

# Desenvolvimento de projetos BIM para operação remota de uma estação de tratamento de óleo mineral

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.142.10>

**Matheus Castelo<sup>1</sup>, Bernardo Beltrão<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> TPF Engenharia, Recife, Brasil

## Resumo

O objetivo do artigo é apresentar as metodologias para desenvolvimento dos projetos básicos civis e industriais de uma Estação de Tratamento de Óleo Mineral (ETO) em BIM. A contratante possuía maturidade BIM ainda em amadurecimento e alto grau de exigências, que foram transmitidos através principalmente do Termo de Referência do contrato. O objetivo da adoção do BIM visou, sobretudo, a atender às necessidades de Operação & Manutenção (O&M) da ETO, além de trazer assertividade técnica e financeira à execução da obra. O primeiro desafio consistiu em desenvolver o projeto com vista a possibilitar a operação remota da ETO. As principais ferramentas autorais utilizadas foram Autodesk Revit e Civil 3D, e o compartilhamento de informações foi realizado via padrões openBIM – *Industry Foundation Classes* (IFC) e *BIM Collaboration Format* (BCF). A coordenação BIM buscou interpretar os requisitos do cliente e, com isso, estruturou fluxos de trabalho fundamentados na gestão integrada da informação, através de contêineres dispostos em um Ambiente Comum de Dados (CDE), em conformidade com normas e melhores práticas. O grande destaque, nesse sentido, foi o esmero pela gestão da informação, com aplicação de ferramentas baseadas em metodologias ágeis, através também da utilização do Microsoft Azure e do Project.

## 1. Introdução

O projeto da ETO em questão foi fundamentalmente pioneiro por diversas razões, dentre as quais se destacam o seu pioneirismo – já que não há referências palpáveis próximas aos requisitos da contratante – e o fato de ser uma aplicação da metodologia BIM para um projeto de um empreendimento industrial, que se pretende operar e monitorar remotamente.

Nesse sentido, a entidade demandante contratou um consórcio para a realização dos serviços descritos neste artigo, com requisitos específicos de funcionamento dos sistema e, não menos importante, de que maneira tais exigências se materializariam em entregáveis BIM.

Ao longo do artigo, serão descritos todos os processos principais associados ao projeto básico da ETO, sob pontos de vista gerencial e técnico, com destaque para tudo o que o fez um diferencial quando comparado a demais contratações BIM atuais.

## 2. Planejamento BIM

### 2.1. Fases do projeto

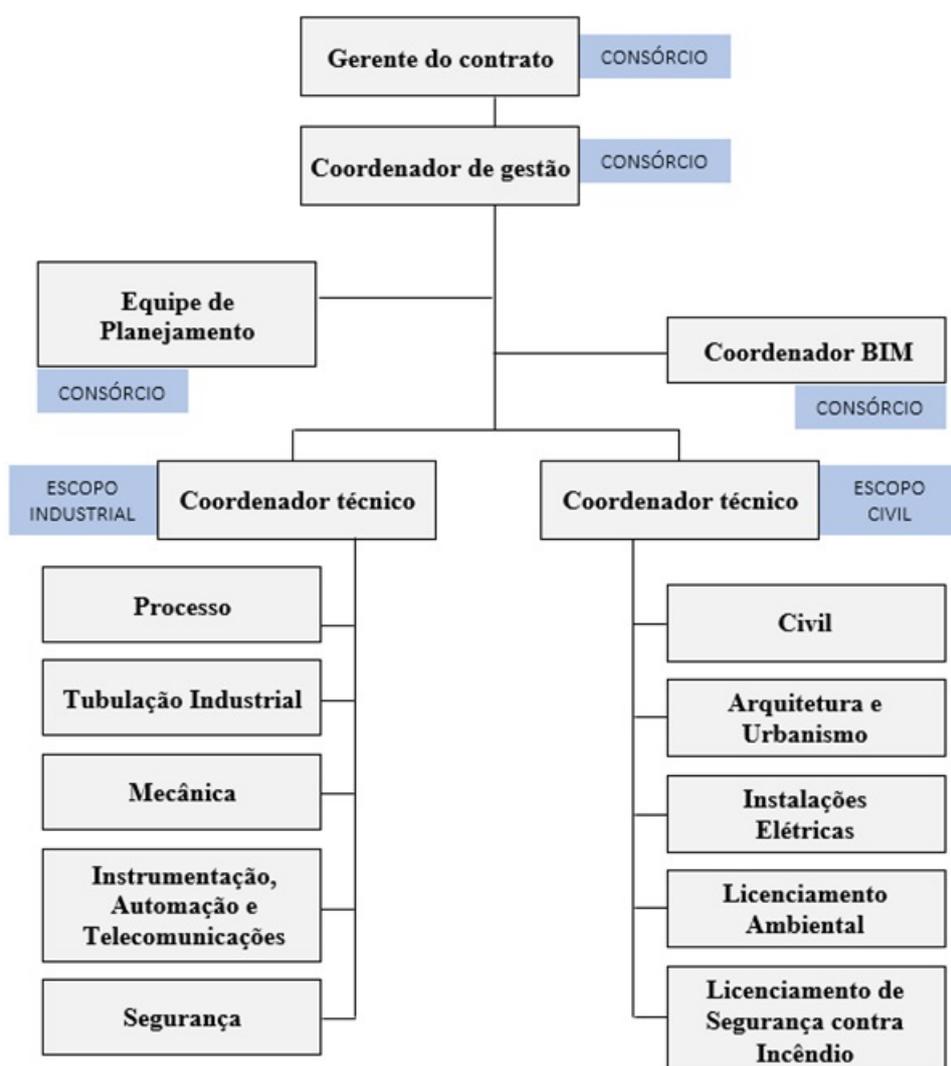
Para o planejamento global das atividades, o Termo de Referência (TR) do contrato previu a divisão do projeto em três fases principais:

