

AVALIAÇÃO PÓS-CONSTRUÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS: CONTRATAÇÃO EM ETAPAS DE EXECUÇÃO

POST-CONSTRUCTION EVALUATION OF PUBLIC PROJECTS: MULTI PRIME CONTRACTS

EVALUACIÓN POS-CONSTRUCCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS: CONTRATACIÓN EN ETAPAS DE EJECUCIÓN

Vander Yamauchi, MSc

Universidade Federal da Fronteira Sul/Brazil
vander.yamauchi@uffs.edu.br

Marcos Martinez Silvos, Dr.

Universidade Federal do Rio de Janeiro/Brazil
silvos@fau.ufrj.br

Ricardo Socas Wiese, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina/Brazil
ricardo.sw@ufsc.br

RESUMO

No Brasil, cada instituição pública possui autonomia, respeitando a legislação vigente, para decidir a forma de contratação, a modalidade licitatória e os mecanismos de fiscalização para a execução de uma obra. Este artigo propõe avaliar a estratégia de construção de uma obra pública com dois ou mais contratos, divididos em etapas de execução. Para isto, foi realizada uma análise do desempenho de obras concluídas (pós-construção) de uma universidade federal sul brasileira, com o uso de critérios relacionados a tempo (produtividade e atraso) e custo (custo unitário e sobrecusto). Os resultados sugerem que obras executadas em uma etapa possuem menor produtividade e custo unitário, quando comparadas com construções realizadas em duas etapas. Observa-se, no entanto, que a relevância da avaliação pós-construção está na possibilidade de aprimoramento dos processos gerenciais da instituição, mais do que um instrumento para o julgamento de cada obra.

Palavras-chave: Avaliação pós-construção; Obras públicas; Licitações públicas; Desempenho da construção.

ABSTRACT

In Brazil, every public institution has autonomy, in compliance with current legislation, to decide the delivery method, according to its experience and team capacity. This paper proposes to evaluate multi prime contracting construction procurement based on a post-construction performance analysis for a Brazilian public university. The results suggest that buildings constructed in one stage have lower productivity and unit cost, when compared to two stage procurement. However, it was noted that the relevance of post-construction evaluation is on improving institution management processes, rather than a construction judgment instrument.

Keywords: Post-construction evaluation; Public Projects; Public procurement; Construction performance.

RESUMEN

En Brasil, cada institución pública tiene autonomía, respetando la legislación vigente, para decidir la forma de contratación, la modalidad de licitación y los mecanismos de inspección para la ejecución de una obra. Este artículo propone evaluar la estrategia de construir una obra pública con dos o más contratos, divididos en etapas de ejecución. Para esto, se realizó un análisis del desempeño de obras terminadas (pos-construcción) de una universidad federal brasileña, utilizando criterios relacionados con el tiempo (productividad y demora) y el costo (costo unitario y sobre-coste). Los resultados sugieren que los trabajos realizados en una etapa tienen una productividad y costo unitario menor en comparación con las construcciones de dos etapas. Sin embargo, se observa que la relevancia de la evaluación pos-construcción está en la posibilidad de mejorar los procesos de gestión de la institución, más que un instrumento de juicio de cada obra.



Palabras clave: Evaluación pos-construcción; Obras públicas; Licitaciones públicas; Desempeño de construcción .

1 INTRODUÇÃO

As edificações públicas são reflexos materiais da estrutura organizacional de uma sociedade. São espaços que conformam a relação entre o público e o privado que, por vezes, também representam marcos do poder administrativo público. Os espaços públicos fazem parte do Patrimônio Público, geridos pela Administração Pública que, em função de sua visão, decide sobre a construção, manutenção, apropriação, destinação ou demolição de suas edificações.

Ao contratar a execução de obras, a Administração Pública deve selecionar a proposta mais vantajosa, respeitando o princípio constitucional da isonomia e a promoção do desenvolvimento nacional sustentável (BRASIL, 1993, art. 3). Convém destacar que proposta mais vantajosa geralmente se refere à contratação pelo melhor preço, isto é, quando o menor preço é conjugado com os fatores qualidade, durabilidade, funcionalidade, dentre outros (TCU, 2010).

Além disto, os gestores públicos devem considerar os riscos contratuais: atrasos, sobrecustos ou problemas de qualidade. Para tanto, dispõem de algumas alternativas de contratação, reguladas pela legislação de licitações. Este trabalho propõe avaliar uma destas alternativas: a estratégia de contratação de obras públicas, com dois ou mais contratos, divididos em etapas de execução. Para isto, foi realizada uma análise estatística comparativa do desempenho de obras civis concluídas (avaliação pós-construção), entre construções executadas em uma e múltiplas etapas de contratação, de uma universidade federal sul brasileira, com o uso de critérios relacionados a tempo (produtividade e atraso) e custo (custo unitário e sobrecusto).

A pesquisa adotou como recorte apenas os edifícios novos, com área construída maior de 50 m², finalizados e integralmente construídos na instituição entre os anos de 2009 e 2018. Foram estudados 36 edifícios de diferentes tipologias, sendo 26 executados em uma etapa, construídos com sistema estrutural em concreto moldado “in loco”, e 10 em duas etapas, construídos com sistema estrutural em concreto pré-fabricado e com o emprego do modelo “fast-track”. Considerando estas características, observou-se que obras civis realizadas em uma etapa possuem menor produtividade e custo unitário, quando comparadas com construções realizadas em duas etapas.

A divisão da construção da obra pública em mais de uma etapa de contratação pode ser motivada por razões distintas, em geral, pela limitação orçamentária anual ou maior envolvimento na gestão da construção, visando a redução dos riscos do não cumprimento do contrato (YAMAUCHI, 2020). O objetivo deste artigo é apresentar os resultados da comparação do desempenho da construção entre obras públicas executadas em uma e múltiplas etapas de contratação, de uma universidade federal sul brasileira. Com isto, espera-se contribuir com o aprofundamento no estudo da referida estratégia de contratação e organização.

2 CONTRATAÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS

Para a construção de edificações (execução de obras), a administração pública brasileira geralmente contrata o serviço, pois o considera secundário no escopo dos serviços públicos (YAMAUCHI, 2020). Para isto,

as instituições públicas devem respeitar um conjunto de leis (legislação de licitações) que regulamentam os processos de seleção e contratação de fornecedores de serviços ou produtos.

