

O uso do BIM em projetos de estações ferroviárias | Experiência na prática - CPTM

Daniela Doval Santos
Luiza Orsini Cavalcanti

23ª Semana de Tecnologia Metroferroviária



SOBRE AS AUTORAS

- **Daniela Doval Santos** - Arquiteta e Urbanista | Companhia Paulista de Trens Metropolitanos – CPTM | Bacharel em Arquitetura e Urbanismo, pela Universidade Bandeirantes de São Paulo - 2009. Pós-graduada em Arquitetura da Paisagem, pelo Senac - 2015. Arquiteta na CPTM, desde Nov/2012, no Departamento de Projetos e Edificações. Atualmente, trabalhando no desenvolvimento e coordenação de projetos de adequação à acessibilidade de estações ferroviárias, com a utilização da tecnologia BIM
- **Luiza Orsini Cavalcanti** - Arquiteta e Urbanista | Companhia Paulista de Trens Metropolitanos – CPTM | Bacharel em Arquitetura e Urbanismo, pela Universidade de São Paulo – FAU/USP - 2011. Pós-graduada em Gestão de Projetos na Construção Civil – POLI ÍNTEGRA, da Escola Politécnica da USP. Trabalhou na coordenação dos projetos de adequação à acessibilidade das estações Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra, com a utilização da tecnologia BIM



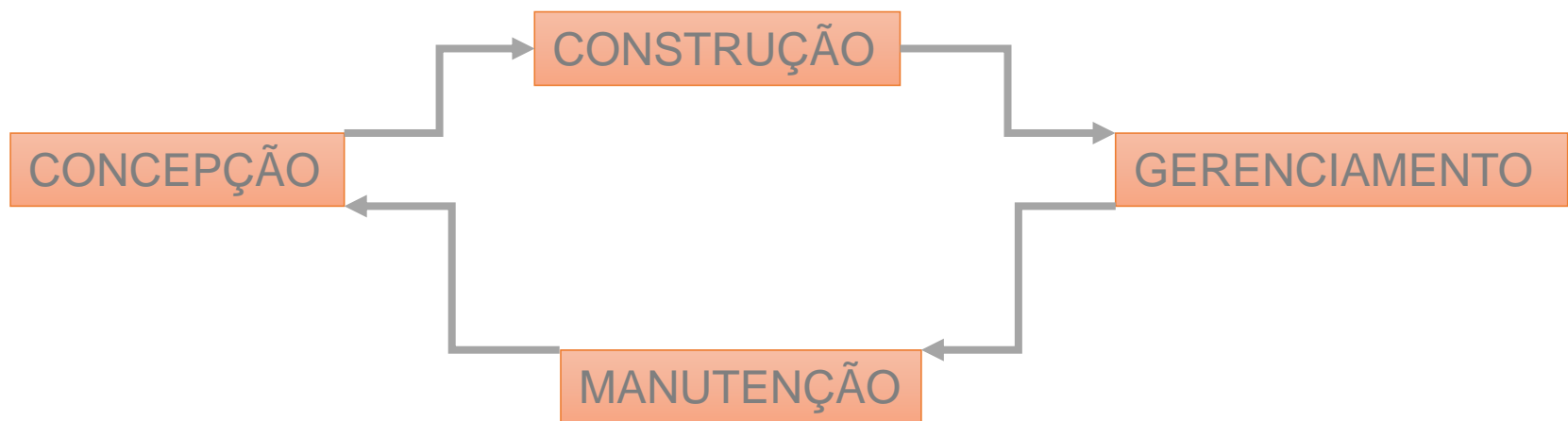
INTRODUÇÃO

Implantação do BIM na CPTM



Processo de implantação do BIM na CPTM

- Iniciado em 2012, com o objetivo de auxiliar na organização da informação de todo o ciclo de um empreendimento, incluindo:



Expectativas

- Adaptação dos processos existentes
- Maior precisão nos levantamentos
- Maior confiabilidade na compatibilização
- Agilidade nas revisões de projeto e extração dos documentos
- Extração automática da planilha orçamentária
- Minimizar imprevistos em obra
- Preparação da equipe interna para receber e analisar projetos em BIM



FASE 1

- Palestras e Seminários sobre BIM
- Consultoria Frazillio & Ferroni
- Treinamento das equipes em softwares específicos
- Aquisição dos softwares e equipamentos necessários
- Projeto Piloto – estação Carapicuíba
 - Projeto Funcional, Básico e Executivo
- Elaboração e Homologação de famílias – Revit
- Elaboração de Templates e Mandate de Projeto BIM



Como consolidar o BIM?

- Como solidificar o conhecimento adquirido?
- Necessidade de Testes dos Processos desenvolvidos
- O Mandate BIM atenderá às necessidades da CPTM?



Fase 2

- Elaboração de projetos em BIM com a equipe interna.
- OBJETIVO: Executar projetos reais completos, utilizando o conceito BIM para diversas disciplinas, aplicando na prática os conhecimentos adquiridos pela equipe interna nos treinamentos.



ANÁLISE DOS RESULTADOS

Projetos-piloto Estações Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra



LOCALIZAÇÃO



Estação Ribeirão Pires



Linha 10 – Turquesa da CPTM

Inaugurada em 1º de março de 1885

Tombada pelo Condephaat em 21 de junho de 2010

Demanda de aprox. 16.868 usuários por dia (jun/2017)



Estação Rio Grande da Serra



Linha 10 – Turquesa da CPTM

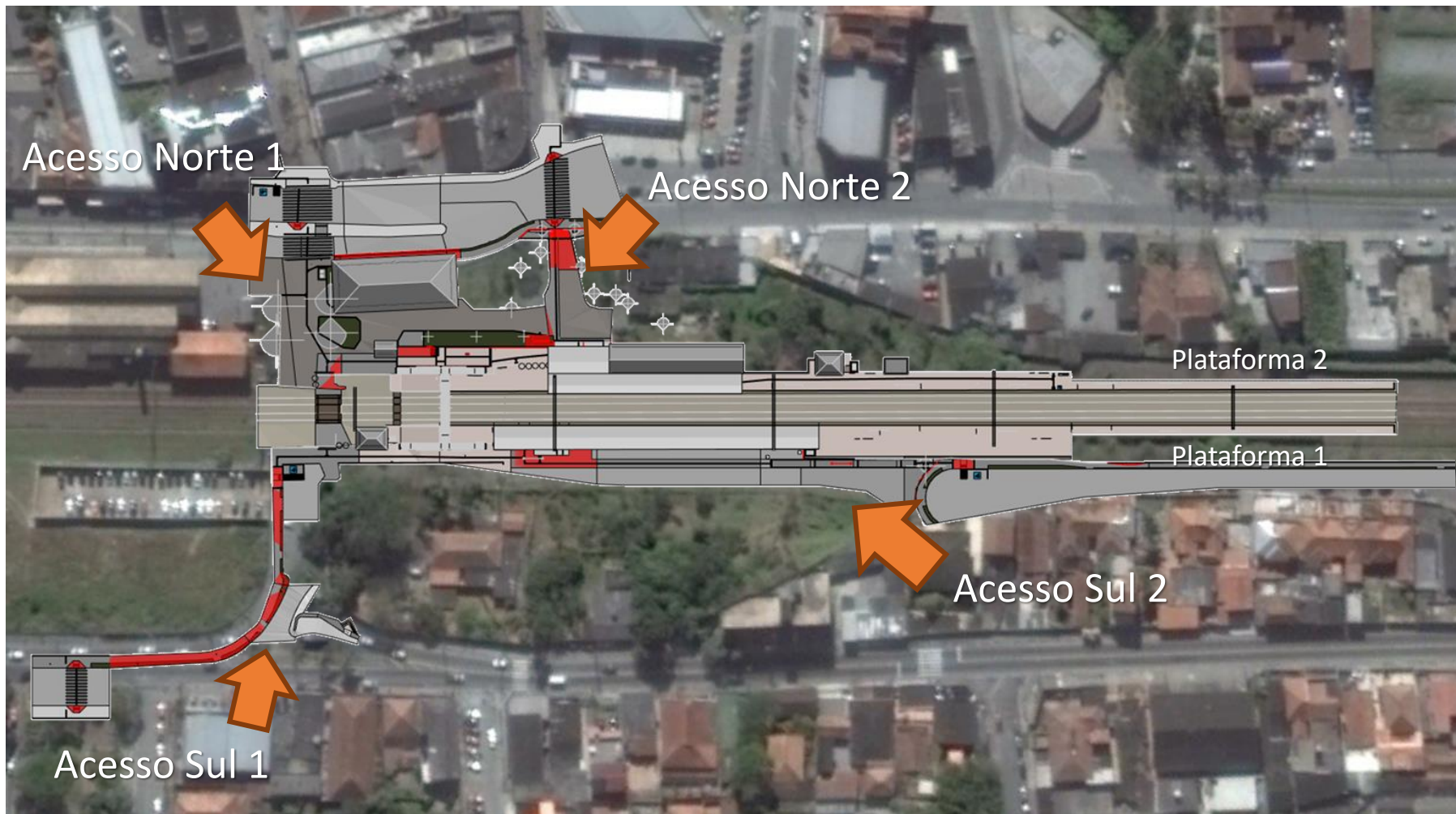
Inaugurada em 16 de fevereiro de 1867

Tombada pelo Condephaat em 21 de junho de 2010

Demanda de aprox. 9.070 usuários por dia (jun/2017)