- Fase I: fornecimento de sistema informatizado para o projeto, serviços de treinamentos, elaboração e submissão de documentação para obtenção da licença de instalação e do atestado de conformidade do projeto junto aos órgãos competentes;
- Fase II: serviço de federação dos modelos, compatibilização dos projetos aprovados, entregas da licença de instalação e do atestado de conformidade do projeto;
- Fase III: serviços de elaboração do planejamento, orçamentação e entregas das documentações básicas do projeto, do sistema informatizado para gestão do empreendimento e da contratação para a fase subsequente do projeto.

Em linhas gerais, o objetivo de cada fase foi atingido, considerando tratativas entre contratada e contratante para o amadurecimento dos requisitos dos entregáveis e sua aprovação final. Replanejamentos se fizeram necessários eventualmente, sobretudo em função da necessidade de consultas ao mercado, dado o grau de pioneirismo da planta industrial e da quantidade de soluções customizadas para pleno funcionamento do sistema da ETO.

## 2.2. Organograma da equipe de trabalho

A equipe de produção do consórcio se dividiu objetivamente conforme se apresenta na Figura 1. Destaca-se sobretudo a diferenciação entre as funções do Coordenador BIM – debruçado sobre a prática da metodologia – e dos Coordenadores técnicos – especializados em cada escopo do contrato. Ademais, é válido ressaltar que o papel da equipe de Planejamento foi fundamental na organização das ferramentas de acompanhamento e gestão da informação do empreendimento, a serem detalhadas no item 2.5.



**Figura 1**  
Organograma geral do Consórcio contratado para desenvolvimento do projeto.

## 2.3. Plano de execução BIM

Como é típico de todo processo BIM, o PEB (Plano de Execução BIM) foi a documentação que norteou o projeto desde o princípio. Para que a OIS (Ordem de Início dos Serviços) fosse validada pela contratante, foi necessário que a emissão inicial de um PEB dito “pré-projeto” fosse aprovada, como resposta imediata aos requisitos de informação.

É válido ressaltar que não existiram os requisitos formais (OIR, PIR, AIR e EIR) como preconizados pela ISO 19650 [1] e [2]. Todas as exigências – projetuais e quanto ao BIM – foram veiculadas através do TR (Termo de Referência do projeto) e seus anexos, que refletiram os conteúdos usualmente previstos pelos requisitos da ISO. Um dos principais documentos anexos ao TR foi o padrão do PEB, que serviu como principal ponto de partida para o consórcio contratado, já que também detalhou as expectativas da contratante quanto ao mais importante requisito de informação dos modelos: a regra de etiquetagem dos elementos de projeto importantes às atividades de Operação & Manutenção (ver item 3.3 para maiores detalhes).

