interesse em ser elaborado um programa de necessidades bem definido.

O modelo Projeto-Construção permite modificar o projeto em suas fases iniciais, desde que ele se adeque ao programa de necessidades do órgão. A empresa contratada pode estabelecer relações com projetistas terceirizados, porém, a responsabilidade sobre eles é integralmente dela. Ibbs et. al (2003) compararam modelos de contratação *Design Build* e *Design Bid Build*, concluindo que aqueles apresentam menor crescimento de custos em relação ao valor inicialmente previsto. Labib et. al (2021) corroboram a pesquisa de Ibbs et. al (2003), afirmando que isso se dá pela maior propensão dos contratados no modelo Projeto-Construção a encontrarem soluções inovadoras, havendo, ainda, menor volume de alteração nos prazos inicialmente contratados.

O uso da metodologia BIM em processos licitatórios no modelo Projeto-Construção é altamente recomendado, segundo Eastman, Sacks e Lee (2021), sendo ela uma facilitadora para o fluxo de trabalho integrado.

2.4 Contrato por Administração com Risco

O desenvolvimento de empreendimentos mediante a administração com risco é um método menos usual, em que o Estado contrata uma empresa de projetos para a prestação de serviços, mas também contrata um gerente de obras para a gestão durante as fases de pré-construção e construção. Esses serviços podem incluir o preparo e a coordenação de documentações para a licitação pública: Cronograma Físico-Financeiro, Orçamento Sintético e Analítico entre outros. O gestor da obra tem por objetivo garantir o alcance das metas financeiras do contrato, podendo o construtor contribuir significativa e precocemente com a construção, o que, por sua vez, ajuda a reduzir a responsabilidade do órgão licitador.

2.5 Desenvolvimento Integrado de Projetos

O desenvolvimento integrado de projetos é um processo mais recente e que tem apresentado imensa sinergia com o BIM, uma vez que o setor da construção vem se adaptando.

Os projetos integrados se diferenciam pela efetiva colaboração entre licitador, projetista e construtor desde as etapas iniciais até a entrega final do empreendimento, formando uma equipe que trabalha através de ferramentas como o BIM, que visam a redução de custos e de variabilidade.

O licitador deve participar de forma mais ativa, principalmente no gerenciamento do processo produtivo. Nesse contexto, o BIM tende a representar um rompimento com os processos lineares usuais, permitindo uma compreensão mais clara do avanço físico do projeto, seus custos e particularidades. O licitador é o principal beneficiado pela redução de custos e gestão integrada, porém, sua ocupação demanda alto grau de capacitação e de especialização.

Grande parte dos contratos de obra são delineados a partir de um grau muito baixo de detalhamento. Nesse cenário, o BIM pode aprimorar todos os aspectos do ciclo de vida da construção, garantindo, também, um melhor processo construtivo.

Kock e Beemsterboer (2017) afirmam que a ausência de documentações padronizadas para os modelos de contratação de projetos públicos em BIM e a ausência de pesquisas acerca de *frameworks* colaborativos são dois dos maiores obstáculos para melhorar o aproveitamento das suas potencialidades inovadoras. O BIM garante maior controle de contratos, o que pode ser intensificado através do modelo de contratação Projeto-Construção.

CAPÍTULO 3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

As inovações tecnológicas e jurídicas em termos de engenharia representam um grande desafio e uma grande oportunidade. Para superá-lo, é necessário que haja uma integração entre ordenamento legal, técnico e administração pública no intuito de que esses requisitos e parâmetros estejam presentes na licitação.

As barreiras contratuais para executar uma obra projetada em BIM são esperadas, uma vez que, para novas tecnologias, há sempre uma defasagem em relação ao avanço do ordenamento jurídico necessário para normalizá-las. Portanto, há de se garantir que a gestão integrada da informação venha acompanhada de uma definição de responsabilidades na qual se busque mitigar eventuais problemas e da qual se tire o maior proveito.

Há uma série de métodos modernos que permitem que as construções usufruam dos benefícios advindos da industrialização. A agregação de todas essas tecnologias e ferramentas é um desafio significativo, tendo em vista todas as necessidades de desempenho e qualidade que uma edificação exige.

A metodologia BIM tem, em seu escopo, novas tecnologias, como o *Big Data*, Internet das Coisas e Gêmeo Digital, proporcionando soluções criativas de processo de projeto que permitem tornar as construções mais econômicas e previsíveis, ao mesmo tempo que buscam maior manutenibilidade da edificação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKPONEWARE, Anderson O.; ADAMU, Zulfikar A. Clash detection or clash avoidance? An investigation into coordination problems in 3D BIM. **Buildings**, v. 7, n. 3, p. 75, 2017.

