

## **Projeto Erasmus+: BIMVET3 2020-1-ES01-KA203-083262**

Este Projeto Erasmus+ foi financiado com o apoio da Comissão Europeia. Esta publicação reflete apenas os pontos de vista dos autores, e a Comissão Europeia e as Agências Nacionais Erasmus+ não podem ser responsabilizadas por qualquer utilização que possa ser feita das informações aí contidas.

## **Título: Plano de Execução BIM (BEP)**

### **1 – Objetivos**

Os objetivos deste tutorial do Plano de Execução BIM (BEP) são os seguintes:

- Conhecer o Plano de Execução BIM.
- Conhecer vários usos do Plano de Execução BIM.
- Organizar de forma eficiente o Plano de Execução BIM em um projeto.

### **2 - Metodologia de aprendizagem**

O professor dará uma explicação sobre o Plano de Execução BIM de cerca de 30 minutos.

Os alunos lerão este tutorial e seguirão os passos mostrados no tutorial, nomeadamente:

- Visão geral do Plano de Execução BIM
- Informação do projeto
- Objetivos do Projeto BIM e Usos BIM
- Processo e estratégia BIM
- Protocolo de troca BIM e formato de submissão
- Entregas de projetos
- Comunicações eletrónicas e requisito de formato de dados BIM
- Procedimentos de colaboração
- Requisitos de conteúdo do modelo

Para avaliar o aproveitamento da prática, será realizado um questionário para os alunos.

### **3 - Duração tutorial**

A implementação descrita neste tutorial será implementada através da plataforma BIMVET3 através da autoaprendizagem.

Para este tutorial, 2 horas de aula são adequadas.

## 4 – Recursos de ensino necessários

Sala de informática com Computadores com acesso à internet.

Software obrigatório: Microsoft Office.

## 5 - Conteúdo & Tutorial

### 5.1 - Introdução

Para organizar de forma eficiente o processo de implementação do BIM num projeto, deve ser criado um Plano de Execução BIM (BEP) antes de iniciar a fase de conceção.

Com o BEP, são possíveis os seguintes itens:

- Capacidade de resumir a visão global do projeto com detalhes de implementação para a equipa do projeto seguir ao longo do projeto;
- Capacidade de ajudar o empregador e os membros do projeto a documentar as entregas e processos BIM acordados para o projeto e definir funções e responsabilidades para cada uma destas entregas;
- Reduzir o risco global para todas as partes envolvidas no projeto, aumentando o nível de planeamento e reduzindo o número de incertezas no processo de implementação;
- Capacidade de articular o âmbito de implementação do BIM, fluxo de processos para tarefas BIM e intercâmbio de informações entre as partes, bem como descrever o projeto e a infraestrutura da empresa necessários para apoiar a implementação.

### 5.2– Visão geral do Plano de Execução BIM

#### 5.2.1. O que é o plano de execução do BIM?

Modelação da Informação da Construção (BIM) é o processo de criação e gestão de informação sobre um projeto de construção ao longo de todo o seu ciclo de vida. Por outras palavras, o BIM é basicamente uma forma diferente de criar, utilizar e partilhar dados do ciclo de vida.

O Plano de Execução BIM (BEP) é um plano que define os objetivos de implementação da tecnologia BIM num projeto. Explica como aplicar o modelo criado, explica os processos de aplicação e formas de troca de informação. Contém também informações sobre todas as infraestruturas de projeto necessárias para uma implementação bem sucedida do BIM, nomeadamente as tecnologias a serem implementadas, a equipa responsável pela implementação e os contratos a cumprir.



Note-se que não existe um método universal de aplicação BIM para cada projeto. Cada equipa deve efetivamente desenhar uma estratégia de implementação bem adaptada do BEP. Assim, apenas a equipa que compreende os objetivos, características e capacidades do projeto dos seus membros pode implementar efetivamente o BIM no projeto. Depois de criar o plano, a equipa deve monitorizar o progresso contra o plano. Desenvolver, atualizar e corrigir continuamente o plano em todas as fases do projeto é crucial para obter o máximo benefício da implementação do BIM.

### 5.2.2. Por que o Plano de Execução BIM deve ser feito?

Uma forma de agilizar o processo de implementação do BIM num projeto de forma organizada e eficiente é criar um BEP antes de iniciar a fase de projeto. O BEP é um processo que traça a visão global do projeto com detalhes de implementação para a equipa do projeto seguir ao longo do projeto. Ajuda também o empregador e os membros do projeto a documentar as entregas e processos BIM acordados para o projeto e define funções e responsabilidades para cada uma destas entregas. Ao aumentar o nível de planeamento, o número de incertezas no processo de implementação é reduzido e, por conseguinte, o risco global para todas as partes envolvidas no projeto é reduzido.

### 5.2.3. Componentes do Plano de Execução BIM

O BEP deve exprimir o âmbito de implementação do BIM, o fluxo de processos para tarefas BIM e intercâmbio de informações entre as partes, bem como descrever o projeto e a infraestrutura da empresa necessárias para apoiar a implementação.

Os passos para criar um Plano de Execução BIM eficaz são:

- Definição de informação do projeto;
- Determinar os objetivos do BIM do projeto;
- Escolher utilizações BIM;
- Criar um processo BIM;
- Definir como trocar informações;
- Escolher a infraestrutura certa.

## 5.3 - Informação do projeto

Esta secção contém informações sobre os dados básicos do projeto que devem ser considerados, tais como: o nome do projeto, o proprietário do projeto, a descrição curta do projeto (Tabela 1), a cronograma do projeto (Tabela 2), a linha do tempo BEP (Tabela 3), os contactos-chave do projeto (Tabela 4), Funções e responsabilidades BIM e pessoal de uso do BIM (Tabela 5).

Tabela 1: 1Informação básica do projeto.

<b>NOME DO PROJETO</b>	
<b>NÚMERO DO PROJETO</b>	Número do contrato, ordem de tarefas, etc.