Ao longo do processo, o PEB foi elaborado a diversas mãos pelas equipes envolvidas, com participação efetiva da contratante nas definições do planejamento e com a responsabilidade técnica devidamente assumida pelo Coordenador BIM. A seguir, lista-se o conteúdo principal do Plano:

- Metodologias de Gestão e Coordenação (ver item 2.5);
- Responsabilidades das partes interessadas e membros da equipe;
- Organização do fluxo de trabalho BIM, que estabelece o Ambiente Comum de Dados – CDE (ver também item 2.5), Usos BIM (ver item 2.4), softwares e hardwares, trocas sistemáticas de informações e comunicação, padrões openBIM e níveis de informação (ver item 3.1), aspectos de interoperabilidade e federação de modelos (ver também item 3.1), estrutura de armazenamento, codificação de arquivos e marcos contratuais.

## 2.4. Usos BIM

Uma das atividades de partida do planejamento BIM é a definição dos Usos dos contêineres de informação – sobretudo modelos –, pretendidos pela contratante. Com base na etapa em questão do projeto e nas aplicações finais focadas em O&M, os Usos BIM definidos no PEB foram descritos na tabela 1.

## 2.5. Gestão da informação

Conforme inicialmente ressaltado, um dos grandes diferenciais do processo relativo ao projeto da ETO foi o esmero pela gestão da informação, que é uma das grandes motivações para a existência da Metodologia BIM. Nesse sentido, um dos principais requisitos da contratante resultou na customização de um conjunto de ferramentas para permitir rastreabilidade de dados e *follow-up* de todos os compromissos oriundos da gestão e da coordenação do projeto. O acompanhamento geral do projeto foi efetuado através de reuniões semanais de gestão, além das reuniões de *Design Review*.

Para tal, no PEB, foi detalhadamente descrita a interface entre três principais ferramentas de acompanhamento:

- **Microsoft Azure:** Plataforma customizável, na qual foi possível cadastrar o cronograma do projeto, as atas de reunião (bem como todos os compromissos,

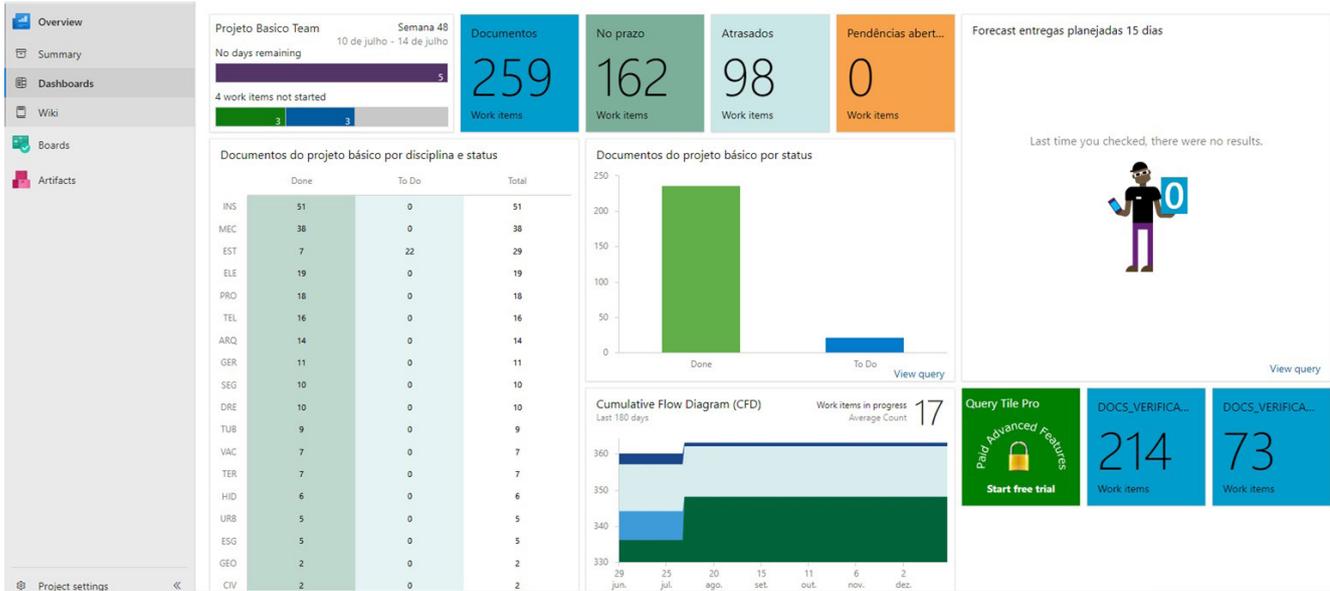
sempre rastreáveis e endereçáveis) e todos os relatórios e registros (sobretudo das Guias de Remessa de Documentos – GRDs –, que incluíram os modelos BIM entregáveis e todas as documentações técnicas e gerenciais do projeto). Ao longo das reuniões semanais, foi possível trabalhar com as perspectivas de *follow-up* de compromissos abertos e *preview* de compromissos pré-estabelecidos para as partes envolvidas;

