

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO  
CANDIDATO

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

DATA: 04/11/2024

E9 F3

QUESTÃO Nº 1

Ponto 4: "Elaboração do orçamento e seu detalhamento e estratégias para a programação e controle da execução"

1. INTRODUÇÃO:

A elaboração do orçamento de uma construção consiste em um processo relevante e determinante a análise de viabilidade econômica do empreendimento. Portanto, esse processo deve seguir uma série de etapas para estimar ou prever o custo financeiro da obra. O grau de detalhamento da atividade de orçamentação está relacionada com a precisão e confiabilidade dos custos obtidos.

A seguir serão apresentados a sequência das etapas de elaboração de um orçamento, os conceitos e características dos custos da construção civil, a classificação <sup>atual</sup> e importância para o empreendimento. Assim como também as principais estratégias utilizadas atualmente para a programação e controle da execução, tais como, o método PDCA (Planejar, Fazer, Verificar e Agir) e medições e indicadores de desempenho de custos e cronogramas obtidos na etapa de construção. Também será descrito sobre as principais plataformas e tecnologias que colaboram com o controle da execução.

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO  
CANDIDATO

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

DATA: 04/11/2024

E3 F3

QUESTÃO Nº

## 2. CUSTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: CONCEITO E CLASSIFICAÇÃO

Os custos determinados para uma edificação, por exemplo, pode ser definido como todos os recursos financeiros necessários para a produção de um bem ou serviço (PMBOK, 2021). Também pode ser entendido como os gastos demandados para a construção do edifício.

A classificação dos custos da construção podem ser divididos em função da sua abrangência (custo unitário, custo total), seu momento de cálculo (histórico ou pré-determinado), sua variabilidade (fixos, custos variáveis e semi-variáveis) e também de acordo com a sua facilidade de atribuição (custos diretos e indiretos).

Os custos unitários são calculados para cada serviço de construção considerando materiais, mão-de-obra e equipamentos utilizados para uma unidade padronizada, isto é, unidade em  $(m^2)$  superfície, volume  $(m^3)$ , etc.

Os custos totais resultam da somatória dos custos unitários de cada uma das atividades de construção.

Para determinação dos custos variáveis, considera-se aqueles custos que são influenciados pela produção e variam com ela, já os custos fixos são independentes da quantidade de construção e ritmo de produção, mantendo-se valores constantes ao longo do tempo.

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO  
CANDIDATO

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

DATA: 04/11/2024

E9 F3

QUESTÃO Nº

Os valores adotados para os custos podem ser referenciados de um histórico de construções semelhantes realizadas pelo próprio construtor ou também obtidos de forma pré-determinada em referências de tabelas de especificações de custos, revistas de construção, planilhas, tais como a SINAP do Sistema Nacional de Pesquisa e Índices da Construção, a tabela TCPO e no caso específico de obras de infraestrutura a base de dados, SYNCRO.

Por outro lado a classificação mais utilizada no meio da construção refere-se aos custos diretos e indiretos. Sendo os custos diretos, aqueles que incluem todos os recursos, materiais, mão-de-obra e equipamentos necessários exclusivamente para a produção de um bem ou serviço, ou seja, custos diretamente agregados ao elemento da construção.

A determinação dos custos indiretos considera todos aqueles insumos que não são integrados exclusivamente na produção do bem ou serviços, mas são necessários para produzi-los. Por exemplo, a administração central, administração local, instalações do canteiro de obra, gerenciamento de riscos, encargos trabalhistas e sociais. Assim esses custos diretos e custos indiretos somados constituem a base para obter os valores para as demais etapas

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO  
CANDIDATO

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

DATA: 04/11/2024

E9 F3

QUESTÃO Nº

da elaboração do orçamento e estimativa de custos.

### 3. ORÇAMENTAÇÃO: CONCEITO, CARACTERÍSTICAS E IMPORTÂNCIA

O processo de orçamentação pode ser conceituado como a atividade de identificação, descrição e quantificação das atividades que compõem uma construção (Mattes, 2013). Assim orçar consiste em realizar uma previsão do valor que um empreendimento terá antes mesmo de ser construído.