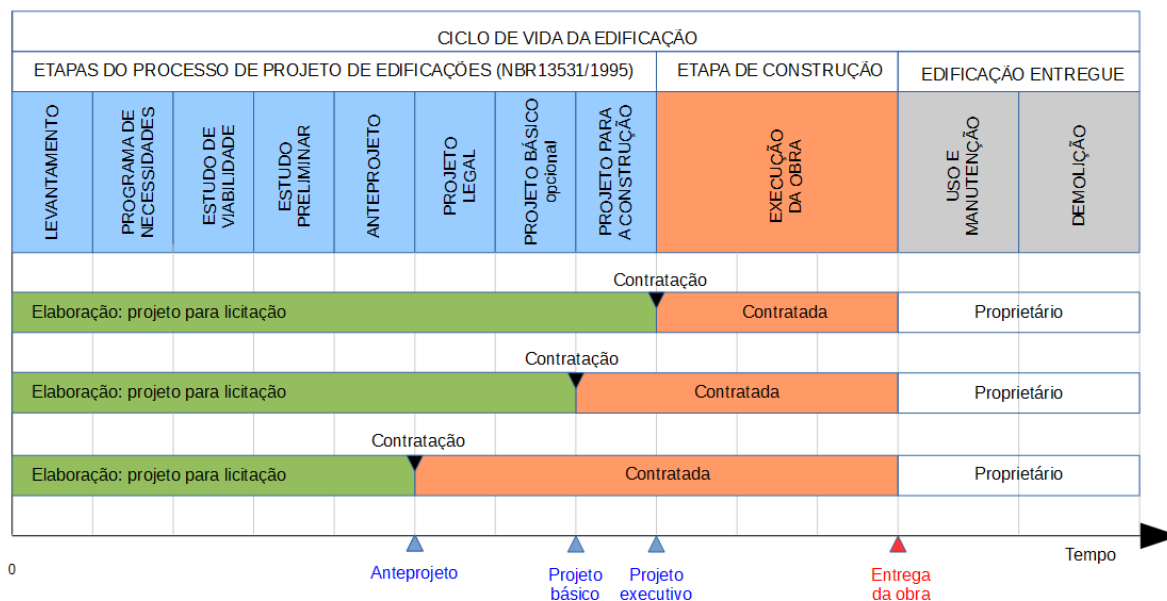
A legislação brasileira de licitações vem sendo construída e reformulada desde o ano de 1862 (Decreto 2.926 do Brasil Império), e ainda é tema de discussões e interesse econômico, pois regula um dos mecanismos de distribuição de recursos financeiros públicos, associados à manutenção e investimento estatal. Ademais estabelece regras gerais para a qualificação de fornecedores e interfere na qualidade do serviço ou produto a ser entregue.

A última alteração estrutural na legislação de licitações foi no ano de 1993, com a promulgação da Lei Federal 8.666 (BRASIL, 1993), atualmente em vigor. Desde então, diversas outras leis, decretos e instruções normativas complementares foram instituídas, tais como as que implementaram o Regime Diferenciado de Contratação (BRASIL, 2011) e os critérios de sustentabilidade ambientais em licitações (BRASIL, 2010).

Segundo a legislação vigente, para se contratar a execução de obras, o projeto de edificações é requisito indispensável. Apesar disto, o projeto da edificação não precisa estar “completo”, é possível contratar uma obra com o anteprojeto (BRASIL, 2011), projeto básico ou projeto para execução (BRASIL, 1993). Quando uma obra é licitada com o Anteprojeto ou o Projeto básico, o contratado fica responsável pela elaboração do Projeto para execução.

No Brasil, a legislação adota a norma técnica NBR13.531 (ABNT,1995) como principal referência conceitual para a elaboração de projetos de edificações. De acordo com o documento, o projeto é segmentado em etapas de desenvolvimento, que devem possibilitar a subsequente definição e articulação das demais atividades técnicas que compõe a edificação, sendo subdivididas em: 1. Levantamento de dados; 2. Programa de Necessidades; 3. Estudo de viabilidade; 4. Estudo Preliminar; 5. Anteprojeto; 6. Projeto legal; 7. Projeto básico; 8. Projeto para execução. Vide Figura 1.

Figura 1 – Modelos de contratação de obras públicas no Brasil



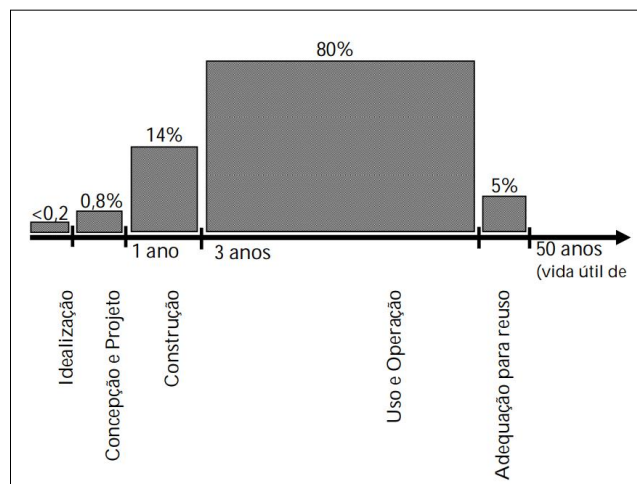
Fonte: Própria (2019)

Apesar das definições destas etapas de projeto serem conhecidas na prática pela maioria dos profissionais, ainda não há uma consonância quanto aos resultados (nível de desenvolvimento do projeto) requerido em cada uma das etapas. Para Manzione e Melhado (2013), umas das razões é que a NBR13.531 não especifica critérios objetivos e sim conceitos, que são insuficientes para o delineamento de cada etapa.

Ainda assim, a etapa de projeto é fundamental para a qualidade da edificação e eficiência do processo construtivo. São as fases iniciais de um empreendimento àquelas com maior capacidade de influenciar os custos totais da construção, por meio da identificação e correção precoce de falhas e defeitos. (HAMMARLUND; JOSEPHSON, 1992)

É no projeto que são definidos o sistema construtivo (materiais e técnicas a serem utilizadas na construção) e previstos os usos da edificação. O projeto deve considerar que o custo da construção nem sempre é o maior, quando observado pela perspectiva do ciclo de vida da edificação. Vide Figura 2, que apresenta um caso, do custo de uma edificação comercial.

