

3º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

CATEGORIA 3

METODOLOGIA DE PROJETO PARA DESENVOLVIMENTO EM BIM DAS

ESTAÇÕES DA LINHA 2 METRÔ BAHIA - SALVADOR, 2014-2016

## INTRODUÇÃO

Embora já presente no mercado, a introdução do processo BIM (modelagem da informação da construção) em projetos metroferroviários está em seu estágio inicial. A complexidade inerente a estes projetos, impõe um desafio pela singularidade de suas composições (famílias). Por outro lado, ao se aplicar o processo BIM neste contexto, com o devido planejamento, observam-se ganhos evidentes, pois se insere a possibilidade de tratar o projeto de maneira interconectada, antevendo problemas em obra.

Nesta etapa de implementação, com ainda poucos exemplos de obras metroferroviárias em BIM concluídas no Brasil, é necessário que projetistas e clientes possam caminhar em conjunto para traçar os novos processos envolvidos para esta indústria. O presente trabalho

propõe a exposição da metodologia aplicada no desenvolvimento em BIM das estações típicas da Linha 2 do Metrô Bahia, na cidade de Salvador. São elas, Pernambués, Imbuí, CAB, Pituacu, Flamboyant, Tamburugy, Bairro da Paz, Mussurunga e Aeroporto.



**Figura 1 – Metrô Bahia - Linhas 1 Vermelha e 2 Azul.**

## **DIAGNÓSTICO**

A Linha 2 do Metrô Bahia compreende 12 estações que partem do centro de Salvador em direção ao Aeroporto Internacional Dep. Luís Eduardo Magalhães. Destas 12 estações, 9 encontram-se ao longo da Av. Paralela, uma grande avenida de ao menos 4 faixas de rolagem em cada direção e um generoso canteiro central. Compostas pelo corpo da estação (mezanino e plataforma), salas operacionais e salas técnicas locadas no canteiro central e

acessos localdos em ambos os lados da avenida, possuem uma similaridade de implantação que possibilitou agrupá-las como estações típicas, que receberiam soluções de projeto similares.

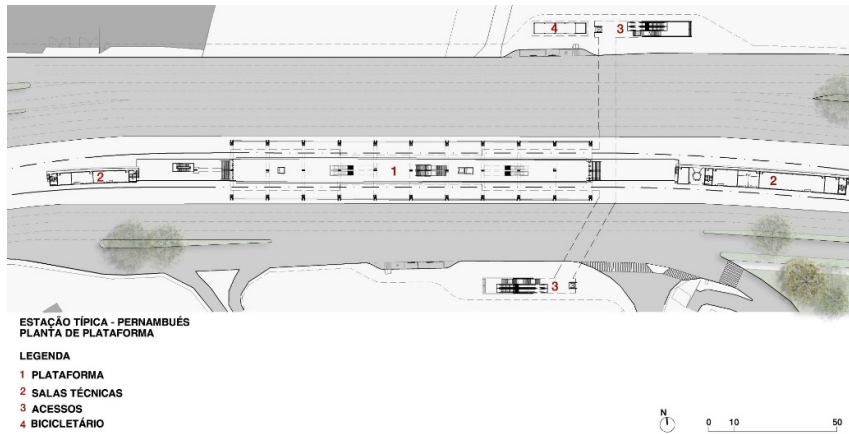


Figura 2 – Metrô Bahia - Estação Pernambuco. Planta de Plataforma. Fonte: JBMC.

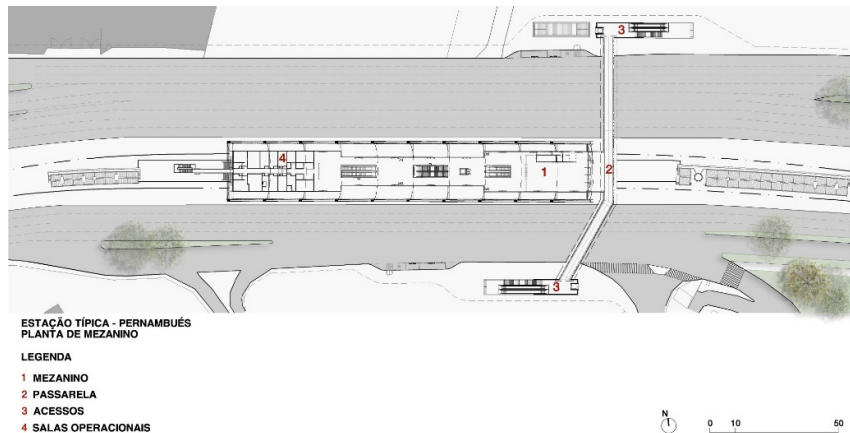
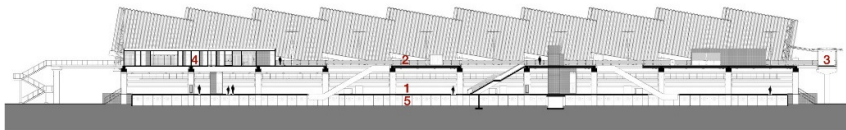


