

O BIM chegou à primeira estação do Metrô de São Paulo: Ponte Grande

Ivo Mainardi

Supervisor BIM – Metrô de São Paulo

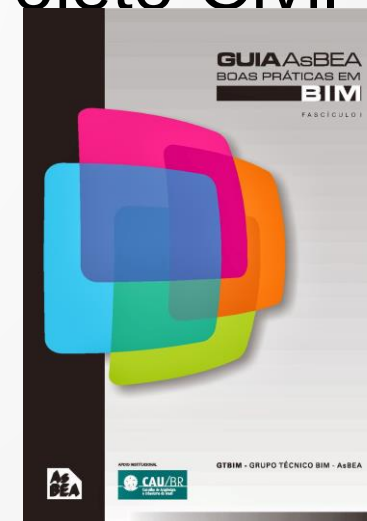
imainardi@metrosp.com.br / ivo@ludica.arq.br 



Sobre o palestrante



- Arquiteto formado pela Belas Artes em 2010
- Utiliza o Autodesk Revit® desde 2007
- Aflalo Gasperini Arquitetos - 2010
- Metrô de São Paulo - 2013
 - Supervisor BIM para Gerência de Concepção de Projeto Civil
- 2012 - Integrante GT BIM AsBEA
- 2013 - Integrante da ABNT CEE-134
- 2013 - Mestrado ConstruNOVA – Poli-USP



Agenda

- BIM – Modelagem da Informação da Construção;
- Aplicação ao Metrô/GCI;
- Estação Ponte Grande;
- Mudança de cultura;
- O processo de análise;
- Resultados;
- Melhorias.



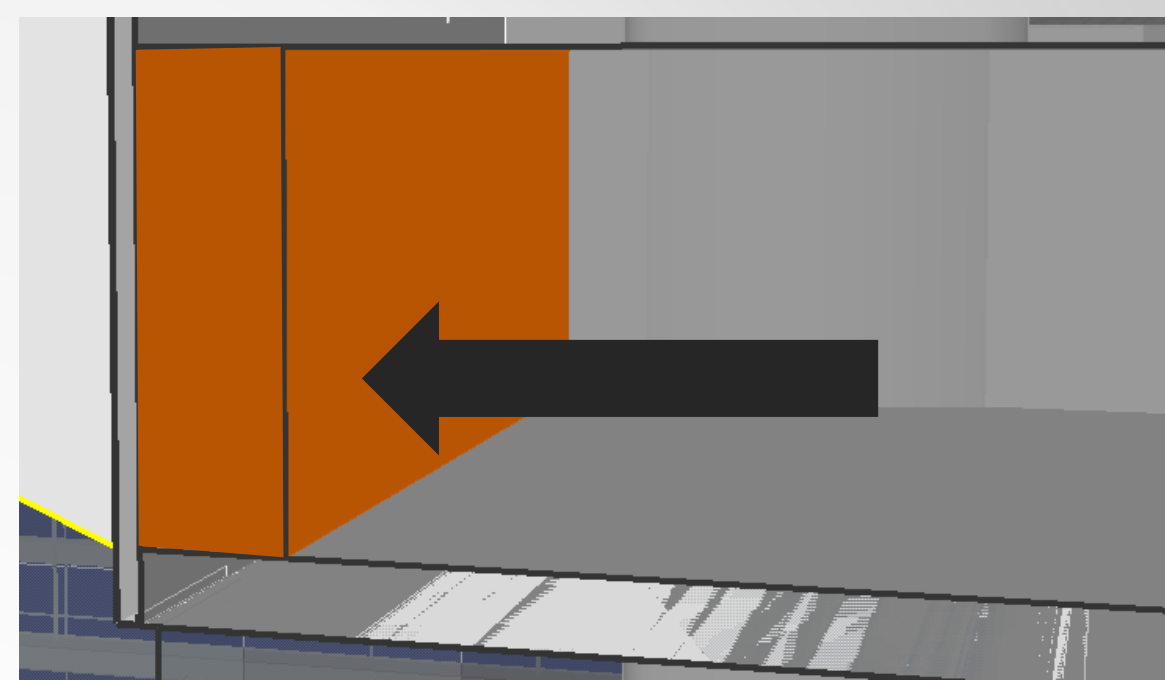
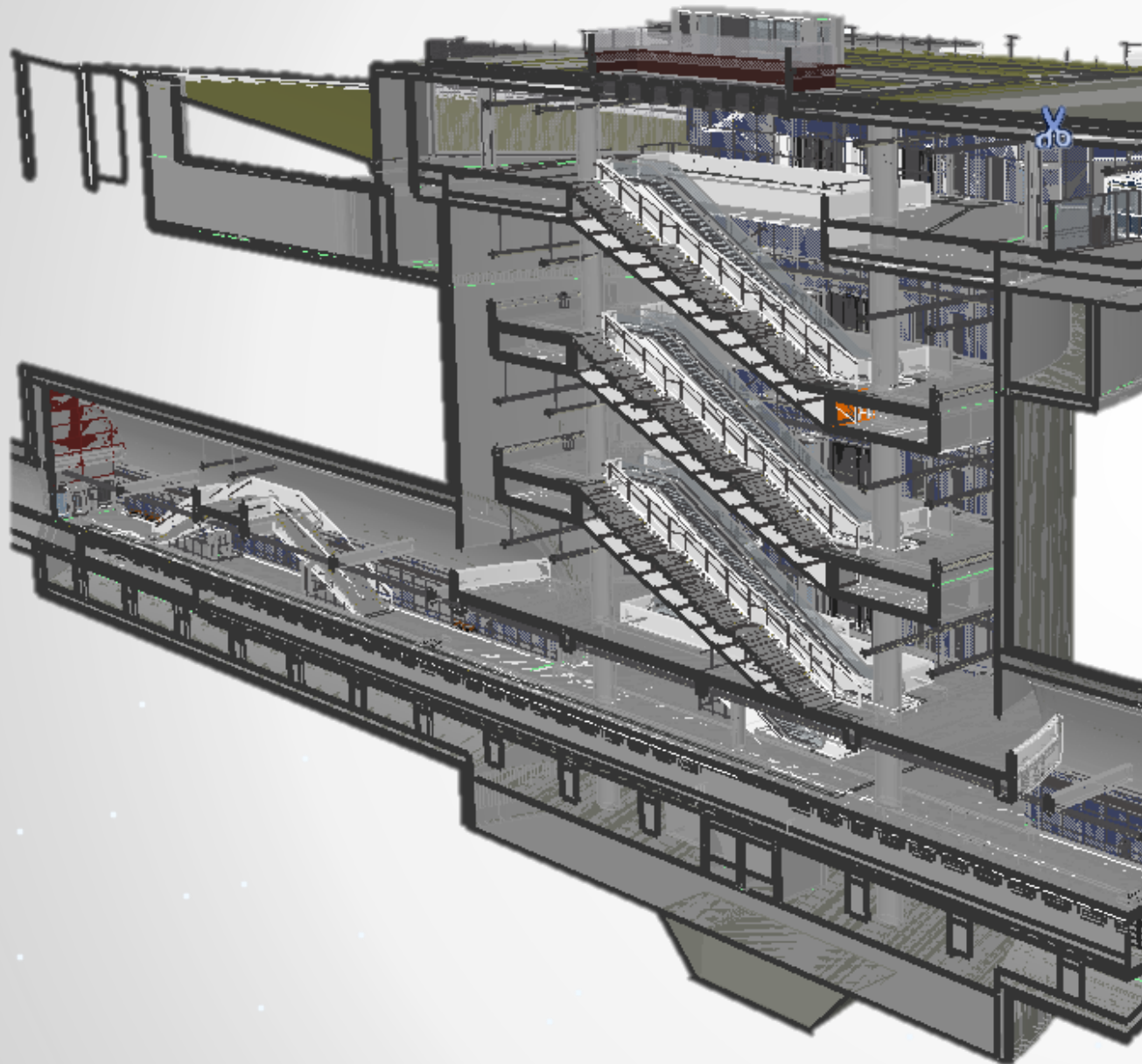
BIM
Building Information Modeling
Modelagem da Informação da
Construção

“Modelo virtual preciso de uma **edificação** é construído de forma digital. Quando completo, o modelo gerado computacionalmente contém a geometria exata e os **dados** relevantes, necessários para dar suporte à construção, à fabricação e ao fornecimento de insumos necessários para a realização da construção.”

Eastman et al.(2014)

ABNT NBR 15965

I - Informação



IfcMaterial

Material: EST - CONCRETO ESTRUTURAL
Material Color: #999999

BaseQuantities

NetSurfaceAreaExtrudedSides: 44.54 m2
Length: 13100 mm
Width: 400 mm
Depth: 1300 mm
CrossSectionArea: 0.52 m2
OuterSurfaceArea: 44.54 m2
TotalSurfaceArea: 45.58 m2
GrossSurfaceArea: 45.58 m2
GrossVolume: 6.8 m3
NetVolume: 6.8 m3

