



PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
LOCAL: SALA 201 – BLOCO D – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 04/11/2024	N 1 M 6

QUESTÃO Nº 1 (continuação)

em atividades, o que facilita a estimativa de durações, recursos necessários à sua execução e custos desses recursos. Nessa etapa estimamos os custos diretos de todos os materiais, mão de obra, uso/aquisição de equipamentos, bem como estabelecemos uma métrica para a alocação de custos indiretos a essas atividades. Para as estimativas é comum utilizar composições de referência como o SICRO (Sistema de Custos Referenciais de Obra - DNIT) e o SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Indicadores da Construção Civil - CENIPA). Vale ressaltar a importância de seguir as normas como NBR 12721 e NBR 14037, (referência p/ preços unitários de projetos de incorporação e diretrizes p/ orçamentação respectivamente). Devem ser considerados também os respectivos encargos. Segue-se a etapa do cálculo do BDI (Bônus e Despesas Indiretas) a ser considerado juntamente aos custos, para possibilitar seguir para a análise de Viabilidade do projeto. Um BDI inadequado poderá inviabilizar o projeto a depender do investimento disponível. O BDI geralmente é

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
LOCAL: SALA 201 - BLOCO D - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 04/11/2024	X1M6

QUESTÃO Nº 1 (continuação)

considerado em termos percentuais p/ cada projeto da empresa (ratio). Na etapa de análise de viabilidade calculamos o ROI (retorno do investimento) para verificar a adequação do orçamento e BDI, podendo ser necessárias alterações de maneira a viabilizar o projeto. É importante considerar as incertezas do planejamento nessa etapa mapeando riscos (ameaças e oportunidades) e provisionando reservas contingenciais para os riscos identificados (known unknowns) e reservas gerenciais para os riscos não identificados (unknown unknowns). Na etapa de execução do projeto, segue-se o gerenciamento e controle dos custos. Para o gerenciamento, comumente utiliza-se a curva S que reflete a distribuição de custos acumulados (desembolso) ao longo do tempo (para tanto, é necessário desenvolver a programação da execução do projeto a ser refletida no cronograma). O EVA (gerenciamento do valor agregado) ou EVM (Earned Value Management) é uma técnica amplamente usada no acompanhamento do projeto, tanto em relação ao progresso físico como financeiro. O EVA trabalha com cálculo de variações como a

<b>PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)</b>	<b>CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO</b>
LOCAL: SALA 201 – BLOCO D – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 04/11/2024	N1M6

QUESTÃO Nº 1 (continuação)

variação de custo ( $VC = CR - VA$ ) e a variação de prazo ( $VP = VP - VA$ ), cálculo de índices de performance como o Índice de desempenho de custos ( $IDC = CR/VA$ ) e o índice de desempenho de prazos ( $IDP = VP/VA$ ) e previsões (prospecções) de estimativas para o término do projeto que facilitam entender o "status" e ~~tomar~~ antecipar a tomada de decisões corretivas. O uso de softwares como o Microsoft Project, o Primavera P6, o Excel e outros auxiliam na elaboração de cronograma físico-financeiro para o acompanhamento da obra. O uso de sistemas integrados através de BIM (Building Information Modeling) facilitam as estimativas de custos a partir do modelo 3D elaborado que considera todos os insumos necessários. O BIM 5D ~~contorna~~ oferece apoio especificamente para a parte relativa a custos enquanto o BIM 4D relaciona a programação de prazos (tempo) do projeto. Projetos que utilizam BIM podem inclusive apoiar nas estimativas e simulações de custos de manutenção, operação e até descarte (demolição).

As diretrizes da norma de gestão de projetos também podem ser aplicadas (ISO 21500)

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
LOCAL: SALA 201 - BLOCO D - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 04/11/2024	N1M6

QUESTÃO Nº 1 (continuadas)

Por fim, considerando as fases do desenvolvimento do empreendimento, ainda no estudo preliminar, é possível ter uma primeira estimativa em ordem de grandeza dos custos do empreendimento, no pré-projeto essa estimativa começa a ser ajustada as primeiras definições de projeto, mas é somente na elaboração do projeto executivo que é viável ter uma estimativa detalhada (bottom-up). Nessa etapa, o projeto já está desenvolvido e há menos indefinições, fazendo com que as informações de entrada estejam mais afinadas e possamos usar ferramentas mais precisas p/ estimar o orçamento. Durante a execução, conforme já mencionado, o gestor acompanha o desembolso, tomando medidas corretivas quando são identificados desvios significativos. Vale ressaltar que há custos de operação, manutenção e eventual demolição e descarte de resíduos que também podem e devem ser estimados (custos do ciclo de vida da edificação).

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
LOCAL: SALA 201 – BLOCO D – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 04/11/2024	N1M6

QUESTÃO Nº 2

Os Sistemas Cyber-Físicos (CPS) têm revolucionado os processos na construção civil. Os sistemas Cyber-Físicos são representados pela integração de dispositivos físicos que podem ser utilizados em diversas aplicações no controle de obras e sistemas ou modelos digitais. O controle de estoque com uso de sensores que podem enviar mensagens "avisando" que um material está em falta (ou em falta de estoque) é uma aplicação bastante interessante. Com esse tipo de controle em tempo real, pode-se minimizar desperdícios, reduzindo custos desnecessários quando o estoque está cheio, bem como minimizar atrasos por falta de material nos estoques.