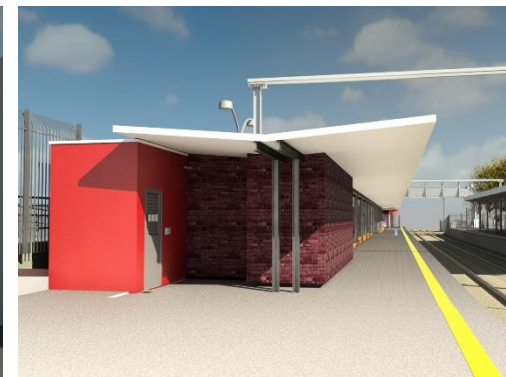
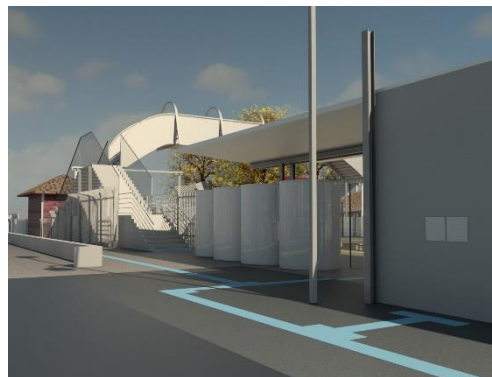


Tipologia estações – Ribeirão Pires



Escopo dos Projetos

- Adequação calçadas do entorno
- Vagas de embarque/desembarque
- Rampas acessíveis
- Sinalização de rota tátil e linha-guia
- Adaptação de sanitários públicos acessíveis
- Adequação bilheterias
- Mapas táteis



ANÁLISE DOS RESULTADOS

Laser Scanning



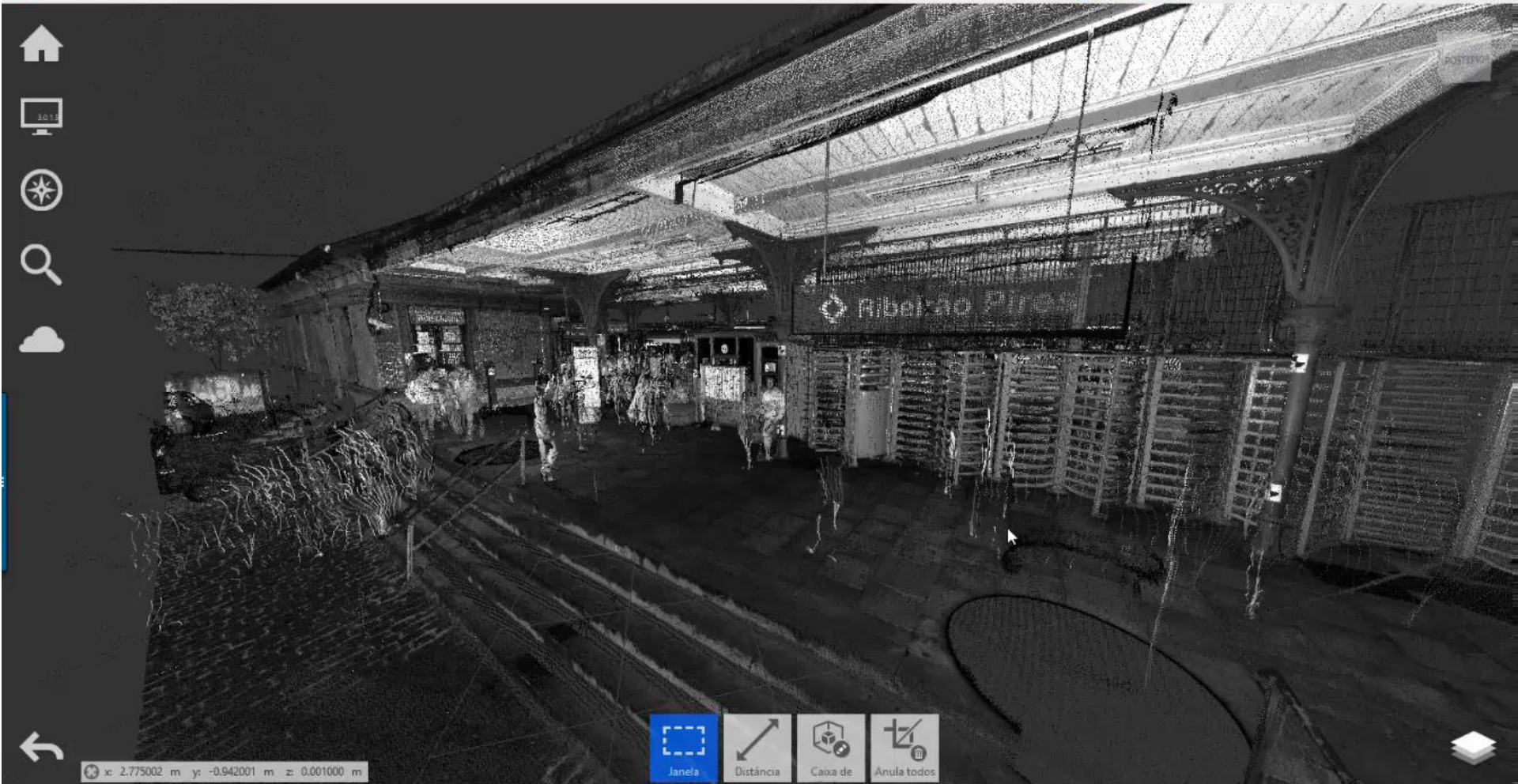
LASER SCANNING

AUTODESK RECAP 360° PRO

Nuvem_de_Pontos_Ribeirao_Pires_Rev0

Rodolfo Feit...

conectar



x: 2.775002 m y: -0.942001 m z: 0.001000 m

Janela

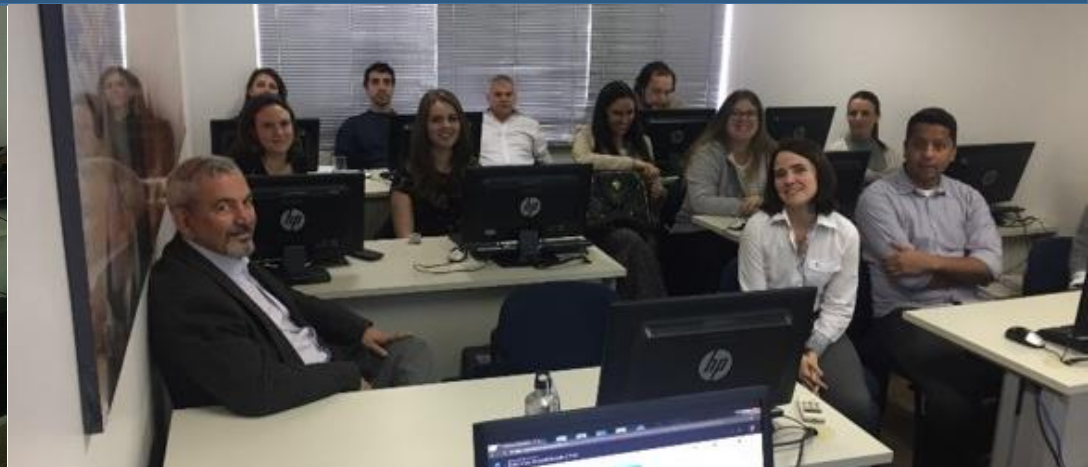
Distância

Caixa de

Anula todos

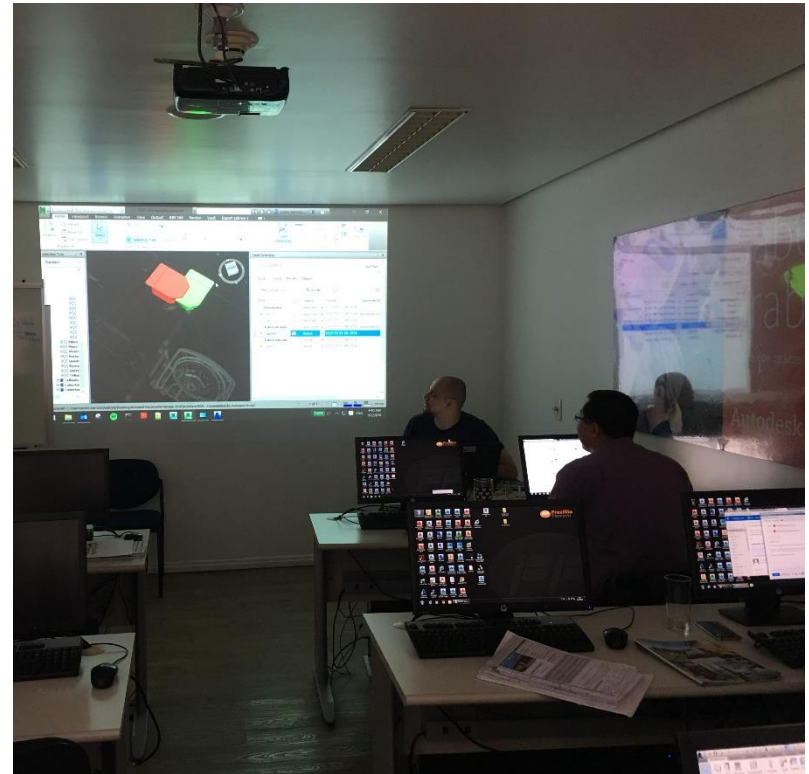
ANÁLISE DOS RESULTADOS

Sala colaborativa BIM



SALA BIM

- Foi utilizada a sala localizada na Frazillio & Ferroni, empresa consultora.
- Mais facilidade na integração e comunicação da equipe
- Compatibilização otimizada entre diferentes disciplinas
- Espaço com equipamentos adequados para reuniões de Design Review
- Menos distrações com demais atribuições dos projetistas