AC_Pset_RenovationAndPhasing

Renovation Status: Existing

METRO

CODIGO METRO: BMR - 459

Planejamento

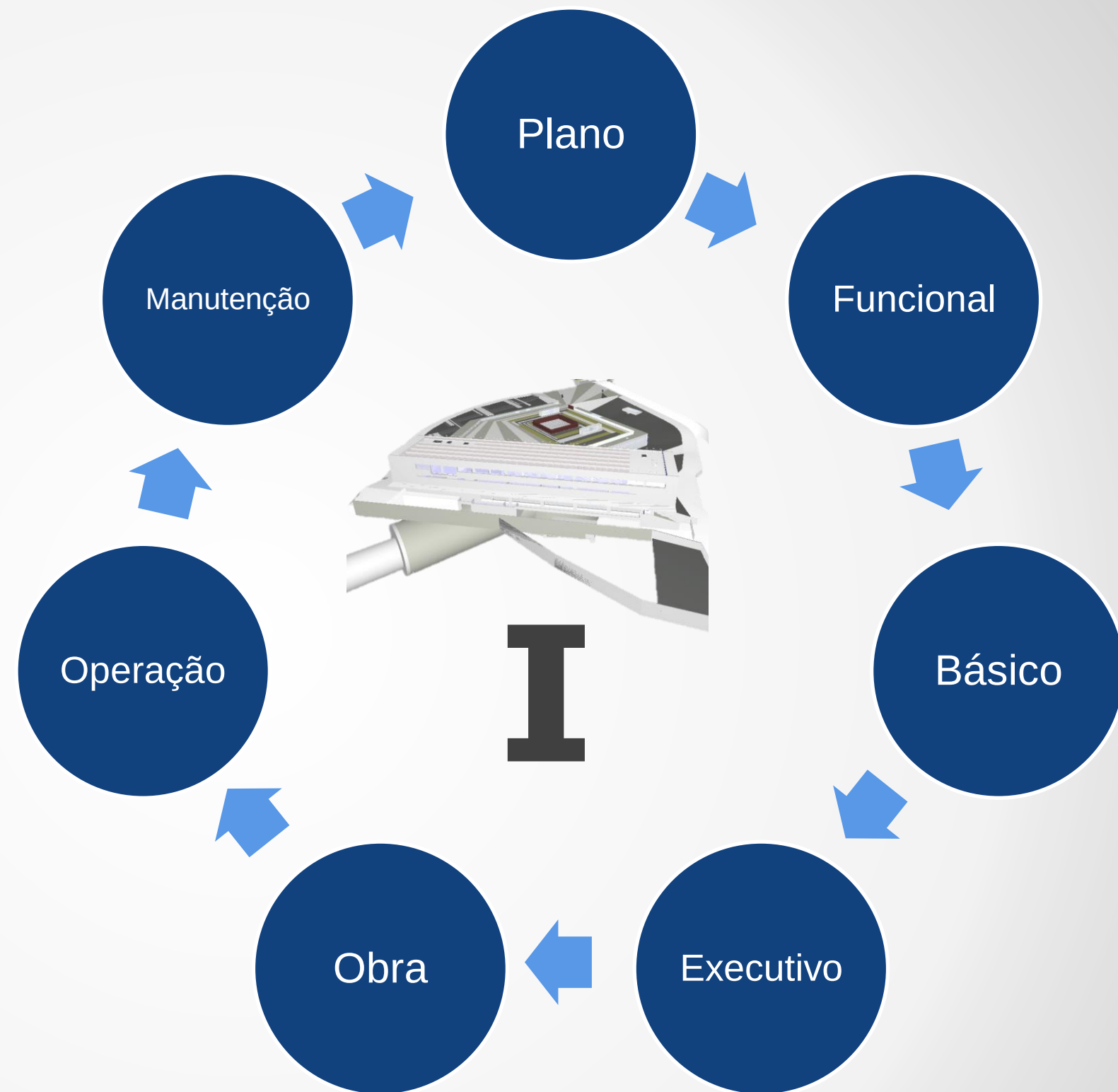
Gestão

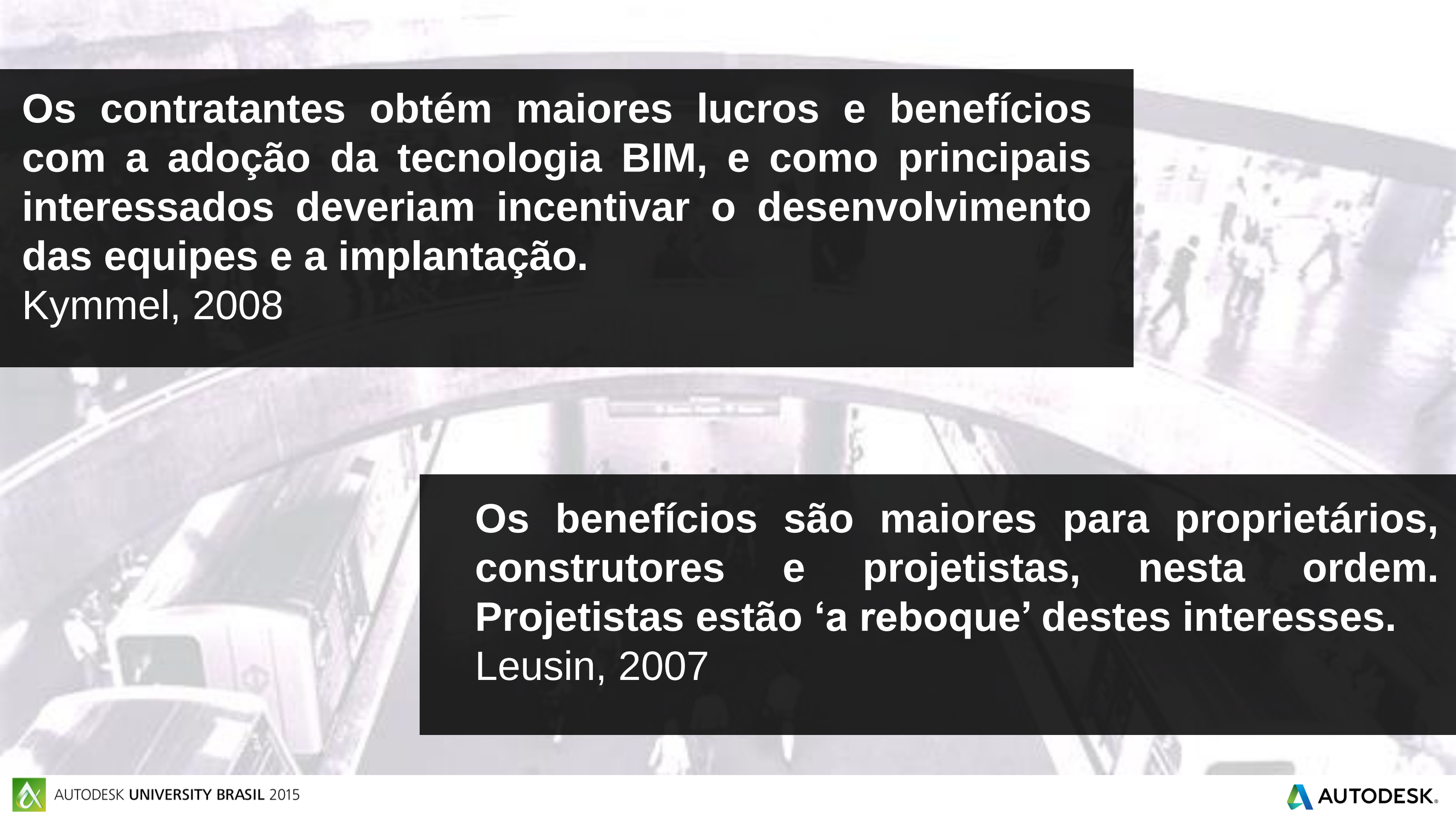
Integração

Colaboração

Contratos

PROCESSO





Os contratantes obtém maiores lucros e benefícios com a adoção da tecnologia BIM, e como principais interessados deveriam incentivar o desenvolvimento das equipes e a implantação.

Kymmel, 2008

Os benefícios são maiores para proprietários, construtores e projetistas, nesta ordem. Projetistas estão 'a reboque' destes interesses.

Leusin, 2007

Projeto
Funcional

Operação
Manutenção

Projeto
Básico

GCI

Gerência de Projetos Básicos Cíveis

Arquitetura
Acabamento
Paisagismo
Comunicação Visual
Estruturas
Hidráulica
Via Permanente

Projeto
Executivo

Objetivos BIM

- +Análise
- +Documentação
- +Colaboração
- +Compatibilização
- +Quantitativo

Testes
Operação

Construção



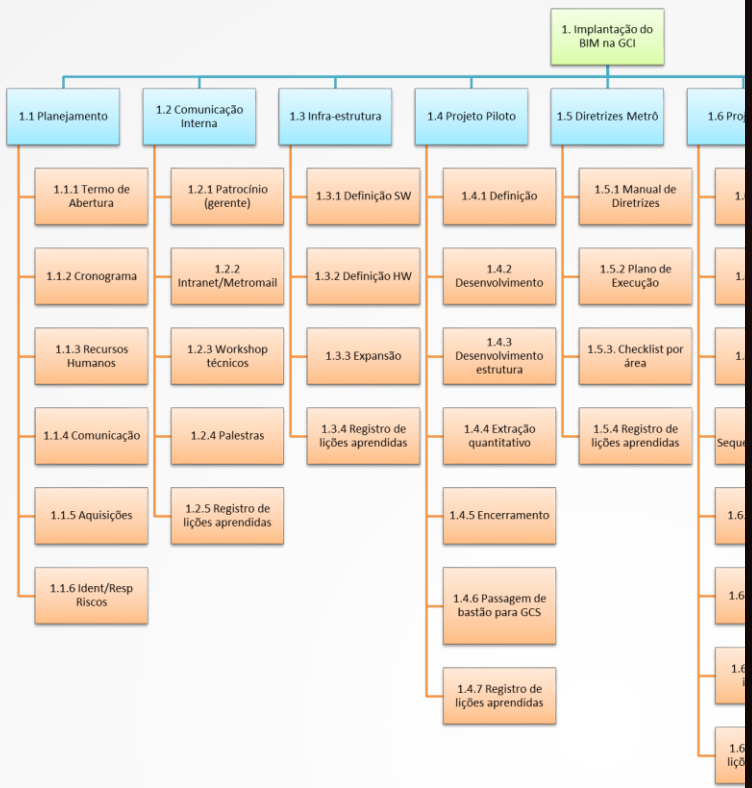
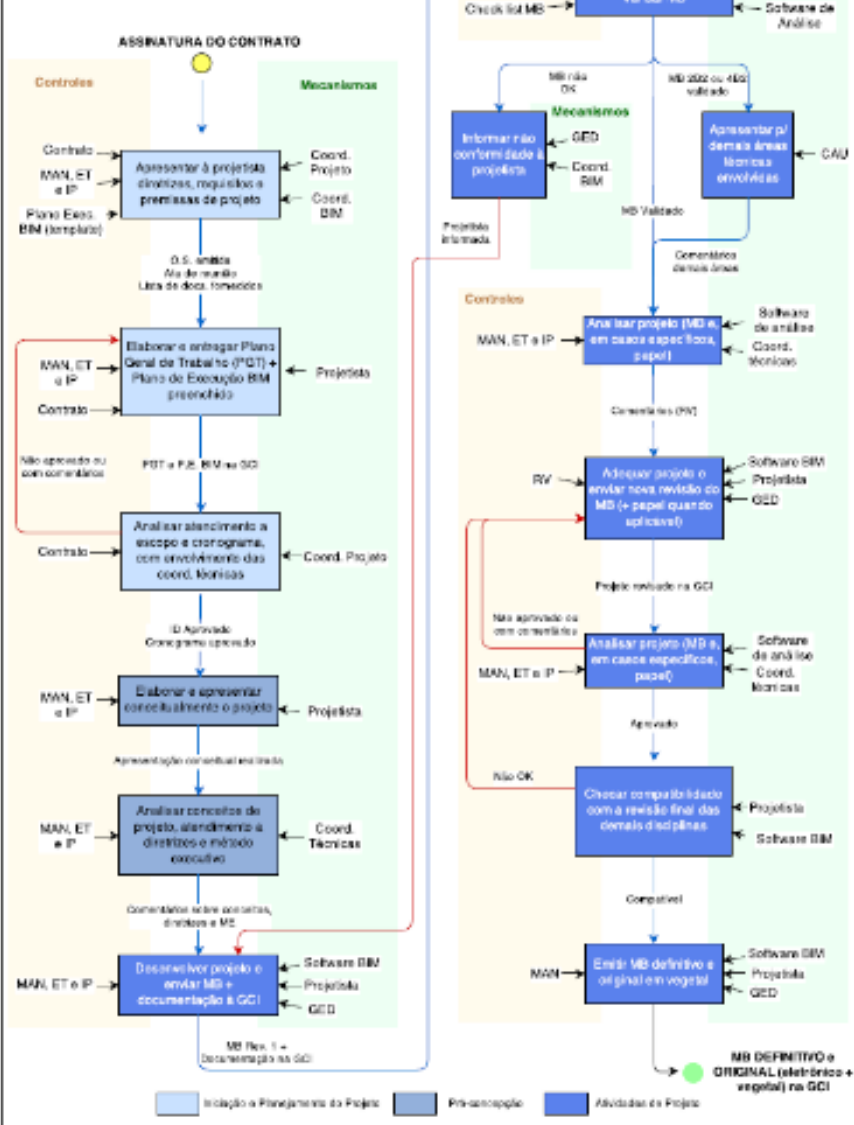
Aplicação ao Metrô/GCI



COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO			METRÔ	INSTRUMENTO NORMATIVO
CÓDIGO	REVISÃO	TÍTULO	VIGÊNCIA	
MAN-10-203	01	DIRETRIZES PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS BIM	A partir de: 01/12/2013	
DESTINATÁRIO				
Unidades Organizacionais que elaboram documentação técnica relativa a projetos civis.				
PRINCIPAIS ALTERAÇÕES				
▪ O item 3.2.2 <i>Verificação de Regras</i> foi revisto com alteração da descrição e título; ▪ Adicionado o item 4.4.11 Instalações Hidráulicas e Sanitárias; ▪ Alterada a tabela do item 4.5 Usos e Classes.				



