

## IMPLEMENTAÇÃO BIM EM RESERVATÓRIOS DE ÁGUA TRATADA

### **Fernanda Koga Tojar**

Especialização em Gestão em Engenharia de Custos com Extensão do MBA na Universidade do Porto - FEUP. Engenheira Civil de formação, trabalha atualmente como engenheira concursada na Sabesp, na Unidade da Superintendência de Empreendimentos – ME, na equipe da Gerência da Implantação Técnica da Implantação da Qualidade - MEQ, elaborando trabalhos com foco em projetos, contratos, orçamentação e responsável pelo desenvolvimento de soluções e implementações BIM na unidade.

### **Mariana Martins de Oliveira**

Arquiteta especialista em modelagem BIM

### **Francimar Nobrega Rocha**

Engenheiro Civil com pós graduação em Projetos e Gerente de Departamento

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Coronel Diogo, 275 – Jd da Glória – São Paulo – São Paulo - CEP: 01545-000 - Brasil - Tel: +55 (11) 5089-2726 - e-mail: [ftojar@sabesp.com.br](mailto:ftojar@sabesp.com.br).

### **RESUMO**

Objetivando atender ao Decreto nº 9.983/19 e 10.306/20, que estabelece a utilização do *Building Information Modeling* - BIM ou Modelagem da Informação da Construção na execução direta e indireta de obras e serviços de engenharia, cita sobre estratégia de disseminação do BIM no Brasil, conhecida como Estratégia BIM BR.

Para a implementação BIM, as adequações das atividades do trabalho oriundos de engenharia, tiveram que sofrer um processo de transformação digital.

As atividades foram estudadas e divididas em fases de implantações, as fases presentes no processo implementação BIM compreendem a digitalização de sondagens, a elaboração de projetos modelados parametricamente em 3D, ao fluxo de quantificação em projetos BIM, gestão do repositório dos documentos de forma inteligente e fluxo de aprovação de medição com controle gerencial dos empreendimentos de forma automatizada e digitalizada.

Durante este processo o projeto piloto escolhido para a realização dos testes e padronizações foram o do tipo Reservatório de Água Tratada, por identificar um padrão nos elementos em diferentes projetos com essa tipologia..

**PALAVRAS-CHAVE:** Implementação BIM, BIM em Reservatórios e Modelagens BIM.

### **1. INTRODUÇÃO**

Este documento descreve as etapas de implementação da Modelagem da Informação da Construção - BIM, que parte como princípio a digitalização da construção. Diferente da forma tradicional em papel, essa proposta envolve mudanças de paradigmas. Uma das fases do BIM é a elaboração de uma modelagem 3D paramétrica, que é elaborar um projeto inteligente na visualização 3D. Esse modelo é composto por componentes ou elementos modelados, que por sua vez são constituídos por “atributos parametrizados”, que dizem respeito as informações regidas por regras e critérios, assim esses elementos podem ser contabilizados. O conjunto desses elementos forma uma biblioteca.

O projeto é elaborado basicamente através da seleção e geolocalização dos elementos. Através dele retira-se o quantitativo, resultando na elaboração do fluxo de quantificação e para obter um melhor desempenho quanto ao fluxo de medição com controle e geração de relatório o projeto está em fase de elaboração.

A implementação e elaboração da metodologia está sendo realizada no Departamento de Implantação da Qualidade – MEQ pertencente a Superintendência de Empreendimentos da Metropolitana - ME.

Para a formulação de todo o trabalho, inclusive o da Biblioteca, foram consultados o manual de comunicação visual, os desenhos padrão Sabesp, normas técnicas e o banco de preços da Sabesp. Os elementos modelados modificam automaticamente as suas geometrias, consequentemente as suas folhas representativas do layout. Possui também o intercambiamento de informações em várias direções e interoperabilidade entre diversas

disciplinas de projeto, desse modo evitando erros ocultos nos projetos, causados por desenhos inconsistentes em projetos 2D, tendo em vista a necessidade da exploração de novas tecnologias.

Os projetos de Reservatório de água Tratada foram selecionados para a realização do teste, sendo utilizado como piloto por possuir uma certa padronização em sua tipologia, facilitando a elaboração ou uso dos critérios e padrões nas fases 3D, 4D, 5D e 7D da metodologia BIM.