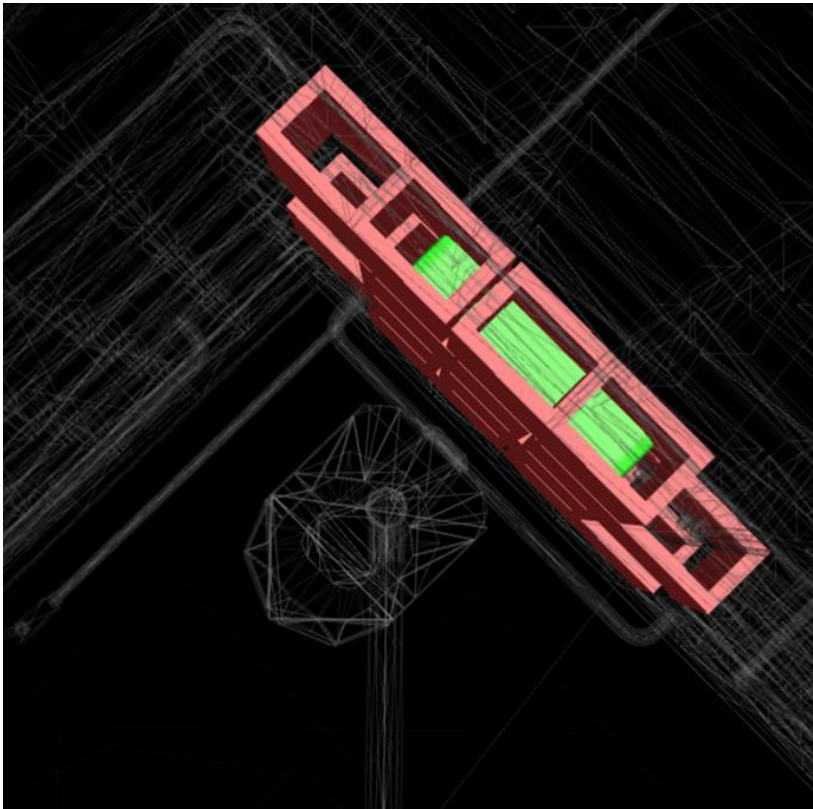


ANÁLISE DOS RESULTADOS

Compatibilização de projetos



Compatibilização



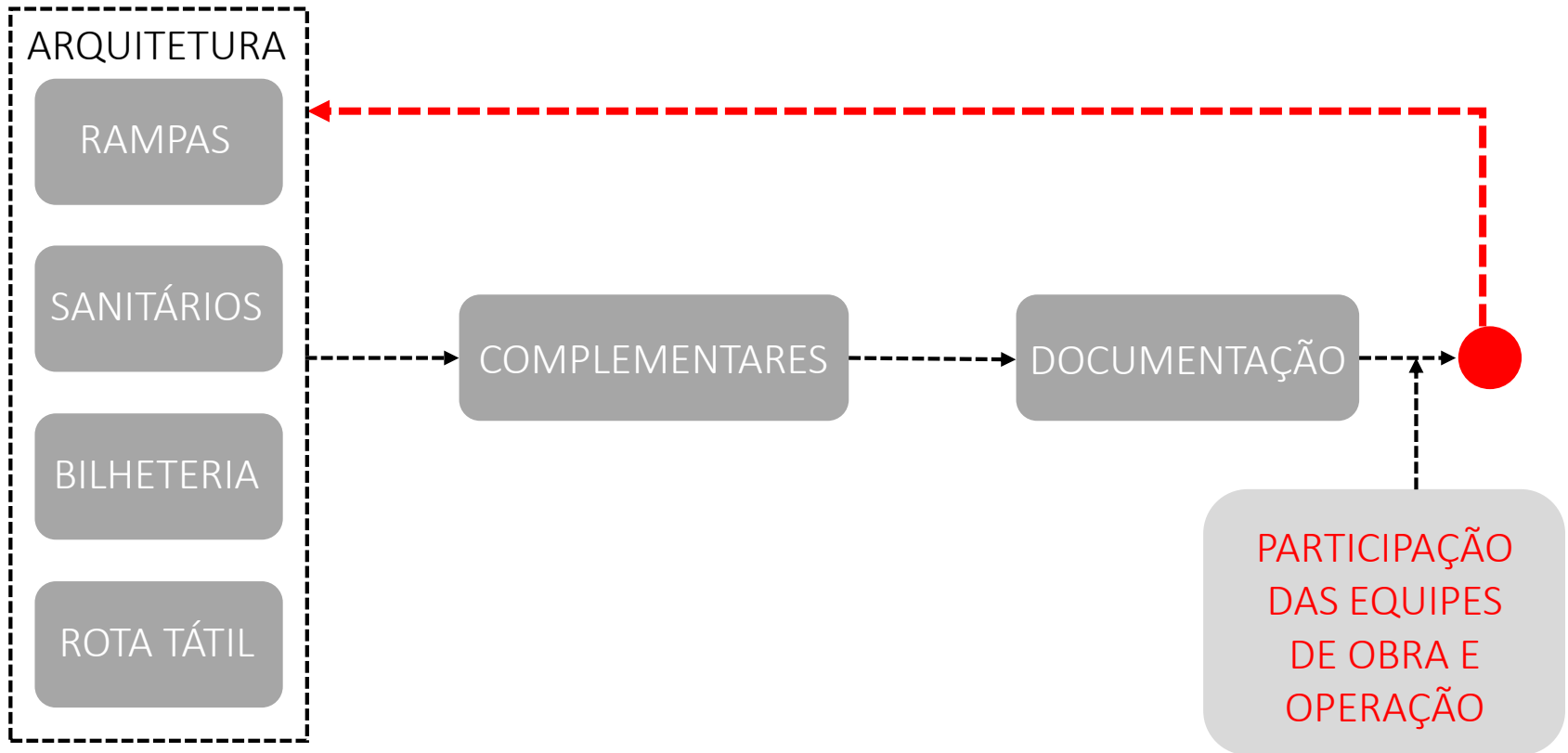
- Reuniões periódicas de Design Review
- Navisworks – Clash detection
- Comunicação facilitada pelo agrupamento da equipe na mesma sala
- Detecção de incompatibilidades