<b>PROPRIETÁRIO DO PROJETO</b>	
<b>LOCALIZAÇÃO DO PROJETO</b>	
<b>TIPO DE CONTRATO</b>	
<b>DESCRIÇÃO DO PROJETO</b>	
<b>DURAÇÃO ESTIMADA DO PROJETO</b>	
<b>INFORMAÇÃO ADICIONAL DO PROJETO</b>	Características e requisitos exclusivos do projeto BIM

(Fonte: Smithsonian Facilities BIM Guidelines (2021))

**Tabela 2: 2**Cronograma do projeto

<b>FASE DO PROJETO/ Marco</b>	<b>DATA DE INÍCIO</b>	<b>DATA DE CONCLUSÃO</b>	<b>PLANO BIM REVISTO</b>	<b>PARTES INTERESSADAS DO PROJETO ENVOLVIDOS</b>
Planeamento preliminar	Data	Data	Sim/não	
Projeto esquemático	Data	Data	Sim/não	
Desenvolvimento de projeto	Data	Data	Sim/não	
Documentos de licitação	Data	Data	Sim/não	
Documentos de construção	Data	Data	Sim/não	
Encerramento do Projeto	Data	Data	Sim/não	

(Fonte: Smithsonian Facilities BIM Guidelines (2021))

### 5.3.1 Linha do tempo do Plano de Execução BIM

A Tabela 3 ilustra um exemplo da linha temporal para a implementação do BIM ao longo do ciclo de vida do projeto. O quadro deve ser preenchido com recomendações sobre a fase em que cada atividade será efetuada e deve ser ajustada às necessidades específicas do projeto.

**Tabela 3:** Linha do tempo Plano de Execução BIM

Atividade BIM	Projeto Esquemático	Desenvolvimento de Projeto	Documentos de Construção	Construção	Volume de negócios da instalação
Criação			X		
Reunião lançamento do BIM	X			X	
Padrões e modelos de software	X	X		X	

Atividade BIM	Projeto Esquemático	Desenvolvimento de Projeto	Documentos de Construção	Construção	Volume de negócios da instalação
Atualizações do Plano de Execução BIM	X	X	X	X	X
Reuniões de colaboração BIM	X	X	X	X	X
Tabela de progressão do modelo	X	X	X	X	
Exportações		X	X		X
Folha de cálculo de dados de ativos da instalação	X	X	X	X	X
Modelos de registos			X	X	X

(Fonte: Smithsonian Facilities BIM Guidelines (2021))

### 5.3.2 Principais contactos do projeto

Em um BEP, uma lista de principais contatos BIM para cada organização da equipe do projeto deve ser considerada. A Tabela 4 apresenta um exemplo de contactos-chave do projeto.

**Tabela 4:** Contactos-chave do projeto

Função	Organização	Nome de contato	Localização	E-mail	Telefone
Projeto manager(s)					
BIM manager(s)					
Líder da disciplina					
Outras funções de projeto					

(Fonte: Smithsonian Facilities BIM Guidelines (2021))

### 5.3.3 Funções e responsabilidades BIM

Funções e responsabilidades BIM como Gerentes BIM, gerentes de projeto, desenhistas, entre outros devem ser descritas.

### 5.3.4 Equipas de Uso do BIM

Para cada Uso BIM notado, é importante identificar a equipa dentro da organização (ou organizações) que irá equipar e executar esse Uso, e estimar o tempo pessoal necessário (opcional). A Tabela 5 ilustra como isto poderia ser feito.

**Quadro 5:** Exemplo da documentação de equipas de Uso BIM

Uso BIM	Organização	Número total de funcionários para o Uso BIM	Horas de trabalho estimada	Localização(s)	Contacto principal
Coordenação 3D	Empreiteiro A				
	Empreiteiro B				
	Empreiteiro C				
Criação BIM	Arquiteto				
	Engenheiro Civil				
	Engenheiro Estrutural				
	Engenheiro MEP				

(Fonte: Smithsonian Facilities BIM Guidelines (2021))

## 5.4- Objetivos do Projeto BIM e Usos BIM

Nesta secção, os objetivos no âmbito do Projeto BIM (Tabela 6) e dos Usos BIM são determinados de acordo com estes fins (Tabela 7 e Tabela 8).

### 5.4.1 Principais Metas/Objetivos BIM

Para criar um Plano de Execução BIM eficaz, é muito importante considerar os benefícios que o BIM pode trazer ao projeto e definir os objetivos que pretendemos alcançar nesta base. Para definir eficazmente os objetivos, estes devem ser relevantes para o projeto que está a ser criado, bem como mensuráveis e exequíveis para a equipa do projeto.

A equipa do projeto deve documentar os objetivos do BIM para cada fase do projeto, a fim de ajudar a preencher a tabela na Secção 5.4.2. Exemplos são fornecidos em cinza abaixo. Estes devem ser editados/substituídos por informações específicas do projeto.

**Tabela 6:** Exemplo da documentação de objetivos BIM

Fase do Projeto	PRIORIDADE (1-3) 1- o mais importante	DESCRIÇÃO DO OBJETIVO	POTENCIAIS USOS BIM
Projeto esquemático		Localização, solar, eólica, análises de energia preliminares	Tomada de decisão de design eficiente
Projeto		Abordar conflitos no design	Coordenação de projeto 3D
Construção		Identificar preocupações com sequências de construção	Modelação 4D

Volume de negócios		Modelo construído	Volume de negócios para modelo

(Fonte: Smithsonian Facilities BIM Guidelines (2021))

### 5.4.2 Usos BIM

As Tabelas 7 e 8 apresentam um exemplo de Usos BIM que poderiam ser implementadas num projeto colocando uma marca junto ao Uso BIM (Referência aos Objetivos BIM identificados anteriormente na Secção 5.4.1). Quaisquer utilizações adicionais podem ser inseridas nas células vazias da tabela abaixo, conforme aplicável.