Fluxo de Projetos GCI
Processo BIM

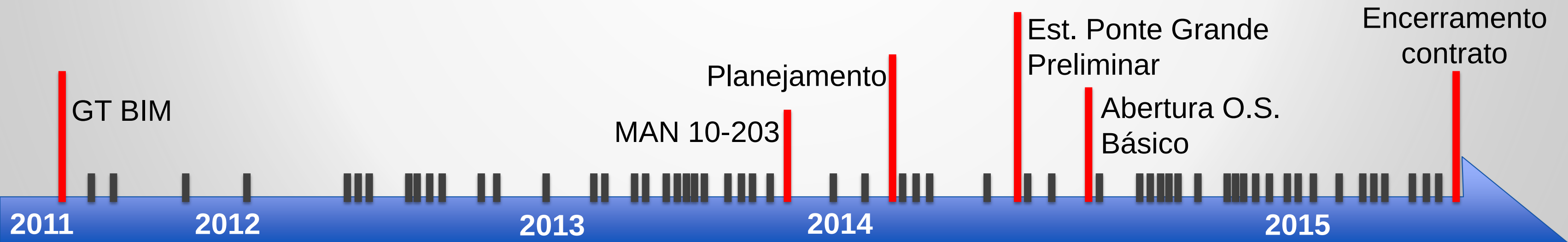
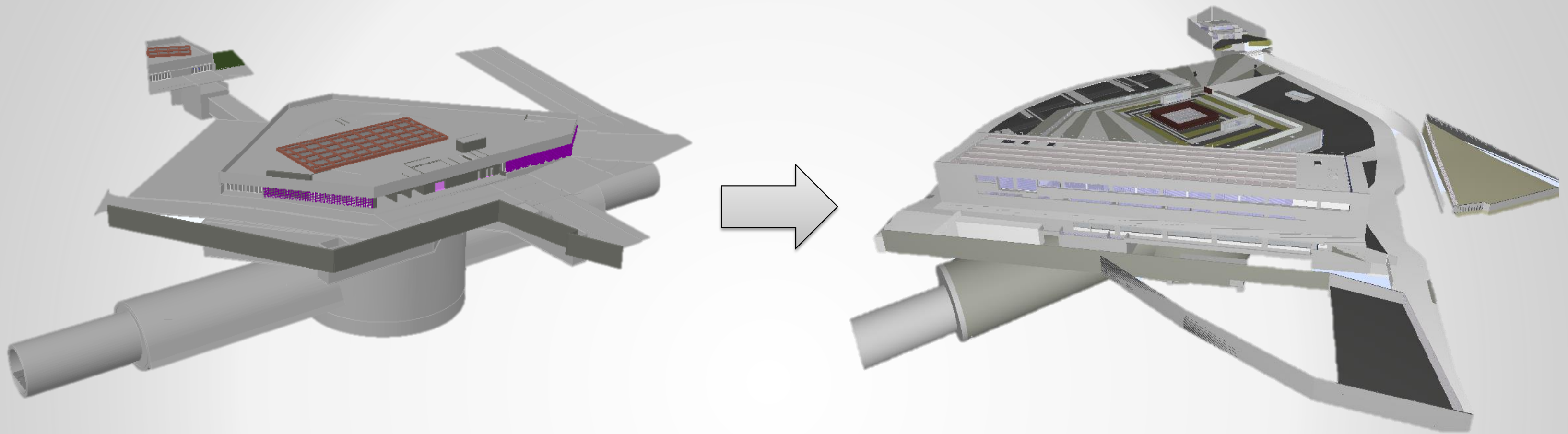