As características principais de um orçamento são:

- Especificidade: considerar o maior número de especificações técnicas relacionadas à construção e o local onde a obra será implantada, condições do entorno, terreno, topográfica, condições específicas de acesso, transporte, instalações e disponibilidade de insumos a utilizar na construção.
- Variabilidade: considerar a variação de custos relacionadas ao prazo de obra. Isto é, o orçamento deve ser continuamente atualizado em relação a variações de preços de materiais, serviços, aluguel de equipamentos e flutuações do mercado. Além dos índices de inflação para cada ano ou semestre. Para assim, contar com o orçamento real e atualizado 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	E3 F3

## QUESTÃO N°

Aproximação: o grau de detalhamento do orçamento determina a margem de erro da previsão, e precisão dos valores obtidos. Assim quanto maior for a quantidade de detalhes do orçamento analisados por exemplo, mais preciso será o orçamento. No entanto, se o grau de detalhamento não for o suficiente para a confiabilidade da previsão, considera-se nesse caso como estimativa de custo, ao invés de um orçamento. Esta estimativa de custos é utilizada nas etapas prévias, como anteprojetos da construção para estimar o custo total da obra. Geralmente são expressas por unidade de superfície construída para uma determinada construção, tipo residência, comercial, industrial, etc.

A importância da previsão precisa do orçamento se centra no estudo de viabilidade econômica, juntamente com aspectos técnicos utilizados e tecnologias disponíveis. Portanto, a atividade de orçamentação requer um processo determinado e preciso para ajudar na tomada de decisão sobre a construção de um empreendimento.

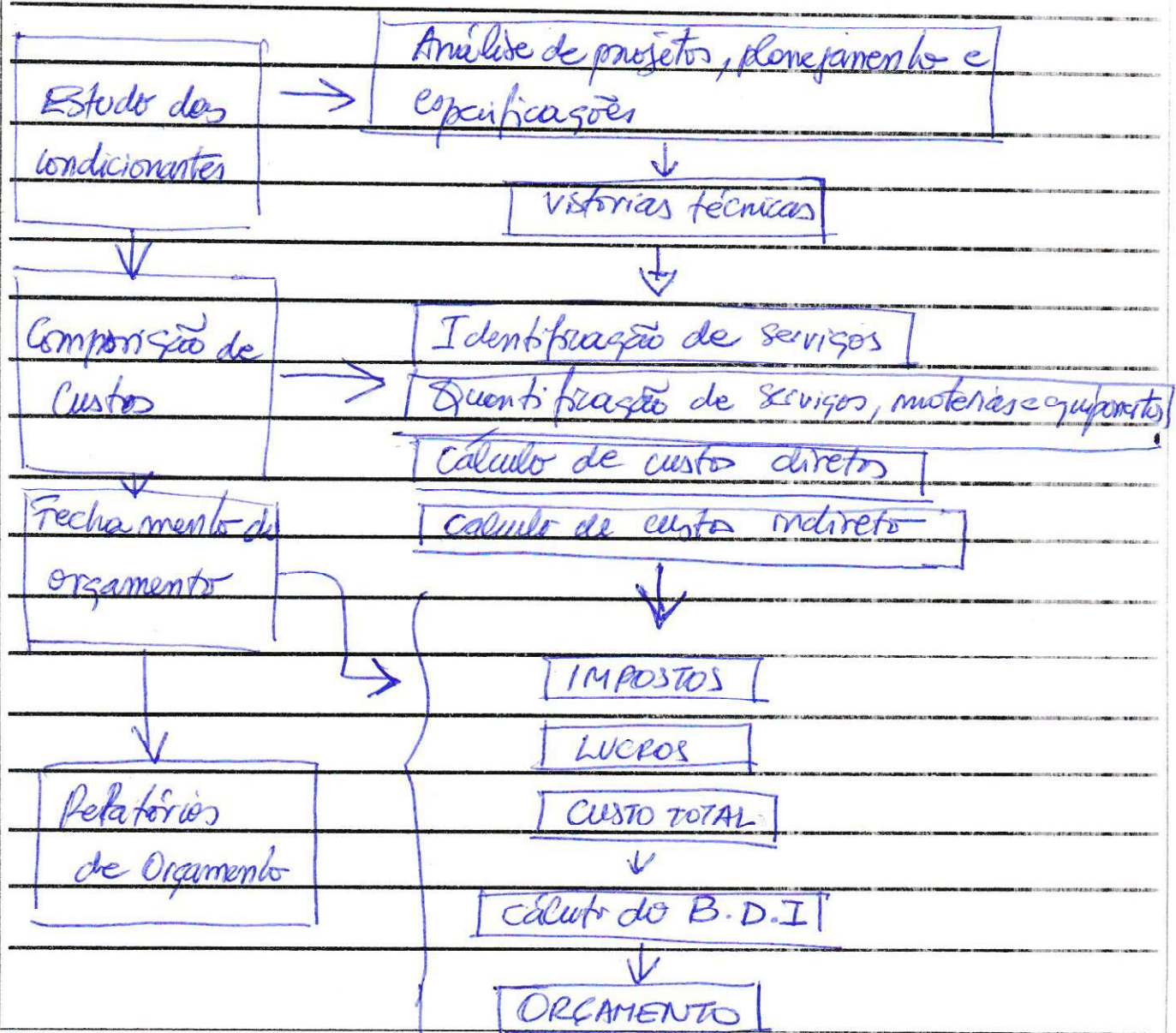
A elaboração do orçamento deve seguir certas etapas e detalhamentos que colaboram a que o resultado obtido seja o mais próximo possível do orçamento da obra concluída.