ANÁLISE DOS RESULTADOS

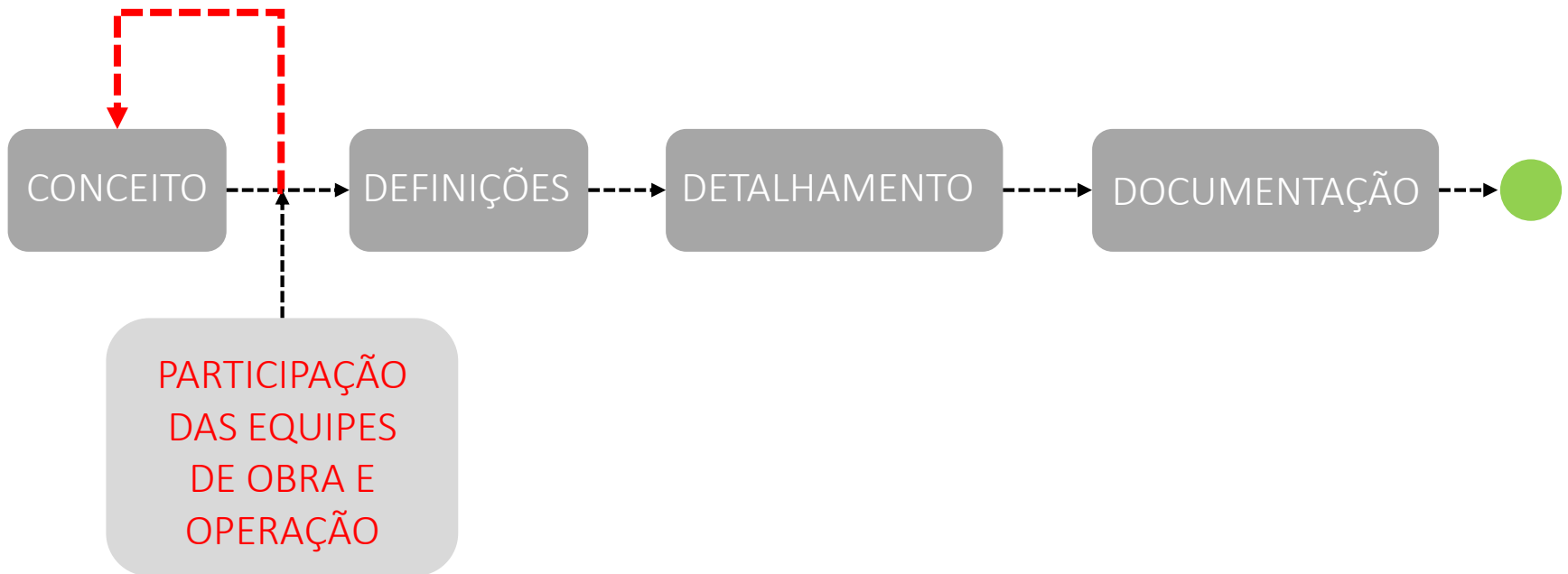
Definição dos LODs



Processo - Segmentação espacial



Processo - Desenvolvimento do modelo + segmentação espacial

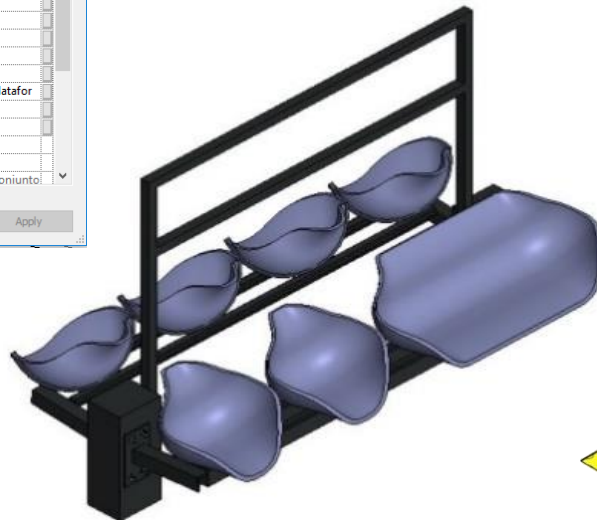
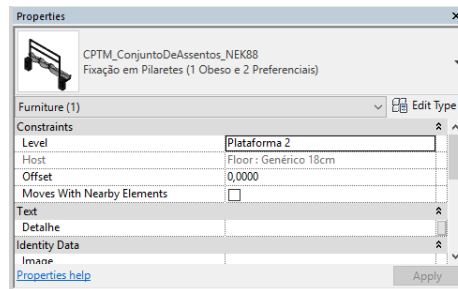
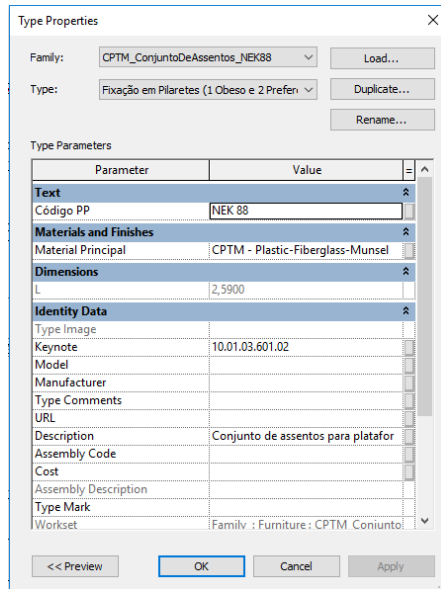


ANÁLISE DOS RESULTADOS

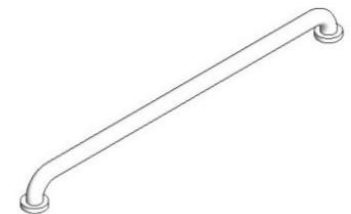
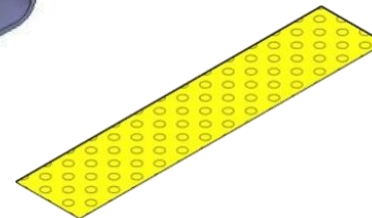
Extração de dados



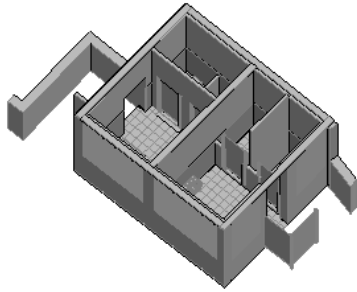
Quantificação - Projetos padrão e SIEC



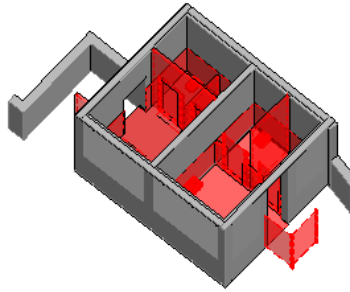
- Recentes mudanças de normas de acessibilidade levaram a alterações nos Projetos Padrão
- Necessidade de atualização contínua
- BIM possibilita maior precisão na quantificação de elementos



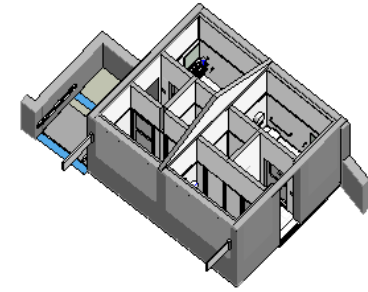
Quantificação - Serviços + fases provisórias



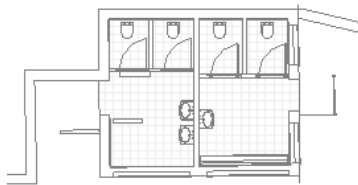
1 SANITÁRIOS - FASE EXISTENTE



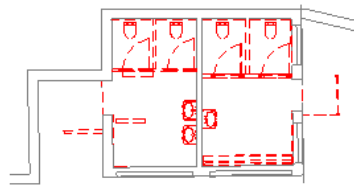
2 SANITÁRIOS - FASE DEMOLIÇÃO



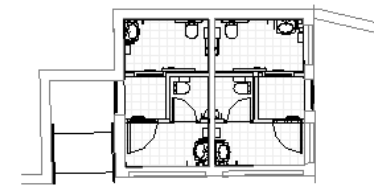
3 SANITÁRIOS - FASE NOVA CONSTRUÇÃO



4 SANITÁRIOS - FASE EXISTENTE
1:100



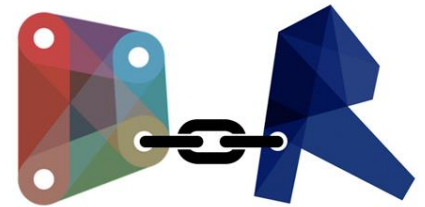
5 SANITÁRIOS - FASE DEMOLIÇÃO
1:100



6 SANITÁRIOS - FASE NOVA CONSTRUÇÃO
1:100

Uso do Dynamo

- Permite automatizar processos e extrair informações que o Revit por si só não permite obter.
 - Metragem quadrada de superfície de elementos como rampas e escadas
 - Volume de rampas e escadas a demolir
 - Preenchimento automático de parâmetros do projeto
 - Extração automática de Planilha de Quantidades
 - Foi utilizada a sala localizada na Frazillio & Ferroni, empresa consultora.
 - Mais facilidade na integração e comunicação da equipe
 - Compatibilização otimizada entre diferentes disciplinas
 - Espaço com equipamentos adequados para reuniões de Design Review
 - Menos distrações com demais atribuições dos projetistas