GT BIM

Planejamento

MAN 10-203

2011 2012 2013 2014 2015





Estação Ponte Grande

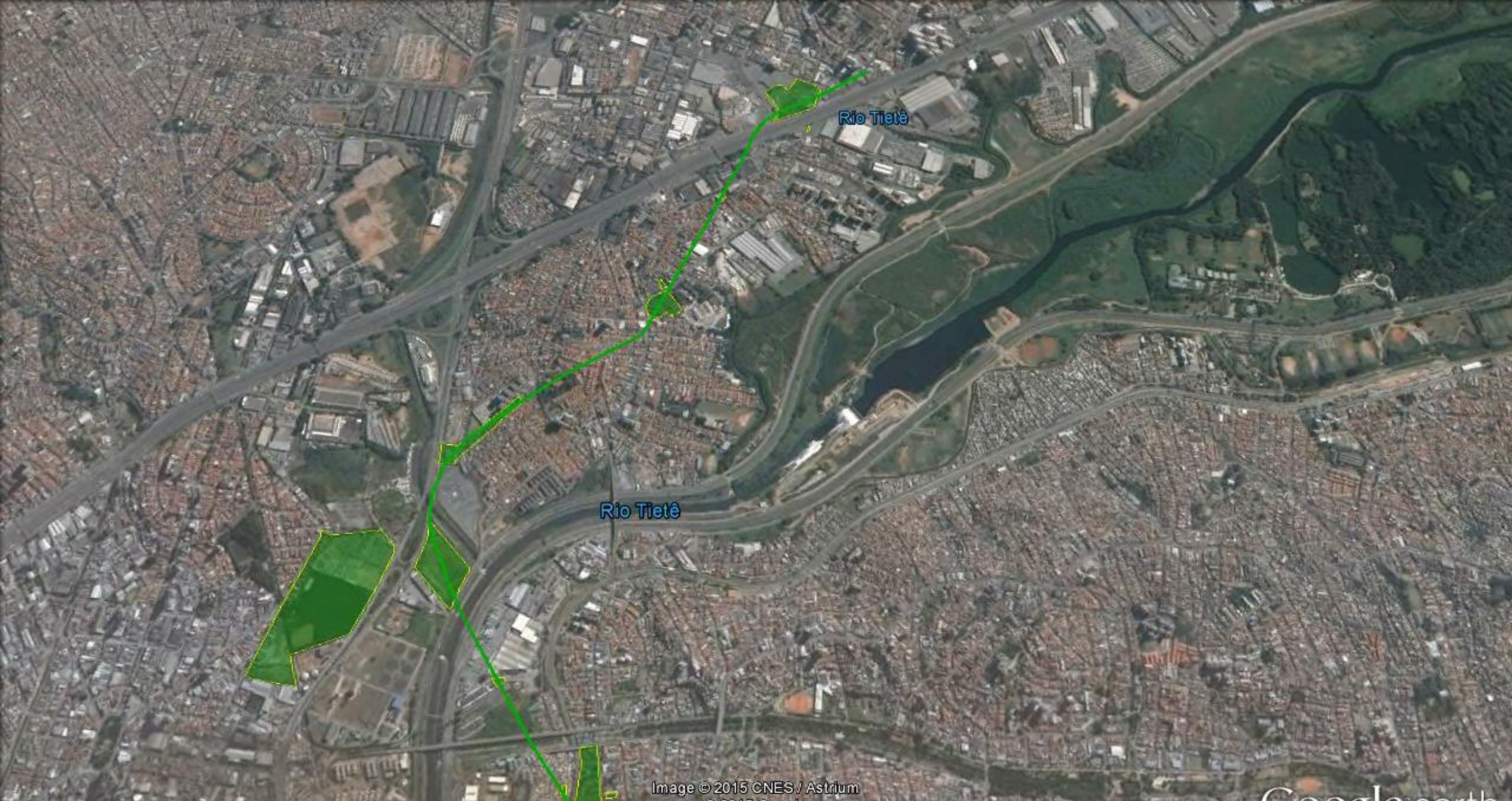


Image © 2015 CNES / Astrium

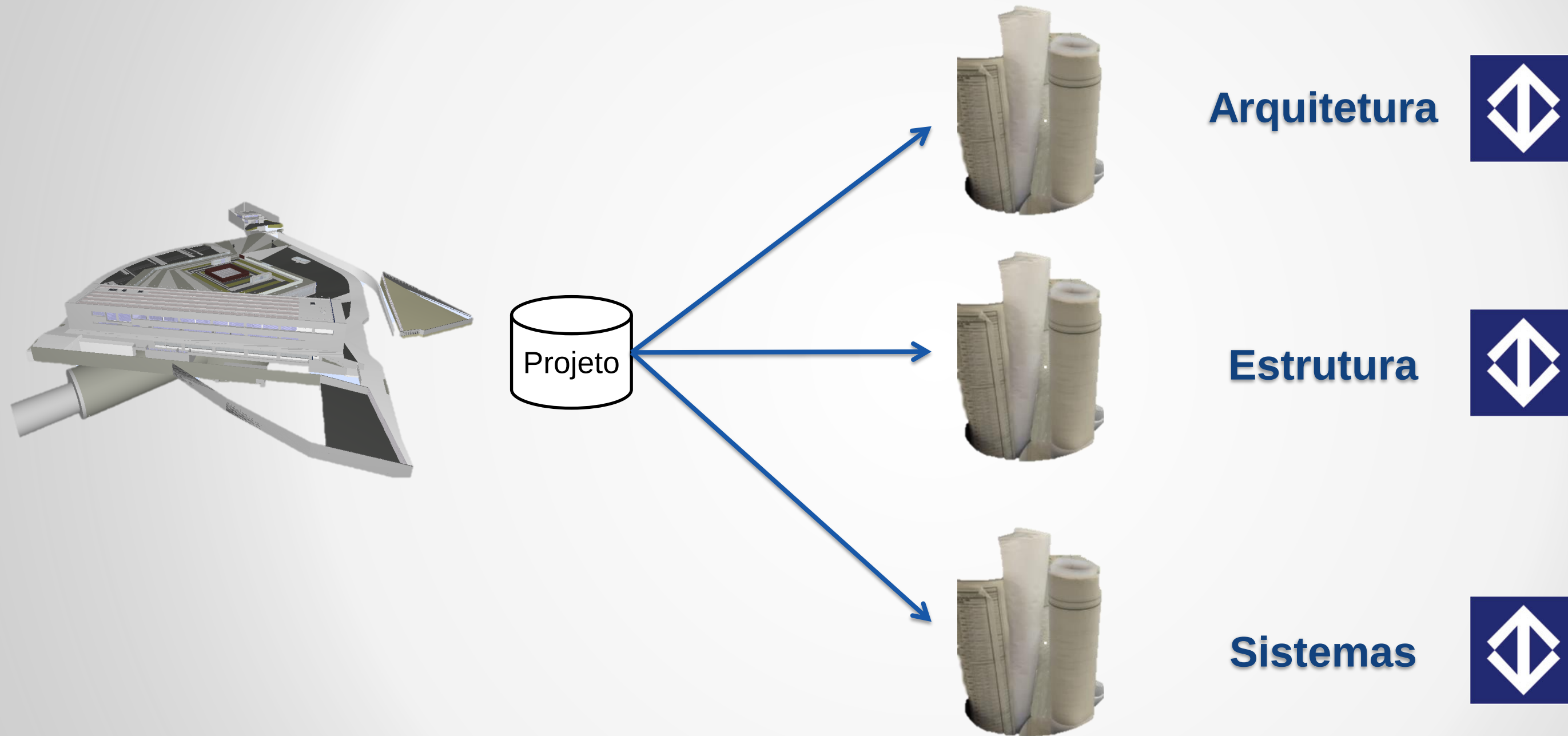




Mudança de cultura

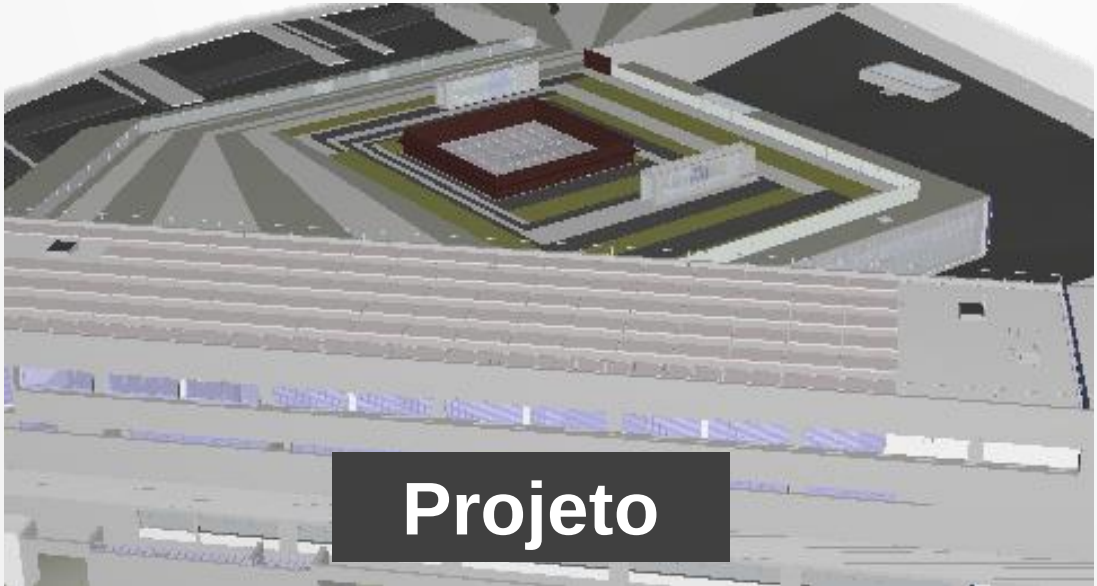
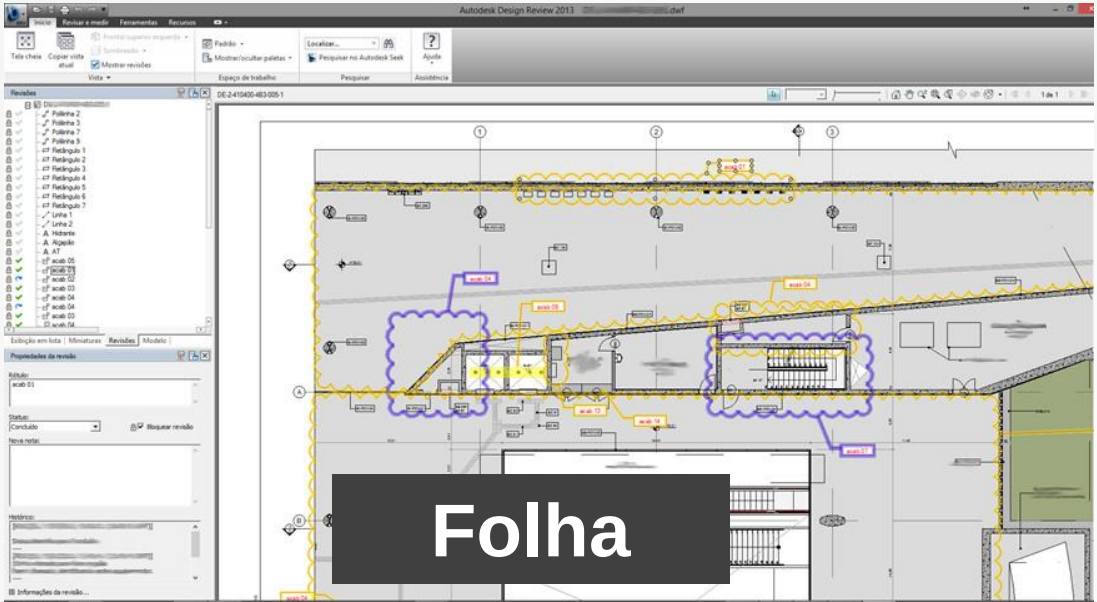
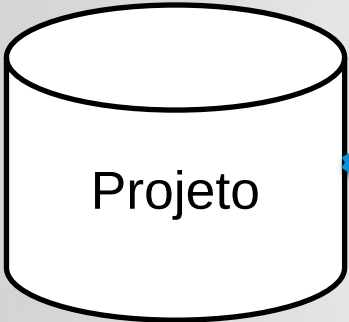


Documentos



Documentos

Entregáveis	Projeto	Documentação
Revisões 1, 2, 3...	IFC	DWF, DWG
Revisão 0 (aprovada)	IFC, Nativo	PDF, DWG



Arquitetura

Estrutura

Sistemas

Operação

Manutenção

....