Figura 3 – Metrô Bahia - Estação Pernambuco. Planta de Mezanino. Fonte: JBMC.



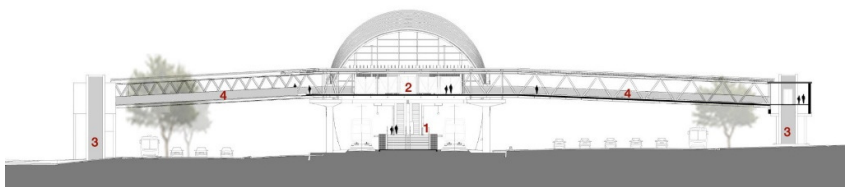
ESTAÇÃO TÍPICA - PERNAMBUÉS  
CORTE LONGITUDINAL

LEGENDA

- 1 PLATAFORMA
- 2 MEZANINO
- 3 PASSARELA
- 4 SALAS OPERACIONAIS
- 5 PORÃO DE CABOS

0 5 20

**Figura 4 – Metrô Bahia - Estação Pernambués. Corte Longitudinal. Fonte: JBMC.**



ESTAÇÃO TÍPICA - PERNAMBUÉS  
CORTE TRANSVERSAL

LEGENDA

- 1 PLATAFORMA
- 2 MEZANINO
- 3 ACESSOS
- 4 PASSARELA

0 5 20

**Figura 5 – Metrô Bahia - Estação Pernambués. Corte Transversal. Fonte: JBMC.**

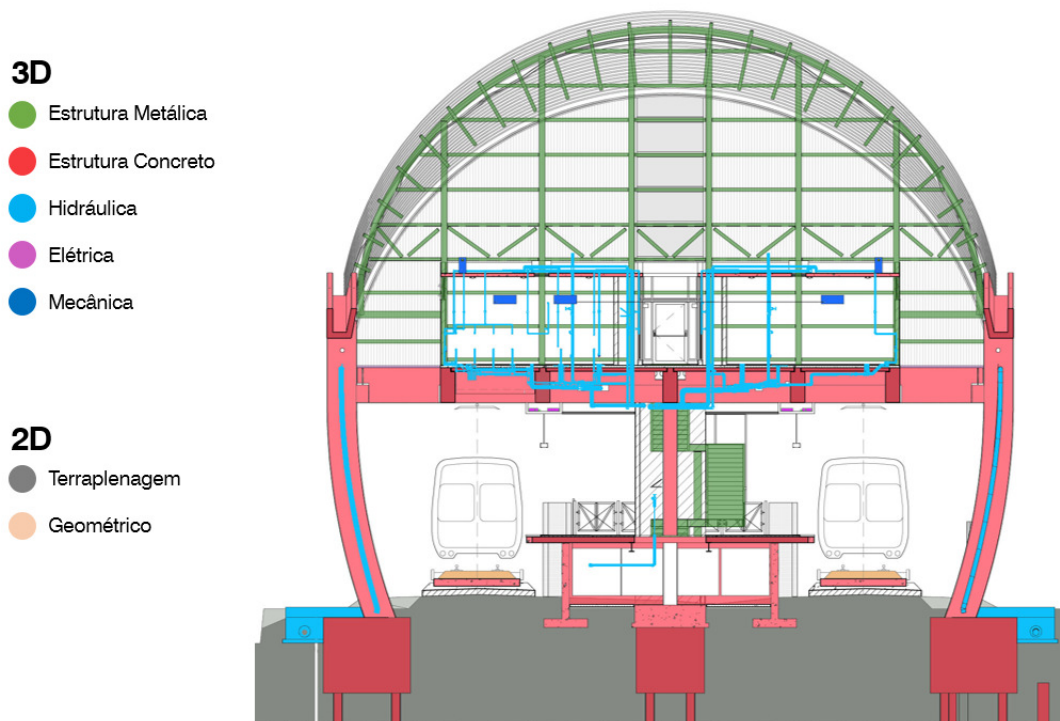
Em resposta ao cronograma compacto, o Projeto Conceitual foi desenvolvido em maior profundidade, contando não só com arquitetura e estrutura, mas também com as disciplinas de elétrica, de hidráulica, de mecânica e a validação constante junto ao Cliente. Isso permitiu que o Projeto Executivo fosse desenvolvido em seguida, suprimindo a necessidade do Projeto Básico e permitindo que as disciplinas iniciassem os seus projetos de maneira simultânea, uma das premissas para o cumprimento dos prazos de obra.