Figura 2 – Custos do ciclo de vida de uma edificação comercial

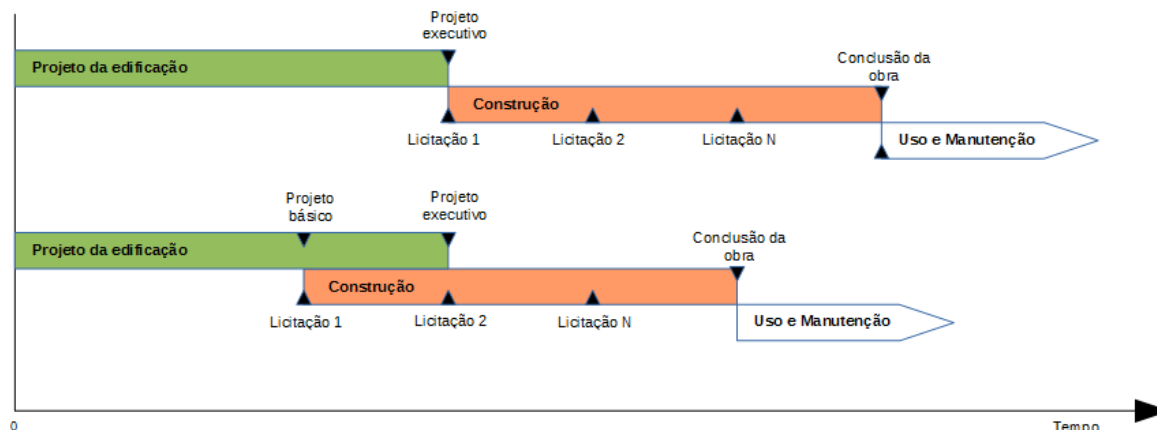


Fonte: Ceotto (2007)

A estratégia de execução de obras em duas ou mais etapas é adotada por algumas instituições públicas. Cada uma possui autonomia para decidir a forma de contratação, a modalidade licitatória e os mecanismos de fiscalização para uma obra pública, de acordo com sua experiência e capacidade de sua equipe interna.

A decisão por se licitar uma obra em duas ou mais etapas pode ocorrer mesmo antes dos projetos da edificação estarem completos, como nas contratações baseadas em projeto básico. Geralmente este procedimento é adotado para antecipar a conclusão da obra, vide Figura 3. Nesta conjuntura, a contratada ainda elabora o projeto para execução, apenas referente à parte do objeto licitado.

Figura 3 – Contratação da execução de obras em duas ou mais etapas



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Esta prática de execução em paralelo ou redução da duração de atividades com a finalidade de antecipação do cronograma do projeto e/ou obra é denominado “fast-track” (FAZIO et al., 1998). Para Cho, Hyun e Hong (2010), a implementação desta estratégia requer cuidados, seja por tornar a gestão dos contratos mais complexa ou pela necessidade de um ambiente colaborativo entre contratados.

A valorização do projeto das primeiras fases de concepção do produto, associado ao “fast-track” e à formação de equipes multidisciplinares de projeto com a participação de agentes do processo de produção são algumas das características relacionadas à Engenharia Simultânea. (YAMAUCHI, 2020)

Engenharia Simultânea é uma abordagem sistêmica para integrar, simultaneamente projeto do projeto e seus processos relacionados, incluindo manufatura e suporte. Essa abordagem procura mobilizar os desenvolvedores (projetistas) desde o início, para que considerem todos os elementos do ciclo de vida, da concepção até a disposição, agregando qualidade, custo prazos e necessidades dos clientes (WINNER et al., 1998)

O emprego dos princípios da engenharia simultânea em obras públicas, entretanto, ainda é restrito, pois a legislação brasileira de licitações não permite a participação da construtora nas etapas iniciais do projeto, apenas após o anteprojeto (BRASIL, 2011), projeto básico ou executivo (BRASIL, 1993).

A divisão em etapas de construção é uma decisão estratégica que demanda uma participação mais ativa no planejamento e controle de obras. A avaliação de sua implementação é imprescindível para a proposição de ações corretivas em processos gerenciais.

2.1 Critérios de avaliação do desempenho

As informações sobre comportamento e o desempenho de empreendimentos de construção são determinantes para o planejamento e controle de obras, embora sua efetividade dependa do sistema de medição de desempenho instituído na organização. (CÂNDIDO et al., 2016)

A mensuração do desempenho de obras consiste em verificar se os principais produtos gerados durante a construção satisfazem critérios específicos estabelecidos em seu planejamento. Os critérios mais amplamente

utilizados são: qualidade, tempo (atraso) e custo (sobrecusto) (LECHLER; DVIR, 2010). A maioria dos métodos para julgar o sucesso de um empreendimento utilizam como base estes três critérios (SHENHAR; DVIR, 2007).

O tempo e custo das construções são relativamente simples de se definir e medir (MORRIS; HOUGH, 1997), mas há pouca convergência na literatura sobre avaliação da qualidade de obras civis, devido à falta de padronização, tamanho dos empreendimentos e partes envolvidas (HOONAKKER et al., 2010).

Turner e Huermann (2007) dividem a qualidade do projeto em duas dimensões: qualidade do produto e qualidade da gestão do processo. A qualidade do produto é relacionada às características ou especificações de um produto acabado, enquanto que, a qualidade da gestão do processo está relacionada ao atendimento dos processos ou procedimentos padronizados preexistentes, estabelecidos pela organização. Para os autores, estes processos ou procedimentos devem ser flexíveis, vistos como um guia de melhores práticas, ajustáveis a cada empreendimento. Sendo, ao final de cada um deles, revisado.

Atrasos em entregas, sobrecusto e nível de qualidade são problemas comuns da construção civil. Em grandes obras públicas, divergências de prazos e custos aparentemente são um fenômeno global. Segundo Flyvbjerg e outros (2003), durante os últimos 70 anos, o custo médio excedido das obras é de 28%.

Em um estudo conduzido por Larsen e outros (2015), foram avaliados o tempo, custo e qualidade de obras públicas, a partir das respostas de cento e onze gestores públicos. Para os autores, as principais causas pelo atraso no cumprimento dos prazos são: a intermitência do financiamento; as interferências de outras autoridades no processo; a precariedade ou falta de planejamento do projeto; os erros ou omissões durante a construção; e a falta de identificação das necessidades dos empreendimentos. Enquanto que, a extrapolação do custo orçado é atribuído aos seguintes fatores: erros ou omissões nos serviços especializados terceirizados (principalmente consultores); erros ou inconsistências nos documentos de projetos; modificações de projetos tardias que afetam o empreendimento ou sua função; falta de estudos preliminares; e mão de obra inexperiente ou pouco qualificada.

Em relação aos problemas que afetam a qualidade de obras públicas, Larsen e outros (2015) atribuem aos erros e omissões durante a construção, a inexperiência de consultores contratados, ao foco das políticas públicas em redução de apenas custos e prazos, à falta de planejamento do empreendimento e inconsistências nos projetos.

Zwikael e Smyek (2012) alertam sobre a limitação da avaliação de empreendimentos com a utilização de apenas estes três critérios. Recomendam que o empreendimento seja também avaliado pelo cliente (empreendedor) e pelo retorno do investimento, que pode ser não necessariamente financeiro, mas também social ou ambiental.

Neste trabalho são utilizados critérios baseados em tempo (atraso e produtividade) e em custo (sobrecusto e custo unitário). Optou-se por não avaliar a questão da qualidade, pois seus indicadores não dispõem de métricas consolidadas, universalmente aceitas.

A avaliação do desempenho de obras pós-construção, com o uso de dados de obras concluídas, independente da forma como é realizada, não deve ser utilizada simplesmente como instrumento de julgamento de cada obra, sua relevância está em possibilitar a melhoria de processos gerenciais.