<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	E9 F3

**QUESTÃO Nº**

4. ETAPAS DE ELABORAÇÃO DE UM ORÇAMENTO:

O seguinte fluxoograma representa de forma esquemática as diferentes etapas do processo de orçamentação.



<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	EG F3

QUESTÃO Nº

• Estudo de condicionantes: refere-se as análises que o organograma deve incluir no processo de orçamento, tais como as análises das peculiaridades do projeto, especificações da construção, estudo do planejamento, estratégico, tático e operacional. Além de incluir vistorias técnicas no local de implantação da obra.

Essas informações podem ser obtidas nas Memórias descritivas de edificação, Estudo de impacto ambiental (EIA), Relatórios de impacto ao meio ambiente (RIMA), como assim também informações específicas da cidade e local de construção através do Plano Diretor do Município.

O planejamento descreve e prevê o desenvolvimento das atividades de construção, para caso aconteça algum problema em qualquer etapa da construção, ter as soluções para esses casos.

A vistoria técnica contribui para o melhor entendimento do entorno e vizinhança do local, assim como identificações de particularidades, do terreno, restrições, trafego, acesso. As vistorias são fundamentais para a precisão e detalhamento do orçamento, sendo indispensável para construções de reformas ou restaurações, por exemplo. Assim será feito um levantamento detalhado das condições reais e atuais para a elaboração do orçamento.

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
LOCAL: SALA 201 – BLOCO D – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 04/11/2024	E9 F3

QUESTÃO Nº

• Identificação de serviços:

Os serviços da construção são identificados por meio das atividades descritas no planejamento, onde a sequência das atividades induz todos os serviços da construção. Normalmente, são apresentados em forma de planilhas, Diagramas de Gantt ou de Barras, Diagramas de Redes PERT-CPM. Este último representa e identifica de forma gráfica o caminho crítico das atividades, ou seja, os serviços e atividade que caso ocorra um atraso em algumas dessas atividades impacta no atraso do obra em geral.

• Levantamentos de Quantitativos:

A determinação dos quantitativos de insumos, matéria-prima, mão-de-obra, equipamentos é realizada segundo o planejamento e os Memorial descritivos de especificações técnicas e materiais.

Atualmente esse procedimento é facilitado pela tecnologia BIM, que possibilita que esse levantamento de quantitativos seja realizado de forma precisa, rápida e automática. Inclui-se podem ser exportados da ferramenta BIM os quantitativos para um software específico de orçamentação, em forma de planilhas. Assim cada orçamentista adota esse instrumento ao processo de orçamentação específico.



PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO  
CANDIDATO

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

DATA: 04/11/2024

E9 P3

QUESTÃO Nº

• Cálculos de custos diretos:

Os insumos, materiais, mão-de-obra e equipamentos diretamente ligados e agregados a produção do serviço ou bem, são calculados utilizando os preços unitários obtidos da tabela SINAPE, por unidade de medida ( $m^2$ , Kg, litros) e multiplicados pelos quantitativos levantados, para obtenção dos custos unitários. Tendo a índice de composição de custos e custos unitários pode calcular os custos totais de cada serviço. Sendo o índice de composição um parâmetro de incidência dessa atividade em relação a atividade total.

A soma dos custos unitários resulta nos custos globais ou totais. Os custos totais consideram também o rendimento em horas da mão-de-obra.

• Cálculo dos Custos Indiretos:

A administração central constitui um dos custos indiretos, onde incluem gastos de infraestrutura, recursos humanos, escritório e demais atividades administrativas. A administração local também é outro custo indireto, sendo esta relacionada as instalações, equipes do canteiro de obra, Assim como também os riscos e imprevistos compõem uma parcela do custo indireto. Para administração total esse custo está entre 2% e 5% do custo direto. Para ~~estudos~~ esse percentual deve estar entre 1% a 2% do custo direto.