Demonstrando visualmente o funcionamento das etapas vitais de um projeto, tais como: modelagem paramétrica, inserção de informações dentro dos modelos 3D, modelagem de topografia com sondagens, elaboração e organização das bibliotecas padronizadas e o georreferenciamento dos modelos gerados em BIM.

## **2. OBJETIVO**

Objetivando atender ao Decreto nº 9.983/19 e 10.306/20, que estabelece a utilização do *Building Information Modeling* - BIM ou Modelagem da Informação da Construção na execução direta e indireta de obras e serviços de engenharia, cita sobre estratégia de disseminação do BIM no Brasil, conhecida como Estratégia BIM BR.

Com o intuito em incentivar a disseminação BIM na área de Saneamento, garantindo que os produtos elaborados estejam em conformidade com os padrões de mercado e recursos tecnológicos utilizados internamente na empresa, visando também o compartilhamento, a rastreabilidade e a segurança das informações mantidas em banco de dados para consultas e usos futuros.

## **3. METODOLOGIA**

Utilizando-a para instauração de novas tecnologias que possam facilitar os processos na área da construção civil, com o intuito de trazer agilidade nos processos internos existentes e garantindo o melhor atendimento para as demandas, tanto projetuais, quanto de obra, através da metodologia em implantação. Pensando em como integrar as diversas disciplinas pertencentes a esses processos tais como: de projeto, pacote técnico e obras, de modo que elas possam trabalhar em cooperação, desta forma alguns “erros” comuns de compatibilidade ou de trocas de informação serão extintos, garantindo um melhor desempenho.

A metodologia BIM, nos permite integrar as disciplinas de cada projeto em tempo real, desta maneira todos terão acesso ao conteúdo dos demais envolvidos nos processos. Dentro desse conceito, em cada alteração feita os responsáveis poderão ser avisados sobre revisões e aprovações de possíveis mudanças pendentes e assim realizar os ajustes em suas respectivas áreas de entendimento.

Também será possível calcular os gastos da obra na fase projetual e assim designar com maior precisão como será empregado o orçamento em cada etapa da obra. Uma vez que as revisões tenham sido finalizadas será possível também atualizar os valores de custos da execução da obra.

## **4. PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO BIM**

O processo de implementação BIM está previsto para os seguintes usos:

- Digitalização de Sondagens;
- Modelagem;
- Bibliotecas;
- Elaboração, análise e revisão das modelagens paramétricas;
- Gestão de interferências;
- Planejamento
- Custos.
- Gestão de documentos digitais.
- Georreferenciamento e banco de dados.

#### 4.1. DIGITALIZAÇÃO DE SONDAGENS

A digitalização das sondagens é uma iniciativa que visa o compartilhamento interno na empresa das sondagens contratadas em diversas áreas concentrado em um único canal de acesso, criando assim um banco de dados digital, essa digitalização permite a inserção em projetos modelados em BIM.

A descrição tátil-visual dos solos segue as recomendações da referência da Classificação Tátil e a descrição das rochas nas diretrizes indicadas em ABGE (2018) e ABGE (2013).

##### 4.1.1. CLASSIFICAÇÃO DA MODELAGEM DAS SONDAGENS

O LOD é o nível de desenvolvimento dos elementos que compõe um modelo elaborado em BIM, a classificação dos LODs pode ser composta por serviços diferentes contidos no termo de referência.

LOD 100 - Estudo em Escritório *Desk Study* (documentação, mapas, dados anteriores, visita de campo), finaliza com a preparação da campanha de investigação (sondagens + ensaios + geofísica).

LOD 200 - Sondagens concluídas e lançadas no Civil 3D, mapa com os perfis 3D georreferenciados e as camadas classificadas geologicamente.

##### 4.1.2. FORMATOS DE ENTREGA

A entrega de resultados, além dos logs de sondagem convencionais, deve incluir a entrega dos resultados em meio digital, no padrão internacional AGS (2017). Alternativamente os dados digitais deverão ser fornecidos pela Contratada, tabela de dados.