**Tabela 7:** Exemplo de Usos BIM para serem implementados num projeto.

X	Planear	X	Projetar	X	Construir	X	Operar
x	Programação	x	Criação de Design	x	Planeamento do uso do local		Cronograma de manutenção da construção
x	Análise do local (posicionamento 3D)	x	Revisão de Design / Revisão de Modelos	x	Projeto do sistema de construção		Análise do sistema de construção
	Planeamento 3D de segurança e logística	x	Gestão de ativos	x	Gestão de ativos	x	Gestão de ativos
		x	Coordenação 3D / clash detection	x	Coordenação 3D / clash detection	x	Gestão de espaço / Rastreamento
		x	Análise estrutural	x	Fabricação digital		Planeamento de desastres
			Análise de iluminação		Controlo e planeamento 3D		Modelação de registos
			Análise energética	x	Modelação de registos		
			Análise mecânica				
			Outras análises de engenharia				
			Avaliação da sustentabilidade (LEED)				
			Validação de código				
	Fase de Planeamento (modelação 4D)		Fase de Planeamento (modelação 4D)	x	Fase de Planeamento (modelação 4D)		Fase de Planeamento (modelação 4D)
	Estimação de custos 5D		Estimação de custos 5D	x	Estimação de custos 5D		Estimação de custos 5D
	Modelação das condições existentes	x	Modelação das condições existentes		Modelação das condições existentes		Modelação das condições existentes

*Legenda: X = Uso confirmado; O = Uso potencial*

(Fonte: Smithsonian Facilities BIM Guidelines (2021))

**Tabela 8:** Exemplo de Usos BIM e detalhes.

Maturidade	Usos BIM	Pré-design	Projeto esquemático	Desenvolvimento de projeto	Documentos de construção	Fabricação / Construção	Encerramento	Operação & Gestão
Visualização	Programação							
	Análise do local							
	Revisão de Design							
	Planeamento de fases (para apresentações)							
Documentação	Modelação das condições existentes							
	Criação de Design							
	Estimação de custos (decolagem da quantidade)							
	Modelação de registos							
	Requisitos BIM para FM							
Análise baseada em modelos	Gerenciamento de espaço e rastreamento							
	Análises de engenharia							
	a. Análise energética							
	b. Análise estrutural							
	c. Análise de iluminação							
	d. Análise mecânica							
	e. Outras análises de engenharia							
	Avaliação de Sustentabilidade (LEED)							
	Planeamento de desastres							
	Estimativa de Custo							
	Planeamento de fase (modelação 4D)							
Planeamento de uso do solo								
Análises integradas	Coordenação 3D							
	Projeto do Sistema de Construção							
	Controle de Planeamento 3D (Digital Layout)							
	Fabricação Digital (Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos)							
	Programação de Manutenção Predial (Preventiva)							
	Análise do Sistema de Construção							

	Gestão de Ativos							
Automação & Otimização	Validação de Código							
	Fabricação digital (Fora do local)							

### 5.4.3 Funções Organizacionais / Equipas

A Figura 1 mostra as disciplinas individuais. O círculo no meio mostra a síntese da integração multidisciplinar. Esta secção apresenta um exemplo das funções e responsabilidades dos membros da equipa.

As utilizações BIM específicas do projeto devem ser anotados numa tabela, incluindo valores de classificação - Alto (Obrigatório), Médio (Significativo), Baixo (Mínimo). Um exemplo é mostrado na Tabela 9.

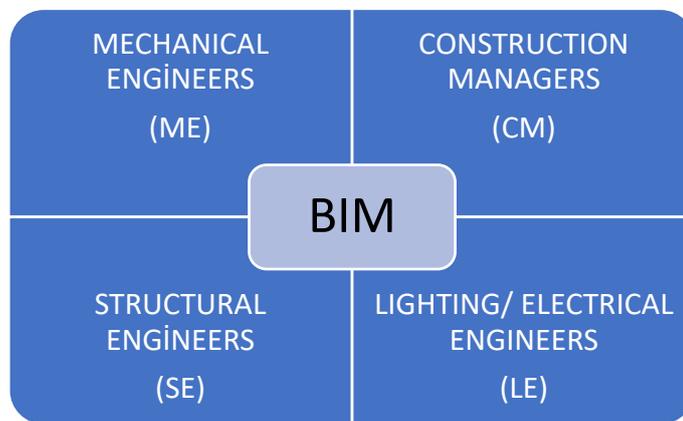


Figura 1: Integração multidisciplinar das disciplinas individuais

Tabela 9: Exemplo de Usos BIM específicos do projeto e parte responsável.

Uso BIM	Valor para projeto	Parte responsável	Valor para a parte resp.	Recursos adicionais/ Competências requeridas para implementação	Notas	Proseguir com o Uso
	Alto/ Med/ Baixo		Alto/ Med/ Baixo			Sim/Não/ Talvez
Modelação de registos	ALTO	Empreiteiro	MED	Req. formação e software		SIM
		Gestor de Instalações	ALTO	Req. formação e software		
		Projetista	MED			

Uso BIM	Valor para projeto	Parte responsável	Valor para a parte resp.	Recursos adicionais/ Competências requeridas para implementação	Notas	Prosseguir com o Uso
	<b>Alto/ Med/ Baixo</b>		<b>Alto/ Med/ Baixo</b>			<b>Sim/Não/ Talvez</b>
Estimação de custos	MED	Empreiteiro	ALTO			<b>NÃO</b>
Modelação 4D	ALTO	Empreiteiro	ALTO	Precisa de formação em software mais recente	Alto valor para o proprietário devido a problemas de faseamento	<b>SIM</b>
				Necessidades de infraestruturas	Utilização para Faseamento & Construção	
Coordenação 3D (Construção)	ALTO	Empreiteiro	ALTO			<b>SIM</b>
		Subcontratantes	ALTO	Conversão para Fabricação Digital Necessária	Curva de aprendizagem de modelação possível	
		Projetista	MED			
Análise de Engenharia	ALTO	Engenheiro MEP	ALTO			<b>TALVEZ</b>
		Arquiteto	MED			
Revisão de projetos	MED	Arquiteto	BAIXO	Vistas de modelo federadas no modelo de projeto nativo	Revisões do modelo de projeto sem detalhes adicionais req.	<b>SIM</b>
Coordenação 3D (Projeto)	ALTO	Arquiteto	ALTO	Req de software de coordenação.	Empreiteiro para facilitar a coordenação	<b>SIM</b>
		Engenheiro MEP	MED			
		Engenheiro Estrutural	ALTO			
Criação de Design	ALTO	Arquiteto	ALTO			<b>SIM</b>

Uso BIM	Valor para projeto	Parte responsável	Valor para a parte resp.	Recursos adicionais/ Competências requeridas para implementação	Notas	Prosseguir com o Uso
	<b>Alto/ Med/ Baixo</b>		<b>Alto/ Med/ Baixo</b>			<b>Sim/Não/ Talvez</b>
		Engenheiro MEP	MED			
		Engenheiro Estrutural	ALTO			
		Engenheiro Civil	BAIXO	Grande curva de aprendizagem	Civil não exigido	
Programação	MED				Fase de planeamento concluída	<b>NÃO</b>
Avaliação de Código	BAIXO	Empreiteiro	MED	Software req.	Simplificar a revisão de código	<b>NÃO</b>
		Arquiteto	BAIXO	Software req.		