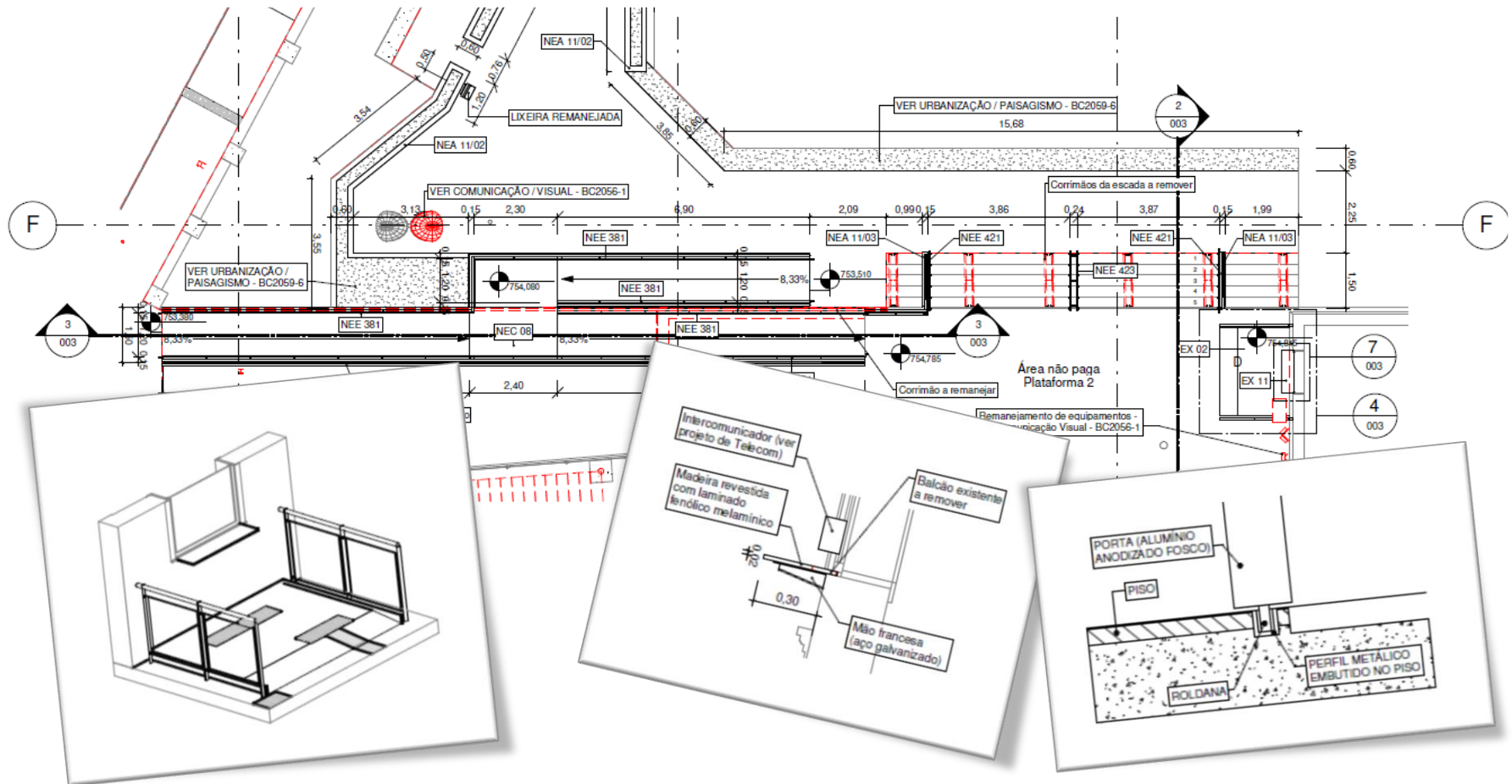


ANÁLISE DOS RESULTADOS

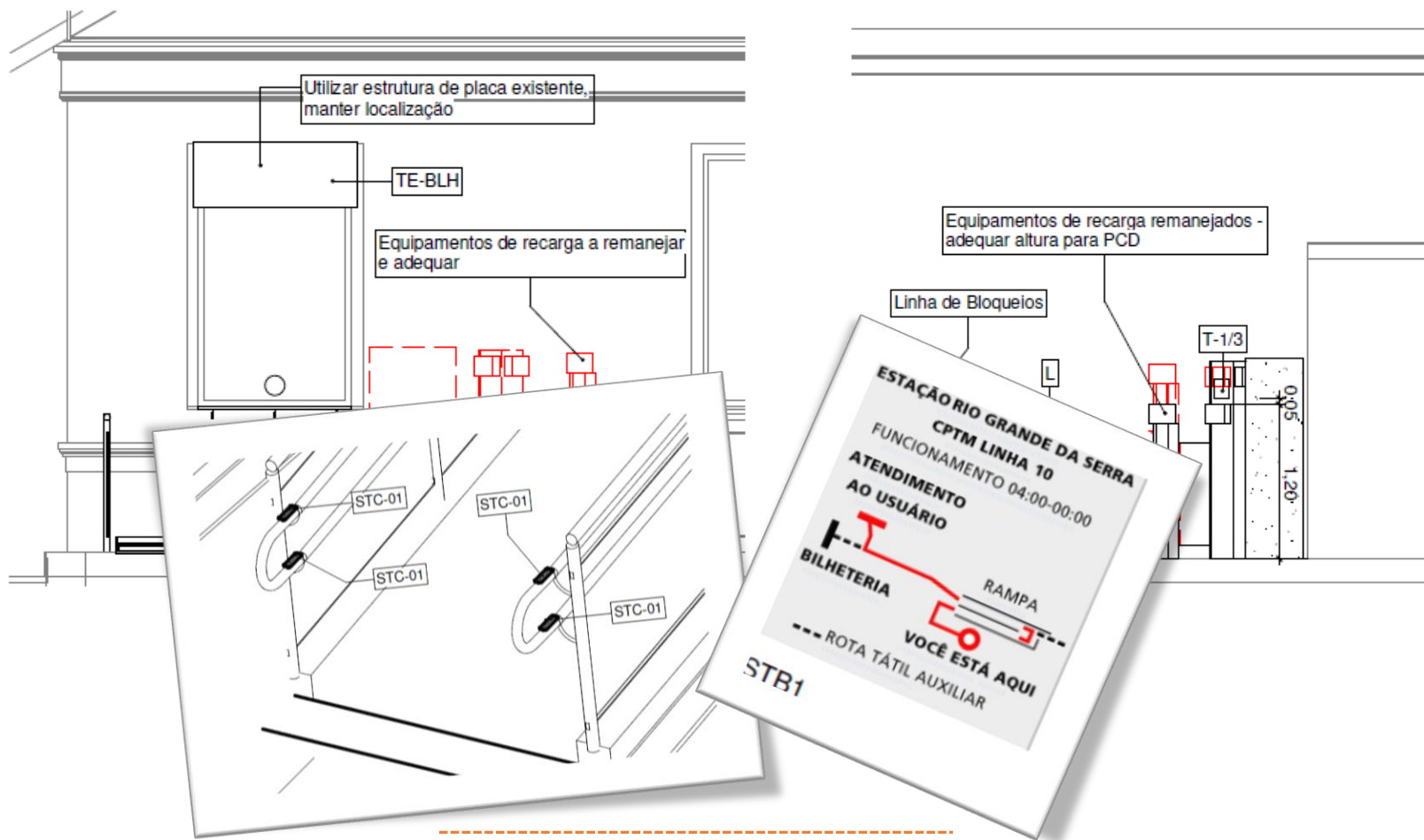
Produto Final - Documentação



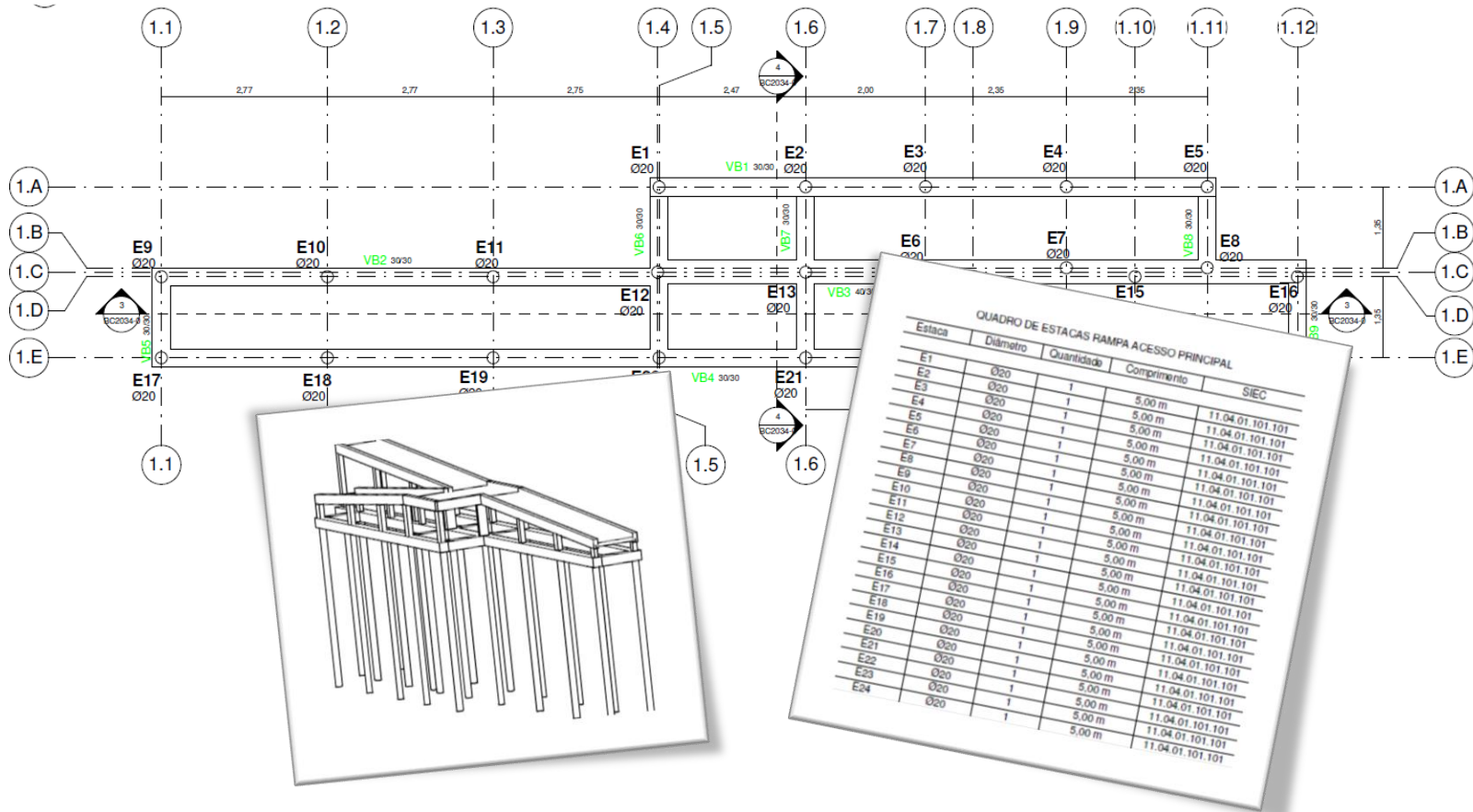