Os documentos poderão ser compostos por:

- Logs 3D de Sondagens colorido com indicação do NA e do Nspt de m em m;
- Boletins de Ensaios e Inspeções;
- Mapas com os perfis 3D coloridos e georreferenciados;
- Formatos de entrega:
  - Formato padrão AGS.
  - Formato PDF.
  - Formato totalmente compatível e interoperável com a plataforma Autodesk Civil 3D, versão 2.021.
  - Arcgis: shapefile (extensão .shp) georreferenciamento em UTM SIRGAS 2000, Fuso 23, de acordo com as informações necessárias para importação no signos.

Os relatórios de cada furo de sondagem deverão estar referenciados de acordo com a identificação do ponto de sondagem respectivos.

##### 4.1.3. UNIDADES DE MEDIDAS

Todas as disciplinas devem ser modeladas em sistema métrico. A tabela a seguir descreve as unidades a ser adotada por disciplina.

**Tabela 1: Unidades de Medidas.**

DISCIPLINA	UNIDADE	PRECISÃO
Topografia	Metro	0,00
Sondagens	Metro	0,00

##### 4.1.4. CLASSIFICAÇÃO DO PERFIL DE SONDAGEM

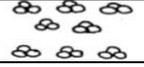
Após a descrição das amostras, construção da estratigrafia do perfil com as profundidades de topo e base de cada estrato, estes devem ser classificados seguindo dois critérios distintos, o genético geológico e o granulométrico/textural, de acordo com as classes indicadas nas referências Classificação Geológica e

Classificação Textural respectivamente. São indicados os padrões de hachura para representações gráficas em logs e seções, e padrões de cores a serem utilizadas nas representações em modelos digitais (2D e 3D).

**Tabela 2 – Exemplo da descrição Geológica digital.**

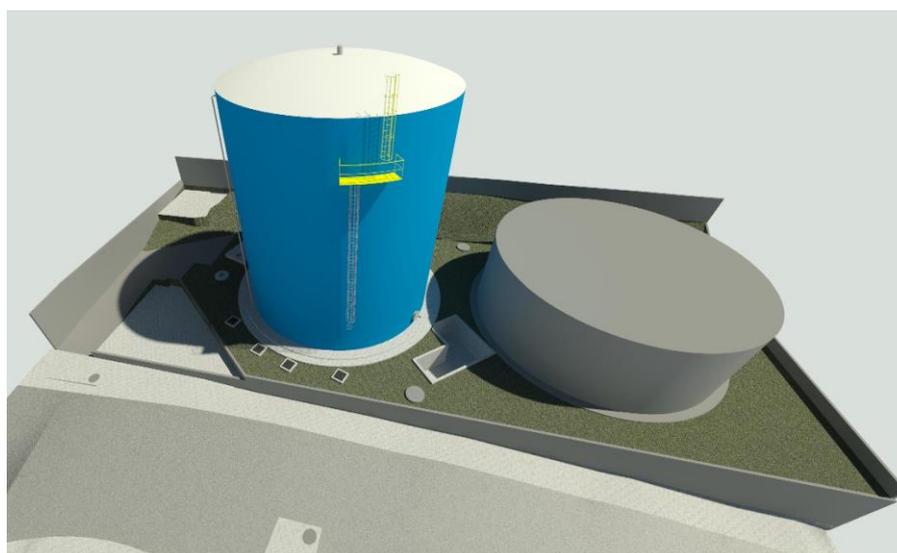
Abreviação	Descrição	Cor (RGB)
AT	Aterro	165,125,0
AL	Aluvião	255,255,0
TF	Terraço Fluvial	255,255,165
CO	Coluvião	125,125,0

**Tabela 3: Exemplo da Classificação Geológica digital.**

	Abreviação	Descrição	Padrão Hachura	Cor (RGB)
PE	pd	Pedregulhos		255,190,90
AREIAS	ar	Areias - Finas, Médias ou Grossas		255,255,0
	ar-si	Areias siltosas		255,255,155
	ar-ag	Areias argilosas		255,255,215
	ar-mo	Areias com matéria orgânica		245,245,245

#### 4.2. MODELAGEM PARAMÉTRICA

Para a elaboração dessa etapa a elaboração de elementos paramétricos em 3D padronizados vide Banco de preços de Obras e Serviços da Sabesp, foi contratada uma empresa projetista especializada para modelar os elementos. Como parâmetros foram levados em consideração os atributos, a forma que seria calculado, e seu uso dentro do arquivo visando futuramente a extração dos quantitativos e utilização dos elementos como banco de dados.