(Fonte: Smithsonian Facilities BIM Guidelines (2021))

## 5.5 Processo e Estratégia BIM

O mapeamento de processos é uma técnica usada para mapear visualmente fluxos de trabalho e processos. Envolve a criação de um mapa de processo, também chamado de fluxograma, fluxograma de processo ou gráfico de fluxo de trabalho. O objetivo do mapeamento do processo (por exemplo, mapa geral do processo de equipa e mapa de processo de membro detalhado da equipa) é transmitir de forma concisa e clara como funciona um processo.

Os mapas de processo preparados permitem:

- comunicar visualmente os passos necessários para executar uma ideia, permitindo consolidar ideias e agilizar processos.
- fornece documentação do processo.
- permite uma tomada de decisão mais rápida graças a uma comunicação mais rápida.

A Figura 2 exemplifica um Mapa de Processos.

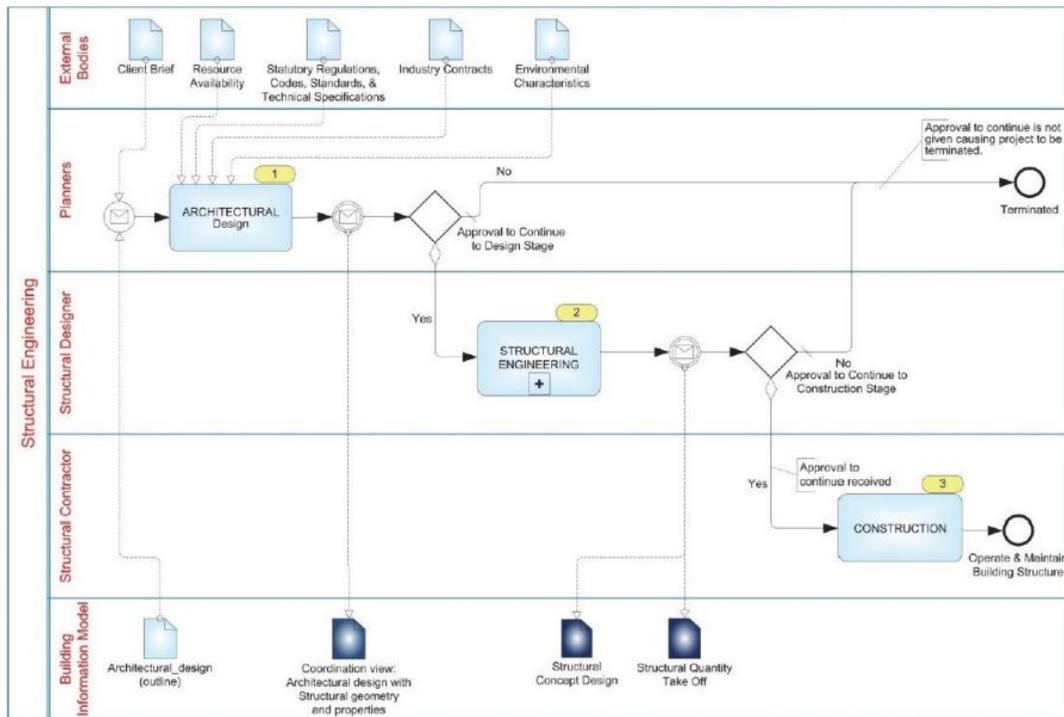


Figura 2 - Mapa dos processos de engenharia estrutural (fonte: ATC-75 2010)

### 5.6 Protocolo de Troca e Formato de Envio

Esta secção ilustra cada uma das utilizações da equipa BIM e o seu resultado (Tabela 10). Com o Mapa Geral do Processo da Equipa, a duração de cada Uso BIM é resumida de acordo com as fases (Tabela 11). Além disso, os ficheiros a serem entregues são determinados em que formato (pdf, dwg, etc.) os layouts 2D serão apresentados, bem como os formatos originais do programa em que os dados foram preparados.

Tabela 10: Análise de uso de metas BIM

Tabela de Análise de Uso de Metas BIM				
Uso BIM	Importância no Projeto (1-2-3)	Disciplinas envolvidas	Importância da disciplina (1-2-3)	Dados necessários
<b>Fases de Projeto</b>				

Tabela 11: Mapa geral do processo da equipa

Mapa geral do processo da equipa					
Apresentação 1 .../.../2022	Apresentação 2 .../.../2022	Apresentação 3 .../.../2022	..... .../.../2022	..... .../.../2022	Apresentação Final .../.../2022

## 5.7 Entregas do projeto

Em cada fase do processo de Projeto e Construção, poderá ser necessária a entrega do modelo, juntamente com versões eletrónicas de submissões em papel e outros ficheiros que suportem a intenção do projeto.

As tabelas 12 e 13 apresentam um exemplo de tipos de ficheiros para entregas de projeto e construção.

Tabela 12: Exemplo de entregas de projeto

Fase	Requisitos de submissão	Formato
Programação	Narrativa Plano de Execução de Projetos Modelos de condições existentes  Folha de cálculo de dados de ativos da instalação	.pdf .pdf, .docx .rvt, .dwg, .ifc, point cloud formats .rcs/.rcp/.pcg/.pts/.ptx/.dp/.las, .laz, .xyz, etc. .xlsx
Projeto esquemático (Submissão de 35%)	Narrativa Plano de Execução de Projetos Desenhos Modelo de intenções de design(s) Folha de cálculo de dados de ativos da instalação	.pdf .pdf .pdf .rvt, .ifc, .nwc, .nwd, .dwg .xlsx
Desenvolvimento de Projeto (Submissão de 65%)	Plano de Execução de Projetos Matriz LOD Especificações Desenhos Modelo de intenções de design(s) Exportações de SIG	.pdf, .docx .pdf .pdf, .docx .pdf .rvt, .ifc, .nwd, .nwd, .dwg .dwg, .xlsx .xlsx