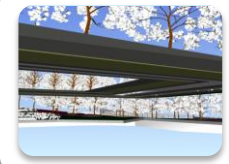
Modelo Federado



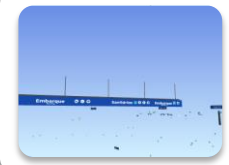
Arquitetura



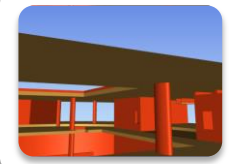
Acabamento



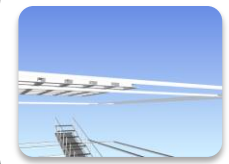
Paisagismo



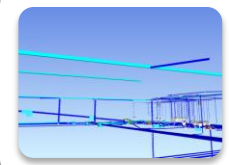
Comunicação Visual



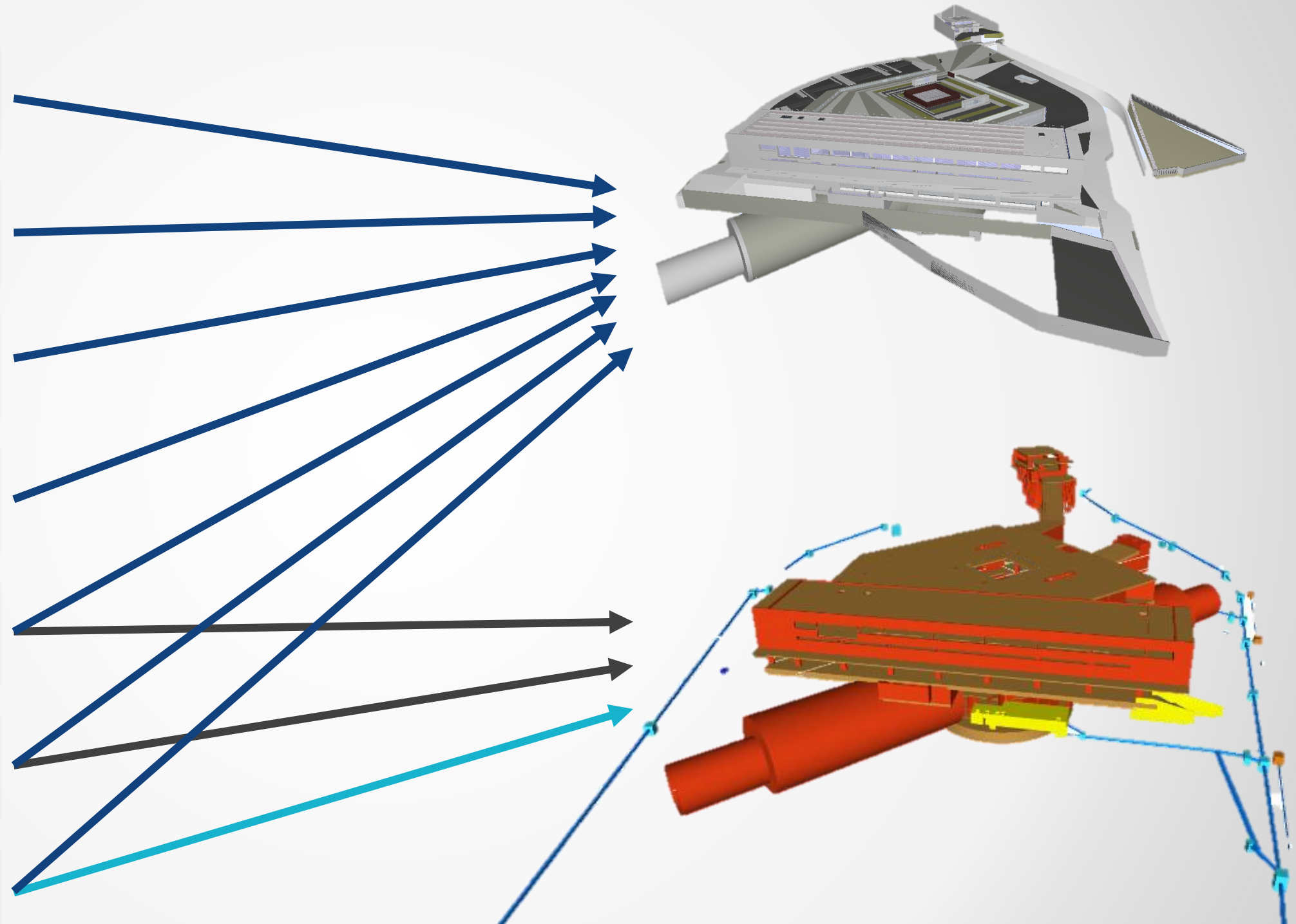
Estrutura Concreto



Estrutura Metálica



Hidráulica

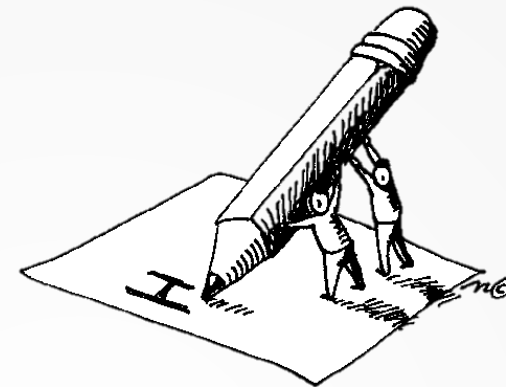
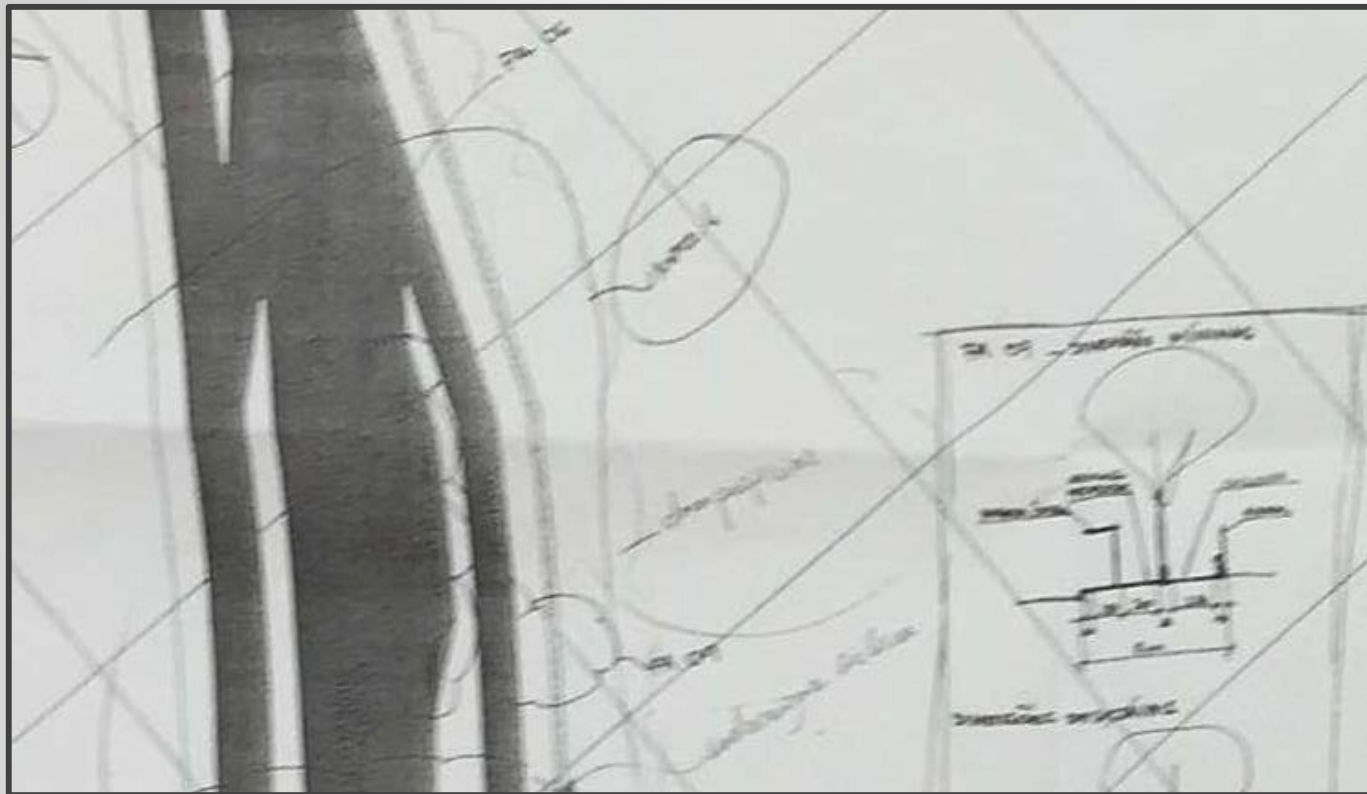




O processo de análise



Análise de projeto

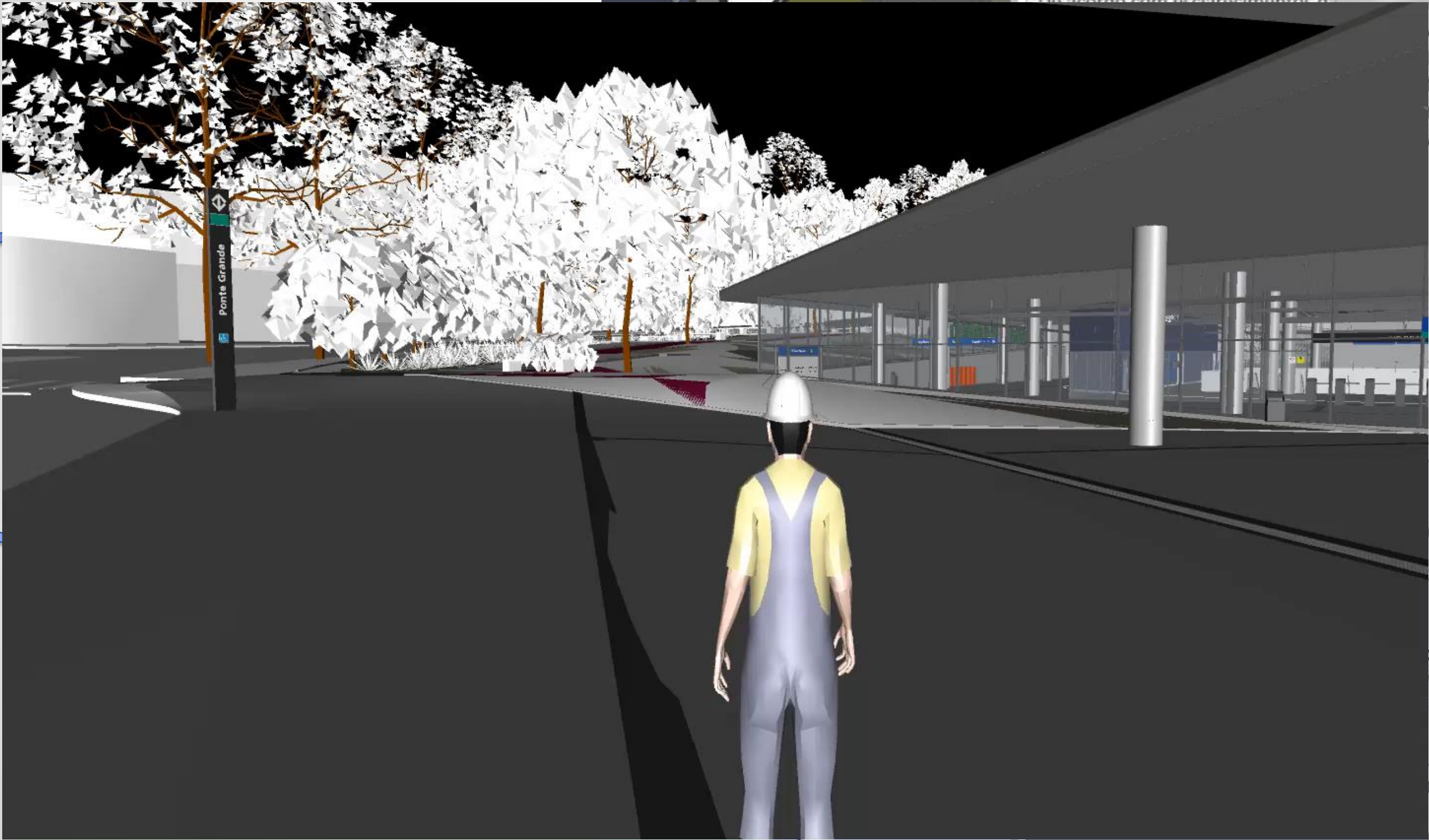


- ! Dificulta rastreamento
- ! Dificulta comunicação
- ! Dificulta entendimento
- ! Via única de informação

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO		METRÔ		2	
Rua Augusta 1626 - CEP 01304-902 - FAX (011) 3371-5226 - FONE (011) 3371-7411				Emissão: _____	
RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO				OS: _____	
De: _____		Para: _____			
Responsável Técnico: _____		Aprovação: _____			
Objeto: ARQUITETURA - ACABAMENTO					
Comunicamos que o(s) documento(s): _____ anexo ao memorando de remessa 00181 de _____ é considerado: NÃO APROVADO					
Pelo(s) seguinte(s) motivo(s):					
CIA GERAL 1 – A aprovação do conjunto de desenhos e LM referentes ao Projeto Básico de Acabamento (4B3) da _____ só poderá ocorrer mediante análise e posterior aprovação do conjunto de desenhos do projeto básico de arquitetura (4B2). As revisões eventuais no presente projeto deverão ser compatibilizadas com as revisões aprovadas no projeto da série 4B2; CIA GERAL 2 – Inserir quadro de Documentos Complementares em todas as folhas conforme padrão enviado pelo Metrô – posicioná-lo abaixo do quadro "Projeto Básico de Acabamento" - devem constar os documentos referentes aos projetos de Civil, Estruturas Metálicas, Impermeabilização, Paisagismo, Comunicação Visual, etc; CIA GERAL 3 – O departamento de acabamento está reticente em utilizar o forro especificado para a maior parte da estação (ED53), visto que possui um alto grau de complexidade, e deve ter a sua instalação previamente pensada e projetada em conjunto com todas as demais instalações, caso contrário poderá gerar resultados estéticos e de manutenção insatisfatórios, já que não permite fácil acesso ao que estiver acima (não permite alçapões e luminárias embutidas, por exemplo). Ademais, este forro apresentou problemas relativos ao ruído causado pela vibração dos perfis tapa canal expostos à ventilação elevada. A não ser que tais aspectos possam ser garantidos pelo presente projeto, aconselhamos que utilizem o forro Baffle, que nos tem apresentado bons resultados – favor nos enviar justificativa técnica, argumentando a escolha; CIA GERAL 4 – Garantir que o vidro da cúpula não possua tom esverdeado devido ao seu fator de proteção solar, entrando em conflito com o tom azulado utilizado no revestimento do edifício técnico-operacional – sugerimos que o vidro possua também tom azulado; CIA GERAL 5 – Especificar a cor de acabamento dos caixilhos – pode ser feito através de nota; CIA GERAL 6 – Prever barras antipânico nas portas de rota de fuga, sala de bateria e voltadas diretamente para área externa – indicar no campo "observação" das tabelas; CIA GERAL 7 – Prever Porta Cortafogo insonorizadas na sala do GGD; CIA GERAL 8 – Prever Porta Estanque na sala de baterias; CIA GERAL 9 – No quadro "Projeto Básico de Acabamento", substituir LM por OR;					
_____- IMPLANTAÇÃO - PLANTA					
CIA 1 – Retirar "(ver nota 2)", pois poderia ser entendido como se a totalidade da edificação fosse objeto do projeto civil; Atender CIA GERAL.					