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO  
CANDIDATO

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

DATA: 04/11/2024

E9 F3

QUESTÃO Nº

• Impostos:

Os impostos a serem calculados são: (CONFINS) Contribuição de Financiamento de Seguridade Social; Programa de Integração Social (PIS); Contribuição sobre o lucro líquido (CSLL), Imposto de Renda sobre pessoa jurídica (IRPJ),

• Lucro:

O lucro da empresa construtora engloba a margem de lucro, devido ao capital envolvido, experiência adquirida ao longo dos anos, e demais contribuições específicas para a construção do empreendimento.

• Cálculo do custo total

Considerando os custos diretos (CD), custos indiretos (CI), impostos (I) e ganhos/lucros (L) o custo total é calculado utilizando a expressão:

$$CT = \frac{CD + CI}{1 + \frac{I + L}{100}}$$

• Cálculo do B.D.I.

Os Benefícios e Despesas Indiretas e obtido considerando a percentagem da seguinte expressão, geralmente para construção civil

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO  
CANDIDATO

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

DATA: 04/11/2024

E9 F3

QUESTÃO Nº

O BDI é calculado como:

$$BDI = (C/D/CT) - 1$$

Esse percentual geralmente se situa entre 20% a 25% sobre o custo total.

Assim aplicando esse percentual na última linha da elaboração do orçamento tem-se o seu valor global determinado.

### 5. ESTRATÉGIAS E INTEGRAÇÃO COM A PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA EXECUÇÃO

As estratégias utilizadas para a programação e controle da execução, incluem a medição em campo ou canteiros do êxito dos avanços reais das atividades, realização do controle de estoque, de materiais e suprimentos, análise de restrições que podem eventualmente atrasar o andamento das atividades, controle de qualidade. integram um conjunto de métodos para o acompanhamento da execução junto com o gerenciamento das atividades estabelecidas no planejamento. Assim utilizam-se a análise PDCA aplicada a construção civil, determinando as tarefas de planejar, Fazer, Verificar e Agir. Além do acompanhamento através de Curva S, que mostra o avanço das atividades em

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
LOCAL: SALA 201 – BLOCO D – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 04/11/2024	E9 F3

QUESTÃO Nº

em comparação com o que foi planejado. A Curva ABC que identifica as atividades principais através do princípio de Pareto, onde 80% do custo total de construção corresponde a 20% das atividades, ajuda a identificar atividades prioritárias. A curva Física-Financeira também é utilizada para o fluxo de capital financeiro de acordo com o avanço da obra, que possibilita a gestão de financiamentos.

Outra ferramenta que colabora com a integração entre programação e controle da execução são as linhas de balanço, mais utilizadas para obras com grande número de atividades repetitivas.

Os relatórios e diários de obras incluem as descrições detalhadas dos andamento das obras, acontecimentos específicos de adiantamento ou atrasos de tarefas, condições de equipamentos e dimensionamento de equipe.

Para um acompanhamento e controle são úteis os indicadores de desempenho de custos e prazos, para indicar se a construção está dentro do planejado em relação ao orçamento e ao prazo de execução, esses índices (IDC) e (IDP) se forem iguais a 1 indica que a obra está conforme ao planejado, se forem menor a 1 indica atraso para o índice de prazo ou que o orçamento está mais baixo para o (IDC) índice de custos. Caso os indicadores estejam com o

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO  
CANDIDATO

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

DATA: 04/11/2024

E9 F3

QUESTÃO Nº

acima de 1 indica que a construção está mais cara do previsto, para o (IDC) e a obra adiantada em relação ao prazo de execução estipulado ( $IDP > 1$ ).

### CONCLUSÃO

O orçamento de uma construção requer uma elaboração com maior grau de detalhamento, para assim obter um resultado mais preciso e que contribua com a análise de viabilidade econômica e tomada de decisão sobre o empreendimento.

A integração com a programação e controle de execução permite que o planejamento e acompanhamento da construção sejam realizados de forma simultânea, utilizando-se de estratégias e métodos analíticos e gráficos que mostram se o orçamento está dentro do previsto e se a execução das atividades está em concordância com a programação.

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
LOCAL: SALA 201 - BLOCO D - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRI DATA: 04/11/2024	ES F3

QUESTÃO Nº 2 "SISTEMAS CYBER-FÍSICOS PARA CONSTRUÇÃO"

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas cyber-físicos constituem um dos pilares da Indústria 4.0 ou Construção 4.0, tendo como base a digitalização da construção, a través da integração de componentes, tais como, internet das coisas ou (IoT), Machine learning, Big Data e computação na nuvem, entre outros.