ALIZADEHSALEHI, Sepehr. The effectiveness of an integrated BIM/ UAV model in managing safety on construction sites. **International journal of occupational safety and ergonomics**, v. 26, n. 4, p. 829-844, 2020.

ASDRUBALI, Francesco; BALDASSARRI, Catia; FTHENAKIS, Vasilis. Life cycle analysis in the construction sector: Guiding the optimization of conventional Italian buildings. **Energy and Buildings**, v. 64, p. 73-89, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL – ABDI (2011). **Manual da Construção Industrializada**, 2011.

AZHAR, Nida; KANG, Youngcheol; AHMAD, Irtishad. Critical look into the relationship between information and communication technology and integrated project delivery in public sector construction. **Journal of Management in Engineering**, v. 31, n. 5, p. 04014091, 2015.

AZUL, Isabella Silva de Serro. Sistemas construtivos pré-fabricados de concreto armado: habitações contemporâneas no Brasil. 2018. 190 f. **Dissertação (Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie**, São Paulo.

BALLARD, Glenn; HOWELL, Gregory. Shielding production: essential step in production control. **Journal of Construction Engineering and management**, v. 124, n. 1, p. 11-17, 1998.

BALLARD, Glenn; TOMMELEIN, Iris. A mentoring approach to implement lean construction. In: **22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Understanding and Improving Project Based Production, IGLC**. 2014. p. 1283-1293.

BRUNA, P. J. V. (1976). *Arquitetura, Industrialização e Desenvolvimento*. pg.19 a 21.

CARDOSO, A. L.; JAENISCH, S. T.; ARAGÃO, T. A. Introdução. In: CARDOSO, A. L.; JAENISCH, S. T.; ARAGÃO, T. A. (orgs.). Vinte e dois anos de política habitacional no Brasil: da euforia à crise. Rio de Janeiro: **Letra Capital: Observatório das Metrôpoles**, 2017. p. 15-48.

CERÁVOLO, Fabiana. A pré-fabricação em concreto armado aplicada a conjuntos habitacionais no Brasil: o caso do conjunto habitacional Zezinho Magalhães Prado/ Fabiana Cerávolo; orientador Miguel Antônio Buzzar, 2007.

CHAUDHURI, Tanaya et al. Thermal comfort prediction using normalized skin temperature in a uniform built environment. **Energy and Buildings**, v. 159, p. 426-440, 2018.

CHE, Wen Wei et al. Energy consumption, indoor thermal comfort and air quality in a commercial office with retrofitted heat, ventilation and air conditioning (HVAC) system. **Energy and Buildings**, v. 201, p. 202-215, 2019.

CHIANTELLA, N. "Achieving Integrated automation through computer networks", **SMA/CASA Computer Integrated Manufacturing Series**, Vol. 1 No. 2, pp. 2-21, 1982.

COSTA, G.; MADRAZO, L. Connecting building component catalogues with BIM models using semantic technologies: an application for precast concrete components. **Automation in construction**, v. 57, p. 239-248, 2015.

DA CUNHA, José Camillo Barbosa; PALHA, Rachel Perez; DE ARAÚJO RÉGIS, Paulo. Sistemas construtivos pré fabricados: uma abordagem Enxuta. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO**, p. 1-11, 2019.

DARKO, Amos et al. Artificial intelligence in the AEC industry: Scientometric analysis and visualization of research activities. **Automation in Construction**, v. 112, p. 103081, 2020.

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. **Manual de BIM – Um Guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre, Bookman, 2014.

EL DEBS, M. K. Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações. São Carlos, SP. **Publicação EESC-USP**, 2000.

ESTECA, Augusto Cristiano Prata. Edificação penal: um estudo da tecnologia do projeto arquitetônico de estabelecimentos de segurança máxima no Brasil. **Dissertação de Mestrado Apresentada à Universidade de Brasília**, 2017.

FABRICIO, Márcio Minto. Industrialização das construções: revisão e atualização de conceitos. **Pós. Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP**, v. 20, n. 33, p. 228-248, 2013.

FORBES, Lincoln H.; AHMED, Syed M. **Modern construction: lean project delivery and integrated practices**. CRC press, 2010.

GIESTA, J. P. et al. Proposta de inserção do BIM no processo de projeto arquitetônico. In: **CONFERENCE ON AUTOMATION INNOVATION IN CONSTRUCTION, Leiria, Portugal**. 2019.