- **Trimble Connect:** Foi o Ambiente Comum de Dados (CDE) escolhido para organização dos contêineres de informação do projeto, com sua estrutura adequada à ISO 19650 [1] e [2] e à ABNT PR 1015 [3]. Todas as GRDs foram oficialmente emitidas através do CDE, com registro formal via Microsoft Azure. Além disso, todos os encaminhamentos técnicos de atas de reunião cadastradas no Azure foram registrados através do *task manager* do Trimble Connect, diretamente associados aos modelos BIM quando necessário;
- **Microsoft Power BI:** Ferramenta na qual foi customizado um *dashboard* administrativo de acompanhamento das emissões de documentações, em conformidade com o cronograma cadastrado no Azure. O *dashboard* permitiu um *overview* semanal do andamento das GRDs planejadas.

Tabela 1: Descrição dos Usos BIM

Usos BIM pretendidos	Fase(s) de desenvolvimento	Principal(is) fase(s) de aplicação	Ferramentas aplicadas
Modelagem e Design Autoral	Projeto	Execução e Operação & Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autodesk Revit</li> <li>• Autodesk Civil 3D</li> <li>• TQS</li> <li>• Metálicas 3D</li> </ul>
Coordenação 3D com <i>Clash Detection</i>	Projeto e Execução	Execução	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trimble Connect</li> <li>• Autodesk Navisworks Manage</li> </ul>
Planejamento da Execução	Projeto e Execução	Execução	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autodesk Navisworks Manage</li> </ul>
Extração de Quantitativos e Orçamentação	Projeto	Execução	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ferramentas nativas (extração de quantitativos)</li> </ul>
Visualização	–	Projeto e Execução	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trimble Connect</li> </ul>
Gestão de <i>Facilities</i> (Sistema de Gestão do Empreendimento)	Projeto e Execução	Operação & Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insumos entregues à contratada na fase de Projeto, para futura aquisição de ferramenta específica</li> </ul>

A seguir, a título de exemplo e para melhor compreensão da interconexão entre as ferramentas, visualiza-se a gestão global das emissões de modelos e documentos no Microsoft Azure:



**Figura 2**  
Overview das emissões no Microsoft Azure, diretamente associadas às GRDs emitidas no CDE.

### 3. Execução, monitoramento e controle

#### 3.1. Coordenação da modelagem BIM

A principal atribuição do Coordenador BIM no processo foi a de assegurar a boa prática da metodologia BIM, face às atividades planejadas no PEB. O desafio inicial do processo de coordenação da modelagem é definir estratégias para a federação dos modelos. Essas estratégias passaram, sobretudo, pela definição do **georreferenciamento** das maquetes de cada disciplina e pela antecipação da **interoperabilidade** entre as ferramentas autorais. Nesse contexto, desde a emissão inicial do PEB, essas questões já se encontravam pré-definidas e, ao longo do processo, puderam ser amadurecidas.

No contexto da interoperabilidade, é válido ressaltar que desafios diversos se fizeram presentes, com destaque para a necessidade de aplicar versões diferentes de IFC para usos específicos dos modelos. A motivação para o uso da versão IFC 4 deu-se curiosamente devido a problemas de interoperabilidade entre *softwares* da Autodesk no quesito georreferenciamento – de maneira objetiva, para o uso de Planejamento da Execução, o Navisworks Manage não efetuou leitura correta da posição geográfica dos modelos IFC 2x3 exportados do Revit com base em coordenadas compartilhadas. Nesse sentido, a forma mais prática de resolução da limitação descrita foi utilizar o IFC 4, uma versão já consolidada, para garantia da devida federação dos modelos BIM das disciplinas no Navisworks. O padrão 2x3 foi mantido para as demais aplicações, considerando que, até então, o visualizador nativo do CDE não apresentava compatibilidade com o IFC 4.