Fase	Requisitos de submissão	de Formato
	Folha de cálculo de dados de ativos da instalação	
Documentos de Construção (Submissão 100%)	Plano de Execução de Projetos Matriz LOD Desenhos Especificações Modelo de intenções de design(s) Exportações de SIG Folha de cálculo de dados de ativos da instalação	.pdf, .docx .pdf .pdf, .dwg .pdf, .docx .rvt, .ifc, .nwc, .nwd, .dwg .dwg, xlsx .xlsx
100% Documentos de Construção (Submissão de Back Check)	Plano de Execução de Projetos Matriz LOD Desenhos Especificações Modelo de intenções de design(s) Exportações de SIG Folha de cálculo de dados de ativos da instalação	.pdf, .docx .pdf, .xlsx .pdf, .dwg .pdf, .docx .rvt, .ifc, .nwc, .nwd, .dwg .dwg, xlsx .xlsx
Processo de licitação	Adendas	.pdf, .rvt, .dwg, .ifc
Construção	Boletins	.pdf, .rvt, .ifc, .nwc, .nwd, .dwg
Documentos de Registo	Plano de Execução de Projetos Matriz LOD Especificações Modelos conformes Exportações de SIG Desenhos	.pdf, .docx .pdf, .xlsx .pdf, .docx .rvt, .ifc, nwc, .nwd, .dwg .dwg, .xlsx .pdf, .dwg

(Fonte: Smithsonian Facilities BIM Guidelines (2021))

Tabela 13: Exemplo de entregas da construção

Fase	Requisitos de submissão	Formato
Construção (Mensal)	Modelos de coordenação Folha de cálculo de dados de ativos da instalação	.rvt, .ifc, .nwc, .nwd, .dwg .xlsx
Construção (Trimestral)	Modelos de construção Folha de cálculo de dados de ativos da instalação	.rvt, .ifc, .nwc, .nwd, .dwg .xlsx
Na conclusão do projeto	Modelos As-Built – Final Plano de Execução de Projetos Matriz LOD O&M e Documentos de Garantia Exportações de SIG	.rvt, .dwg, .ifc, .nwc, .nwd .pdf, .docs .pdf, .xlsx .pdf, .docx .dwg, .xlsx



Fase	Requisitos de submissão	Formato
	Folha de cálculo de dados de ativos da instalação	

(Fonte: Smithsonian Facilities BIM Guidelines (2021))

## 5.8 Comunicações eletrônicas e requisitos de formato de dados BIM

### 5.8.1 Requisitos de formato de dados BIM

Todos os documentos do projeto (desenhos 2D, estudos de quantidade, etc.) a serem preparados no âmbito dos processos BIM devem ser produzidos de acordo com o Ambiente Comum de Dados (Sistema de Gestão de Projetos). Este Ambiente de Dados é uma base de dados comum para todas as informações e documentos do projeto. Permite a partilha de projetos e documentos técnicos e o controlo das suas revisões, o acompanhamento de toda a correspondência num sistema comum e a partilha de dados.

### 5.8.2 Tecnologia de infraestrutura & Software

Nesta fase deve ser determinada a disponibilização de um sistema de nuvem ou servidor principal, a instalação da infraestrutura que proporciona acesso instantâneo a todos os projetos, a instalação da infraestrutura e as funcionalidades de hardware do sistema.

Além disso, o software e formato a utilizar para os modelos criados entre as partes interessadas resultantes das revisões feitas durante o projeto são determinados no início do trabalho. Quando for necessária a atualização, deve também ser especificado para que software, como e sob cuja responsabilidade (Projetista/Fabricante) será atualizado.

### 5.8.3 Requisitos de software

A Tabela 14 ilustra um exemplo de como as aplicações de software detalhadas utilizadas poderiam ser feitas.

Tabela 14: Exemplo de aplicações de software detalhadas BIM

Uso BIM	Disciplina	Software	Versão
Projeto de Arquitetura	Arquitetura	AutoCAD e Revit	
Projeto de Estruturas	Estrutura	AutoCAD (Add-on) e Revit	
Projeto AVAC	AVAC	Revit / AutoCAD (Add-on) CADduto e CADmech	
Projeto Hidráulico	Canalização	Revit / AutoCAD (Add-on) CADduto e CADmech	

Uso BIM	Disciplina	Software	Versão
Projeto elétrico	Elétrico	AutoCAD e Revit	
Projeto Civil	Civil	AutoCAD (Add-on) e Revit	
Projeto de proteção contra incêndios	Proteção contra incêndios	Revit / AutoCAD (Add-on) CADduct e CADmech	
Fabricação de AVAC	AVAC	Revit / AutoCAD (Add-on) CADduct e CADmech	
Fabricação de encanamento	Canalização	Revit / AutoCAD (Add-on) CADElec	
Fabricação Elétrica	Elétrico	AutoCAD Civil 3D	
Fabricação de Proteção contra Incêndios	Proteção contra incêndios	MEP CAD AutoSprink	
Detalhes da estrutura	Estrutura	Revit / AutoCAD (Add-on)	
Coordenação	Coordenação CM	Navisworks Manage, Revizto	
Verificação do modelo	Todas as disciplinas (conforme detalhado no âmbito do projeto de trabalho)	Revit Model Review relatório em formato PDF (convertido do formato *.html)	
Revisão de projeto	Todas as disciplinas	Bluebeam, Revizto, I- Manage	

(Fonte: Smithsonian Facilities BIM Guidelines (2021))

#### 5.8.4 Armazenamento de ficheiros eletrónicos

Deve ser identificado um local de armazenamento eletrónico (tal como FTP site, Drop Box, etc.) utilizado para a troca regular de ficheiros. A Tabela 15 ilustra como isto poderia ser feito.

Tabela 15: Exemplo do local de armazenamento eletrónico BIM

Local do ficheiro	Caminho/Diretório do ficheiro	Tipo de ficheiro	Palavra-passe de proteção	Mantenedor de ficheiro	Atualização
FTP site ftp://ftp.***.***/**	Pasta de projeto de raiz  /Arch /Mech	.rvt	Sim *****	Nome da pessoa	Semanal

(Fonte: Smithsonian Facilities BIM Guidelines (2021))

### 5.8.5 Estrutura de pastas do projeto

Uma definição de estrutura de pastas facilitará a entrega de ficheiros de projeto federados, mantendo ao mesmo tempo ligações a ficheiros externos (os ficheiros ligados também devem ser definidos dentro do modelo).