Análise de projeto

Projeto



4 months ago

De acordo com esclarecimentos d... deve ter

vés das duas aberturas

fumaça poderia ser

ertura lateral solicitada

ve ser com fechamento

3 months ago

03.

3 months ago

pe de Sistemas avalie se o

vermos retorno até a data

resposta por e-mail o

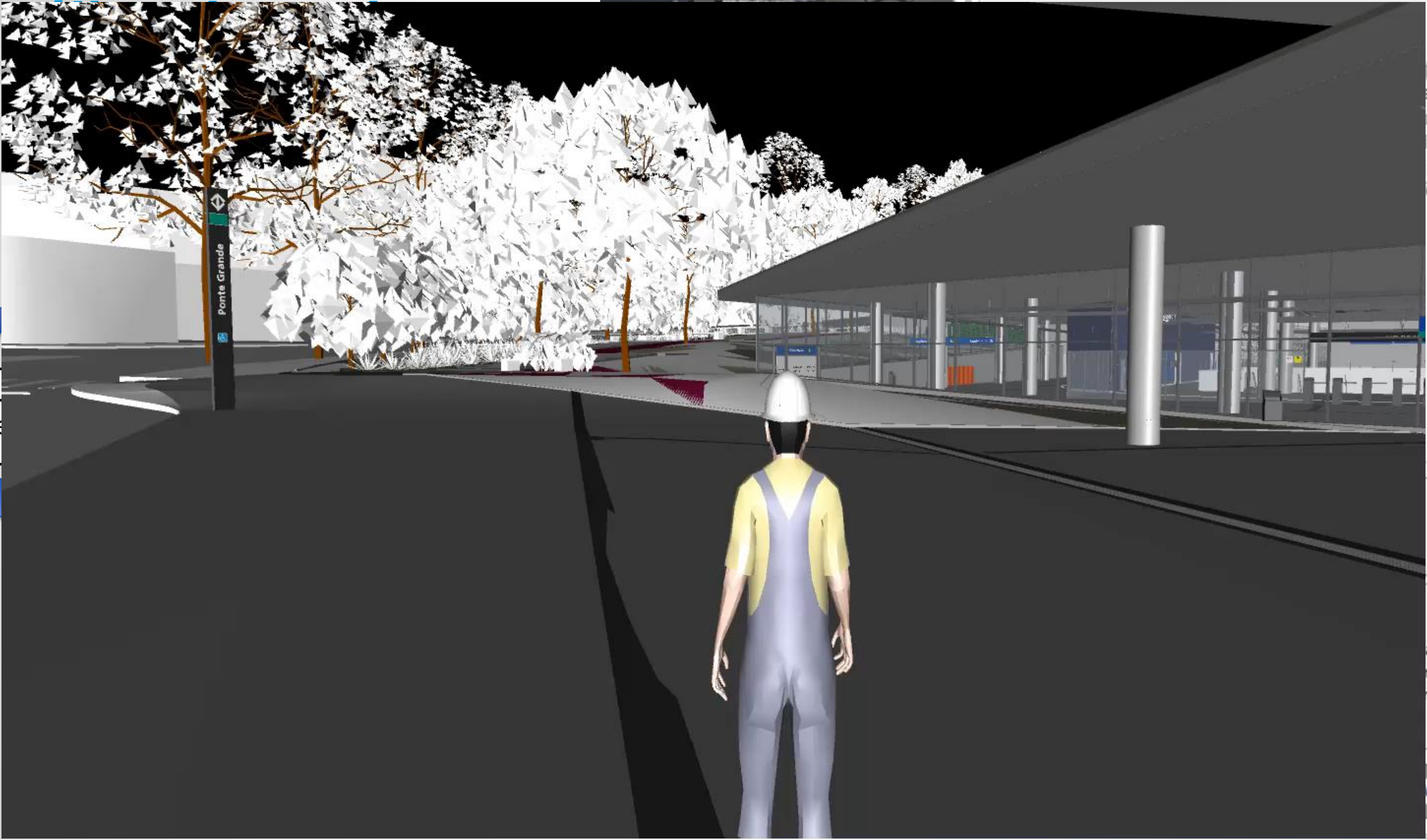
Add Current View





A

Projeto



4 months ago

deve ter
aberturas

eria ser
solicitada
echamento

3 months ago

3 months ago

as avalie se o
mo até a data
e-mail o

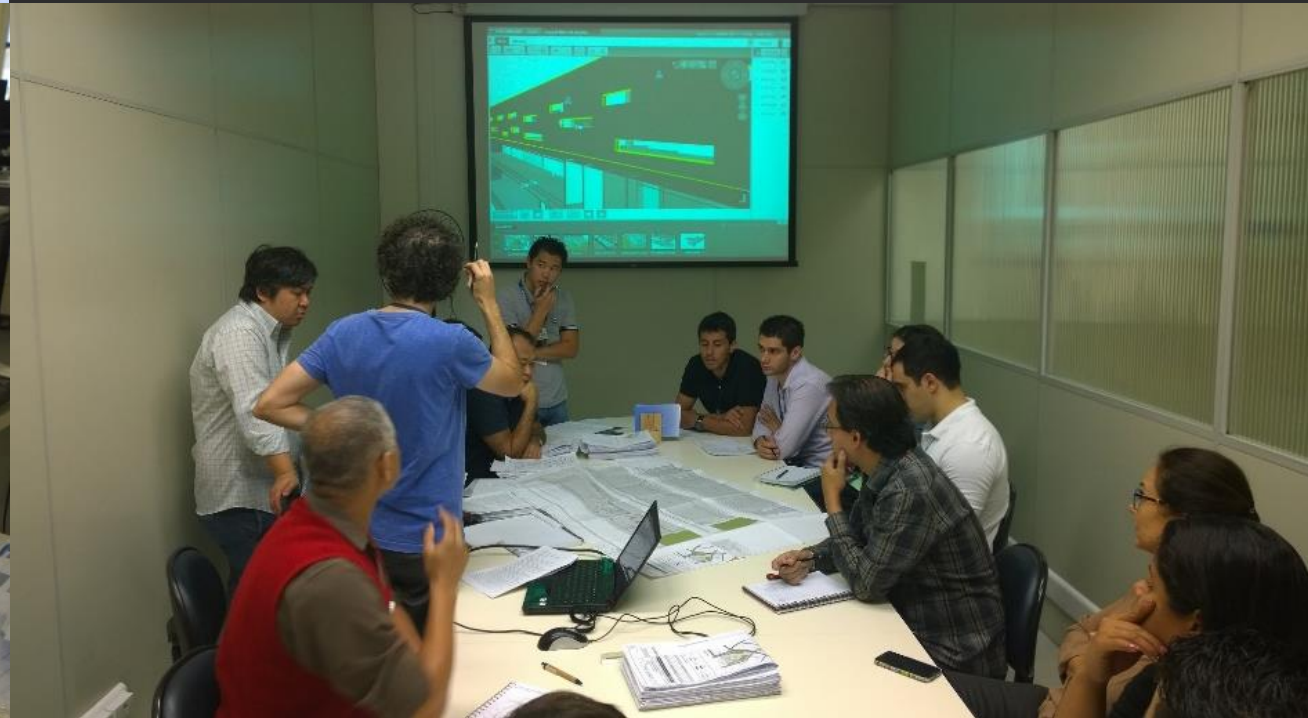
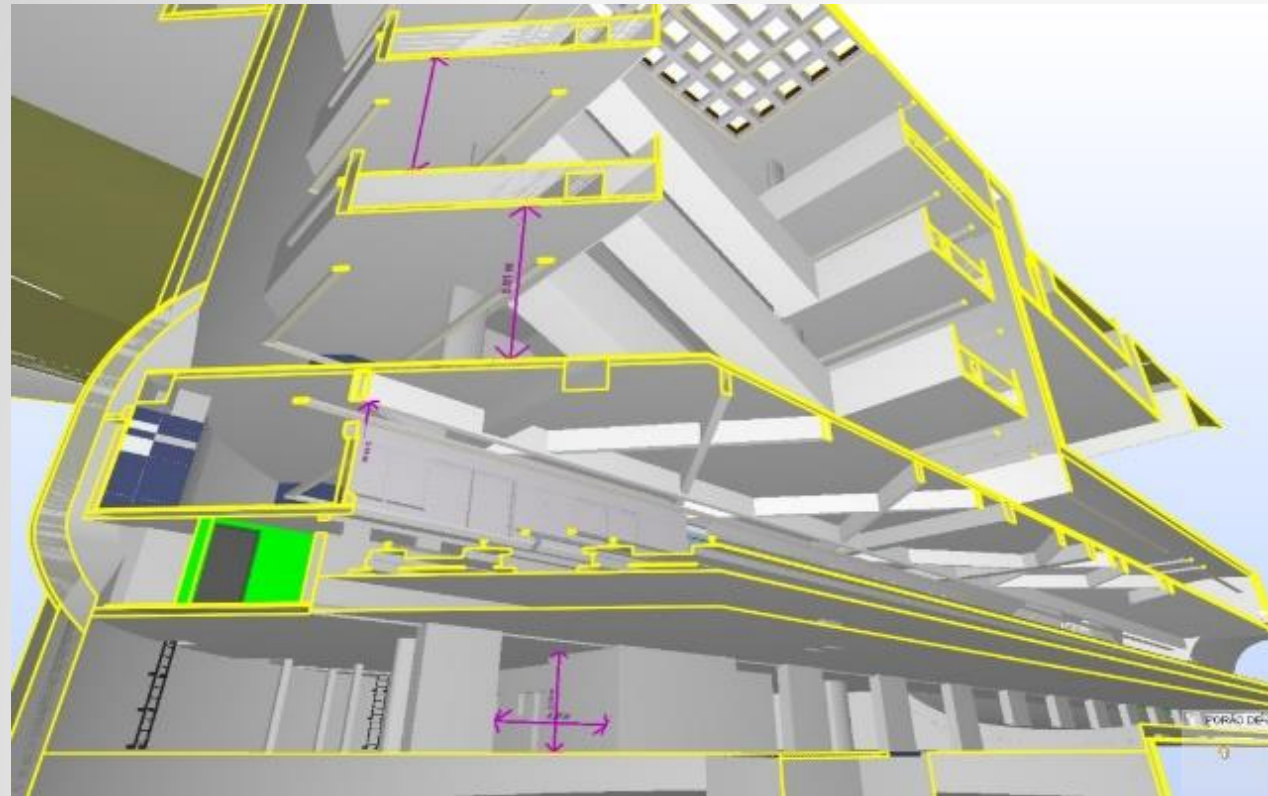
Add Current View