Embora as estações possuíssem características similares, para o cumprimento dos prazos do Projeto Executivo, seriam necessárias equipes sobrepostas em ações simultâneas em um

modelo de trabalho tradicional, em 2D. A fim de viabilizar o cronograma de obra e também aumentar a eficiência e confiabilidade do serviço produzido, sob a iniciativa da Promon Engenharia, em parceria com a JBMC Arquitetura & Urbanismo, tomou-se a decisão de realizar o desenvolvimento das Estações Típicas da Linha 2 do Metrô Bahia em BIM.

O desenvolvimento do projeto em BIM apresentou-se como uma grande oportunidade de ganhos de eficiência não só em projeto, mas também em obra. Em um projeto desenvolvido em BIM, um modelo é a representação digital do projeto a ser construído é composto por diferentes arquivos de cada disciplina envolvida. Ou seja, uma viga de concreto é modelada e está contida no arquivo de concreto que, por sua vez, está contido no arquivo das demais disciplinas.

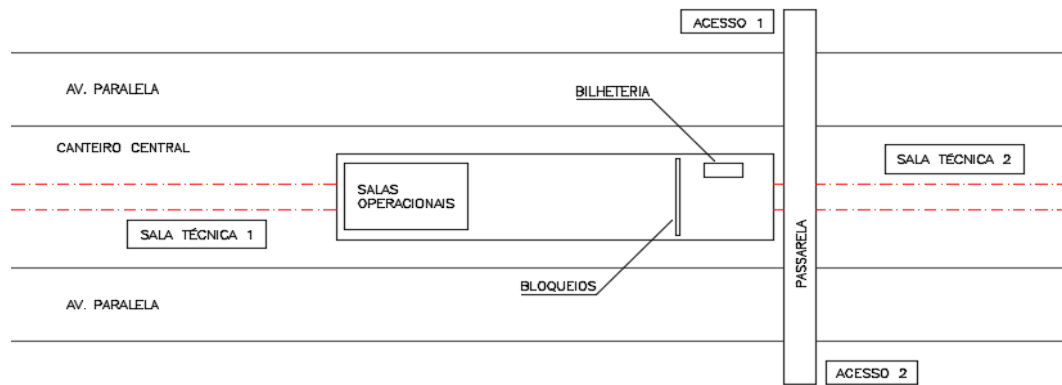
A transição do modelo tradicional em 2D para modelos em 3D compostos por cada disciplina de maneira interdependente permite uma melhor compatibilização entre os projetos, em um ambiente em que - a todo momento - é possível visualizar Arquitetura, Estruturas de Concreto, Metálica, Elétrica, Hidráulica e Mecânica simultaneamente, reforçando a confiabilidade das soluções, rapidamente levantadas e discutidas de maneira holística.



**Figura 6 – Metrô Bahia - Estações Típicas. Diagrama disciplinas.**

Após a tomada de decisão pelo processo em BIM, durante o desenvolvimento do Projeto Conceitual das Estações, foi realizado o alinhamento entre as disciplinas envolvidas no projeto, para que o mesmo fosse estruturado de maneira coerente com as demandas requeridas tanto pelo Cliente, quanto pelas próprias disciplinas.

Tendo em mente a composição simplificada das Estações conforme o diagrama abaixo, foi realizado um Workshop para estruturar o trabalho a ser desenvolvido. O Workshop contou com representantes de cada disciplina a ser desenvolvida em BIM e também com consultores de Arquitetura, Estrutura e MEP da Frazillio Ferroni.