A utilização de caminhos relativos para ligações garante que quando esses ficheiros são movidos juntos para um novo diretório, os links serão mantidos (Figura 3).

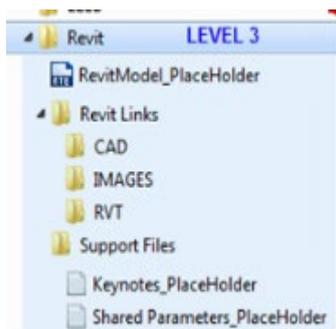


Figura 3: Exemplo de uma estrutura de pastas de projeto (Fonte: Diretrizes BIM das Instalações Smithsonian (2021))

### 5.8.6 Cronograma de troca de informações

As trocas de informações padrão e transferências de ficheiros que ocorrerão durante o Projeto devem ser descritas. A Tabela 16 ilustra o que poderia ser considerado: Ficheiros de projeto que serão transferidos a intervalos regulares e identificação dos locais (Armazenamento de Ficheiros Eletrónicos). Informação sobre os Ficheiros que serão transferidos de acordo com a frequência enumerada pela equipa BIM do projeto, indivíduos responsáveis pela coordenação e troca de dados (muitas vezes identificados como Gestores de Modelos de Disciplina ou Gestores de Modelos de Comércio). Podem também ser necessários uploads adicionais, conforme solicitado pelo CM BIM Manager.

Tabela 16: Exemplo de trocas de informações e transferências de ficheiros

Troca de informação	Remetente de ficheiros	Recetor do ficheiro	Uma vez ou frequência	Data de vencimento ou data de início
Autoria – Coordenação 3D	Arquitetónico / Estrutural	FTP Post – Liderança de Coordenação	Semanal	[Data]
Verificação de atualização do modelo as-built	Empreiteiro		Mensal	

(Fonte: Smithsonian Facilities BIM Guidelines (2021))

## 5.9 Procedimentos de colaboração

Deve ser definida uma estratégia de colaboração, tendo em conta os seguintes itens:

- Horário semanal de reuniões – hora;
- Comunicação de equipas - Google Docs, armazenamento comum de ficheiros;
- Interação interdisciplinar contínua para a integração dos sistemas de construção;
- Líderes de equipa selecionados com base na fase do projeto;
- Atas de reunião emitidas e discutidas após cada reunião para cumprir os objetivos da equipa até à data do próximo encontro.

### 5.9.1 Reuniões

#### a) Reuniões de projeto

A Tabela 17 ilustra como definir o tipo de reuniões realizadas durante o projeto, incluindo reuniões de coordenação, atualizações com proprietários, reuniões de progresso, etc. Também identifica os participantes necessários e o âmbito da reunião.

Tabela 17: Reuniões de projeto

Tipo de reunião	Fase		Frequência	Participantes	Localização

(Fonte: Smithsonian Facilities BIM Guidelines (2021))

#### b) Reuniões de coordenação BIM

A Tabela 18 ilustra como documentar o tipo e a frequência das reuniões relacionadas com a Coordenação BIM. Também indica os participantes necessários e âmbito das reuniões.

Tabela 18: Reuniões de coordenação do BIM

Tipo de reunião	Fase	Frequência	Participantes	Localização

(Fonte: Smithsonian Facilities BIM Guidelines (2021))

### 5.9.2 Cronogramas de coordenação

Exemplos de como delinear as entregas necessárias e a data prevista para conclusão.

Design

Entrega	Data

Construção

Entrega	Data

(Fonte: Smithsonian Facilities BIM Guidelines (2021))

### 5.9.3 Coordenação BIM

#### a) Código de cores do elemento do modelo

Antes de iniciar o Projeto, um esquema de cores pode ser definido para distinguir sistemas. A Tabela 19 mostra um exemplo de um sistema de código de cores.

Tabela 19: Exemplo de código de cores de um modelo BIM

System	Color	RGB Color Index
Outside Air (Pressurization)		128,255,255
Supply Air		0,128,192
Return Air		0,64,128
Exhaust Air		128,0,128
Mechanical Equipment		220,220,220
Mechanical Piping (Wet)		224,196,95
Mechanical Piping (Dry) Vent		255,128,64
Kitchen Exhaust		255,128,128
Plumbing Equipment		118,146,60
Plumbing (Domestic)		0,128,0
Plumbing (Sanitary Storm)		200,140,255
Plumbing (Sanitary Waste)		64,0,128
Lighting		254,159,106
Electrical		255,255,0
Telecommunications		128,128,64
Fire Protection		255,0,0
Fuel Supply		0,0,0
Irrigation		182,205,189
Structural		146,205,220

(Fonte: Smithsonian Facilities BIM Guidelines (2021))

Em relação ao Modelo Integrado (Federado)/Processamento de Integração de acordo com o cronograma do Projeto, o Gestor do Projeto BIM será normalmente responsável pela realização da detecção de conflitos com os modelos de design e/ou comerciais. Os

conflitos devem ser organizados para revisão pela Equipa de Projeto. Uma vez revistos os confrontos, uma resolução potencial será atribuída a um membro específico da equipa para ser resolvida em tempo útil.

**b) Hierarquia da coordenação de sistemas**

Se algum sistema tiver interferência ou conflito com um sistema diferente, deve ser definida uma hierarquia disciplinar para resoluções baseadas no consenso da equipa do projeto.

**5.9.4 Controlo de qualidade**

O proprietário do projeto é responsável pela qualidade de todos os modelos a serem apresentados. As disciplinas devem verificar a qualidade do modelo dentro de si. O gestor do BIM é responsável pelo controlo da qualidade do modelo, tendo em conta a coordenação de todas as disciplinas, no âmbito das suas responsabilidades definidas. Nesta secção, as listas de verificação são criadas no âmbito do BEP e os modelos são avaliados de acordo com esta lista.

A Tabela 20 apresenta um exemplo das verificações que podem ser realizadas nos modelos para garantir a qualidade.