**Figura 1: Modelagem da Implantação de Reservatório de Água Tratada**

Visando atender em padronizar da elaboração dos arquivos modelados em BIM, as entregas dos arquivos devem corresponder aos seus respectivos tipos de formatos por cada disciplina, sendo compatíveis com a base instalada na contratante sendo elas:

- Topografia, terraplenagem, viário, adutora e drenagem: AutoCAD Civil 3D 2.021;
- Arquitetura, estruturas e instalações prediais: Autodesk Revit 2.021;
- Compatibilização de projetos: Autodesk Navisworks 2.021;
- Análise e gestão dos documentos no software *ProjectWise*, a fim de criar um fluxo de trabalho para as demandas em BIM;
- Arquivamento no SIGNOS: Arcgis Pro 2.2.

Com as versões dos arquivos atualizadas com os softwares internos da contratante não haverá problemas de compatibilidade de arquivos, melhorando os fluxos de trabalhos entre a contratante e as contratadas. Quando houver atualização das versões dos softwares dentro da contratante as empresas contratadas para prestação de serviços de projetos serão informadas para realizar as possíveis atualizações dos modelos 3D em novos contratos.

#### 4.2.1. BIBLIOTECAS

Para o desenvolvimento das famílias foram levados em consideração alguns aspectos como a padronização das nomenclaturas, os parâmetros de codificação, classificação e quantificação.

A representação gráfica em 3D, traz uma melhor visualização do elemento a ser executado, resultando em uma melhor eficiência e qualidade nas informações. Nota-se a necessidade do detalhamento das informações e dos objetos inseridos no modelo em questão. A contratação de uma projetista especializada se fez necessária, para atingimento das metas de organização e padronização das famílias modeladas em REVIT a serem utilizadas pela empresa.

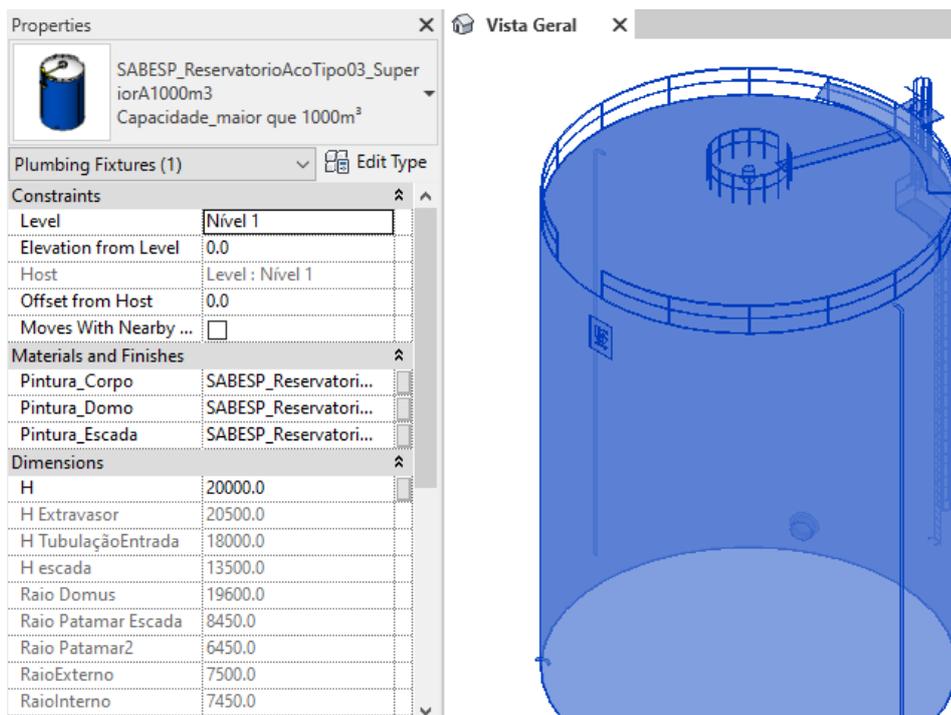
A padronização das nomenclaturas tiveram como base o Banco de Preços de Serviços e Obras para que desta forma todos os elementos modelados e configurados ficassem em conformidade com os outros setores que também terão acesso as informações extraídas destes elementos e que fosse de fácil entendimento utilizando um linguagem universal dentro do ambiente Sabesp.