Projetos desenvolvidos - Arquitetura



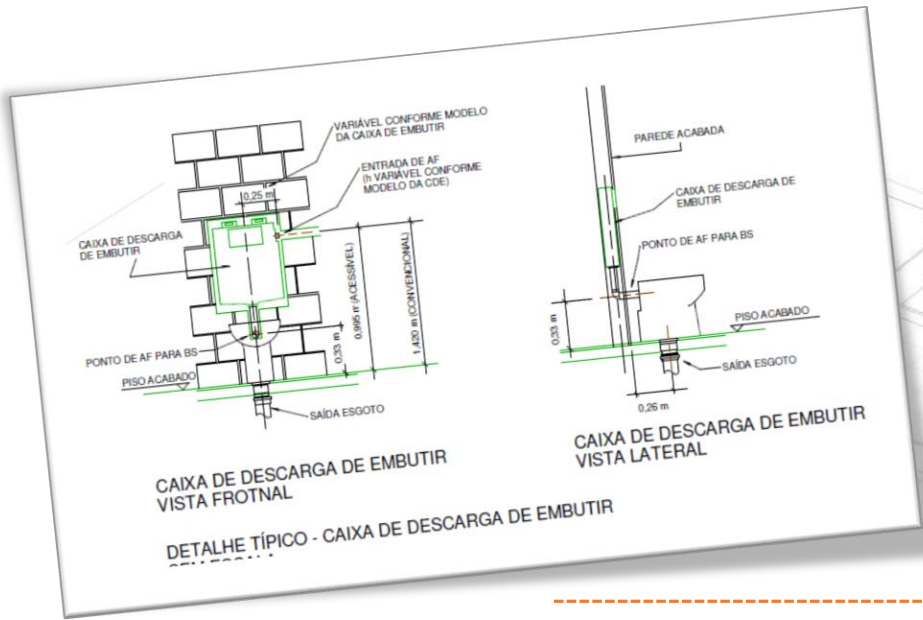
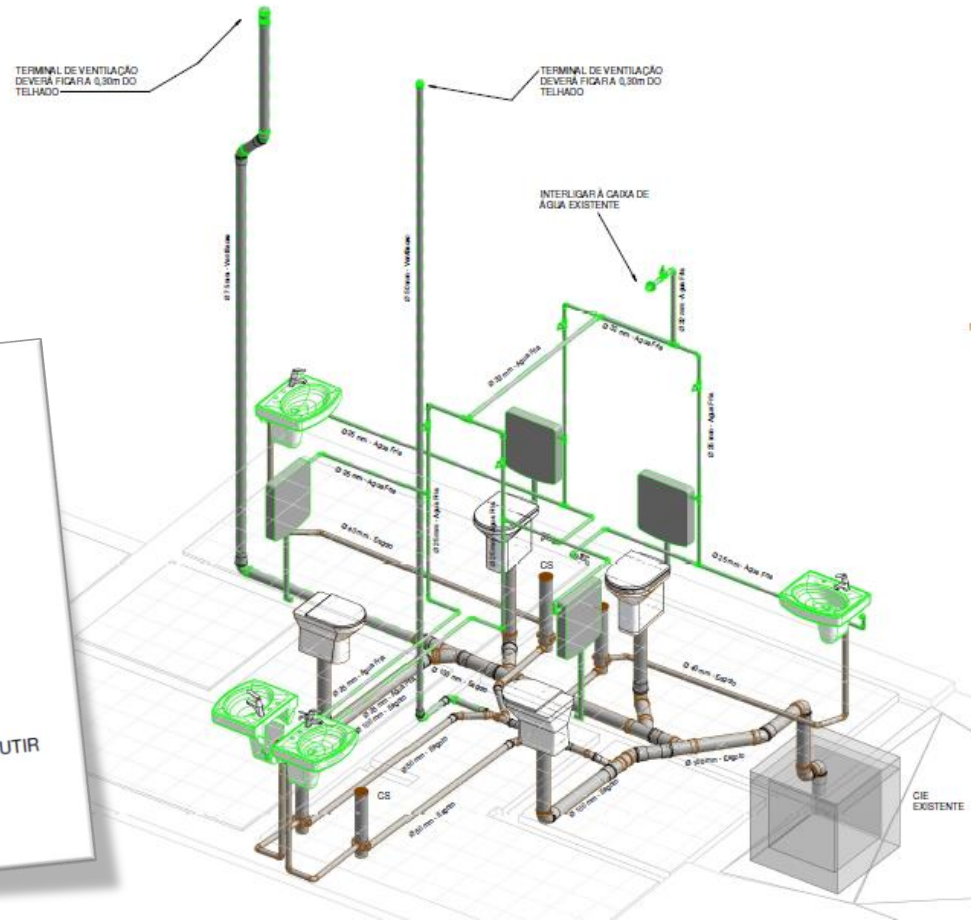
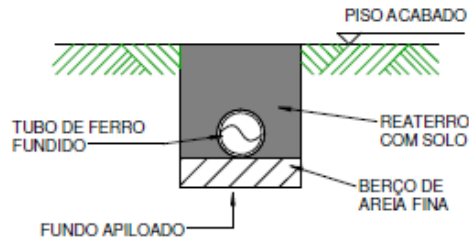
Projetos desenvolvidos – Comunicação Visual