Tabela 2: Definição final dos padrões openBIM utilizados no projeto da ETO

Padrão e versão	Model View Definition	Referência geográfica	Aplicação
IFC 2x3 TC1	Coordination View 2.0	Coordenadas compartilhadas	Trocas de informação gerais e entregas de modelos BIM
IFC 4	Reference View	Ponto-base do projeto com georreferenciamento	Uso BIM de Planejamento da Execução
BCF 3.0	Padrão	-	Colaboração e veiculação de informações da modelagem entre as partes envolvidas

Para a **federação** dos modelos, a ferramenta primordial utilizada foi o visualizador do CDE, que permitiu interações entre todas as partes envolvidas, através da criação de tarefas (com uso do *task manager*) e eventual exportação de arquivos BCF, caso necessário. Através da federação, parte do processo de detecção de interferências também foi possível através do Trimble Connect (ver item 3.2).

Em linhas gerais, o principal ponto de destaque do processo de coordenação BIM foi a necessidade de superar a baixa maturidade de parte das equipes técnicas envolvidas. Considerando que a metodologia ainda se encontra em amadurecimento, sobretudo para projetos industriais, foi uma boa prática a adoção de um **Manual de Coordenação BIM**. O propósito central do documento foi traduzir às equipes de trabalho todos os encaminhamentos previstos no PEB, mas em termos mais técnicos e detalhados, dadas as aplicações específicas de cada ferramenta. Um dos principais conteúdos do manual foi a definição dos parâmetros de interesse da contratada (ver item 3.3), em atendimento direto aos requisitos de informação.

### 3.2. Processo de detecção de interferências

Outro objeto de trabalho essencial para a coordenação BIM foi o processo de *clash detection* (detecção de interferências) entre os modelos. A atenção foi igualmente dividida entre os *soft* (interferências de carácter espacial, considerando manuseio de elementos móveis e afins) e *hard clashes* (interferências físicas propriamente ditas entre elementos).

Para a detecção dos *hard clashes*, as análises se dividiram em dois procedimentos paralelos e contínuos:

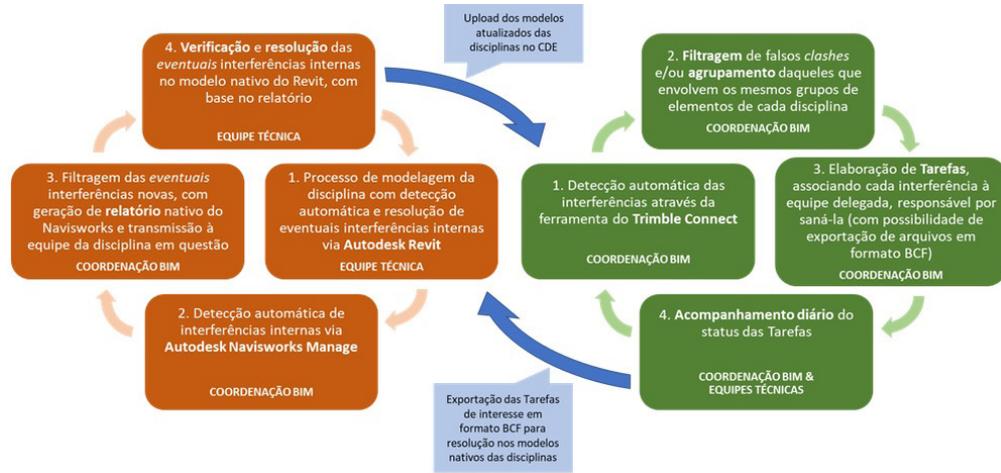
- *Clash Detection interdisciplinar*, no qual interferências entre elementos de diferentes disciplinas foram avaliados com base em uma tolerância de 10,0 mm (considerada a fase de projeto básico);
- *Clash Detection intra-disciplinar*, no qual eventuais interferências entre elementos de uma mesma disciplina foram analisados em seu modelo nativo.