3 MÉTODO DE PESQUISA

A comparação entre os modelos de contratação de obras públicas, em uma ou duas etapas, foi realizada através de pesquisa documental dos edifícios novos, construídos em uma universidade federal sul brasileira. Os dados coletados foram submetidos a uma análise estatística baseada em indicadores de desempenho da construção.

O método de pesquisa configura-se como uma pesquisa quantitativa que utiliza um procedimento estatístico para apresentar os fatos (estatística descritiva) e realizar proposições sobre uma população a partir de amostras (estatística inferencial). (MORAES; JACOBI; ZANINI, 2008)

3.1 Coleta de dados

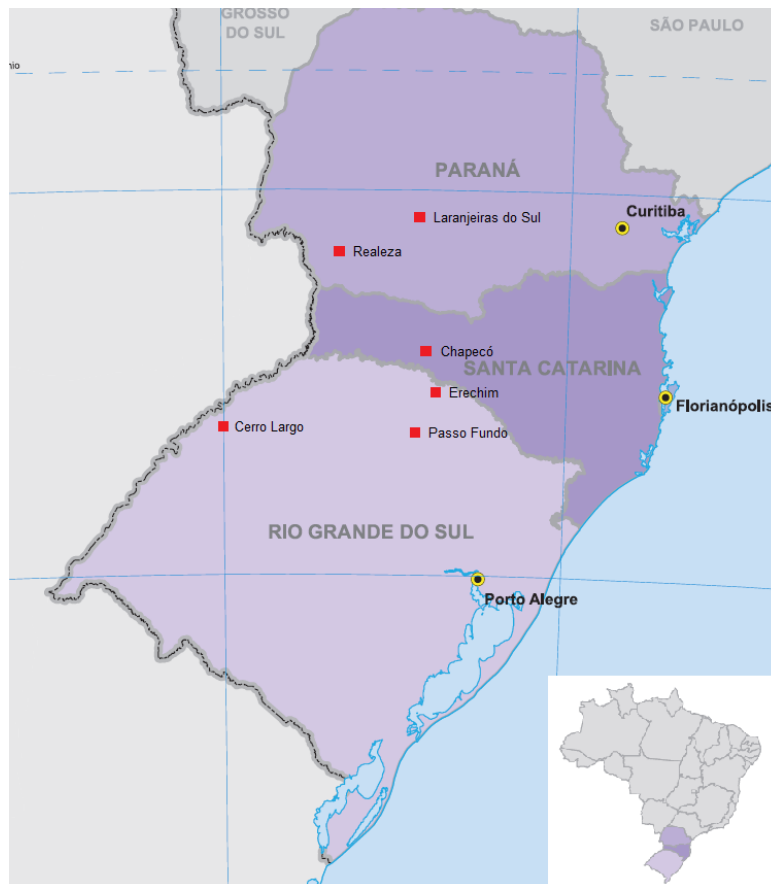
Para a coleta de dados foram consultadas as seguintes fontes: portal de compras do governo federal (BRASIL, 2019), portal de transparência da Controladoria Geral da União (CGU, 2019), Diário Oficial da União, portal institucional da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS, 2019) e arquivos documentais internos da instituição.

A pesquisa adotou como recorte apenas os edifícios novos, com área construída maior de 50 m², finalizados e integralmente construídos na universidade até dezembro de 2018. Dos 38 edifícios que correspondiam a este requisito, apenas de dois não foram obtidos os dados.

3.2 Caracterização do objeto

A pesquisa foi realizada na Universidade Federal da Fronteira Sul, uma instituição federal de ensino superior pública, criada pela Lei Federal 12.029, em 15 de setembro de 2009. A instituição possui seis campi, distribuídos na Mesorregião Grande Fronteira do Mercosul, contando com 60 cursos de graduação, 107 de pós-graduação e 8971 discentes (UFFS, 2019a), vide figura 4.

Figura 4 – Distribuição dos campi da Universidade Federal da Fronteira Sul



Fonte: adaptado de IBGE (2020)

De forma geral, cada campus foi implantado com um conjunto básico de edifícios: restaurante universitário, laboratórios didáticos, bloco das salas dos professores, blocos de aula com administrativo, galpão de maquinário agrícola e central de resíduos. A exceção é um dos campi, o mais recente, que possui apenas um bloco de sala de aula finalizado. Os outros edifícios existentes são: biblioteca, hospital veterinário, centro vocacional tecnológico e almoxarifados.

Dos 36 edifícios que compõem a amostra da pesquisa, 26 foram executados em apenas uma etapa. Dez obras foram divididas em duas etapas, uma de montagem da estrutura pré-fabricada em concreto e a outra de finalização das obras civis. Esta estratégia foi adotada com o objetivo de conferir maior agilidade à implantação inicial dos campi: enquanto as estruturas pré-fabricadas eram executadas, os projetos podiam ser detalhados conforme a necessidade de cada campus, para a contratação da segunda etapa da obra. O quadro 1 apresenta um resumo da tipologia e quantidade de edifícios da amostra.

Quadro 1 – Resumo da tipologia e quantidade de edifícios da pesquisa

Obras	Edifícios	Quantidade de edifícios
1 Etapa	Restaurante universitário	4
	Bloco sala dos professores	5
	Biblioteca universitária	1
	Hospital universitário	1
	Centro vocacional tecnológico	1
	Galpão de maquinário agrícola	5
	Almoxarifado de reagentes	5
	Central de resíduos	5
2 Etapas	Laboratórios didáticos	4
	Blocos de aula com administrativo	6

Fonte: elaborada pelo autor (2019)

3.3 Critérios de avaliação

Os critérios de avaliação utilizados para a análise de desempenho foram: *produtividade*, *atraso*, *sobrecusto* e *custo unitário*. As definições e especificações empregadas neste trabalho foram extraídas de Yamauchi (2020).

A *produtividade* é a relação entre a produção (bens produzidos) por alguma variável da produção. Adota-se como produtividade a relação entre a área construída, em metros quadrados (m²), pela duração efetiva da obra em dias. A produtividade é representada pela seguinte Equação 1.

$$Produtividade \left(\frac{m^2}{dia} \right) = \frac{Área\ construída (m^2)}{Duração\ efetiva\ da\ obra (dias)} \quad Eq. 1$$

A duração efetiva da obra é obtida pela diferença entre o início e o término da construção, vide Equação 2. No caso de obras públicas, a data de início é indicada em ordem de serviço expedido pela instituição, enquanto que, a data de término foi extraída do termo de recebimento provisório da obra. O termo de recebimento provisório é um documento assinado pela instituição pública em até 15 dias após a comunicação da entrega (finalização) pelo contratado. Neste trabalho, quando a construção for dividida em duas etapas, considera-se como duração efetiva da obra a soma das durações efetivas de cada uma das etapas.