A procura por industrialização, e indústrias inteligentes tem como objetivo obter maior flexibilidade na produção e sua relação com a demanda e ao mesmo tempo de produção automatizada em massa. Assim serão apresentados os conceitos fundamentais de sistemas cyber-físicos (CPS), seus componentes, principais aplicações práticas, desafios e oportunidades.

2. CONCEITO DOS SISTEMA CYBER-FÍSICOS

Os sistemas cyber-físicos são compostos por elementos computacionais estreitamente ligados ao ambiente físico, tendo como intuito o monitoramento e controle de entidades físicas em tempo real. Assim como também realizar testes e simulação em processos físicos através da utilização de modelagem ou ambiente virtuais.

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO  
CANDIDATO

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

DATA: 04/11/2024

E9 F3

QUESTÃO Nº

### 3. ESTRUTURA DOS SISTEMAS CYBER-FÍSICOS (CPS)

Os sistemas Cyber físicos contam com uma camada tecnológica operacional (Físico) e uma outra camada de tecnologia da informação (Cyber). A seguinte Figura mostra a estrutura dos CPS:

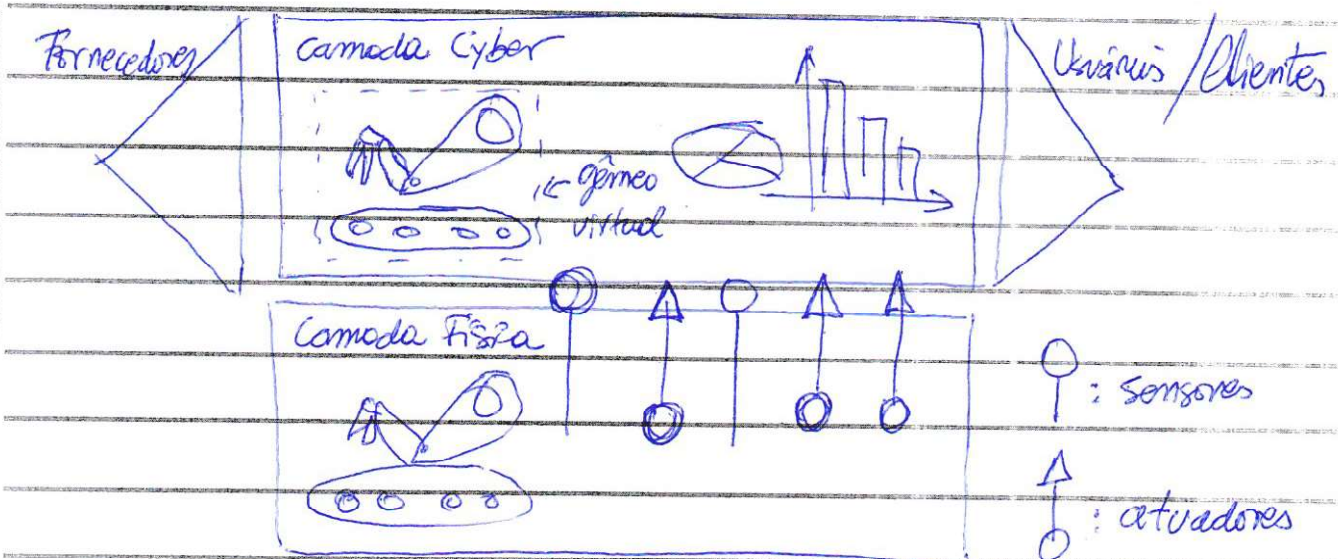


Figura - Estrutura de Sistemas Cyber-Físicos

A primeira camada ~~Cyber~~ Física, considera as atividades de transformação da realidade, onde incluem-se a própria planta da indústria, robôs, esteiras, braços automáticos, mecanismos de automação, operações, etc. A camada Cyber utiliza as aplicações da tecnologia de informação (TI) por meio de interfaces e gerenciamento dos processos de produção em tempo real, através de resultados em gráficos e visualizações.

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO  
CANDIDATO

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

DATA: 04/11/2024

E9 F3

QUESTÃO Nº

Também na camada Cyber é incluído um modelo digital semelhante ao modelo físico, conhecido como gêmeo virtual, que possibilita realizar simulações antes do processo físico, com menor custo e maior controle e precisão.

As duas camadas são integradas utilizando sensores automáticos e atuadores. Os sensores transformam sinais do ambiente físico em sinais elétricos, e portanto, digitais. Utilizam-se sensores de presença, sensores de proximidade, fotocélulas, etiquetas de raio frequência digital, entre outros.