**Figura 7 – Metrô Bahia - Estações Típicas. Diagrama composição.**

Para viabilizar o desenvolvimento das Estações de maneira praticamente simultânea, a estrutura de trabalho foi além da divisão dos modelos entre disciplinas, desconstruindo as Estações em diferentes arquivos ou "partes" dentro da própria disciplina. Ou seja, a divisão do trabalho deixou de focar em Estações e passou a focar na modelagem e documentação de cada componente. No caso da Arquitetura, as estações eram compostas por arquivos do corpo da estação, sala operacional, bilheteria e salas técnicas. Os itens não típicos e variáveis eram modelados e documentados no arquivo final de cada estação, contendo os bloqueios, passarelas e acessos.

Desta forma, se tornou possível utilizar o mesmo modelo e detalhamento de cada "parte" para diferentes Estações, reduzindo o custo de homem-hora para o desenvolvimento do projeto como um todo e permitindo que uma equipe concisa e alinhada pudesse desenvolver todas as Estações.

Por exemplo, o mesmo arquivo das salas operacionais foi utilizado para 4 das estações centrais (Pernambucós, CAB, Flamboyant e Tamburugy) e todas as alterações de projeto realizadas nele de modelagem e documentação eram atualizadas automaticamente para todas as Estações que o continham. O modelo final, portanto, permite a evolução tanto do projeto típico, quanto do específico, de maneira paralela.

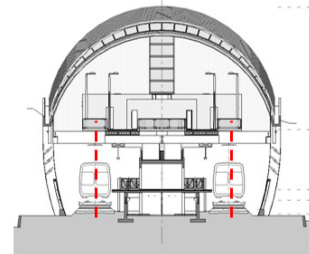
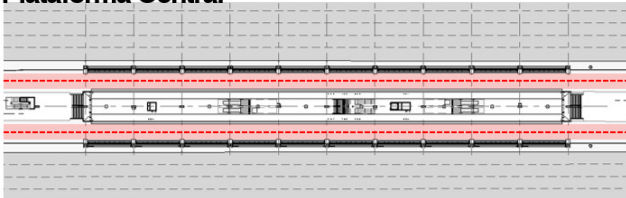
## **ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Embora as soluções buscassem sempre a tipificação, as nove estações apresentam dois tipos de plataformas (centrais e laterais), combinadas com dois tipos de salas operacionais (centrais ou laterais), diferentes bilheterias e diferentes conjuntos de salas técnicas. Ou seja, apesar das soluções típicas, o trabalho necessitava de uma matriz de soluções, viabilizando diversas combinações distintas.

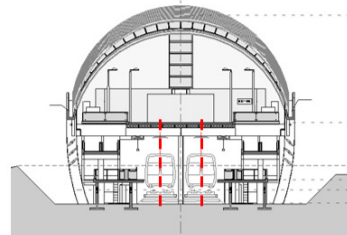
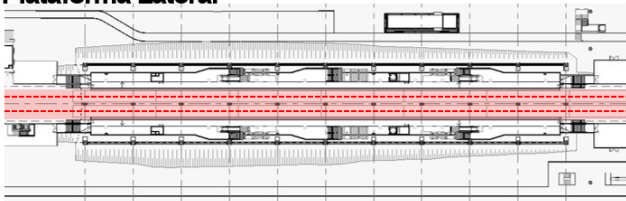


Ademais, por questões de operação, as Estações também possuíam implantações rotacionadas em 180º com relação ao alinhamento de projeto, acrescentando complexidade à estruturação do trabalho.