Tabela 20: Verificações BIM

Verificação	Definição	Parte responsável	Programas	Frequência
Verificação visual	Certifique-se de que não existem componentes de modelo não intencionais e que a intenção de design foi seguida	Todos os autores do modelo	Navisworks Revit Outros	Cada marco exequível
Verificação de interferência	Detetar programas no modelo onde quaisquer componentes de construção estão em confronto, incluindo duro e macio	Todos os autores do modelo	Navisworks Revit outros programas TBD	
Verificação de normas	Certifique-se de que as normas BIM foram seguidas	Todos os autores do modelo	Navisworks Revit Outros	Contínuo
Verificação de integridade do modelo	Descreva o processo de validação do QC utilizado para garantir que o conjunto de dados de facilidade de projeto não tenha elementos indefinidos, definidos ou duplicados e o processo de reporte de elementos não conformes e planos de ação corretivos	Todos os autores do modelo	Navisworks Revit Outros	Semanal

Verificação	Definição	Parte responsável	Programas	Frequência
Revisão de modelos / Verificador de Modelos	Uma funcionalidade automatizada de revisão e relatório de modelos globais	Todos os autores do modelo	Revit Outros	Cada marco executável

(Fonte: Smithsonian Facilities BIM Guidelines (2021))

Nos requisitos de verificação do modelo, o software para realizar uma revisão automatizada do modelo do Projeto deve ser definido. As regras adicionais podem ser adicionadas aos ficheiros de configuração pela equipa do projeto BIM para requisitos específicos do projeto.

Além disso, os modelos devem incluir o dimensionamento conforme necessário para a intenção de conceção, análise e construção. Assim, o Nível de Precisão (LOA) do modelo também deve ser definido.

A equipa BIM deve realizar uma revisão automatizada do modelo de projeto utilizando, por exemplo, a aplicação *Revit Model Review* (uma aplicação de complemento disponível através do site de subscrição Autodesk) ou utilizando o Verificador de Modelos Autodesk (também uma aplicação de add-in para Revit).

### 5.10 Requisitos de conteúdo

No Plano de Implementação BIM, os requisitos de informação obrigatória são definidos em função do âmbito do Projeto:

- Requisitos do modelo arquitetónico: Portas, janelas, elevadores, escadas rolantes, móveis, elementos de iluminação, equipamento de MEP, etc. É definido quais as informações que serão dadas a todos os elementos de construção e todos os materiais utilizados;
- Requisitos do modelo estrutural: Reservas em elementos de circulação vertical/horizontal, todos os shafts, espaços, escadas, elementos são transformados no modelo BIM com as suas breves explicações;
- Requisitos do modelo mecânico: A informação de largura, altura e altura dos elementos dos sistemas é modelada como paramétrica 3D;
- Requisitos do modelo elétrico e eletrónico: Todos os geradores, transformadores, tabuleiros de cabos, acessórios, interruptores, tomadas, anúncios, telefones, ecrãs de informação de passageiros, leitores de cartões, detetores, etc. Podem ser de tensão média, tensão direta e baixa tensão, etc. O equipamento principal de todos os sistemas é mostrado no modelo.

### 5.10.1 Conteúdo LOD do Modelo

Esta secção descreve algumas das normas necessárias para a entrega de projetos, juntamente com as definições de *Modelação do Nível de Desenvolvimento*.

Uma matriz LOD de conteúdo BIM deve ser desenvolvida pela equipa do projeto. A Tabela 21 ilustra um modelo de uma matriz LOD de conteúdo BIM.

Tabela 21: Exemplo de um modelo de uma matriz LOD de conteúdo BIM

Project Stage		Design Model			Design Intent Model (to) Integration with SI		
		Model Element (3D)	Model Element (2D)	Data Only (Specs)	Existing Conditions (to) As-Built & Record Model	O&M Criteria	
BIM Use Title							
Time of Exchange (SD, DD, CD, Construction)							
Responsible Party (Information Receiver)							
Receiver File Format							
Application & Version							
		Yes (Y) / No (N)			Level of Development (LOD) and Model Element Author (MEA)		
Model Element (ASTM Unifomat II) Classification		Y/N	Y/N	Y/N	LOD	MEA	
A	SUBSTRUCTURE						
	A10 Foundations						
	A20 Basement Construction						
B	SHELL						
	B10 Superstructure						
	B20 Exterior Enclosure						
	B30 Roofing						
C	INTERIORS						
	C10 Interior Construction						
	C20 Stairs						
	C30 Interior Finishes						
D	SERVICES						
	D10 Conveying						
	D20 Plumbing						
	D30 HVAC						
	D40 Fire Protection						
	D50 Electrical						
E	EQUIPMENT AND FURNISHINGS						
	E10 Equipment						
	E20 Furnishings						
F	SPECIAL CONSTRUCTION AND DEMOLITION						
	F10 Special Construction						
	F20 Selective Bldg Demo						
G	SITework						
	G10 Site Preparation						
	G20 Site Improvements						
	G30 Site Civil/Mech Utilities						
	G40 Site Electrical Utilities						
	G50 Other Site Construction						
*	Additional Information						
	1 Construction Systems						
	2 Space						
	3 Information						
	4 Datum						
	Additional						

ALL EXISTING CONDITIONS TO BE MODELED TO A 200 LEVEL UNLESS DIRECTLY AFFECTED BY NEW CONSTRUCTION. THEN MODELED/DETAILED TO A 300 LEVEL TO ALLOW FOR DEMOLITION DRAWINGS AND TIE IN INFORMATION

(Fonte: Smithsonian Facilities BIM Guidelines (2021))

### 5.10.2 Conjuntos de trabalho

Os conjuntos de trabalho são uma forma de separar um conjunto de elementos no modelo do projeto em subconjuntos para "worksharing". Durante o desenvolvimento do projeto BIM, os utilizadores devem estar cientes do conjunto de trabalho ativo. Pode

haver um ou mais conjuntos de trabalho num projeto. Cada novo elemento de modelo adicionado ao projeto será colocado no conjunto de trabalho ativo. As tabelas 22 e 23 apresentam um exemplo dos conjuntos de trabalho essenciais num projeto partilhado para modelos arquitetónicos.