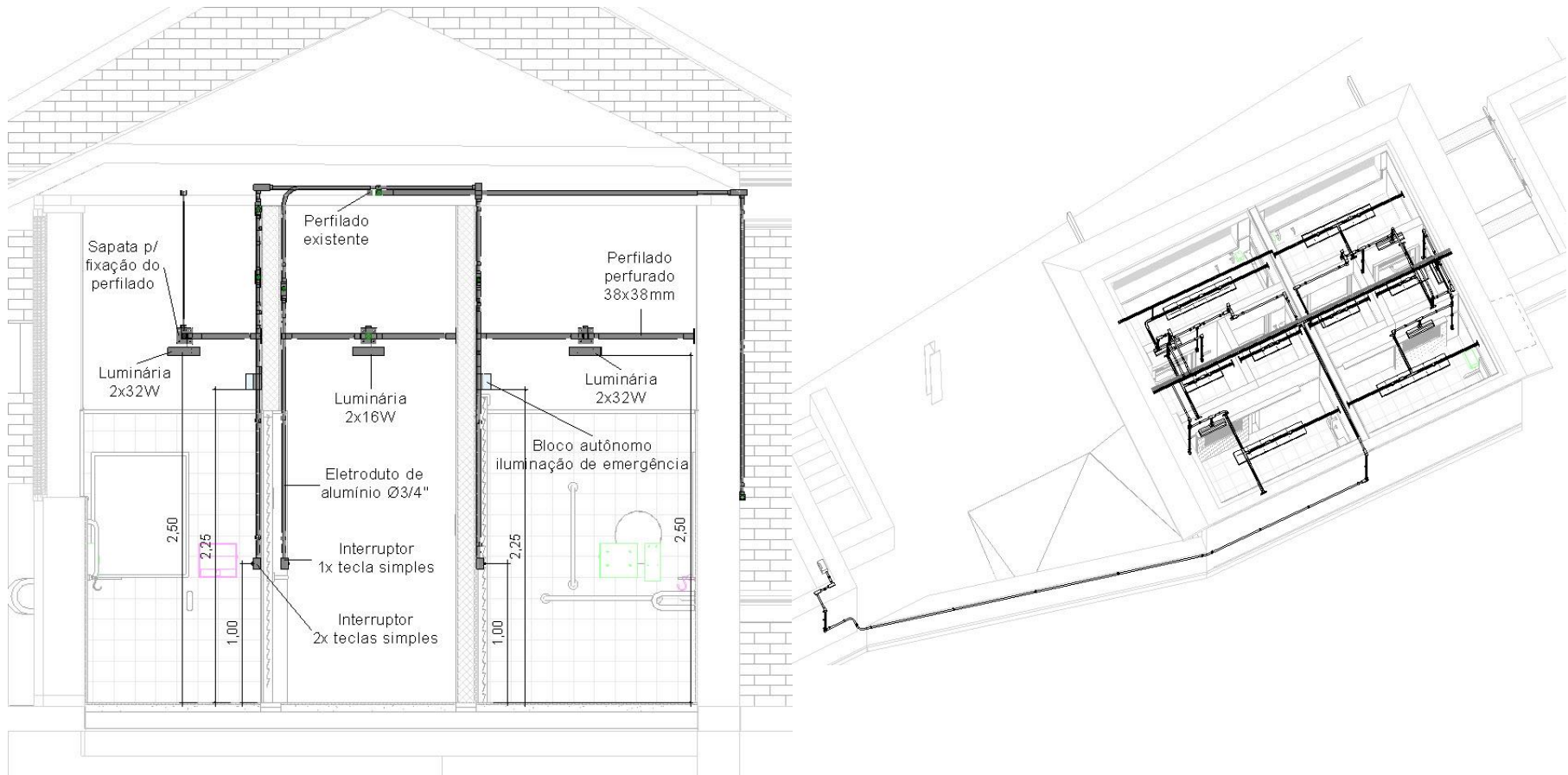
Projetos desenvolvidos - Estrutura



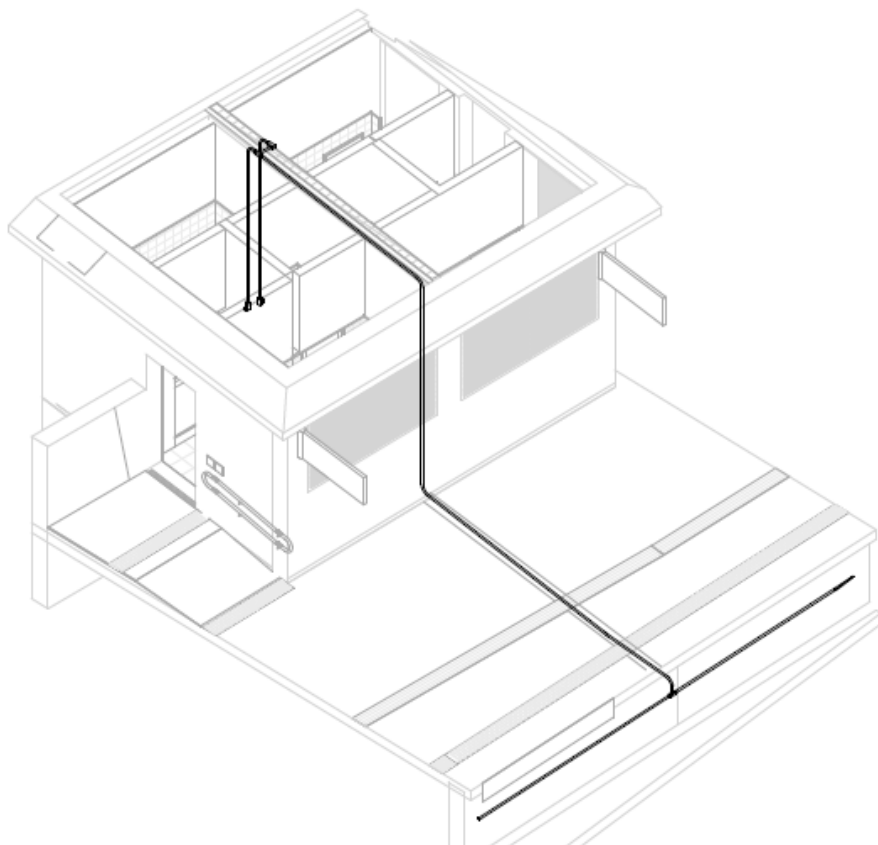
Projetos desenvolvidos - Hidráulica



Projetos desenvolvidos - Elétrica



Projetos desenvolvidos - Sistemas - Telecom



| CONDULETES E CURVAS | | | | |
|---------------------|---|-------|-------|---------------------------|
| CÓDIGO SIEC | DESCRIÇÃO | UNID. | QUANT | AMBIENTE |
| 02.03.05.200.03 | Condulete em liga de alumínio fundido tipo "E" Ø 1" | PÇ | 2 | PLATAFORMA 1 |
| 09.01.02.200.107 | Curva 45° de aço galvanizado Ø 20 mm (3/4"), rosca BSP | PÇ | 50 | PLATAFORMA 1 |
| 09.01.02.200.108 | Curva 45° de aço galvanizado Ø 25 mm (1"), rosca BSP | PÇ | 36 | PLATAFORMA 1 |
| 09.01.02.200.98 | Curva 90° de aço galvanizado diam. 20mm (3/4"), rosca BSP | PÇ | 4 | PLATAFORMA 1 |
| 09.01.02.200.100 | Curva 90° de aço galvanizado Ø 32 mm (1 1/4"), rosca BSP | PÇ | 2 | PLATAFORMA 1 |
| 02.03.05.200.22 | Condulete em liga de alumínio fundido tipo "C" Ø 1 1/4" | PÇ | 1 | PLATAFORMA 1 - MAPA TATIL |
| 02.03.05.200.29 | Condulete em liga de alumínio fundido tipo "LL" Ø 3/4" | PÇ | 3 | PLATAFORMA 1 - MAPA TATIL |
| 09.01.02.200.108 | Curva 45° de aço galvanizado Ø 25 mm (1"), rosca BSP | PÇ | 1 | PLATAFORMA 1 - MAPA TATIL |
| 09.01.02.200.98 | Curva 90° de aço galvanizado diam. 20mm (3/4"), rosca BSP | PÇ | 1 | PLATAFORMA 1 - MAPA TATIL |
| 02.03.05.200.20 | Condulete em liga de alumínio fundido tipo "T" Ø 3/4" | PÇ | 1 | PLATAFORMA 2 |
| 09.01.02.200.107 | Curva 45° de aço galvanizado Ø 20 mm (3/4"), rosca BSP | PÇ | 6 | PLATAFORMA 2 |
| 09.01.02.200.98 | Curva 90° de aço galvanizado diam. 20mm (3/4"), rosca BSP | PÇ | 9 | PLATAFORMA 2 |
| 09.01.02.200.100 | Curva 90° de aço galvanizado Ø 32 mm (1 1/4"), rosca BSP | PÇ | 3 | PLATAFORMA 2 |
| 02.03.05.200.01 | Condulete em liga de alumínio fundido tipo "C" Ø 3/4" | PÇ | 2 | PLATAFORMA 2 - MAPA TATIL |
| 02.03.05.200.29 | Condulete em liga de alumínio fundido tipo "LL" Ø 3/4" | PÇ | 4 | PLATAFORMA 2 - MAPA TATIL |
| 02.03.05.200.23 | Condulete em liga de alumínio fundido tipo "T" Ø 1 1/4" | PÇ | 1 | PLATAFORMA 2 - MAPA TATIL |
| 09.01.02.200.98 | Curva 90° de aço galvanizado diam. 20mm (3/4"), rosca BSP | PÇ | 3 | PLATAFORMA 2 - MAPA TATIL |
| 02.03.05.200.29 | Condulete em liga de alumínio fundido tipo "LL" Ø 3/4" | PÇ | 3 | SANITARIO PLATAFORMA 1 |
| 02.03.05.200.20 | Condulete em liga de alumínio fundido tipo "T" Ø 3/4" | PÇ | 1 | SANITARIO PLATAFORMA 1 |
| 09.01.02.200.107 | Curva 45° de aço galvanizado Ø 20 mm (3/4"), rosca BSP | PÇ | 2 | SANITARIO PLATAFORMA 1 |
| 09.01.02.200.98 | Curva 90° de aço galvanizado diam. 20mm (3/4"), rosca BSP | PÇ | 4 | SANITARIO PLATAFORMA 1 |
| 02.03.05.200.03 | Condulete em liga de alumínio fundido tipo "E" Ø 1" | PÇ | 1 | SANITARIO PLATAFORMA 2 |
| 02.03.05.200.65 | Condulete em liga de alumínio fundido tipo "LR", Ø 3/4" | PÇ | 3 | SANITARIO PLATAFORMA 2 |
| 09.01.02.200.107 | Curva 45° de aço galvanizado Ø 20 mm (3/4"), rosca BSP | PÇ | 2 | SANITARIO PLATAFORMA 2 |
| 09.01.02.200.98 | Curva 90° de aço galvanizado diam. 20mm (3/4"), rosca BSP | PÇ | 4 | SANITARIO PLATAFORMA 2 |
| 02.03.05.200.22 | Condulete em liga de alumínio fundido tipo "C" Ø 1 1/4" | PÇ | 1 | SSO |
| 02.03.05.200.23 | Condulete em liga de alumínio fundido tipo "T" Ø 1 1/4" | PÇ | 1 | SSO |
| 09.01.02.200.100 | Curva 90° de aço galvanizado Ø 32 mm (1 1/4"), rosca BSP | PÇ | 4 | SSO |
| 09.01.02.200.108 | Curva 45° de aço galvanizado Ø 25 mm (1"), rosca BSP | PÇ | 1 | TRAVESSIA |
| 09.01.02.200.100 | Curva 90° de aço galvanizado Ø 32 mm (1 1/4"), rosca BSP | PÇ | 1 | TRAVESSIA |

