

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO
CANDIDATO

LOCAL: SALA 201 – BLOCO D – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ

DATA: 04/11/2024

K2R7

QUESTÃO Nº 1

O orçamento de uma edificação ou construção pode ser definido como a identificação, quantificação e valoração dos materiais, serviços e atividades relacionadas diretamente com a construção (custos diretos), como matéria-prima, mão-de-obra, equipamentos e EPI, além de custos relacionados indiretamente à construção (custos indiretos), como equipe técnica, logística e manutenção dos canteiros de obras, e despesas, como tributos, despesas financeiras, administração central. Também deve levar em conta o lucro, que é a remuneração do empreendedor ou empresa sobre a atividade empresarial.

O orçamento tem como objetivos a determinação do custo total de um empreendimento, para verificar sua viabilidade antes mesmo de iniciar a obra, e também a determinação do preço de venda, para verificar se o preço final é compatível com o preço praticado no mercado por construções similares. Uma estimativa correta é importante para evitar custos exagerados e além do planejado e para evitar a paralisação do empreendimento por falta de recursos.

A elaboração de um projeto possui diferentes etapas e níveis de detalhamento, de acordo com a etapa de desenvolvimento do empreendimento. A primeira etapa é a de estimativa de custos, que utiliza valores de referência de projetos-padrão e projetos similares para estimar o custo do empreendimento e avaliar a sua viabilidade. A metodologia mais comum é a utilização do CUB (custo unitário básico), que fornece valores por m^2 de projetos-padrão, de acordo

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO
CANDIDATO

LOCAL: SALA 201 - BLOCO D - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ

DATA: 04/11/2024

K2R7

QUESTÃO Nº 1

com a tipologia e padrões do empreendimento (Ex.: R1 = residência unifamiliar de baixo padrão). Esses valores são multiplicados pela área equivalente de edificação, que considera alguns coeficientes de minoração para determinadas áreas, como áreas descobertas e estacionamentos, permitindo obter o custo total. Os valores de CUB são fornecidos mensalmente pelos SINDUSCONs estaduais (indicador da indústria da construção). Outra forma de realizar a estimativa de custos é utilizando valores de referência do mercado, como no caso de uma estrada, onde o comprimento total (em km) pode ser multiplicado por um custo médio por km daquela região (ou custos históricos da própria empresa).

A próxima etapa do orçamento se refere ao orçamento preliminar, geralmente realizada na etapa de anteprojeto, onde já estão disponíveis maiores informações sobre a construção e principais componentes. O orçamento preliminar pode ser realizado multiplicando alguns quantitativos iniciais de materiais por índices utilizados no mercado, como volume de concreto (m^3) multiplicado pelo consumo de armadura (kg/m^3), ou área de formas de acordo com o consumo de concreto. Esses índices podem vir de dados históricos da própria empresa ou de publicações especializadas, como tabelas da revista PINI. Nesta etapa, espera-se uma precisão do orçamento por volta de $\pm 20\%$, um pouco maior que da etapa de estimativa de custos ($\pm 30\%$).

A próxima etapa do orçamento é o orçamento detalhado, geralmente realiza-

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO
CANDIDATO

LOCAL: SALA 201 – BLOCO D – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ

DATA: 04/11/2024

K2R7

QUESTÃO Nº 1

do na etapa de projeto básico (precisão de $\pm 10\%$) e de projeto executivo (precisão de $\pm 5\%$), partindo da premissa de que o projeto permite um nível de detalhamento muito maior, permitindo obter de forma precisa o quantitativo de materiais e serviços. É realizado utilizando composições de custos unitários, que são a decomposição de uma atividade ou serviço em todos os insumos necessários para a execução de 1 unidade, com seus respectivos custos unitários e totais. Essas composições geralmente não fornecidas pelo SINAPI. Em seguida, as quantidades de materiais e serviços são multiplicadas pelos custos unitários para obter os custos totais de referência. A soma de ~~os~~ todos os custos totais permitem obter o custo global de referência, que representa o custo total da construção. Vale ressaltar que as tabelas do SINAPI consideram pagamentos à vista, preço em capitais e não consideram custos com transporte ou descontos devido a compras em grande volume.

Com a quantificação dos custos (diretos e indiretos) referentes à construção, a próxima etapa é o cálculo das despesas (como tributos, despesas financeiras, administração central, etc) e do lucro (bonificação pela atividade empresarial). Esse cálculo pode ser realizado através do BDI, que é um índice pelo qual se multiplica o custo direto para obtenção do preço de venda. O Tribunal de Contas da União (TCU) fornece uma faixa de valores aceitáveis para o BDI de obras públicas (ex.: por volta de 20% para edificações residenciais).