GIRMSCHIED, Gerhard; BROCKMANN, Christian. Inter-and intraorganizational trust in international construction joint ventures. **Journal of construction engineering and management**, v. 136, n. 3, p. 353-360, 2010.

GLAESSGEN, Edward; STARGEL, David. The digital twin paradigm for future NASA and US Air Force vehicles. In: **53rd AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC structures, structural dynamics and materials conference 20th AIAA/ASME/AHS adaptive structures conference 14th AIAA**. 2012. p. 1818.

HABIB, Hussain M. Employ 6D-BIM Model Features for Buildings Sustainability Assessment. In: **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**. IOP Publishing, 2020. p. 012021.

HAJDUKIEWICZ, Magdalena et al. An automated standard-based life cycle quality inspection methodology for smart precast concrete solutions in buildings. **Journal of Structural Integrity and Maintenance**, v. 4, n. 3, p. 123-134, 2019.

HARDIN, Brad; MCCOOL, Dave. **BIM and construction management: proven tools, methods, and workflows**. John Wiley & Sons, 2015.

HULL, Joanna; EWART, Ian J. Conservation data parameters for BIM-enabled heritage asset management. **Automation in Construction**, v. 119, p. 103333, 2020.

IBRAHIM, Michael. Labib, Yi.. Comprehensive Model for Construction Readiness Assessment. **Journal of Management in Engineering**, 2021.

IRIZARRY, Jason: Exploratory study of potential applications of unmanned aerial systems for construction management tasks. **Journal of Management Engineering**, 2016.

JOHNSEN, Cathrine Andrea; DREVLAND, Frode. Lean and Sustainability: three pillar thinking in the production process. In: **annual conference of the international group for lean construction**. 2016.

KIM, M. K., WANG, Q., PARK, J. W., CHENG, J. C., SOHN, H., & CHANG, C. C.. Automated dimensional quality assurance of full-scale precast concrete elements using laser scanning and BIM. **Automation in Construction**, 72, 102-114, 2016.

KOSKELA, Lauri et al. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford: Stanford university, 1992.

LI, Clyde Zhengdao. An Internet of Things-enabled BIM platform for on-site assembly services in prefabricated construction. **Automation in construction**, v. 89, p. 146-161, 2018.

LONG LI, Zhongfu, LI, Xiaodong, LI, Shengxi Zhang, XIAOWEI Luo, A new framework of industrialized construction in China: Towards on-site industrialization, **Journal of Cleaner Production**, Volume 244, 2020, 118469, ISSN 0959-6526.

LU, Qiuchen. Digital twin-enabled anomaly detection for built asset monitoring in operation and maintenance. **Automation in Construction**, v. 118, p. 103277, 2020.

MARZOUK, Mohamed; ZAHER, Mohamed. Artificial intelligence exploitation in facility management using deep learning. **Construction Innovation**, 2020.

MONTENEGRO FILHO, R.A. de L. (2007). Pré-fabricação e a obra de Eduardo Kneese de Mello. pg.15.

MURGUIA, Danny; DEMIAN, Peter; SOETANTO, Robby. Systemic BIM Adoption: A Multilevel Perspective. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 147, n. 4, p. 04021014, 2021.

NEVILLE, Adam. **Propriedades do Concreto**. 5ª Edição, Editora Bookman, 2015.

PATACAS, João; DAWOOD, Nashwan; KASSEM, Mohamad. BIM for facilities management: A framework and a common data environment using open standards. **Automation in Construction**, v. 120, p. 103366, 2020.

PICCOLO, Sara. Técnicas Construtivas do Brasil Colônia. **História e Teoria da Arquitetura III. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul**, Campo Grande, 2006.

PODBREZNIK, Peter; REBOLJ, Danijel. Modeling conditions required for recognition of building elements from site images. **E-Work and E-Business in Architecture, Engineering and Construction**, 2020.

PUČKO, Zoran; ŠUMAN, Nataša; REBOLJ, Danijel. Automated continuous construction progress monitoring using multiple workplace real time 3D scans. **Advanced Engineering Informatics**, v. 38, p. 27-40, 2018.

RAGAB, Mohamed A.; MARZOUK, Mohamed. BIM Adoption in Construction Contracts: Content Analysis Approach. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 147, n. 8, p. 04021094, 2021.

RAPOSO, Cátia; RODRIGUES, Fernanda; RODRIGUES, Hugo. BIM-based LCA assessment of seismic strengthening solutions for reinforced concrete precast industrial buildings. **Innovative Infrastructure Solutions**, v. 4, n. 1, p. 1-10, 2019.