**Tabela 4: Padronização das informações dos elementos**

DEFINIÇÕES			DADOS DO PARÂMETRO			CLASSIFICAÇÃO			
Nome do Parâmetro Original	Nome do Parâmetro na Tabela	Utilização	Disciplina	Tipo de Parâmetro	Grupo	Natureza	Tipo	Instância	Relatório
GRUPO LIVRO AZUL	GRUPO LIVRO AZUL	Classificação do elemento com relação ao grupo do livro azul ao qual pertence	Comum	Texto	Texto	Parâmetro de Projeto	x		
SUBGRUPO LIVRO AZUL	SUBGRUPO LIVRO AZUL	Classificação do elemento com relação ao subgrupo do livro azul ao qual pertence	Comum	Texto	Texto	Parâmetro de Projeto	x		
Código de Montagem (Assembly Code)	CÓDIGO	Codificação do elemento de acordo com o livro azul	Comum	Texto	Dados de identidade	Parâmetro Nativo	x		
Descrição (Description)	DESCRIÇÃO	Descrição do elemento de acordo com o livro azul	Comum	Texto	Dados de identidade	Parâmetro Nativo	x		
UNIDADE	UNIDADE	Unidade de quantificação do elemento de acordo com o livro azul	Comum	Texto	Texto	Parâmetro de Projeto	x		



Para as etapas de codificação, classificação e quantificação foram criadas tabelas dentro do software Revit onde é possível ter uma visualização dentro do modelo dos elementos quantificados e sua localização dentro do projeto.

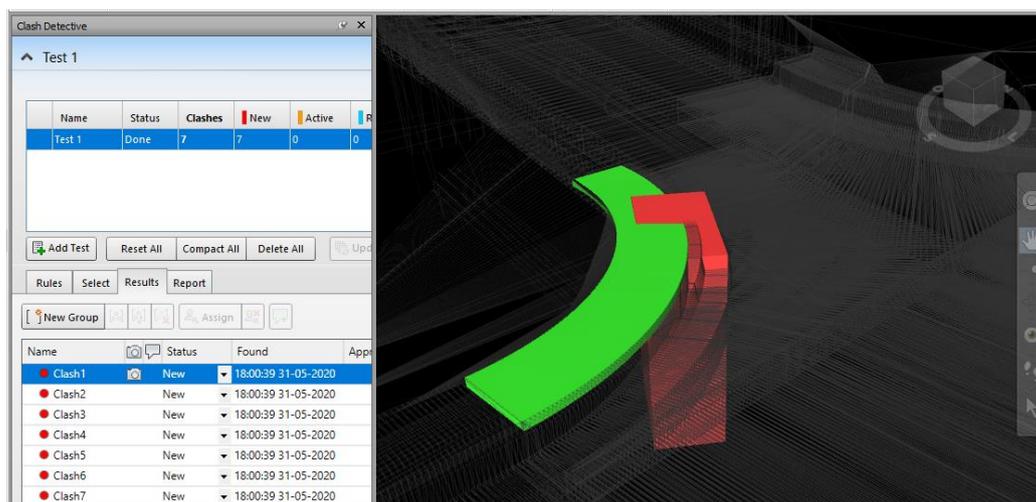


**Figura 02: Exemplo das propriedades dos elementos.**

#### 4.2.2. GESTÃO DE INTERFERÊNCIAS

Nesta fase do processo foi extraído o relatório de *clash* pelo programa *Navisworks*, que consiste na identificação das interferências e incompatibilidades no modelo 3D. Com esta ferramenta é possível realizar a verificação para revisão do projeto, além de antecipar possíveis erros de compatibilização (processo que geralmente é feito manualmente por uma empresa de projetos) que podem ocorrer na execução da obra, para que dessa forma possa garantir a economia de custos e tempo na obra, já com o prazo para término pré-determinado.