**Plataforma Central**

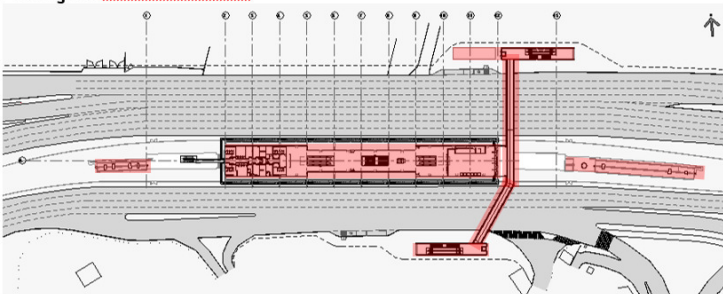


**Plataforma Lateral**

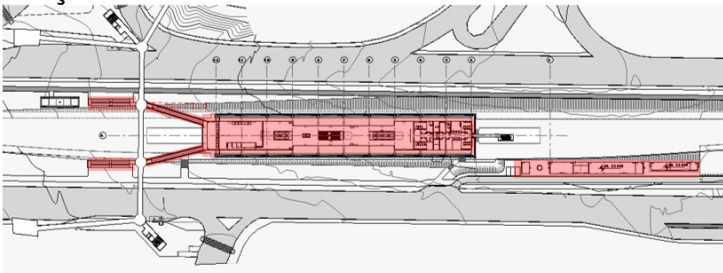


**Figura 8 – Metrô Bahia - Estações Típicas. Plataformas Central e Lateral.**

**Estação Pernambuco**



**Estação CAB**



**Figura 9 – Metrô Bahia - Estações Típicas. Implantação Pernambuco e CAB.**

## Composição do Modelo

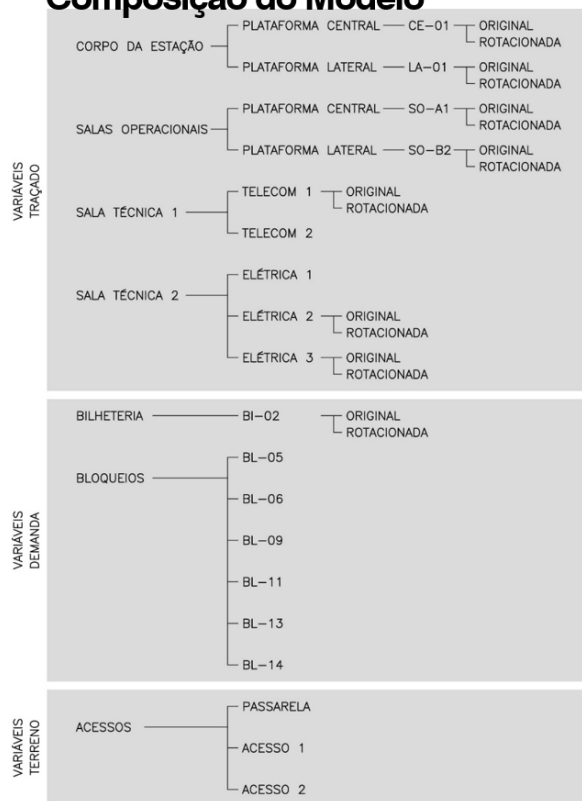


Figura 10 – Metrô Bahia - Estações Típicas. Composição do Modelo.

### Resumo Links + Rotações

Nome	Plataforma	Corpo da Estação	Salas Oper.	Escadas Emergência	Bloqueios	Bilheteria	Sala Técnica 1	Sala Técnica 2
Pernambuéis	Central	CE-01	SO-A1	EE2-01	BL-11	BI-02	Telecom 1	Elétrica 1
CAB	Central	CE-01	SO-A1	EE2-01	BL-06	BI-02	Telecom 1	Elétrica 3
Flamboyant	Central	CE-01	SO-A1	EE2-01	BL-13	BI-02	Telecom 1	Elétrica 3
Tamburugy	Central	CE-01	SO-A1	EE2-01	BL-09	BI-02	Telecom 1	Elétrica 2
Imbuí	Lateral	LA-01	SO-B2	EE2-02	BL-14	BI-02	Telecom 1	Elétrica 2
Bairro da Paz	Lateral	LA-01	SO-B2	EE2-02	BL-05	BI-02	Telecom 2	Elétrica 3

Modelo que alimenta os arquivos dos projetos das estações

Modelo rotacionado que alimenta os arquivos dos projetos das estações

Figura 11 – Metrô Bahia - Estações Típicas. Resumo para as Estações Pernambuéis, CAB, Flamboyant, Tamburugy, Imbuí e Bairro da Paz.

Apesar da inclusão de diferentes soluções ao longo do desenvolvimento do projeto, a estrutura dos arquivos permitiu que as Estações cumprissem os seus prazos de maneira independente e que grande parte dos esforços fossem utilizados para mais de uma Estação.

## **EQUIPE DE TRABALHO**

A desconstrução das Estações em diferentes componentes também permitiu uma melhor estruturação da equipe de desenvolvimento do projeto. No caso da Arquitetura, a divisão do trabalho permitiu a diferenciação entre profissionais com maior senioridade de metodologia e coordenação, profissionais focados em modelagem e profissionais focados em documentação. A equipe de desenvolvimento das Estações Típicas, de 7 arquitetos, em seis meses, foi responsável pelo desenvolvimento de seis Estações, com a 669 documentos emitidos.