De maneira sucinta, o fluxo de trabalho se deu conforme apresentado na figura a seguir. O papel da coordenação BIM, nesse contexto, foi o de analisar os modelos no

contexto de cada procedimento acima descrito, além de acompanhar os avanços da resolução das interferências através das reuniões técnicas do consórcio.

**Figura 3**

Fluxo simplificado de detecção de interferências, similar a processo PDCA (Plan-Do-Check-Act), com descrição das etapas intra-disciplinar (laranja) e interdisciplinar (verde).



Coube também ao Coordenador BIM reforçar junto às equipes a importância da proatividade ao longo do processo de modelagem, motivo pelo qual foi adotada uma prática de *clash avoidance* (evitamento de interferências) desde o início das atividades. A ideia se estendeu sobretudo às interferências intra-disciplinares, mas também às externas, considerando a alta experiência técnica das equipes e a sensibilidade quanto ao trabalho colaborativo.

Para acompanhamento global do *clash detection* interdisciplinar, tanto pela contratante quanto pelas equipes técnicas, a coordenação BIM exportou semanalmente as tarefas cadastradas no Trimble Connect, compilando-as em uma planilha Excel e quantificando as interferências já sanadas e abertas, para composição do Relatório Mensal do projeto.

### 3.3. Parametrização dos elementos BIM

Como atendimento aos requisitos de informação da contratante, o planejamento BIM do projeto considerou os seguintes parâmetros de interesse:

Tabela 3: Descrição dos parâmetros de interesse para o projeto da ETO

Nome do Parâmetro	Conteúdo	Tipologia <sup>1</sup>
<b>ETO-RCD_Descrição</b>	Descrição do elemento modelado, contendo especificações mínimas para orçamentação e execução da obra	Parâmetro de <b>tipo</b>
<b>ETO-RCD_ID_O&amp;M</b>	Identificação dos elementos para Operação & Manutenção, conforme orientação do PEB	Parâmetro de <b>instância</b>
<b>ETO-RCD_Tag</b>	Tagueamento dos elementos, em consonância com as documentações de projeto	Parâmetro de <b>instância</b>
<b>Nota-chave</b> (parâmetro nativo do Autodesk Revit)	Classificação dos elementos em atendimento à norma ABNT NBR 15965	Parâmetro de <b>tipo</b>

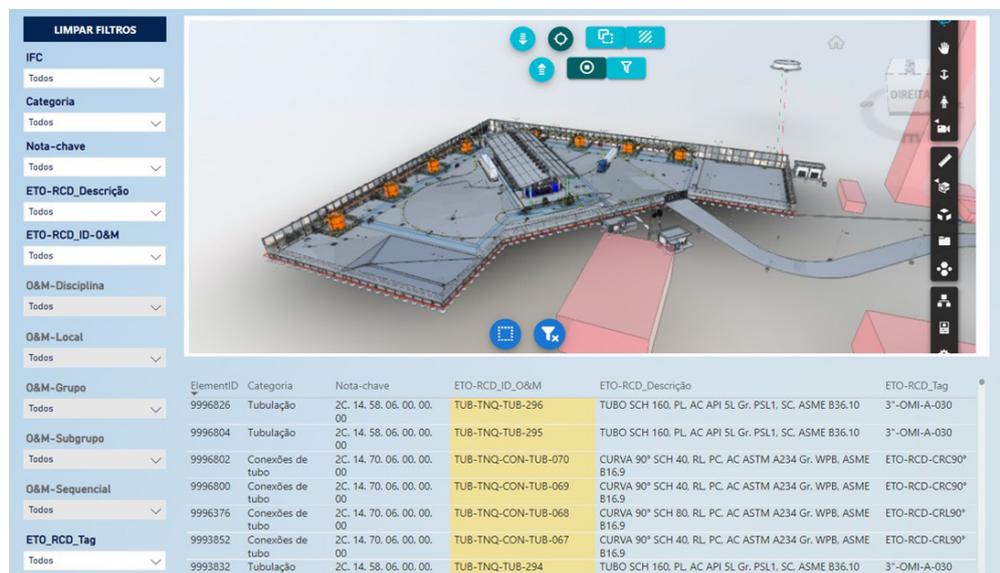
<sup>1</sup> Nota: A tipologia é baseada na classificação interna da ferramenta autoral Autodesk Revit.