Após a atualização e padronização das famílias, a intenção é remodelar o RAT – Reservatório de Água Tratada – a fim de aplicar do início ao fim a metodologia BIM para levantamento de possíveis dificuldades, como: problemas de compatibilização de projetos, diferença exorbitante nos custos ou falta/acréscimo de algum serviço essencial para a execução da obra que podem ser previstos antecipadamente, melhorias para planejamentos futuros, aplicação nos projetos de Reservatório de Água Tratada existentes na empresa e elaboração de um *Template* a ser disponibilizado para as futuras contratações de execuções na plataforma.



**Figura 3: Exemplo de um clash de interferência de uma caixa de drenagem e o calçamento modelados.**

### 4.3. PLANEJAMENTO EM BIM – 5D

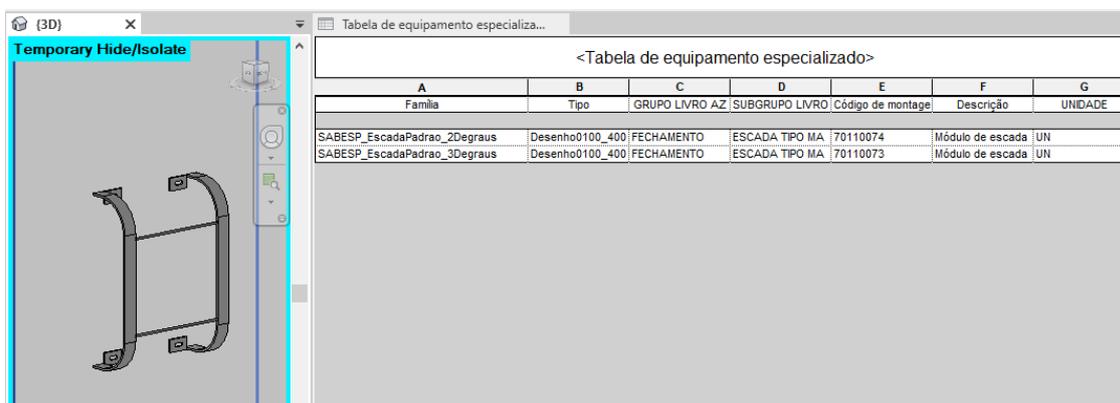
A etapa de planejamento em BIM permite adicionar tempo e os custos aos elementos modelados, tornando-os mais inteligentes, permitindo assim a visualização 3D da simulação do planejamento da construção e a retirada dos quantitativos do projeto modelado, dessa forma conseguindo parte do 5D do BIM.

#### 4.3.1. LEVANTAMENTO QUANTITATIVO E CRONOGRAMA

O programa *Navisworks Manager* é utilizado para a realização da simulação do planejamento da construção e retirado dos quantitativos, com a adição das disciplinas modeladas em cada software. Em seguida os elementos são selecionados, adicionando o tempo definido previamente no cronograma executivo e o custo retirado do banco de preços.

##### 4.3.1.1. LEVANTAMENTO QUANTITATIVO - REVIT

Dentro do programa REVIT, no qual foi executada a modelagem dos objetos do Reservatório de Água Tratada foi possível extrair as listas de materiais e quantitativos de elementos criados. Com a facilidade de quantificar os elementos que foram projetados é viável garantir a economia de tempo e mão de obra única, que ainda podem ser utilizadas no avanço de outras etapas de projetos.



Temporary Hide/Isolate

Tabela de equipamento especializa...

<Tabela de equipamento especializado>

A	B	C	D	E	F	G	
Família	Tipo	GRUPO LVRO	AZ	SUBGRUPO LVRO	Código de montagem	Descrição	UNIDADE
SABESP_EscadaPadrao_2Degraus	Desenho0100_400	FECHAMENTO		ESCADA TIPO MA	70110074	Módulo de escada	UN
SABESP_EscadaPadrao_3Degraus	Desenho0100_400	FECHAMENTO		ESCADA TIPO MA	70110073	Módulo de escada	UN

Figura 4: Lista de materiais extraída do projeto pelo Revit.