Eq. 2

$$Duração\ efetiva\ da\ obra (dias) = Data\ de\ início\ da\ obra - Data\ de\ término\ da\ obra$$

O *atraso* indica a porcentagem de tempo excedido frente a um prazo previamente definido. O atraso é a relação entre a duração efetiva da obra e sua duração estimada. A duração estimada da obra é uma estimativa do prazo de término da construção. Em obras públicas a duração estimada da obra é explicitada em seu edital de licitação e no contrato do vencedor do certame. O atraso é representado pela Equação 3.

Eq. 3

$$Atraso (\%) = \frac{Duração\ efetiva\ da\ obra (dias)}{Duração\ estimada\ da\ obra (dias)}$$

O *sobrecusto* indica a diferença percentual entre o custo efetivo (total gasto) e o custo estimado. Em obras públicas, o custo estimado possui duas bases: o custo orçado pela instituição pública, em alguns casos publicados no edital de licitação; ou, o custo contratado, referente ao valor estabelecido pela proposta vencedora, indicado no contrato de prestação de serviço. O *sobrecusto* é representado pela Equação 4.

$$\text{Sobrecusto}(\%) = \frac{\text{Custo efetivo da obra (R\$)}}{\text{Custo estimado da obra (R\$)}_{\text{estimado / contratado}}} \quad \text{Eq. 4}$$

O *custo unitário* é resultante da divisão do custo efetivo da obra por uma unidade de trabalho. O custo unitário pode ser corrigido por índices específicos, o que possibilita realizar uma comparação empírica entre obras, mesmo se executadas em momentos e/ou locais distintos. Para esta avaliação adotou-se como unidade de trabalho a área construída e para correção, o Índice Nacional da Construção Civil (INCC). O custo unitário é representado pela Equação 5.

$$\text{Custo unitário} \left(\frac{\text{R\$}}{\text{m}^2} \right) = \frac{\text{Custo efetivo da obra}_{\text{corrigido}} (\text{R\$})}{\text{Área construída} (\text{m}^2)} \quad \text{Eq. 5}$$

O SINAPI é uma “referência de custos para aquisição de materiais, equipamentos, serviços e mão de obra”, para o orçamento de obras, especialmente às que empregam recursos públicos federais (uso obrigatório). Os custos são atualizados e divulgados mensalmente, resultado de um trabalho conjunto entre Caixa Econômica Federal (CAIXA) e o Instituto de Geografia e Estatística (IBGE), ambas instituições públicas brasileiras. Utilizado como parâmetro de custos de obras, principalmente públicas, inclusive na correção de contratos (CAIXA, 2020, p. 13)

O Índice utilizado para cada obra corresponde ao índice SINAPI acumulado no período entre a Data de término da obra e a Data base, vide Equação 6. Para efeitos de comparação, adotou-se como Data base, primeiro de janeiro de 2019.

$$\text{Custo efetivo da obra}_{\text{corrigido}} (\text{R\$}) = \text{Custo efetivo da obra} (\text{R\$}) * (1 + \text{INCC}_{\text{acumulado}}) \quad \text{Eq. 6}$$

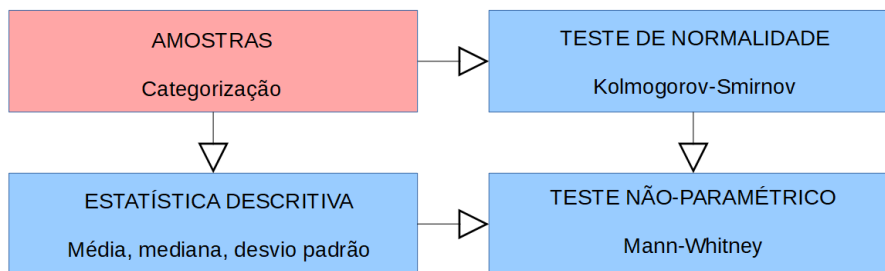
No caso de obra em duas etapas, o custo efetivo da obra corrigido corresponde à soma dos dois custos corrigidos.

3.4 Análise estatística

A análise estatística foi utilizada para realizar uma comparação de desempenho entre obras públicas, executadas em uma ou duas etapas de contratação. Para tanto, as amostras foram separadas em dois conjuntos: obras realizadas em 1 ou 2 etapas de contratação. A seguir, para cada conjunto, efetuou-se: um teste de normalidade da distribuição (Kolmogorov-Smirnov); uma aferição das médias, medianas e desvio padrão (estatística descritiva); e, por fim, um teste não-paramétrico (Mann-Whitney). Vide fluxograma da figura 5.

O teste de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) serve para avaliar a normalidade da distribuição de conjuntos de amostras. No teste, a distribuição é considerada normal quando o resultado (valor-p) for maior que o nível de significância adotado ($\alpha=0,05$).

Figura 5 – Fluxograma da análise estatística



Fonte: elaborado pelo autor (2020)

A estatística descritiva trata da coleta, organização, classificação, apresentação e descrição dos dados quantificáveis relacionados a uma amostra ou população. Visam descrever, em linguagem numérica, características comuns de um conjunto de elementos. As técnicas empregadas neste trabalho foram: média aritmética simples, mediana e desvio padrão.

O teste de Mann-Whitney (teste-u), foi empregado de forma complementar à estatística descritiva, para verificar se as diferenças entre as comparações eram estatisticamente significantes. Para tanto, o intervalo de confiança selecionado para a análise foi de 95% (valor-p = 0,05), um valor considerado aceitável para a indústria da construção (HALE et al., 2009).

O teste-u é um teste não-paramétrico, indicado para pequenas amostras ($n < 20$) ou quando não é possível afirmar que possuem distribuição normal ou aproximadamente normais. Se configura como um teste de hipótese para a comparação entre duas medianas. A hipótese é considerada nula quando as medianas das amostras são consideradas iguais ($\mu_1 = \mu_2$). Para que a hipótese nula seja falsa, o valor-p (probabilidade de significância) deve ser menor ou igual que o nível de significância ($\alpha = 0,05$), o que torna a diferença entre as medianas estatisticamente significantes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados do teste de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) são apresentados no quadro 2. Observa-se que, para cada indicador de desempenho, uma das amostras não possuía distribuição normal. Isto corrobora o emprego do teste não-paramétrico selecionado (teste-u).

Quadro 2 – Resultados (valor-p) do teste de normalidade

Obras	Produtividade (m ² /dia)	Atraso (%)	Custo unitário (R\$/dia)	Sobrecusto (%)	Sobrecusto (%)
				(efetivo x estimado)	(efetivo x contratado)
1 Etapa	0,053	<0,010	0,074	0,042	0,037
2 Etapas	0,023	>0,150	0,037	>0,150	>0,150

Teste de Kolmogorov-Smirnov: distribuição normal para valor-p > 0,05.