Por outra parte os atuadores efetuam atividades físicas mediante sinais digitais enviados pela camada física Cyber. Exemplos de atuadores são, servomotores, relés, entre outros.

#### 4. APLICAÇÕES PRÁTICAS

Os sistemas Cyber-físicos podem ser aplicados em diferentes áreas de atuação, principalmente correspondem a aplicações no campo de engenharia. As indústrias buscam otimizar os processos industriais, todos utilizando sistemas Cyber-físicos para conseguir os objetivos de atender as demandas individuais atuais dos clientes e também a flexibilização e produção em massa de forma automatizada e digitalizada.



PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO  
CANDIDATO

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

DATA: 04/11/2024

E9 F3

QUESTÃO Nº

Assim tem-se as seguintes aplicações:

- Indústria automatizada: a indústria 4.0 usa de sistemas Cyber-Físicos para otimização dos processos, reduzir custos, eliminar desperdícios, e competitividade no mercado. Utiliza-se nos processos de produção as tecnologias de Internet das coisas e computação na nuvem.
- Robotização: utilização de componentes robotizados, como braços robôs, esteiras, sensores e autônomos, para a produção automatizada.
- Digitalização dos modelos para a construção 4.0: nesta área são aplicados as ferramentas digitais como a modelagem e metodologia BIM, manufatura aditiva ou impressão 3D, utilização de drones para levantamentos, vistorias e controle de execução em canteiros de obra. A seguir é mostrado as principais aplicações que incluem a Indústria ou Construção 4.0

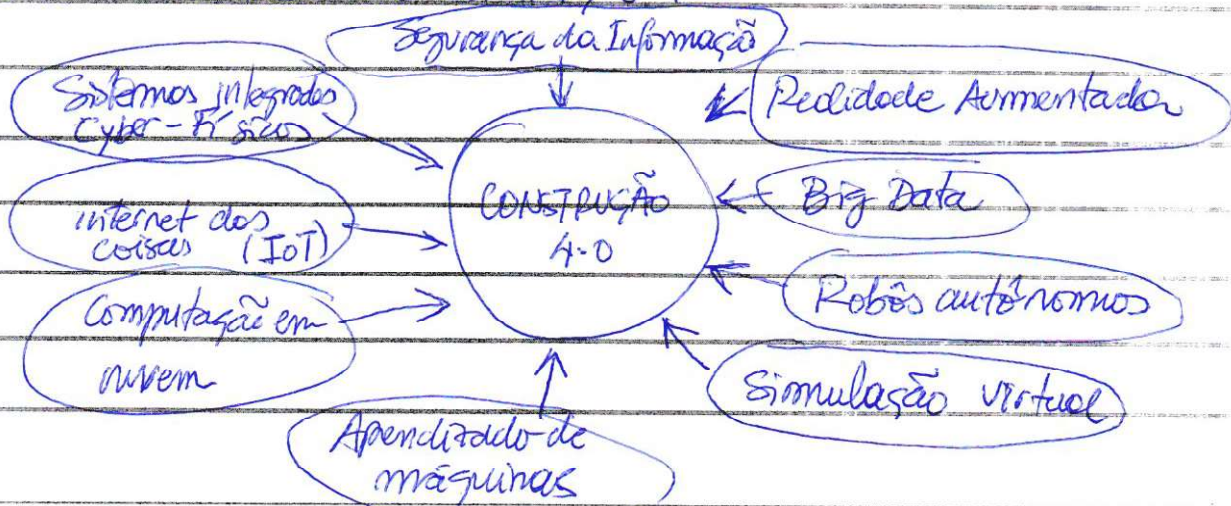


Figura - Aplicações de Construção 4.0

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
LOCAL: SALA 201 - BLOCO D - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 04/11/2024	E9 F3

QUESTÃO Nº

### 5- PRINCÍPIOS DOS SISTEMAS CYBER-FÍSICOS.

Os CPS se baseiam nos seguintes princípios.

- Interoperabilidade: a capacidade dos componentes da indústria cibernética se comunicarem através da internet das coisas (IoT) e computação em nuvem.
- Orientação ao serviço: uso de sistemas para realizar tarefas repetitivas e para proteger operações de tarefas perigosas, por exemplo, utilização de drones e robôs.
- Virtualização: utilizar ambientes virtuais para testar e simular ambientes e processos físicos, como realidade virtual e realidade aumentada.
- Capacidade de comunicação em tempo real: a coleta, análise e entrega imediata de informações e dados em grande quantidade de forma objetiva e visualização gráfica para contribuir com a tomada de decisões.
- Modelarização: capacidade de se adaptar a demandas de produção individual e também devido a mudanças do mercado.
- Automatização: utilização de mecanismos autônomos que consigam tomar decisões automáticas com o mínimo de interação humana.