Todo o processo de parametrização foi detalhado à equipe técnica através do já mencionado Manual de Coordenação BIM. Destaca-se a necessidade de criação de três parâmetros novos, dentre os quatro, além do uso de plug-ins específicos (Di-Roots FamilyReviser e ParaManager), que facilitaram o trabalho de codificação e gestão de massas muito extensas de dados.

### 3.4. Controle de qualidade da informação BIM

Por se tratar de um projeto com foco crítico na construção de uma base de dados sólida e extensa, fez-se necessária a aplicação de uma ferramenta também customizada para controle da qualidade da modelagem quanto aos parâmetros elencados no item 3.3. O **Dashboard de Qualidade BIM**, nesse sentido, foi uma ferramenta elaborada como uma integração entre o Microsoft Power BI e o Forge, uma plataforma de visualização BIM da Autodesk.

A montagem do *dashboard* se deu com uma interface direta entre o Coordenador BIM e a equipe de Inovação da contratada, com customização específica para atender às verificações de qualidade dos modelos de todas as disciplinas. O principal dado de entrada para tal foi o **Manual de Identificação dos Elementos BIM**, documento entregável, elaborado para funcionar como um dicionário global da informação nos modelos. Em particular, o parâmetro ETO-RCD\_ID\_O&M apresentou regra específica de preenchimento, que pôde ser inspecionada através do *dashboard*.



The image shows a screenshot of a BIM Quality Dashboard. On the left, there is a sidebar with various filters: IFC, Categoria, Nota-chave, ETO-RCD\_Descrição, ETO-RCD\_ID-O&M, O&M-Disciplina, O&M-Local, O&M-Grupo, O&M-Subgrupo, O&M-Sequencial, and ETO\_RCD\_Tag. The main area displays a 3D model of a building with various elements highlighted in red and yellow. Below the model is a table with columns: ElementID, Categoria, Nota-chave, ETO-RCD\_ID\_O&M, ETO-RCD\_Descrição, and ETO-RCD\_Tag. The table contains several rows of data, with some rows highlighted in yellow.

ElementID	Categoria	Nota-chave	ETO-RCD_ID_O&M	ETO-RCD_Descrição	ETO-RCD_Tag
9996826	Tubulação	2C. 14. 58. 06. 00. 00.	TUB-TNQ-TUB-296	TUBO SCH 160. PL. AC API 5L Gr. PSL1. SC. ASME B36.10	3°-OMI-A-030
9996804	Tubulação	2C. 14. 58. 06. 00. 00.	TUB-TNQ-TUB-295	TUBO SCH 160. PL. AC API 5L Gr. PSL1. SC. ASME B36.10	3°-OMI-A-030
9996802	Conexões de tubo	2C. 14. 70. 06. 00. 00.	TUB-TNQ-CON-TUB-070	CURVA 90° SCH 40. RL. PC. AC ASTM A234 Gr. WPB. ASME B16.9	ETO-RCD-CRC90°
9996800	Conexões de tubo	2C. 14. 70. 06. 00. 00.	TUB-TNQ-CON-TUB-069	CURVA 90° SCH 40. RL. PC. AC ASTM A234 Gr. WPB. ASME B16.9	ETO-RCD-CRC90°
9996376	Conexões de tubo	2C. 14. 70. 06. 00. 00.	TUB-TNQ-CON-TUB-068	CURVA 90° SCH 80. RL. PC. AC ASTM A234 Gr. WPB. ASME B16.9	ETO-RCD-CRL90°
9993852	Conexões de tubo	2C. 14. 70. 06. 00. 00.	TUB-TNQ-CON-TUB-067	CURVA 90° SCH 40. RL. PC. AC ASTM A234 Gr. WPB. ASME B16.9	ETO-RCD-CRL90°
9993832	Tubulação	2C. 14. 58. 06. 00. 00.	TUB-TNQ-TUB-294	TUBO SCH 160. PL. AC API 5L Gr. PSL1. SC. ASME B36.10	3°-OMI-A-030