Fonte: elaborada pelo autor (2020)

Os resultados obtidos com a estatística descritiva foram organizados no quadro 3 e 4, referentes às obras executadas, respectivamente, em 1 e 2 etapas.

Os resultados médios indicam a existência de vantagem na execução de obras em 1 etapa em relação apenas ao custo unitário. Enquanto que, as obras executadas em duas etapas são comparativamente mais produtivas e geram menos atrasos. Entretanto, os resultados do teste-u indicam que nem todas as amostras comparadas são estatisticamente diferentes (quando o valor-p é maior que 0,05). O produto da comparação entre os índices médios e o valor-p, resultado do teste-u, são apresentados no quadro 5.

Baseado no teste-u pode-se afirmar que obras realizadas em duas etapas, quando comparadas com obras realizadas em uma etapa, em média, são mais produtivas (230,33%) e tem custo unitário maior (38,12%).

Quadro 3 – Resultados: obras executadas em 1 etapa

Edifício	Área m ²	Produtividade m ² /dia	Atraso %	Custo Unitário R\$/m ²	Sobrecusto	
					Efetivo x estimado	Efetivo x contratado
1	2328,29	2,39	441,67	2.688,54	6,93%	9,62%
2	2328,29	1,09	1083,89	2.277,05	8,03%	11,37%
3	2328,29	2,02	540,00	2.610,38	11,96%	15,70%
4	2328,29	2,24	477,78	2.146,14	-12,26%	7,72%
5	4109,43	5,28	159,67	1.978,37	7,75%	10,66%
6	2522,74	2,44	183,01	2.240,67	0,57%	0,58%
7	2522,74	2,72	285,83	1.896,39	-2,48%	3,57%
8	2522,74	2,99	251,67	2.132,29	7,61%	17,45%
9	2522,74	2,49	322,92	1.883,27	-3,98%	13,19%
10	7769,68	4,16	418,33	2.911,93	6,62%	11,10%
11	5143,59	3,85	147,59	3.388,47	-18,71%	-10,12%
12	315,00	0,83	110,56	2.538,66	-5,00%	-3,00%
13	515,37	1,33	203,13	575,93	0,83%	3,45%
14	515,37	0,89	388,24	511,05	-3,98%	-2,12%
15	515,37	2,35	84,03	544,77	0,43%	0,72%
16	515,37	2,04	110,83	599,22	2,25%	4,13%
17	515,37	2,49	72,50	603,44	3,14%	4,39%
18	106,25	0,28	109,44	2.141,73	-14,93%	-14,62%
19	106,25	0,28	109,44	4.797,52	-19,02%	-18,89%
20	106,25	0,28	109,44	4.978,12	-18,15%	-12,94%
21	106,25	0,28	109,44	4.797,52	-19,02%	-18,89%

AValiação Pós-CONSTRUÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS: CONTRATAÇÃO EM ETAPAS DE EXECUÇÃO

	22	66,33	0,41	80,90	1.003,90	-4,63%	0,00%
	23	66,33	0,20	269,66	821,77	-2,23%	0,00%
	24	66,33	0,30	145,56	909,37	-3,17%	0,00%
	25	66,33	0,39	92,13	909,37	-1,65%	0,00%
	26	66,33	0,34	116,85	941,28	-0,68%	0,00%
Geral	Média	1600,36	1,71	247,10	2031,81	-2,84%	1,27%
	Mediana	515,37	1,67	153,63	2055,33	-1,94%	0,65%
	Desvio Padrão	1903,43	1,40	219,70	1338,14	9,17%	9,95%

Fonte: elaborada pelo autor (2020)

Quadro 4 – Resultados: obras executadas em 2 etapas

Edifício	Área m ²	Produtividade m ² /dia	Atraso %	Custo Unitário R\$/m ²	Sobrecusto	
					Efetivo x estimado	Efetivo x contratado
B1	3454,00	4,14	247,50%	R\$ 3.338,66	5,99%	6,68%
B2	3454,00	3,74	156,39%	R\$ 4.095,89	15,36%	8,48%
B3	3454,00	4,68	207,50%	R\$ 3.496,74	-0,34%	2,59%
B4	5004,51	3,63	550,00%	R\$ 3.460,95	-14,17%	-5,04%
B5	9850,12	8,63	314,03%	R\$ 2.233,16	5,84%	10,52%
B6	4925,06	8,75	87,67%	R\$ 2.244,62	4,35%	6,03%
B7	4925,06	8,29	66,60%	R\$ 2.223,65	3,19%	4,73%
B8	4925,06	4,96	113,33%	R\$ 2.200,44	-4,01%	0,86%
B9	4925,06	4,39	113,88%	R\$ 2.807,22	1,73%	13,00%
B10	4925,06	5,15	252,69%	R\$ 1.961,67	-9,91%	6,12%
Média	4984,19	5,64	210,96%	R\$ 2.806,30	0,80%	5,40%
Mediana	4925,06	4,82	181,94%	R\$ 2.525,92	2,46%	6,07%
Desvio padrão	1768,36	2,01	143,44%	R\$ 715,22	8,28%	5,08%

Fonte: Fonte: elaborada pelo autor (2020)

Quadro 5 – Comparação com obra realizada em duas etapas e valor-p (teste-u)

Indicadores	2 etapas x 1 etapa	
	Desempenho	Valor-p
Produtividade (m2/dia)	230,33 % maior	<0,001
Atraso (%)	36,14 % menor	0,986
Custo unitário (R\$/m2)	38,12 % maior	0,039
Sobrecusto (estimado x efetivo)	3,64 % maior	0,331
Sobrecusto (contratado x efetivo)	4,13 % maior	0,197
Teste de Mann-Whitney: diferenças entre medianas se valor-p < 0,05.		

Fonte: elaborado pelo autor (2020)

4.1 Considerações sobre os resultados

Os indicadores utilizados nesta pesquisa são os mesmos adotados por muitos gestores de projetos para o controle de obras civis. A interpretação dos resultados obtidos neste trabalho deve levar em consideração alguns fatores referentes à governança, edificações e aos próprios indicadores.

A UFFS optou pela execução de obras em duas etapas visando a conclusão mais rápida da obra, visto que, enquanto a primeira etapa da obra era construída, o projeto da edificação era detalhado. Este método pode ser enquadrado como um modelo “fast-track”. No entanto, nem todas as segundas etapas iniciaram logo após o término da primeira, em quatro das dez amostras, o tempo de espera foi maior que 90 dias, vide quadro 6.

Quadro 6 – Tempos de espera entre etapas superiores a 90 dias

Edifício	B2	B4	B8	B9
Espera entre etapas (dias)	509	505	430	136
Duração efetiva da construção (dias)	923	1379	993	1121
Duração da obra – total (dias)	1432	1884	1423	1257
Produtividade relativa (m2/dia)	2,41	2,65	3,46	3,91

Fonte: elaborado pelo autor (2020).