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO  
CANDIDATO

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

DATA: 04/11/2024

E9 F3

QUESTÃO Nº

### 6. DESAFIOS E OPORTUNIDADES:

Os principais desafios enfrentados atualmente pelos sistemas Cyber-físicos e construção 4.0, são o elevado custo de implementação dos sistemas; falta de padronização para o uso dos sistemas; resistência a mudanças dos métodos tradicionais da construção; a curva de aprendizagem das novas tecnologias para aplicação no canteiro de obra; ser íngreme e demandar de treinamentos especializados, entre outros. Uma vez superados estes desafios, apresentam-se oportunidades que oferecem vários benefícios da aplicação desses sistemas Cyber-físicos na construção, como ser, a otimização dos processos, redução de custos, eliminação de desperdícios, competitividade no mercado, atendimento a duas condições inéditas na indústria e construção de fornecer a flexibilização da produção para atender demandas individuais de forma automatizada eficiente, e em simultâneo a de conseguir a produção em massa e em escala de forma otimizada.

### 7. CONCLUSÃO:

Os sistemas Cyber-físicos integram a conhecida Quarta Revolução Industrial ou Construção 4.0, onde são enfatizados a

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO  
CANDIDATO

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

DATA: 04/11/2024

E9 F3

QUESTÃO Nº

Indústria inteligente através do uso de sistemas cibernéticos que integram o ambiente físico e ambiente virtual de modo de otimizar os processos físicos e gerenciamento digital.

A aplicação desses sistemas cyber-físicos ainda apresenta alguns desafios, como o alto custo de implementação, curva de aprendizado elevada, falta de padronização e também uma resistência a mudança por parte dos atores da construção convencional para os processos modernos e digitalizados.

No entanto, esses sistemas (CPS) apresentam oportunidades inéditas para a construção civil, que é a industrialização, manufatura aditiva, e flexibilização dos processos de produção para atender demandas específicas e também de produção em larga escala, em massa.

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO  
CANDIDATO

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

DATA: 04/11/2024

E9 F3

QUESTÃO Nº 3 "MODELAGEM BIM NO PROJETO E NA CONSTRUÇÃO"

### 1. INTRODUÇÃO

A modelagem utilizando a metodologia BIM tanto no projeto quanto na construção pode trazer muitos benefícios, além de redução de custos e tempo. Entre as principais vantagens do uso de modelos BIM, encontra-se a detecção de interferências ou conflitos entre modelos autônomos de arquitetura, estrutura e/ou de instalações hidráulicas e elétricas, por exemplo, isto antes da execução da construção. Utiliza-se para isso ferramentas BIM, como o "clash detection". Também entre outras das vantagens tem-se o levantamento de quantitativos para orçamentação. Serão aqui apresentadas as principais ferramentas estratégicas para otimização de projetos e processos da construção civil, analisando-se também os desafios e oportunidades envolvidos.

### 2. UTILIZAÇÃO DE MODELOS BIM PARA PROJETO

Os modelos BIM são modelos tridimensionais, integrados e paramétricos, que contêm informações sobre cada componente de construção. Assim, a modelagem BIM além de fornecer a visualização em 3D, também podem ser modelados em diferentes dimensões de acordo com a necessidade e informações que se requeram obter no modelo. Especificamente para a modelagem no projeto tem-se a

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO  
CANDIDATO

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

DATA: 04/11/2024

E9 F3

QUESTÃO Nº

melhoria no design e a comunicação entre o cliente e projetista. Além de criar um ambiente colaborativo entre as diferentes disciplinas que integram o projeto, isto é, equipe de arquitetura, estrutura, instalações, planejamento e outras, isto mediante o modelo federado, no qual todas as disciplinas têm acesso e possibilita a modificação e alterações em tempo real do projeto para visualização de todos os integrantes do projeto.

Os princípios fundamentais do BIM, que são a interoperabilidade e compatibilidade de projetos, possibilita na fase de projeto modelar diferentes alternativas, antecipar interferências construtivas que poderiam ser unicamente verificadas na construção. Assim evita-se altos custos de reparos e tempo de atrasos no Cronograma.

A interoperabilidade e a capacidade de modelos BIM rodados em diferentes softwares e ferramentas BIM poderem ser operados e compatibilizados em diferentes programas BIM através de um formato interoperável, como por exemplo o formato IFC, padronizado entre ferramentas.