Tabela 22: Exemplo de trabalhos para grandes projetos onde as disciplinas são modeladas em modelos separados no Revit.

Nome do conjunto de trabalho	Objetivo
Casca exterior	Incluir todos os elementos exteriores da casca do edifício(s)
Interior	Incluir todos os elementos interiores do edifício, exceto mobiliário e equipamentos
Núcleo	Incluir a estrutura central e os elementos fundamentais do edifício(s)
Mobiliário	Incluir todos os móveis interiores e elementos de equipamento do edifício(s)
Paredes expostas	Incluir paredes/divisórias de exposição diferentes das paredes interiores e exposições
Exposições	Incluir exposições
Grades e níveis	Incluir grades e níveis
Links	Incluir modelos de disciplina ligados
Iluminação arquitetónica	Inclua locais de luz de acordo com o arquiteto para que possam ser desligados ou removidos facilmente quando a iluminação do eurodeputado estiver finalizada
Sinalização	Incluir sinais interiores e exteriores
Segurança/Vigilância e Acesso	Incluir localizações para CCTVs, detetores de movimento, dispositivos de triagem, suportes de botões, etc.

(Fonte: Smithsonian Facilities BIM Guidelines (2021))

Tabela 23: Exemplo de trabalhos para pequenos projetos onde as disciplinas são incluídas no modelo Revit Arquitetónico.

Nome do conjunto de trabalho	Objetivo
Casca exterior	Incluir todos os elementos exteriores da casca do edifício(s)
Interior	Incluir todos os elementos interiores do edifício, exceto mobiliário e equipamentos
Núcleo	Incluir a estrutura central e os elementos fundamentais do edifício(s)
Mobiliário	Incluir todos os móveis interiores e elementos de equipamento do edifício(s)
Paredes expostas	Incluir paredes/divisórias de exposição diferentes das paredes interiores e exposições
Exposições	Incluir exposições
Grades e níveis	Incluir grades e níveis
Conjuntos de trabalho de disciplina separadas	Incluir conjuntos de trabalho de disciplina separados para Mecânica, Elétrica, Hidráulica, Proteção contra Incêndios, Segurança Estrutural e de Vida
Sinalização	Incluir sinais interiores e exteriores
Segurança/Vigilância e Acesso	Incluir localizações para CCTVs, detetores de movimento, dispositivos de triagem, suportes de botões, etc.

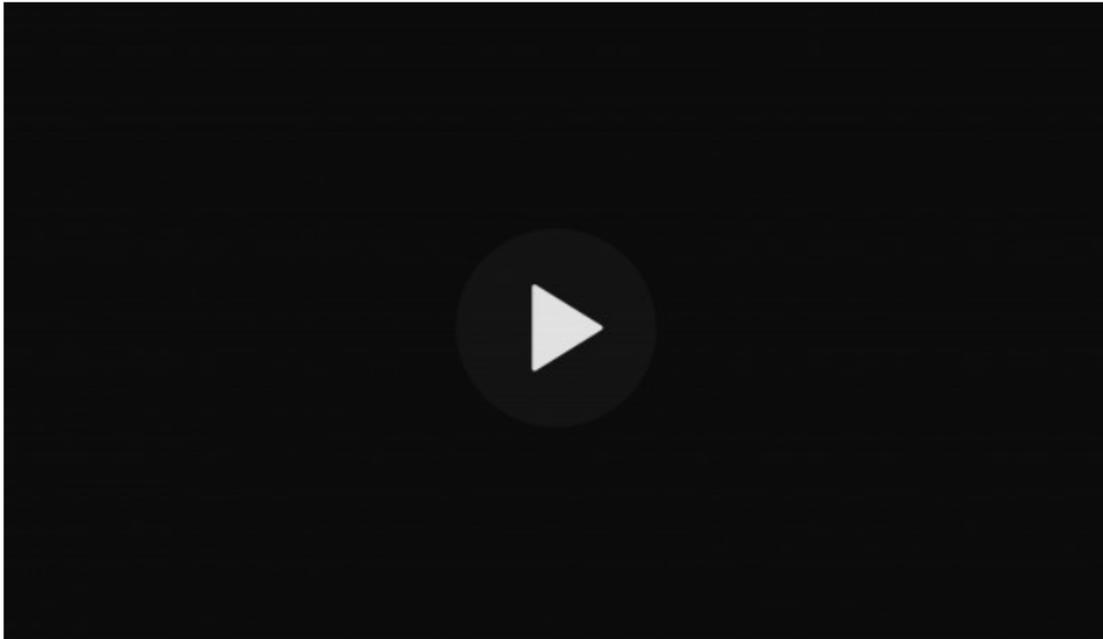


(Fonte: Smithsonian Facilities BIM Guidelines (2021))

### 5.11 - Slide

Este tutorial mostrará uma apresentação de PowerPoint com exemplos sobre como preparar um Plano de Execução BIM.

**.pptx**



### Referências

Autodesk Model Performance Technical Note White Paper  
[http://images.autodesk.com/adsk/files/autodesk\\_revit\\_2014\\_model\\_performance\\_technical\\_note.pdf](http://images.autodesk.com/adsk/files/autodesk_revit_2014_model_performance_technical_note.pdf)

Penn State Computer Integrated Construction <http://bim.psu.edu/>

Bim project execution plan version 1.05 created from the buildingSMART alliance™ (bSa) Project “BIM Project Execution Planning” as developed by The Computer Integrated Construction (CIC) Research Group of The Pennsylvania State University

[https://cdn.ymaws.com/www.nysapls.org/resource/resmgr/2019\\_conference/handouts/hale-g\\_bim\\_05a\\_bim\\_pxp\\_temp.pdf](https://cdn.ymaws.com/www.nysapls.org/resource/resmgr/2019_conference/handouts/hale-g_bim_05a_bim_pxp_temp.pdf)



Smithsonian Facilities BIM Guidelines (2021)

---

<https://www.wbdg.org/ffc/si/smithsonian-criteria/smithsonian-facilities-bim-guidelines>

## 6 - Entregáveis

Para avaliar o aproveitamento da prática, os alunos terão de responder a um questionário online.

## 7- O que aprendemos

Como preparar um Plano de Execução BIM.

Porque é que o Plano de Execução BIM é preparado.

Quais são os componentes do Plano de Execução BIM.