Sensores climáticos, por exemplo, podem enviar alertas no caso de mudanças climáticas inesperadas. Dessa forma, o gestor pode reprogramar atividades, reposicionar equipamentos/máquinas e prevenir acidentes.

A segurança no canteiro de obras pode ser monitorada por sistemas cyber-físicos com sensores <sup>e câmeras</sup> que podem inclusive verificar o uso de EPIs, bem como controlar

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
LOCAL: SALA 201 – BLOCO D – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 04/11/2024	N 1 M 6

QUESTÃO Nº 2 (continuação)

a entrada/saída de colaboradores e outros.

O uso de máquinas ou equipamentos autônomos ou semi-autônomos traz mais segurança, especialmente em atividades que envolvem alta periculosidade, como movimentações de terra, por exemplo. Robôs podem ser operados a distância inclusive em locais de difícil acesso ou mesmo com objetivo de aumentar produtividade no caso de atividades simples e extremamente repetitivas como por exemplo alvenaria.

O uso de drones para captura de registros da obra auxilia no acompanhamento em tempo real e na inspeção de obras ~~graves~~. Em obras de grande porte como estradas e gasodutos ou mesmo em edificações com elevado número de pavimentos (arranha céus), o uso de drones é extremamente recomendado, reduzindo o custo para obtenção de registros e acompanhamento e reduzindo riscos para os trabalhadores nas inspeções.

A presença na execução de ~~obras~~ diversos serviços é beneficiada pelo uso de CPS. Por exemplo, o uso de inspeções com laser para verificar a espessura de uma camada de concreto ou mesmo a correta

<b>PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)</b>	<b>CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO</b>
LOCAL: SALA 201 – BLOCO D – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 04/11/2024	N1M6

QUESTÃO Nº 2 (continuação)

execução de acabamentos seguindo o padrão especificado no projeto. Nestes últimos <sup>uso de</sup> ~~estágios~~ também pode ajudar. O levantamento topográfico também pode ser extremamente beneficiado pelo uso de GPS, como drones e fixas de laser associados a modelagem BIM. Como principais desafios ao uso de sistemas Cyber-Fisicos pode-se observar o alto investimento inicial não apenas para a aquisição de equipamentos e softwares, mas também, para sua implementação e também para o treinamento e capacitação de profissionais. Outro desafio importante é a integração com os demais sistemas legados e a migração ou compatibilização de informações e dados. Mas, sem dúvida, a resistência cultural para a mudança de métodos construtivos tradicionais para a adoção de métodos inovadores, pode representar uma das maiores barreiras a serem enfrentadas pela organização. Vale citar, também, a dificuldade p/ captar mão de obra qualificada, especialmente com relação à manutenção dos equipamentos.



PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
LOCAL: SALA 201 – BLOCO D – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 04/11/2024	XI 146

QUESTÃO Nº 2 (continuação)

Sistemas Cyber-Físicos são compostos pela integração do mundo real com o mundo virtual. O uso de BIM para a modelagem de gêmeos 3D (virtuais) requer atenção às diretrizes da ~~norma~~ internacional ISO 19650, o que também pode representar um desafio para as organizações. Por outro lado o uso de BIM integrado a sensores e outros equipamentos físicos na obra permitem realizar simulações de ~~problemas~~ cargas e/ou cenários climáticos, bem como acompanhar comportamento estrutural ao longo da execução da obra ou posteriormente, quando da operação da edificação.

O uso de dispositivos móveis com acesso à plataforma facilitam a comunicação em tempo real evitando erros, retrabalho e custos desnecessários.

Sem dúvida, os CPS trouxeram grandes benefícios em termos de produtividade, segurança, redução de custos (retrabalho) e comunicação. O uso de IoT (internet of things) e LM (Learning Machine) com ~~aplicações~~ aplicações de IA (Inteligência Artificial) representaram uma grande evolução trazendo oportunidades antes impensáveis para a construção civil.

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
LOCAL: SALA 201 – BLOCO D – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 04/11/2024	N1M6

QUESTÃO Nº 3

A metodologia BIM representa uma revolução na forma com que desenvolvimento de um empreendimento acontece, desde sua concepção, construção e gradualmente até sua operação e eventual demolição.

O BIM (Building Information Modeling) é uma plataforma colaborativa que permite a integração de todos os stakeholders (partes interessadas) do projeto (engenheiros, arquitetos, fornecedores, ...).

A aplicação ~~global~~ do BIM engloba a criação de um modelo 3D (gêmeo virtual) do projeto ~~em~~ de edificação. Uma vez que o BIM integra todas as disciplinas do projeto de edificação (estruturas, arquitetura, instalações elétricas, hidráulicas ...), é possível identificar previamente interferências (clash detection) antes mesmo de executar os projetos. A compatibilização de projetos, como é chamado esse processo, é primordial para evitar interferências entre subsistemas na execução. Por exemplo, evitar uma passagem de tubulação pela viga ~~ou~~ ou outra estrutura que não tenha sido previsto.