Após a elaboração do orçamento, é importante realizar o seu acompanha-

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)**CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO
CANDIDATO**

LOCAL: SALA 201 – BLOCO D – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ

DATA: 04/11/2024

K2R7

QUESTÃO Nº 1

mento, juntamente ao andamento das obras, para verificar possíveis desvios e realizar correções. Dentre as formas de realizar o acompanhamento, está o uso de curvas S, que permitem observar o avanço acumulado do empreendimento, também no que diz respeito a custos, permitindo comparar o que foi planejado com o que realmente está sendo gasto. Também é possível utilizar a análise de valor agregado, que compara o ~~valor~~ valor do trabalho realizado (VA - valor agregado) com o valor planejado (VP) e o custo real (CR), permitindo verificar os gastos estão acima ou abaixo do planejado. Outra forma é a utilização de softwares como Microsoft Project e Primavera para visualização do cronograma físico-financeiro, onde o andamento das atividades podem ser visualizado juntamente com informações circunstanciais.

Recentemente, uma metodologia que vem sendo empregada para o acompanhamento e planejamento de projetos é o Building Information Modeling (BIM), que permite uma visualização tridimensional do empreendimento (modelo 3D), além incorporar parâmetros e informações dos produtos e materiais utilizados (parametrização), o que ajuda na obtenção de tabelas e quantitativos para a realização do orçamento e na realização do cronograma (dimensão 4D) e do encargo da edificação (dimensão 5D do BIM). O BIM também pode ser utilizado para comparar diferentes cenários e métodos construtivos e para analisar custos com sistemas de aquecimento e refrigeração, mediante a integração com softwares.

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

**CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO
CANDIDATO**

LOCAL: SALA 201 – BLOCO D – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ
DATA: 04/11/2024

K2R7

QUESTÃO Nº 1

Também pode ser utilizado para acompanhamento da obra, mediante avaliação do modelo de acordo com o andamento da obra.

Durante o controle de execução e acompanhamento dos gastos, é importante focar em atividades que possuem um peso maior no orçamento. As curvas ABC permitem classificar os itens do orçamento em diferentes níveis: A (20% das atividades e 80% do custo), B (30% das atividades e 15% do custo) e C (50% das atividades e 5% do custo).

Em resumo, é fundamental realizar de forma constante o acompanhamento da obra e dos custos incorridos, mediante a integração com o planejamento e gestão de projetos e o uso de ferramentas e softwares especializados, de modo a garantir que a execução ocorra dentro do planejado. Alterações no cronograma podem impactar diretamente o orçamento, aumentando o custo da construção, devendo ser cuidadosamente avaliadas pelos gestores do empreendimento.

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)**CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO
CANDIDATO**

LOCAL: SALA 201 – BLOCO D – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ

DATA: 04/11/2024

K2R7

QUESTÃO Nº 2

Sistemas cyber-físicos são sistemas que integram componentes físicos e virtuais para monitoramento, análise de dados e execução de tarefas, permitindo controlar processos em tempo real. Geralmente são formados por sensores e sistemas de aquisição de dados, que podem ser acoplados a materiais, equipamentos e estruturas, permitindo a obtenção de dados em tempo real, centros de controle e análise de dados, que recebem os dados dos sensores e analisam, e que pode ser realizado utilizando inteligência artificial e machine learning; atuadores, que executam tarefas e correções em campo, como por exemplo, braços robóticos, e por último, sistemas de comunicação, como redes de cabo ou sem fio (wireless), que utilizam sistemas como a internet 5G para transmitir os dados entre os diferentes componentes.

Na construção civil, os sistemas cyber-físicos podem ser utilizados para o monitoramento de estruturas em tempo real, como vibrações e deslocamentos excessivos, permitindo realizar ações para mitigar esses problemas, como desligamento de máquinas para reduzir a vibração. Também poderão ser utilizados para automação de contêineres de obras, para realização de tarefas de risco e controle remoto de equipamentos. Os sistemas cyber-físicos também permitem monitorar as atividades dos trabalhadores, identificando situações de risco e verificando a conformidade da aplicação de normas de segurança do trabalho. Durante a etapa de utilização, sistemas cyberfísicos podem ser utilizados

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO
CANDIDATO

LOCAL: SALA 201 – BLOCO D – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ

DATA: 04/11/2024

K2R7

QUESTÃO Nº 2

para monitorar a temperatura interna de ambientes, luminosidade e níveis de CO₂, controlando de forma automatizada sistemas de aquecimento/resfriamento e sistemas de iluminação, para garantir um maior conforto dos ocupantes e uma maior eficiência na utilização dos recursos. Os dados obtidos também podem ser utilizados para gestão dos espaços (Ex.: número de ocupantes por dia), para realização de simulações, visando prevenir cenários futuros e para o planejamento de manutenções e substituições de materiais e componentes, antes que ocorra algum tipo de problema ou acidente.