Reuniões



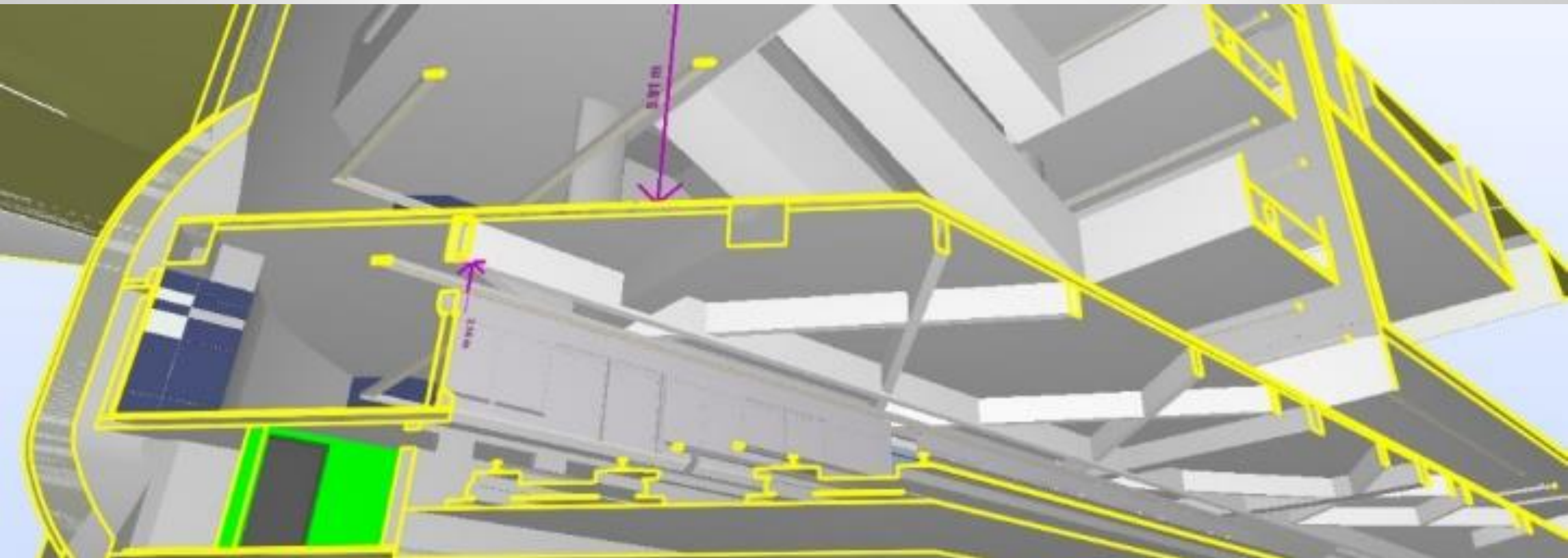
- ! Falta de integração
- ! Tempo mal aproveitado
- ! Diminuição do interesse
- ! Baixa produtividade

Reuniões





Compatibilização



Análise Visual + Detecção de Interferência
(Clash Detection)



Resultados



Estação Ponte Grande	Revisão								Total	
	1		2		3		4			
	coment	dias	coment	dias	coment	dias	coment	dias	coment	dias
Arquitetura	233	20	102	13					335	33
Acabamento	588	31	402	15	179	19			1169	65
Comunicação Visual	98	34	59	17	54	13	2	16	213	80
Paisagismo	16	18	40	18	10	17			66	53
Est. Concreto	402	18	91	26	448	32	...		941	76
Est. Metálica	40	24	5	35					45	59
Hidráulica	79	14	45	11	21	20			145	45

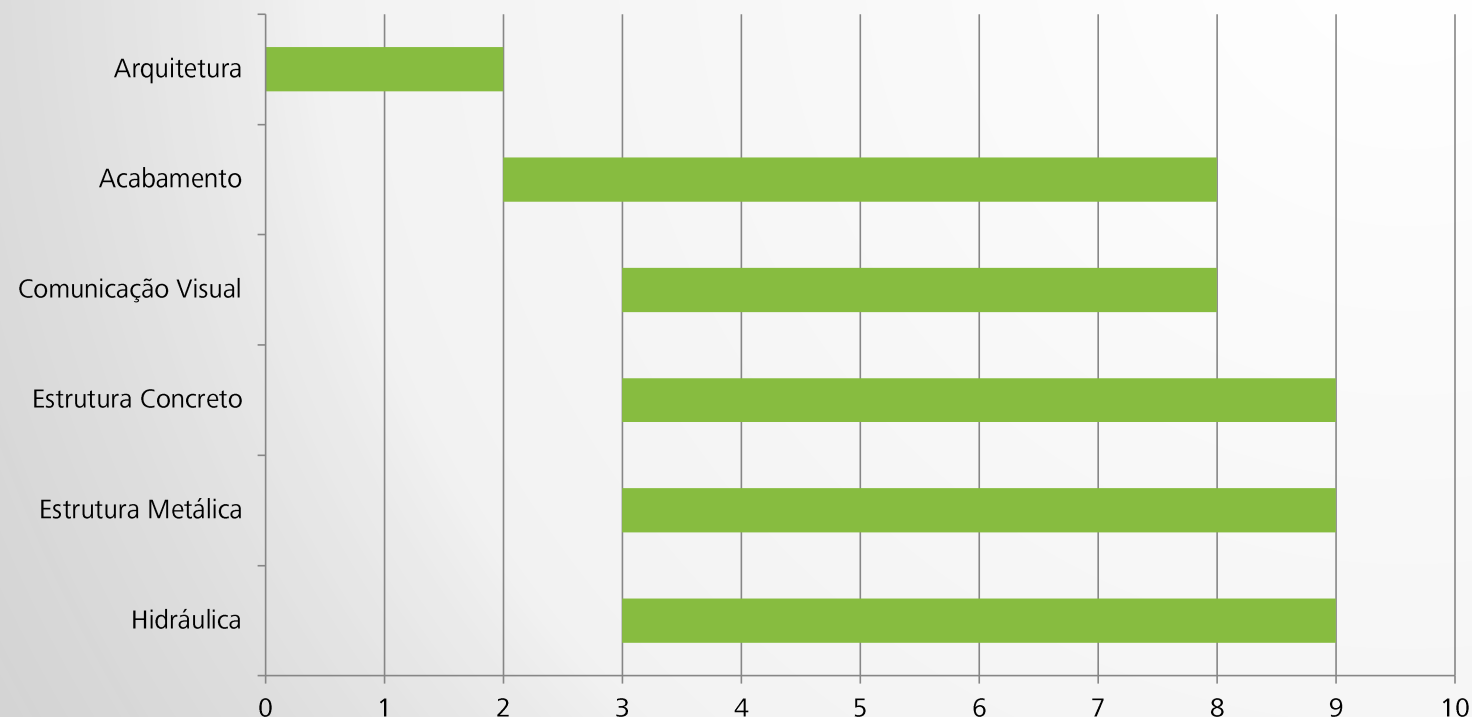
Estação Guilherme Giorgi	Revisão								Total	
	1		2		3		4			
	coment	dias	coment	dias	coment	dias	coment	dias	coment	dias
Arquitetura	80	43	30	14					110	57
Acabamento	83	79	45	25	10	7			138	111
Comunicação Visual	22	16	22	21	5	28			49	65
Paisagismo	22	23	5	56					27	79
Est. Concreto	72	-	29	34	11	20			112	-
Est. Metálica	45	81	19	55	8	24			72	160
Cob . Metálica	22	22	14	7					36	29

Melhorias



Melhorias

- ✓ Diretrizes para cronograma
- ✓ Maior paralelismo entre projetos
- ✓ Revisar planejamento de contratação



Precedências

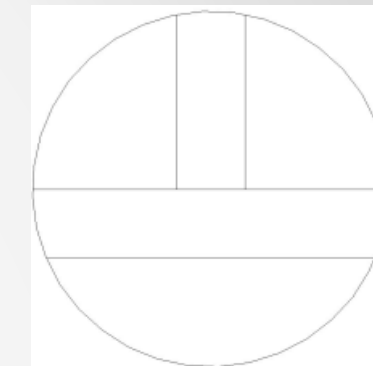
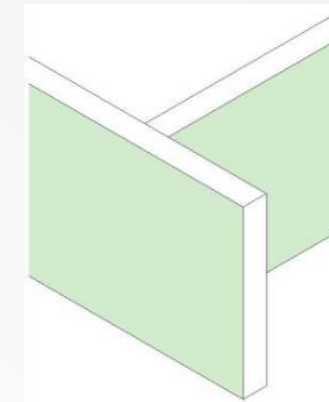
- B3 e B5 devem caminhar **simultaneamente**
- Revisão 1 do B5 pode chegar até 1 semana após revisão 1 do B3
- Entrega da Revisão 1 de B3 e B5 **deve ocorrer no período de atendimento aos comentários da R2 de B2, contanto que os comentários estejam atendidos**
- Entrega de Revisão 1 de N3 e do S5 **deve ocorrer no período de atendimento aos comentários da R2 de B2, contanto que os comentários estejam atendidos**
- Início da análise de J2, K1 (em menor importância K3) deve ocorrer junto da análise do B3
- K3 é mais independente, mas deve ter sua Revisão 1 atendida antes do recebimento da Revisão 0 do B3 **(a R1 de K3 deve ter seu período de análise anterior ou simultâneo à R2 de K1)**
- Revisão 1 do J2 e do K1 pode chegar até 1 semana após revisão 1 do B3
- S5 pode terminar um pouco depois do J2
- Ideal que análise revisão 1 do S5 seja concomitante à análise da revisão 2 do J2
- Início da **produção** do J2 **deve ocorrer no período de atendimento aos comentários do R2 de B2, contanto que os comentários estejam atendidos**
- Somente aprovar Revisão 0 do J2 após verificação de compatibilidade com arquitetura **(4B2)**
- Realizar, após entrega da revisão 1 de B3, J2 e K1, uma reunião de detecção de incompatibilidades e resolução de conflitos, com participação das diversas coordenações e, preferencialmente, com a projetista.