Projetos desenvolvidos – Planilha de Quantidades

| CÓDIGO | DESCRIÇÃO | UNID | QUANT |
|-----------------|--|---------------------|----------|
| 01 | CANTEIRO DE OBRAS | | |
| 02.01.03.100.01 | Mobilização do Canteiro de Obras | gl | 1,00 |
| 02.01.03.100.02 | Manutenção e Operação do Canteiro de Obras | gl | 1,00 |
| 02.01.03.100.03 | Desmobilização do Canteiro de Obras | gl | 1,00 |
| 02 | SERVIÇOS PRELIMINARES | | |
| 02.01.03.100.06 | Placa de obra | m ² | 9,75 |
| 02.01.00.110.01 | Levantamento planialtimétrico Cadastral, Classe IIPAC | m ² | 1.000,00 |
| 02.01.03.130.02 | Tapume com tela de polietileno | m ² | 1.000,00 |
| 03 | DEMOLIÇÃO | | |
| 03.01 | RUA CAPITÃO JOSÉ GALO | | |
| 02.01.02.310.01 | Demolição de alvenaria de tijolos ou blocos de concreto | m ³ | 3,67 |
| 02.01.02.310.19 | Demolição de concreto armado | m ³ | 10,44 |
| 02.01.02.310.20 | Demolição de concreto simples | m ³ | 21,53 |
| 02.01.02.320.25 | Remoção de corrimão | m | 31,84 |
| 02.01.01.110.01 | Carga e descarga mecanizada de entulho e transporte até o 1º km | m ³ | 35,96 |
| 02.01.01.110.02 | Transporte de entulho além do 1º km | m ³ x km | 1.762,19 |
| 02.01.01.600.06 | Destinação de resíduos classe IIB - não perigoso - inerte | T | 50,35 |
| 03.02 | ACESSO NORTE 1 | | |
| 02.01.00.130.12 | Remoção de pilarete metálico | un | 4,00 |
| 02.01.02.310.01 | Demolição de alvenaria de tijolos ou blocos de concreto | m ³ | 2,50 |
| 02.01.02.310.20 | Demolição de concreto simples | m ³ | 11,24 |
| 02.01.02.320.25 | Remoção de corrimão | m | 37,72 |
| 02.01.02.320.31 | Remoção de grelha metálica para canaleta | m ² | 1,00 |
| 02.01.01.110.01 | Carga e descarga mecanizada de entulho e transporte até o 1º km | m ³ | 14,26 |
| 02.01.01.110.02 | Transporte de entulho além do 1º km | m ³ x km | 698,58 |
| 02.01.01.600.06 | Destinação de resíduos classe IIB - não perigoso - inerte | T | 19,96 |
| 03.03 | ACESSO NORTE 2 | | |
| 02.01.00.130.12 | Remoção de pilarete metálico | un | 2,00 |
| 02.01.02.310.01 | Demolição de alvenaria de tijolos ou blocos de concreto | m ³ | 1,42 |
| 02.01.02.310.16 | Demolição de edificações incluindo a retirada do entulho proveniente da demolição. | m ² | 1,10 |
| 02.01.02.310.19 | Demolição de concreto armado | m ³ | 0,88 |
| 02.01.02.310.26 | Demolição de pavimentação com paralelepípedo rejuntado com areia | m ² | 94,06 |
| 02.01.02.320.14 | Remoção de estrutura metálica | kg | 60,00 |
| 02.01.02.320.25 | Remoção de corrimão | m | 29,01 |
| 02.01.01.110.01 | Carga e descarga mecanizada de entulho e transporte até o 1º km | m ³ | 12,13 |
| 02.01.01.110.02 | Transporte de entulho além do 1º km | m ³ x km | 594,18 |

| CÓDIGO | DESCRIÇÃO | UNID | QUANT |
|------------------|--|------|--------|
| 02.03.05.600.02 | Duto corrugado em PEAD (polietileno de alta densidade), para proteção de cabos subterrâneos: Ø 2" (50 mm) | m | 85,93 |
| 02.03.05.900.04 | Caixa de passagem em alvenaria de 0,50 x 0,50 x 0,50 m com tampa de concreto | un | 6,00 |
| 02.03.06.310.28 | Disjuntor bipolar termomagnético de 2 A em quadro de distribuição | un | 2,00 |
| 02.03.10.100.108 | Cabo isolado em HEPR não halogenado, com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos, seção 2,50mm ² - 0,6 / 1kV - 90°C - flexível | m | 68,61 |
| 02.03.10.100.151 | Cabo de Cobre Múltiplo tipo PP 2x # 2,5 mm ² tipo AFUMEX da PIRELLI ou Equivalente | m | 145,47 |
| 07.03 | SANITÁRIO ACESSÍVEL - PLATAFORMA 1 (ELÉTRICA) | | |
| 02.03.05.150.02 | Eletroduto de Alumínio Ø3/4", fabricado em Alumínio Incorrosível Extrudado em Liga ALCAIH 50-S, com rosca nas duas pontas, com acessórios | m | 5,36 |
| 02.03.05.150.03 | Eletroduto de Alumínio Ø1", fabricado em Alumínio Incorrosível Extrudado em Liga ALCAIH 50-S, com rosca nas duas pontas, com acessórios | m | 12,11 |
| 02.03.05.150.13 | Abraçadeira tipo "BC" em liga de alumínio fundido para eletrodutos, Ø 3/4" | un | 12,00 |
| 02.03.05.150.14 | Abraçadeira tipo "BC" em liga de alumínio fundido para eletrodutos, Ø 1" | un | 10,00 |
| 02.03.05.200.12 | Condulete em liga de alumínio fundido tipo "C" Ø 1" | un | 1,00 |
| 02.03.05.200.20 | Condulete em liga de alumínio fundido tipo "T" Ø 3/4" | un | 2,00 |
| 02.03.05.200.29 | Condulete em liga de alumínio fundido tipo "LL" Ø 3/4" | un | 4,00 |
| 02.03.05.200.30 | Condulete em liga de alumínio fundido tipo "LL" Ø 1" | un | 1,00 |
| 02.03.05.300.14 | Perfilado perfurado em chapa de aço com tampa, dimensões 38 x 38 mm | m | 2,44 |
| 02.03.05.300.24 | Caixa para tomada fixa perfil com tampa e tomada universal para perfilado | un | 1,00 |
| 02.03.09.110.02 | Tomada universal dois pólos 10 A - 250 V | un | 1,00 |
| 02.03.09.210.11 | Interruptor, uma tecla simples: 10 A - 250 V | un | 1,00 |
| 02.03.10.100.108 | Cabo isolado em HEPR não halogenado, com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos, seção 2,50mm ² - 0,6 / 1kV - 90°C - flexível | m | 56,05 |
| 02.03.11.100.61 | Luminária Industrial Pendente, fechada para 2 Lâmpadas Fluorescentes de 32W/220V, AFP-PR, fabricada em chapa de aço tratada e pintura eletrostática branca, com refletor de alumínio anodizado brilhante | un | 1,00 |
| 02.03.11.210.02 | Bloco autônomo de luz de emergência com lâmpada fluorescente, com bateria recarregável com autonomia de uma hora | un | 1,00 |
| 07.04 | SANITÁRIO ACESSÍVEL - PLATAFORMA 2 (ELÉTRICA) | | |
| 02.01.05.800.01 | Enchimento de rasgo em concreto com argamassa mista traço 1-4, para tubulação com diâmetro de 15 mm (1/2") a 25 mm (1") | m | 9,67 |
| 02.01.05.800.04 | Corte em concreto para passagem de tubulação, sem utilização de equipamentos, 1/2" à 1" (faixa de diâmetro: de 15 a 25 mm) | m | 9,67 |
| 02.03.05.100.12 | Abraçadeira tipo "D" com chaveta, em aço galvanizado, para eletrodutos de 3/4" - ref. Conex | un | 1,00 |
| 02.03.05.150.02 | Eletroduto de Alumínio Ø3/4", fabricado em Alumínio Incorrosível Extrudado em Liga ALCAIH 50-S, com rosca nas duas pontas, com acessórios | m | 14,18 |
| 02.03.05.150.03 | Eletroduto de Alumínio Ø1", fabricado em Alumínio Incorrosível Extrudado em Liga ALCAIH 50-S, com rosca nas duas pontas, com acessórios | m | 64,04 |
| 02.03.05.150.09 | Curva 90º em Alumínio Ø 3/4", fabricada em Alumínio Incorrosível | un | 2,00 |
| 02.03.05.150.13 | Abraçadeira tipo "BC" em liga de alumínio fundido para eletrodutos, Ø 3/4" | un | 23,00 |
| 02.03.05.150.14 | Abraçadeira tipo "BC" em liga de alumínio fundido para eletrodutos, Ø 1" | un | 45,00 |



CONCLUSÕES

Conclusões



Conclusões

- BIM evidencia problemas de processo de projeto que sempre existiram
- Mais tempo gasto com a conceituação do projeto e menos tempo gasto com a documentação
- Produto final mais detalhado e com maior qualidade
- Produto mais detalhado leva a orçamento mais preciso
- Expectativa de minimizar imprevistos e gastos em obra



CONCLUSÕES

Próximos passos



Próximos passos



- Conclusão dos projetos de adaptação à acessibilidade – Mogi das Cruzes, Jaraguá, Várzea Paulista
- Elaboração de Cronograma Físico-financeiro dos projetos elaborados
- Contratação de Obra com atualização do Modelo em BIM
- Implantação do BIM nas Diretorias de Engenharia e Operação (DE e DO), abrangendo as áreas de Obra, Operação e Manutenção da CPTM.



Inauguração Sala Interativa de Projetos - CPTM



O uso do BIM em projetos de estações ferroviárias | Experiência na prática - CPTM

Daniela Doval Santos
Luiza Orsini Cavalcanti

23ª Semana de Tecnologia Metroferroviária