Nos sistemas cyber-físicos, os sensores exercem papel de grande importância, coletando dados como temperatura, umidade, qualidade do ar, entre outros, em tempo real. Entre os sensores ~~coletados~~ que podem ser utilizados estão extensômetros, transdutores de deslocamento, inclinômetros, termômetros e materiais automonitores (self-sensing materials), como por exemplo, concretos e argamassas com incorporação de nanotubos de carbono e nanoplaquetas de grafeno, que possuem a ter propriedades piezoresistivas, podendo ser utilizados para monitorar estruturas a partir da passagem de corrente elétrica.

Os dados coletados são enviados para centrais de controle e monitoramento. A análise do grande volume de dados apresenta um desafio para o funcionamento do sistema. Neste sentido, ferramentas como inteligência artificial e machine learning podem ser utilizadas, identificando anomalias e pontos

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO
CANDIDATO

LOCAL: SALA 201 – BLOCO D – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ

DATA: 04/11/2024

K2R7

QUESTÃO Nº 2

de risco. Esses instrumentos também podem ser utilizados na tomada de decisão, enviando informações em tempo real para os atuadores em campo. Os atuadores, por sua vez, são responsáveis por executar as tarefas do sistema, como ajuste de temperatura e luminosidade, e atividades que antes eram executadas de forma manual por pessoas. Para garantir uma comunicação eficiente entre os sistemas, é fundamental uma rede de comunicação rápida e eficiente.

A obtenção de dados de componentes e materiais e componentes em tempo real, por meio de sensores, também é conhecida como internet das coisas (IoT - internet of things), onde objetos inteligentes estão conectados a redes de internet, permitindo o monitoramento em tempo real. Os chamados sensores IoT também podem ser integrados a módulos digitais da edificação, como módulos tridimensionais em BIM, permitindo uma melhor visualização e gerenciamento do edifício.

Os dados também podem ser utilizados para alimentar e atualizar modelos virtuais em tempo real, permitindo a criação de gêmeos digitais (digital twins), que são cópias virtuais de objetos físicos. Outra aplicação de sistemas cyber-físicos é no monitoramento e controle de construções autoadaptativas, que se modificam de acordo com as condições do ambiente. Um exemplo são sistemas de fachada inteligentes, do tipo origami, que podem se abrir ou fechar de acordo com a iluminação exigida internamente. Os sistemas cyber-físicos também podem ser utilizados para a criação de contêineres de

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO
CANDIDATO

LOCAL: SALA 201 – BLOCO D – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ

DATA: 04/11/2024

K2R7

QUESTÃO Nº 2

obra automatizadas, com guindastes, corrimões e braços robóticos controlados de forma remota e autônoma, podendo, por exemplo, realizar a impressão 3D de componentes (fabricação digital) e o posicionamento de módulos, no caso da construção modular.

Em resumo, os sistemas cyber-físicos oferecem diversas possibilidades futuras para a indústria da construção, que vão desde o monitoramento, até a execução de atividades autônomas. Dentro dos desafios para a implementação, estão o alto custo inicial de implementação, devido aos elevados custos dos componentes tecnológicos utilizados, segurança dos dados, já que um grande volume de dados é gerado de forma contínua, levantando discussões sobre como armazenar e quem pode acessar esses dados, e existência de sistemas e redes de comunicação de alta velocidade, que estão distribuídos de forma assimétrica ao redor do mundo. Outro desafio é mão-de-obra qualificada para fabricar, ~~montar~~ projetar e montar esses sistemas, uma vez que exigem conhecimentos específicos de programação, eletrônica, engenharia de telecomunicações e robótica.

| | |
|--|--------------------------------------|
| PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS) | CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO |
| LOCAL: SALA 201 – BLOCO D – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 04/11/2024 | K2R7 |

QUESTÃO Nº 3

O Building Information Modeling (BIM) pode ser definido como uma metodologia integrada, que permite uma representação tridimensional da edificação e, ao mesmo tempo, o planejamento e acompanhamento de todas as etapas ao longo de seu ciclo de vida. O BIM é caracterizado pela parametrização (objetos e componentes carregam informações), interoperabilidade (utilização de formatos de arquivos comuns, como IFC e COBie, que podem ser abertos e lidos em diferentes programas) e a coordenação e compatibilização entre diferentes projetos, plantas, cortes e modelo 3D, onde a modificação em um projeto leva à atualização e modificação em todos os outros, evitando retrabalhos. A ferramenta possui diferentes dimensões: 3D (modelo tridimensional da edificação), 4D (incorpora a variável tempo, permitindo a realização de cronograma), 5D (inclui informações sobre custos, permitindo fazer orçamentos), 6D (inclui a variável de sustentabilidade, ~~possibilitando~~ auxiliando em análises de ciclo de vida e permitindo estimar custos com energia e sistemas de aquecimento ou ar condicionado, através de simulações termo-energéticas, também podendo ser utilizado para dimensionar e diminuir o uso de recursos), 7D (~~realiza~~ acompanhamento e monitoramento de construções, gestão de facilities, planejamento de manutenção) e 8D (segurança do trabalho e ~~análise~~ identificação de riscos).