**Figura 4**  
Dashboard com modelo federado e análise dos parâmetros de interesse.

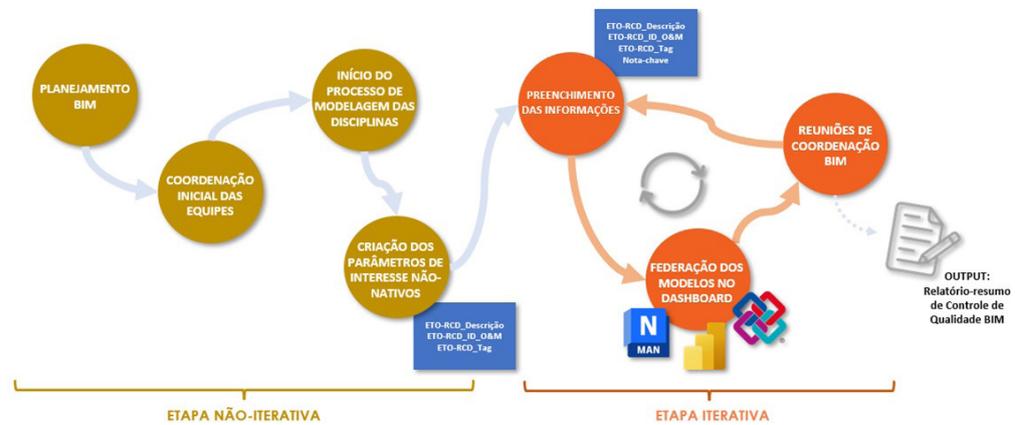
As verificações iniciais, conduzidas ainda sem o *dashboard* customizado, foram feitas pela coordenação BIM por amostragem. Mensurou-se a redução de esforço graças à adoção da ferramenta através da tabela que segue:

Tabela 4: Comparativo entre uma análise típica e uma com uso do *dashboard*

Metodologia de análise	Descrição do processo	Tempo total dedicado (h)	Tempo médio por modelo <sup>1</sup> (h)
Inicial	Verificação por amostragem, com base nas categorias dos modelos nativos de cada disciplina (confeção manual de relatório)	27	1,69
<i>Dashboard</i> de Qualidade	Verificação global, com modelo federado, para cada categoria de modelo e cada parâmetro, com filtragem visual das não-conformidades (confeção de relatório-resumo e visualização direta de todas as não-conformidades pela equipe técnica no próprio <i>dashboard</i> )	6	0,38

<sup>1</sup> Nota: Considera-se a análise dos dezasseis modelos BIM parametrizáveis das disciplinas.

**Figura 5**  
Fluxo simplificado do trabalho de Controle de Qualidade da Informação BIM.



#### 4. Principais desafios e lições aprendidas

No contexto do projeto pioneiro da ETO – seja por seus requisitos ou pela aplicação bastante específica do BIM –, os desafios foram inúmeros, destacando-se a maturidade quanto à metodologia (bem como seu ganho graças ao projeto) e a interface direta com a futura fase de O&M, ainda pouco recorrente na concepção de empreendimentos em geral.

No quesito lições aprendidas, ficou evidente para a coordenação BIM, a contratada e a contratante que a promoção da colaboração rende bons frutos, já que se tratou de um projeto conduzido com grande esmero pelas boas práticas de gestão da informação. Ademais, com uma definição clara de requisitos BIM – mesmo que amadurecidos gradativamente –, a entrega se torna consideravelmente mais assertiva. A inovação, por fim, é a palavra-chave que se aplica para definir o sucesso do projeto. Graças à adoção de práticas diferenciadas, foi possível pôr em obra toda a rastreabilidade (vide gestão da informação), a produtividade (vide *dashboard* dos parâmetros) e a qualidade (vide fluxos de coordenação e usos BIM) pretendidas.

## Referências

- [1] ABNT, "ABNT NBR ISO 19650-1: Organização da informação acerca de trabalhos da construção – Gestão da informação usando a modelagem da informação da construção – Parte 1: Conceitos e princípios," Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 2022, ISBN 978-85-07-09128-8.
- [2] ABNT, "ABNT NBR ISO 19650-2: Organização da informação acerca de trabalhos da construção – Gestão da informação usando a modelagem da informação da construção – Parte 2: Fase de entrega de ativos," Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 2022, ISBN 978-85-07-09129-5.
- [3] ABNT, "ABNT PR 1015: Ambiente Comum de Dados (CDE)," Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 2022, ISBN 978-85-07-09130-1.