Os tempos de espera podem ser superiores por diversas razões, dentre elas: rescisão contratual em alguma etapa (edifício 2), disponibilidade de recursos e o próprio processo licitatório. No entanto, mesmo somando a duração da construção com o tempo de espera, a produtividade ficou maior que a média geral das obras executadas em 1 etapa.

Um dos fatores que podem ter contribuído com a diferença na produtividade foi a utilização de estruturas pré-fabricadas em concreto nas construções realizadas em duas etapas. Segundo Acker (2002), a construção com este tipo de estrutura pode reduzir o tempo de execução para menos da metade, em relação a obras com estruturas de concreto moldadas no local.

O emprego do “fast-track” é, per se, uma demonstração do interesse em reduzir o cronograma de entrega. No caso, foram desenvolvidos concomitantemente apenas parte do projeto e da construção, não ocorrendo sobreposição na contratação da construção. Sendo assim, não é adequado considerar a existência de

uma relação direta com os resultados do critério produção. O que deve ser ponderado é a própria divisão da obra em etapas e/ou do emprego do modelo “fast-track”, que exige da instituição pública mais atenção em relação ao planejamento e controle da obra, induzindo uma maior participação no processo construtivo.

Ao se avaliar o atraso, é preciso considerar que não há um método comum, regulamentado pela legislação brasileira, adotado pelas instituições públicas, para se estimar a duração de uma obra. Portanto, avaliações de atrasos podem não ser confiáveis, principalmente quando comparadas obras de instituições distintas. No caso, o atraso médio do universo amostral está acima de 200%. A instituição estudada poderia utilizar estes valores para corrigir estimativas futuras.

Observa-se também que, neste trabalho, adotou-se o termo de recebimento provisório para a definição da data de término da construção de cada obra. Este documento é expedido pela instituição pública em até 15 dias após a comunicação formal do contratado da conclusão de seu serviço. Entretanto, a obra somente é recebida oficialmente após a publicação do termo de recebimento definitivo, que comprova a adequação do objeto aos termos contratuais e o recebe em definitivo (UFFS, 2019b).

A data do termo de recebimento definitivo não foi utilizada pois o prazo para sua emissão pode variar, que deve ser “após o decurso do prazo de observação, ou vistoria que comprove a adequação do objeto aos termos contratuais” (BRASIL, 1993, art. 73).

Diferente das estimativas de prazo, os orçamentos para obras públicas utilizam como base o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (Sinapi), que conta com dados e índices gerais, atualizados mensalmente pela Caixa Econômica Federal e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Logo, viabiliza comparações de custos entre obras públicas, quando devidamente observadas as regionalidades e tipologias das edificações.

O custo unitário das obras executadas em 2 etapas são maiores, possivelmente devido ao sistema estrutural adotado (estruturas pré-fabricadas em concreto), apesar de pouco diferir em termos de uso de materiais em relação ao sistema convencional (concreto moldado no local), o mais difundido no Brasil. A diferença entre estes sistemas está no uso de equipamentos e cuidados específicos durante a construção.

Em relação aos resultados do sobrecusto, valores negativos indicam que o custo efetivo de obras foram inferiores ao previsto. Diferenças entre os custos efetivos das obras e os custos estimados (pela instituição pública) podem identificar falhas no orçamento para licitação, enquanto que, variações entre os custos efetivo e os contratados indicam alterações no escopo do serviço contratado ou reajustes contratuais.

As alterações no escopo do serviço contratado advém de problemas ou modificações no projeto da edificação, devido a erros, elementos não previstos, readequações ou melhorias.

Para a legislação brasileira, a variação entre os custos efetivos e os contratados não podem ultrapassar o limite de 25% (BRASIL, 1993, art. 65), seja em acréscimos ou supressões. Todas as amostras respeitaram este limite.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo propôs comparar a estratégia de contratação de obras civis públicas executadas em apenas uma etapa de contratação, com as divididas em duas ou mais etapas.

Os resultados sugerem que obras executadas em uma etapa possuem produtividade menor e têm custos unitários menores, quando comparadas com construções realizadas em duas etapas. Entretanto, é preciso considerar que estas conclusões resultam da metodologia empregada e limitam-se ao recorte de pesquisa. Ademais, ao verificar algumas características das obras estudadas, observou-se que as construções executadas em duas etapas de contratação adotaram o modelo “fast-track” e o sistema estrutural em concreto pré-fabricado, enquanto que, as realizadas em uma etapa contratação empregaram o sistema estrutural em concreto moldado *in loco*. Destaca-se, ainda, a relevância de associar os resultados obtidos com a qualidade da obra.

Testes estatísticos podem ser úteis na avaliação do desempenho das construções, com o emprego de critérios relacionados a tempo (produtividade e atraso) e custo (custo unitário e sobrecusto), pois possibilitam identificar e avaliar variáveis que afetam o desempenho das construções e a formação de indicadores para o planejamento e execução de obras.

Diversos outros fatores também podem afetar os critérios de avaliação adotados, tais como a área construída, métodos de contratação, a tipologia das edificações, técnicas ou tecnologias de construção alternativas, características regionais e método de gestão de obras da contratada. O procedimento estatístico procura remover estas variáveis para aferir efetivas diferenças entre amostras, apesar disto, seus resultados não devem ser considerados absolutos, mesmo empregando um nível de confiabilidade alto (95% no caso), pois não é possível afirmar as estas variáveis estejam uniformemente distribuídas entre as amostras investigadas. (YAMAUCHI, 2020)

Os resultados do procedimento estatístico ainda podem ser afetados pelo método de planejamento de obras (estimativas de custo e prazo), rigor dos registros das construções e, especialmente, pelas variações na delimitação dos produtos finais de cada obra, pois as edificações ainda podem necessitar de adaptações, instalações ou equipamentos para se tornar funcional para o uso previsto, que, nem sempre são registradas como obras civis. Observa-se, portanto, a preemência do estabelecimento de parâmetros mais claros quanto ao encerramento das obras para possibilitar comparações mais precisas de desempenho da construção.

Artigo submetido para avaliação em 26/08/2019 e aceito para publicação em 14/10/2020

REFERÊNCIAS

ACKER, A. V. **Manual de sistemas pré-fabricados de concreto**. Tradução de: Marcelo de Araújo Ferreira. 2002. Disponível em: <http://apoioididatico.iau.usp.br/projeto3/2013/manual_prefabricados.pdf>. Acesso em: ago. 2019.

ALLEN, L. N. **Comparison of design-build to design-bid-build as a project delivery method**. 2001. Dissertação (Mestrado) - Naval Postgraduate School, Monterrey, 2001.

ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C.; MOREIRA, D. C. O. O processo e os métodos. In: KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; MOREIRA, D. C.; PETRECHE, J. R. D.; FABRICIO, M. M. (Org.). **O processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia**. São Paulo: Oficina de textos, 2011. p. 80-100.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR13531**: Elaboração de projetos de edificações – atividades técnicas. Rio de Janeiro: ABNT, 1995. 10 p.

BRASIL. Controladoria Geral da União (CGU). **Portal da transparência**. Disponível em: <www.portaltransparencia.gov.br>. Acesso em: ago. 2019.

BRASIL. Lei Federal n.8.666, de 21 de junho de 1993. **Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências**, 1993.

_____. Lei Federal n. 12.462, de 04 de agosto de 2011. **Institui o Regime Diferenciado de Contratações Públicas – RDC**, 2011.

_____. Instrução Normativa n. 1, de 19 de janeiro de 2010. **Dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública**. 2010.

_____. **Portal de compras do governo federal**. Disponível em: <www.comprasgovernamentais.gov.br>. Acesso em: ago. 2019.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL –CAIXA. **Sinapi: metodologias e conceitos**. 8 ed. Brasília: Caixa, 2020. Disponível em: <www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-manual-de-metodologias-e-conceitos/Livro1_SINAPI_Metodologias_e_Conceitos_8_Edicao_8.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2020.

CÂNDIDO, L. F.; LIMA, S. H. O.; NETO, J. P. B. Análise de sistemas de medição de desempenho na indústria da construção. **Ambiente construído**, v. 16, n. 2, 2016.

CEOTTO, L. H. **Avaliação de sustentabilidade: balanço e perspectivas no Brasil**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. 1., 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2008.

CHO, K.; HYUN, C.; KOO, K.; HONG, T. Partnering process model for public-sector fast-track design-build projects in Korea. **Journal of Management in Engineering**, v. 26, n. 1, p. 19-29, 2010.

COL DEBELLA, D. M.; RIES, R. Construction delivery systems: a comparative analysis of their performance within school districts. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 132:11, n. 1131, p. 1131-1138, 2006.

FAZIO, P.; MOSELHI, O.; THEBERGE, P.; REVAY, S. Design impact of construction fast-track. **Construction Management Economics**, v.6, n. 2, p. 195-208, 1998.

FLYVBJERG, B. HOLM, M. S.; BYHL, S. How common and how large are cost overruns in transport infrastructure projects? **Transport Reviews**, v. 23, n. 1, p. 71-88, 2003.

HARMMARLUND, Y. YOSEPHOSON, P. E. Qualidade cada erro tem seu preço. **Revista Técnica**, n. 1, p. 32-34, nov./dez. 1992.

HALE, D. R.; SHRESTHA, P. P. GIBSON Jr; E.; MIGLIACCIO, G. C. Empirical comparison of design/build and design/bid/build project delivery methods. **Journal of construction engineering and management**, v. 135, n. 7, p. 579-587, 2009.

HOONAKKER, P.; CARAYON, P.; LOUSHINE, T. Barriers and benefits of quality management in the construction industry: an empirical study. **Total Quality Management**, v. 21, n. 9, p. 953-969, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Página institucional**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/pt/inicio.html>>. Acesso em: 01 mar. 2020.

LARSEN, J. K.; SHEN, G. Q. P.; LINDHARD, S. M.; BRUNCE, T. D. Factors affecting schedule delay, cost overrun, and quality level in public construction projects. **Journal of Management in Engineering**. v. 32, n. 1, 2015.

LECHLER, T.; DVIR, D. An alternative taxonomy of project management structures: linking project management structures and project success. **IEEE Transactions on Engineering Management**, 57, p. 198-210, 2010.

MANZIONE, L.; MELHADO, S. C. Metodologia de cálculo do nível de desenvolvimento de um projeto em BIM. In: Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído, 3; Encontro Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção, 6. 2013, Campinas. **Anais...** Porto Alegre: Antac, 2013. p. 1-13.

MORAES, A. B.; JACOBI, L. F.; ZANINI, R. R. **Estatística**: caderno didático. Santa Maria: UFSM, CCNE, Departamento de Estatística, 2008.

MORRIS, P. W. G.; HOUGH, C. **The anatomy of major projects**: a study of the reality of project management. Chichester: John Wiley, 1997.

POCOCK, J. B.; HYUN, C. T.; LIU, L. Y.; KIM, M. K. Relationship between project interaction and performance indicators. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 122:2, n. 165, p. 165-176, 1996.

SANTOS, H. P.; STARLING, C. M. D.; ANDERY, P. R. P. Um estudo sobre as causas de aumentos de custos e prazos em obras de edificações públicas municipais. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 225-242, out./dez. 2015.

SHENHAR, A. J.; DVIR, D. Reinventing project management: the diamond approach to successful growth and innovation. **Harvard Business Scholl Press**. 2007.

SULLIVAN, S. M.; EL ASMAR, M.; CHALHOUB, J.; OBEID, H. Two decades of performance comparisons for design-build, construction manager at risk, and design-bid-build: quantitative analysis of the state of knowledge on project cost, schedule and quality. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 143, n. 6, 2017.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO – TCU. **Licitações e contratos**: orientações e jurisprudência. 4. ed. Brasília: TCU, 2010. Disponível em: <<http://portal2.tcu.gov.br/portal/pls/portal/docs/2057620.PDF>>. Acesso em: nov. 2016.

TURNER J. R.; HUERMANN, M. **Quality management**. In: The gower handbook of project management. 3rd Edition, 2007.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL (UFFS). **Página institucional**. Disponível em: <www.uffs.edu.br>. Acesso em: ago. 2019.

_____. **Apresentação institucional**. Chapecó: 2019a. Disponível em: <<https://www.uffs.edu.br/pastas-ocultas/bd/diretoria-de-comunicacao/repositorio-dicom/apresentacao-institucional>>. Acesso em: out. 2020.

_____. **Manual de gestão e fiscalização de contratos**. Disponível em: <https://www.uffs.edu.br/atos-normativos/manual/proad/2014-0003/@@download/documento_historico>. Acesso em: ago. 2019b.

YAMAUCHI, V. **Projeto e construção de edifícios públicos: avaliação pós-construção de estratégias de contratação e organização viabilizadas pela legislação brasileira de licitações**. 2020. Tese (Doutorado em Arquitetura) – PROARQ, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2020.

WINNER, R. I.; PENNELL, J.; BERTRAND, H. E.; SLUSARCZUK, M. **The role of concurrent engineering in weapons system acquisition**. IDA Report R-338. Alexandria: Institute for Defense Analyses, 1988.

ZWIKAEEL, O.; SMYRK, J. A general framework for gauging the performance of initiatives to enhance organizational value. **British Journal of Management**, v. 23, p. 6-22, 2012.