O BIM também possui diferentes níveis de ^{integração} ~~realização~~, que vão desde o nível 0 (baixa integração), até o nível 3 (integração total, com comuni-

| | |
|--|--------------------------------------|
| PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS) | CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO |
| LOCAL: SALA 201 - BLOCO D - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 04/11/2024 | K2R7 |

QUESTÃO Nº

casos em nuvem em tempo real. Também possui diferentes níveis de detalhamento de projeto, podendo ser utilizado desde em projetos preliminares e conceituais (LOD100), até projetos "as built" (LOD500), mostrando como a edificação realmente foi construída.

Incorporando todas as suas dimensões, o BIM pode ser utilizado como uma ferramenta poderosa para a otimização de processos e projetos. Por meio da ferramenta, é possível realizar a coordenação entre diferentes equipes, que podem trabalhar de forma integrada e em tempo real em um modelo virtual único. Também é possível realizar a ~~integração entre~~ ~~compatibilização~~ compatibilização entre diferentes projetos, identificando inconsistências e possíveis conflitos, como por exemplo, no caso de projetos de estruturas e de instalações mecânicas (elétrica e hidráulica).

① BIM também pode auxiliar na otimização de projetos, permitindo comparar diferentes alternativas no que diz respeito a prazo, custo, eficiência energética e sustentabilidade, permitindo realizar rápidas modificações no projeto e avaliar seus impactos. Também pode ser integrado a algoritmos de design paramétrico e generativo, permitindo a otimização do projeto a partir de dados fornecidos pelo usuário.

② BIM também pode auxiliar no controle e otimização de processos, sendo integrado a sensores IoT (Internet das Coisas) e sistemas cyber-físicos para

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO
CANDIDATO

LOCAL: SALA 201 - BLOCO D - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ

DATA: 04/11/2024

K2R7

QUESTÃO Nº 3

para monitoramento em tempo real e atualização do modelo, criando gêmeos digitais, que são modelos virtuais do sistema físico, atualizados em tempo real. Isso permite otimizar o uso de recursos (energia e água), monitorar a ocupação de espaços e a entrada e saída de pessoas, identificar possíveis riscos e planejar manutenções. O BIM também pode ser integrado a sistemas de realidade virtual (VR - virtual reality), ~~realidade aumentada e realidade mista~~ e realidade mista, para possibilitar uma visualização imersiva do projeto e realização de treinamentos. Na etapa de projetos, pode ser utilizado para acompanhamento do cronograma físico-financeiro, integrado a outros softwares de gerenciamento de projeto.

Entre os principais softwares que incorporam a metodologia BIM, estão o Revit, da Autodesk, o AutoCAD, a Bentley, a Tekla Structures e o TQS. Entre os desafios para sua implementação, estão mudanças culturais na organização das empresas de projeto, uma vez que ele requer uma maior integração entre diferentes equipes, mão-de-obra qualificada, que saiba utilizar os softwares e possa aplicar as diferentes dimensões do BIM e desafios de ~~softwares~~ hardwares que possam executar todas as funcionalidades do programa, além de sistemas de comunicação e internet, que permitam a atualização do modelo em tempo real, através da nuvem.

Devido às suas diversas funções, o BIM vem sendo cada vez mais

| | |
|--|--------------------------------------|
| PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS) | CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO |
| LOCAL: SALA 201 - BLOCO D - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 04/11/2024 | K2R7 |

QUESTÃO Nº 3

utilizado em projetos de engenharia, permitindo projetos mais otimizados, com maior coordenação entre equipes e maior facilidade de visualização 3D da construção. Uma prova disso é um decreto do governo brasileiro (decreto 10306/2020) que estabelece o uso do BIM nos projetos e acompanhamento de obras públicas; que objetiva chegar até o ano de 2028 a um uso pleno do BIM em todas as etapas do empreendimento, desde o modelo 3D, até o cronograma, orçamento e acompanhamento da edificação após a construção. Neste sentido, a demanda por profissionais que saibam utilizar o BIM deve ser cada vez maior, a medida que a tecnologia passa a ser adotada pelas empresas.