A organização dos arquivos se mostrou crucial para a automação das informações, exigindo que, embora controlada por apenas alguns integrantes da equipe, todos os envolvidos possuíssem um grau elevado de cuidado, a fim de garantir a integridade dos modelos, onde um erro poderia ser propagado para inúmeros documentos.

## **REVISÕES DE PROJETO**

Tendo em vista o cronograma conciso a ser cumprido, desde o início do projeto, a estrutura do trabalho também considerou a necessidade de novas emissões contendo revisões de projeto. Em prazos curtos e em projetos que contam com a tipificação de soluções, é esperado que alterações sejam feitas no desenvolver dos tipos e que atualizações sejam feitas para os primeiros projetos emitidos.

Como as Estações compartilham os mesmos arquivos, à medida que um componente do projeto era desenvolvido, era possível realizar a reemissão dos projetos iniciais sem grandes esforços, o que permitiu uma maior eficiência na resposta dos projetistas às demandas de projeto e do Cliente.

## **CONCLUSÕES**

O conhecimento prévio do processo de trabalho tradicional foi imprescindível para a estruturação da metodologia adotada. Desta forma, foi possível prever e estabelecer mecanismos para suprir as necessidades de evolução e revisão dos projetos sem ferir o cronograma pré-estabelecido.

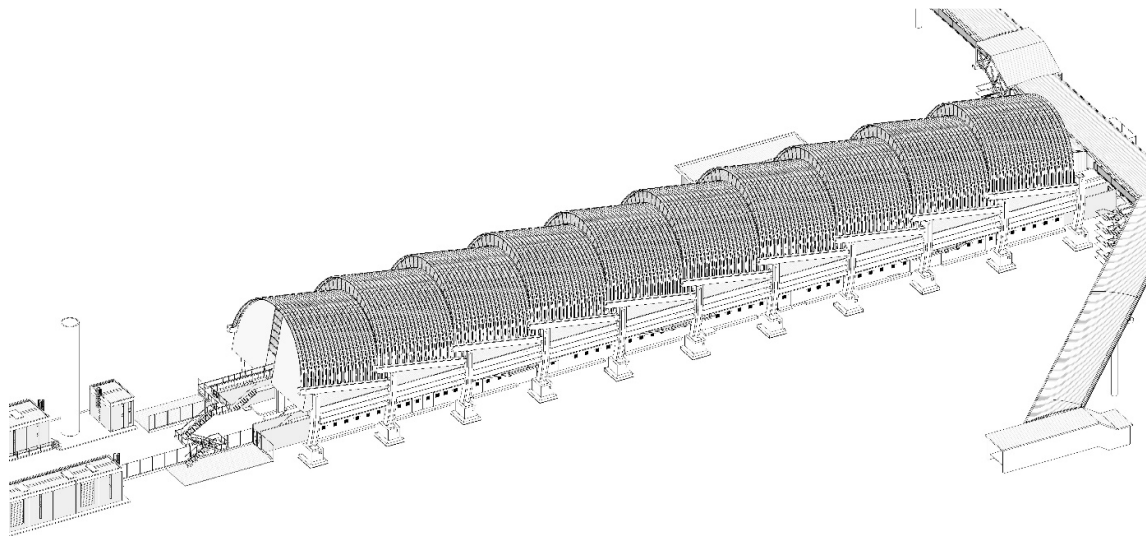
A senioridade da equipe também pode ser considerada como fundamental, pois todo processo que se baseia na automação de informações necessita de posicionamentos críticos, para que o ganho de produtividade seja confiável.

Em suma, tanto metodologia, quanto equipe foram essenciais para o atendimento dos requisitos de prazo e qualidade técnica para o desenvolvimento dos projetos das Estações

Típicas da Linha 2 do Metrô Bahia, bem como a viabilização das obras, cujas primeiras finalizações estão previstas para o final de 2016.



**Figura 12 – Metrô Bahia - Estação Imbuí. Fonte: CCR Metrô Bahia.**



**Figura 13 – Metrô Bahia - Estação Imbuí.**

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

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.

bimstore bible (v13.0-Revit). Reino Unido: bimstore, 2015.

Guia AsBEA Boas Práticas em BIM - Fascículo 1. São Paulo: GT BIM AsBEA, 2013.

Mainardi, Antônio Ivo. O BIM chegou à primeira estação: Ponte Grande. São Paulo: AEAMESP, 2015.