RIBEIRO, Marcos Paulo Monteiro et al. Análise dos Indicadores Financeiros de Lucratividade e Rentabilidade devido a Aceleração da Obra com a Utilização de Painéis de Alvenaria Pré-Fabricada Aplicado a Empreendimentos de Baixa Renda. **Latin American Real Estate Society (LARES)**, 2018.

RODRIGUES, Valéria FS Ricarte; CAVALCANTI, Sabrinna Correia M. O Sistema prisional e a ressocialização do preso através do trabalho. **Revista Facisa On-line**, v. 6, n. 2, 2017.

ROMCY, Neliza Maria et al. Desenvolvimento de aplicativo em ambiente BIM, segundo princípios da Coordenação Modular. **Ambiente Construído**, v. 14, n. 2, p. 23-39, 2014.

SAKAMORI, MARCELO MINO; SCHEER, SERGIO. Processo de extração de quantitativos de um modelo BIM 5D. In: **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, CONTECC**. 2016.

SHIROWZAN, Sara, Samad M.E. Sepasgozar, DAVID, J. Edwards, HENG LI, Chen Wang, BIM compatibility and its differentiation with interoperability challenges as an innovation factor, **Automation in Construction**, Volume 112,2020,103086,ISSN 0926-5805.

SILVA, Marcelo Aquino Corte Real da. Equilíbrio estrutural e a industrialização da construção: primeira experiência em pré-moldado na UnB. 2020. 182 f., il. **Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)—Universidade de Brasília, Brasília, 2020.**

SMITH, Ryan E. **Prefab architecture: A guide to modular design and construction.** John Wiley & Sons, 2010.

SONY, Michael; NAIK, Subhash. Key ingredients for evaluating Industry 4.0 readiness for organizations: a literature review. **Benchmarking: An International Journal**, 2019.

SPADETO, Tatiana F. Industrialização na construção civil—uma contribuição à política de utilização de estruturas pré-fabricadas em concreto. **Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico. Vitória**, p. 193, 2011.

TATUM, C. B.; VANEGAS, Jorge A.; WILLIAMS, J. M. **Constructability improvement using prefabrication, preassembly, and modularization.** Austin, TX, USA: Bureau of Engineering Research, University of Texas at Austin, 1987.

TENÓRIO, José Roberto; LIMA, Suzann Flávia Cordeiro de. Construções penais e o diálogo com a cidade: a (não) política de implantação de equipamentos penais no meio urbano. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 10, p. 371-386, 2018.

TOMMELEIN, Iris D. Journey toward lean construction: Pursuing a paradigm shift in the AEC industry. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 141, n. 6, p. 04015005, 2015.

- TRAPPEY, Amy JC et al. A review of essential standards and patent landscapes for the Internet of Things: A key enabler for Industry 4.0. **Advanced Engineering Informatics**, v. 33, p. 208-229, 2017.
- TROTTA, Dennis; GARENCO, Patrícia. Industry 4.0 key research topics: A bibliometric review. In: **2018 7th international conference on industrial technology and management (ICITM)**. IEEE, 2018. p. 113-117.
- VAN ACKER, Arnold. Manual de sistemas pré-fabricados de concreto. **Traduzido por Marcelo de Araújo Ferreira. São Paulo, SP: Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto**, 2002.
- VERGNA, José Rafael Gatti. **Formação e gerência de redes de empresas de construção civil: sistematização de um modelo de atores e recursos para obras de edificações**. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- VIANA, Lídia Quiêto. A contribuição da arquitetura na concepção de edificações penais no Rio de Janeiro. **Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, mar. 2009.
- VON GRABE, Jörn. Potential of artificial neural networks to predict thermal sensation votes. **Applied energy**, v. 161, p. 412-424, 2016.
- WHITLOCK, Kane et al. 4D BIM for Construction Logistics Management. **Journal of CivilEng**, v. 2, n. 2, p. 325-348, 2021.
- WOODHEAD, Roy; STEPHENSON, Paul; MORREY, Denise. Digital construction: From point solutions to IoT ecosystem. **Automation in Construction**, v. 93, p. 35-46, 2018.
- XU, Dan. Research on the Construction of BIM Internationalized Talents Training Faculty Team Based on Computer Aided Technology. In: **Journal of Physics: Conference Series**. IOP Publishing, 2020. p. 022040.
- ZHONG, Ray Y. et al. Intelligent manufacturing in the context of industry 4.0: a review. **Engineering**, v. 3, n. 5, p. 616-630, 2017.