Prazos

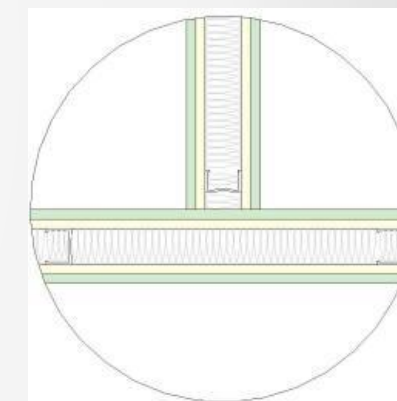
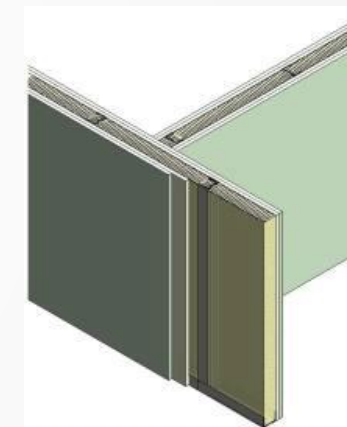
- para análise Metrô (revisão 1):
- * B2 – 25 dias
- * B3 – 25 dias, contando com GCS comentando
- * B5 – 15 dias
- * J2 – verificar
- * K1 – verificar
- * S5 – verificar

Melhorias

- ✓ Diretrizes para cronograma
- ✓ Maior paralelismo entre projetos
- ✓ Revisar planejamento de contratação
- ✓ Revisar contrato – LOD e LOI



LOD 200



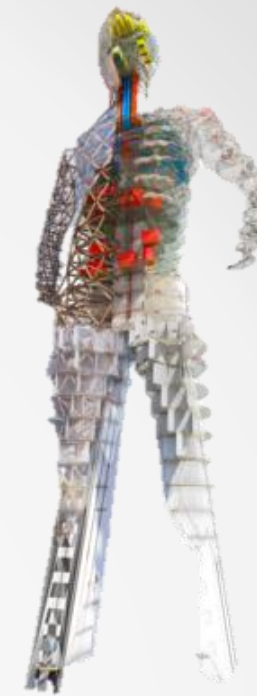
LOD 400

+

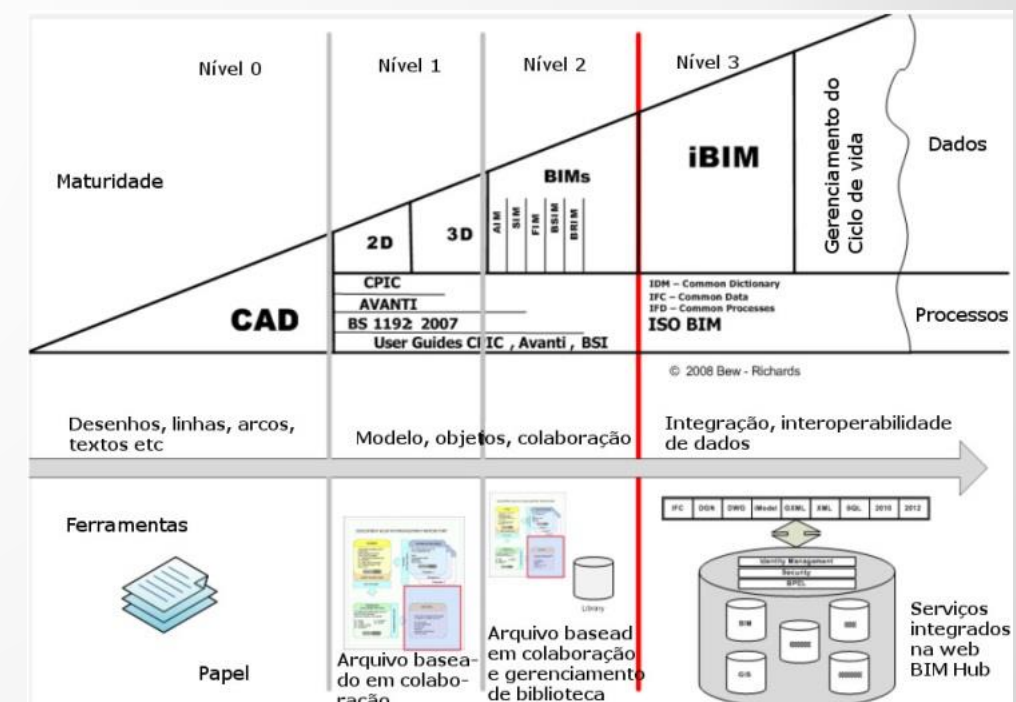
LOI – Level of Information

Melhorias

- ✓ Diretrizes para cronograma
- ✓ Maior paralelismo entre projetos
- ✓ Revisar planejamento de contratação
- ✓ Revisar contrato – LOD e LOI
- ✓ Adicionar exigência de experiência prévia na licitação
- ✓ Levar a companhia para o nível 1 de maturidade
- ✓ Aprimorar o MAN 10-203 e avançar no uso Quantitativo



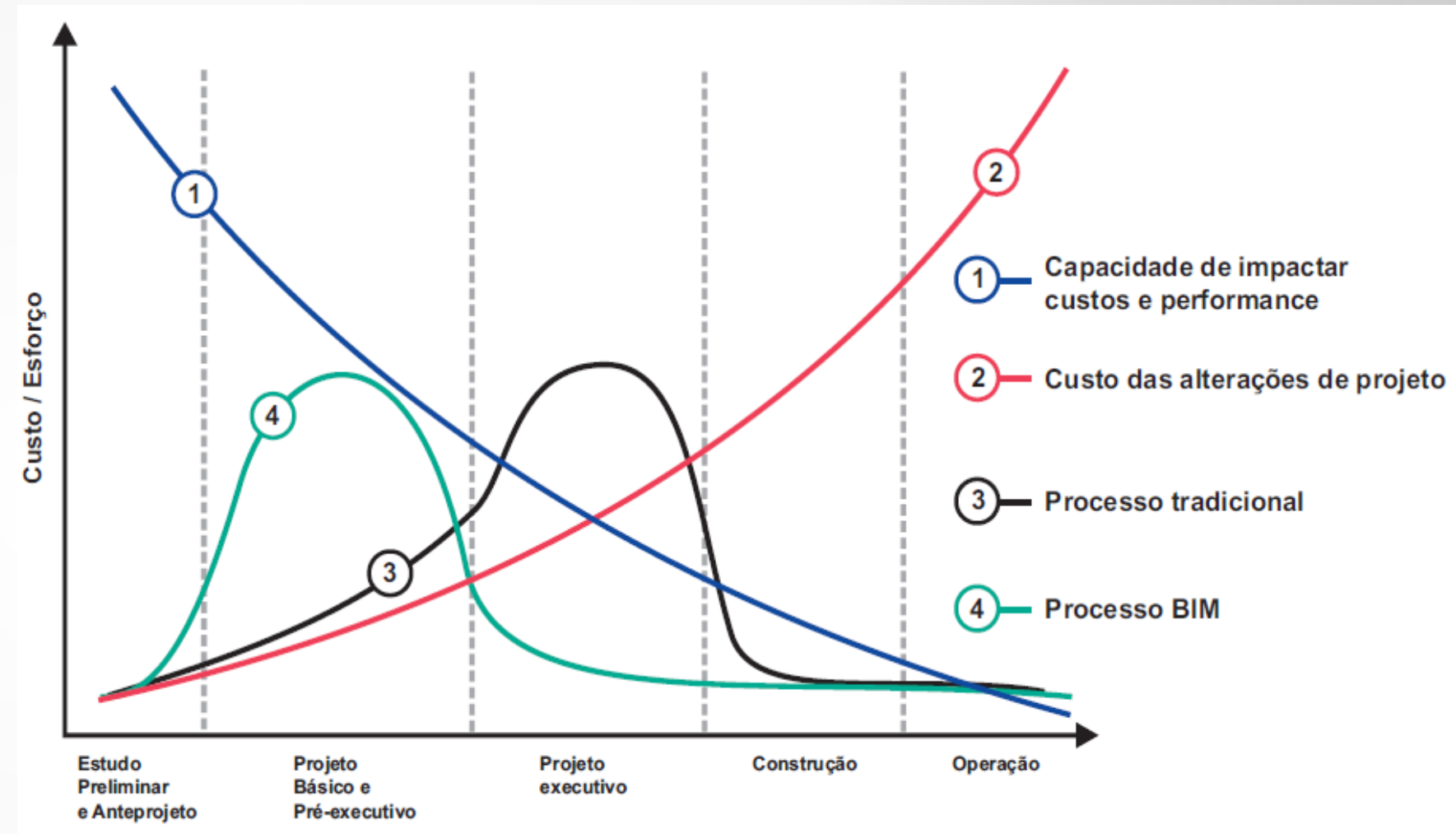
BIM Manager



Nível Maturidade BIM

Conclusões

- ✓ É clara a vocação do BIM em antecipar soluções e decisões do projeto;
- ✓ Fluxo de projetos sem interrupções;
- ✓ Seguirá direto ao detalhamento;
- ✓ Grande diminuição de retrabalho e pontos a resolver no executivo.



Curva de esforço (Patrick Macleamy curve). Fonte: www.hok.com/thought-leadership/patrick-macleamy-on-the-future-of-the-building-industry/

BCF – BIM Collaboration Format. Em: <<http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/bcf-releases>>. Acesso em: 29 de julho de 2015.

BUILDINGSMART. **Industry Foundation Classes Release 4**. Disponível em:< <http://www.buildingsmart-tech.org/ifc/IFC2x4/rc4/html/index.htm> >. Acesso em: 29 de julho de 2015.

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO. **MAN 10-201 - Elaboração e fornecimento da documentação técnica de engenharia civil, arquitetura, geotecnia, topografia, desapropriações e via permanente**. Revisão 00.

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO. **MAN 10-203 - Diretrizes para desenvolvimento de projetos BIM**. Revisão 01.

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook - A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. 2. ed. Estados Unidos: Wiley, 2011.

IFC – Industry Foundation Classes. Em: < <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-overview>>. Acesso em: 29 de julho de 2015.

MANZIONE, Leonardo. **Proposição de uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com o uso do BIM**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

OKAMOTO, Patricia Seiko; SALERNO, Mario Sergio; MELHADO, Silvio Burrattino. A COORDENAÇÃO DE PROJETOS SUBCONTRATADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 9, n. 1, p. 123-143, 2014.

SOUZA, Flavia Rodrigues; Melhado, Silvio Burrattino. **Guia para Gestão do Processo de Projeto no Contexto da Modelagem: Versão 1**. São Paulo. 2013

Autodesk Brasil

- Autodesk do Brasil - Site Corporativo
www.autodesk.com.br
- Canal Autodesk do Brasil
www.youtube.com/AutodeskBrasil
- Comunidade de Usuários Autodesk - Brasil
<http://communities.autodesk.com/brazil>
- Facebook Oficial
<http://www.facebook.com/AutodeskBrasil>
- Twitter Oficial
[@AutodeskBrasil](https://twitter.com/AutodeskBrasil)