O BIM integra diversos parâmetros ao modelo 3D,

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
LOCAL: SALA 201 – BLOCO D – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 04/11/2024	N1M6

QUESTÃO Nº 3 (continuação)

como se fosse uma matriz de "n" <sup>(dimensões)</sup> lados. Cada elemento do modelo recebe parâmetros de identificação, pavimento, material, custo, prazo, entre outros que sejam estabelecidos para o modelo.

O BIM 4D, por exemplo, refere-se a integração com a programação de prazos (tempo) previstos para a execução de cada atividade relacionada aos elementos do modelo. Já o BIM 5D, refere-se a integração com os custos e auxilia no levantamento detalhado de quantitativos e composições de serviços para a estimativa de custos para o orçamento do projeto.

A dimensão BIM 6D é voltada para as análises de impacto ambiental (materiais/métodos) com intuito de atingir objetivos de sustentabilidade, apoiando a integração c/ sistemas, por exemplo, que analisam eficiência energética da edificação (entre outros aspectos).

O BIM 7D refere-se <sup>aos</sup> processos de manutenção e apoia a gestão da edificação ao longo da etapa de operação do seu ciclo de vida.

Com todas as suas dimensões, o BIM apoia a avaliação do ciclo de vida (ACV) em todas as suas etapas.

<b>PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)</b>	<b>CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO</b>
LOCAL: SALA 201 – BLOCO D – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 04/11/2024	N1M6

QUESTÃO Nº 3 (continuada)

Vale citar as dimensões BIM 8D relacionada a segurança, BIM 9D relacionada a "construção enxuta" (lean construction) e BIM 10D relacionada a industrialização da construção. Diversos sistemas/software podem ser usados integrando-se à plataforma BIM, bastando, para tal, gerar arquivos que usem o protocolo IFC (Industrial Foundation Class). Por exemplo, o Green Building studio pode ser usado para realizar análise de eficiência energética e o Tally Plug-in para realizar ACV.

A integração de todas essas informações em uma mesma plataforma permite que todos os stakeholders (partes interessadas) possam ter acesso, em tempo real, a todos os projetos e demais informações, bem como, atualizar e ser informado das atualizações em dispositivos móveis, a serem integrados ao modelo, que podem ser acessados de qualquer local. Como dito na questão anterior, a integração do BIM a dispositivos físicos como sensores, drones, lasers, entre outros, compõe sistemas cyber-físicos que contribuem sobremaneira para diversas melhorias ao longo do ciclo de vida da edificação. Desde a concepção, com uso de dispositivos para mapeamento topográfico

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
LOCAL: SALA 201 – BLOCO D – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 04/11/2024	N1M6

QUESTÃO Nº 3 (continuação)

para concepção do modelo 3D, passando pela compatibilização e detalhamento de projetos executivos de forma integrada e mais eficiente, pela execução e acompanhamento em tempo real e com registros que permitem integração com o cronograma físico-financeiro, até a operação e manutenção com informações importantes para o futuro gestor da facility (facilidade).

O BIM apoia na simulação de cenários, avaliando alternativas e métodos construtivos, seus custos e prazos. Esses cenários ajudam ao gestor na tomada de decisão trazendo ótimas oportunidades de revisão de planejamento, bem como, viabilizando projetos (através de propostas de ~~obra~~ otimização de processos).

Para a implantação do BIM, deve-se seguir as diretrizes da norma internacional ~~ISO~~ ISO 19650 para modelagem de informações na construção. Os ~~custos~~ elevados custos iniciais para implantação do BIM, como aquisição de softwares e treinamento da equipe representam um grande desafio, especialmente para construtoras de menor porte.

A integração com sistemas legados e a complexidade de

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
LOCAL: SALA 201 – BLOCO D – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 04/11/2024	N1M6

QUESTÃO Nº 3 (continuação)

e dificuldade de obtenção de dados podem também representar ~~como~~ um desafio. A questão cultural, em geral, se apresenta como uma barreira à adoção de novas metodologias/técnicas.

O BIM representa uma grande oportunidade para a evolução das construtoras em direção à Indústria 4.0, uma vez que — com a integração de sistemas, a adoção de conceitos de produção industrial como a padronização e a fácil reprodução, as melhorias contínuas e a presença na execução — é possível implementar técnicas de modularização e pré-fabricação, de forma mais efetiva. O BIM contribui, ~~de~~ por conseguinte para a industrialização da construção civil, trazendo maior previsibilidade e portanto reduzindo riscos ao longo do processo produtivo.

Por fim, vale ressaltar a importância do uso do BIM para o apoio à ACV (análise do ciclo de vida) e, consequentemente, ~~com o cumprimento~~ o cumprimento de requisitos necessários à obtenção de certificações de sustentabilidade como LEED e AQUA-HQE.