A compatibilização é a superposição de vários modelos BIM para integrar um único modelo, onde são detectadas as interferências entre os diferentes modelos, de arquitetura com o modelo da

<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	E9 F3

**QUESTÃO Nº**

estrutura, por exemplo, o caso de dois elementos ocuparem o mesmo espaço, uso típico de cruzamentos de tubulações hidráulicas com elementos estruturais de vigas e colunas, ou de condutos de ar com tubulações e condutos de eletricidade.

**B. MODELAGEM BIM NA CONSTRUÇÃO: MODELOS 4D E 5D.**

As diferentes dimensões de modelagem BIM está relacionada ao tipo de informação da construção que se deseja obter do modelo. Atualmente tem-se os seguintes modelos:

- MODELO 3D → Visualização tridimensional paramétrica
- MODELO 4D → Gestão de tempo (Cronograma)
- MODELO 5D → Gestão de Custos (Planejamento / Programação)
- MODELO 6D → Sustentabilidade e Eficiência energética
- MODELO 7D → Operação e manutenção
- MODELO 8D → Segurança do trabalho e equipamentos
- MODELO 9D → Construção Executa
- MODELO 10 → Construção Industrializadas

Os modelos descritos a seguir com o modelo 4D utilizado para a simulação do processo de construção onde cada elemento

<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	E9 F3

**QUESTÃO Nº**

paramétrico da construção contém informações de tempos e prazo de execução. Assim é possível associar cada elemento construtivo com uma atividade do cronograma da obra. A simulação 4D é modelada em ferramentas BIM como Autodesk Navisworks, Vico, Bentley, os quais permitem realizar também as análises de interferências definindo o grau de leve, moderada ou crítica. De acordo com as tolerâncias e parâmetros pré-estabelecidos que indicam a ordem de prioridades das colisões, através do 'Class Detection'.

O modelo 5D integra informações de custos para cada elemento, que pode estar associado a tabela ou bases de dados SINAPI, por exemplo, para a realização do orçamento dentro da ferramenta BIM. O levantamento de quantitativos é realizado e forma automática e garante uma precisão das quantidades. Também pode ser exportados os quantitativos para outras ferramentas de orçamentação. Pode-se utilizar o Autodesk Revit e o Excell de forma simultânea.

Para o modelo BIM 4D o cronograma pode ser vinculado ao Navisworks através da ferramenta de planejamento MS Project, Primavera, e outras ferramentas compatíveis.



<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	E9 F3

**QUESTÃO Nº**

DESAFIOS E OPORTUNIDADES

A metodologia BIM apresenta desafios relacionados ao seu elevado custo de implementação, em relação a licenças dos softwares BIM, equipamentos compatíveis e que apresentem um desempenho de acordo as exigências da metodologia BIM.

Além disso, o treinamento de equipes e mão-de-obra especializada, possui uma curva de aprendizado íngreme e custosa.

Embora, esses desafios o BIM ofereça oportunidades de modelos integrados, interação dos equipes em todos os fases do ciclo de vida da construção. Entre as principais oportunidades tem-se a redução de desperdícios, redução de tempo de execução, maximização do recurso e eficiência na construção, detecção antecipada de interferências construtivas, precisão e processo de organização, ambiente colaborativo. Além de modelos que melhorem os procedimentos das etapas de projeto e construção nos diferentes dimensões (3D a 10D), que permitem uma melhoria no dimensionamentos de equipes, atividades de operação e manutenção, e também de planejamento e industrialização de sistemas construtivos. A oportunidade do BIM ser integrado com sistemas de automação industrializado, como impressão 3D e pré-fabricação e modularização.

<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	E9 F3

QUESTÃO Nº 3

CONCLUSÃO:

A metodologia BIM como ferramenta estratégica para otimizar projetos e construção, traz diferentes desafios para sua implementação e disseminação no âmbito da construção civil, especificamente para pequenas empresas. Ao mesmo tempo que a sua curva de aprendizado das ferramentas precisa de apoio gerencial para treinamentos a fim de dispor de mão-de-obra especializada.

No entanto, as oportunidades de otimização e facilitação das etapas de construção, tais como, planejamento usando modelos 4D e orçamentos através dos modelos 5D são significativas.

Além da visualização 3D que permite um modelo integrado, paramétrico e colaborativo, onde as modificações ou alterações são realizadas para todas as visualizações do modelo de forma automática. Assim tem-se que a metodologia BIM trouxe grande avanços em comparação ao método tradicional de construção civil.