##### 4.3.1.2. CRONOGRAMA E LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVO – NAVISWORKS

Para a realização do cronograma, o software que se demonstrou mais interoperável em comparação aos demais softwares foi o *Navisworks*, principalmente pela facilidade na simulação das fases do projeto atreladas ao orçamento total, nele é possível extrair quantitativos, custos e *timelapse* com simulação da execução do projeto na obra. Para melhor funcionalidade dentro do software é necessário seguir um fluxo de quantificação onde serão descritos como os atributos dos elementos atuarão dentro do software *Navisworks* a fim de que a extração dos quantitativos atenda devidamente as solicitações da Sabesp. Também será realizada a configuração dos sets para que possa ser feito o *timelapse* junto com cronograma e realizar o planejamento do projeto.

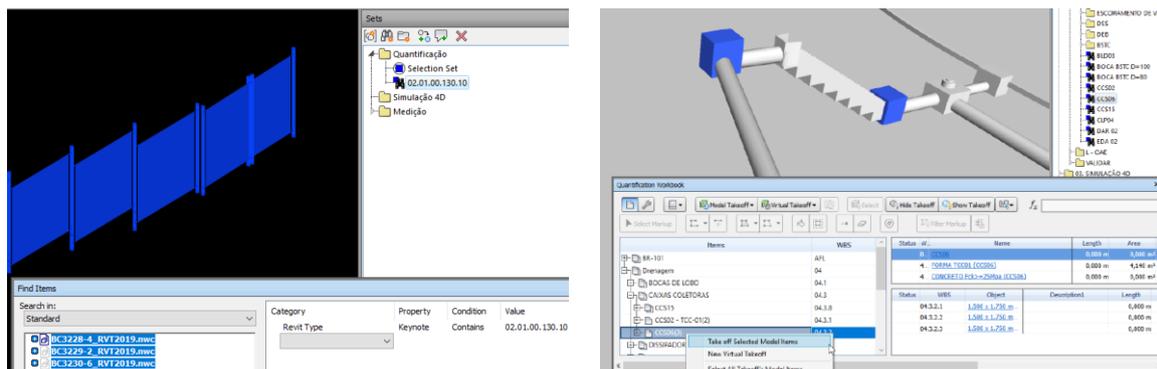
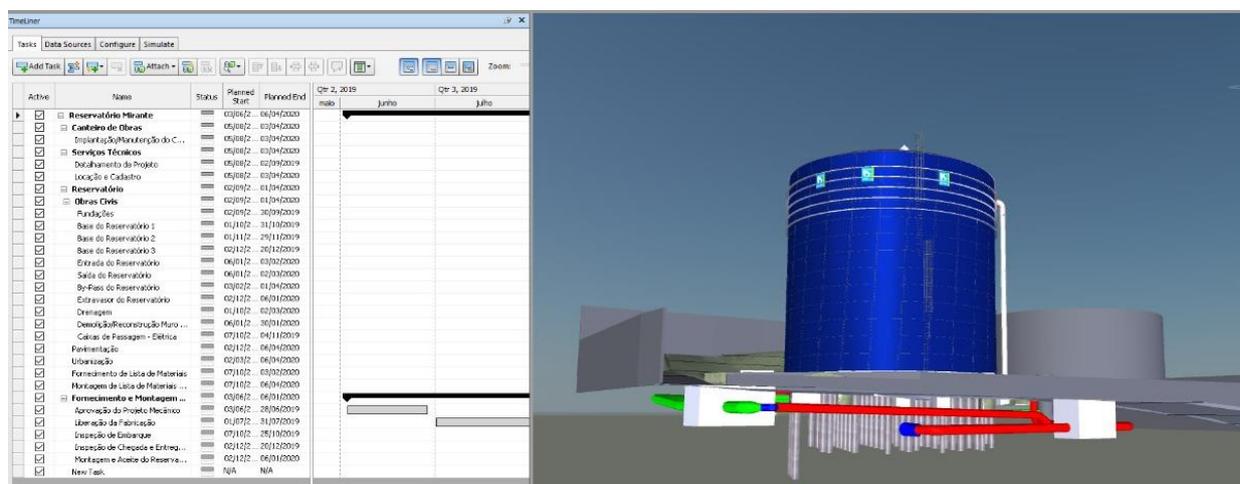


Figura 05: Configuração dos Sets e do Take off de quantificação dos elementos

Uma forma que pode ser utilizada para extração de quantitativos dentro do software *Navisworks* é pelo take off, onde é possível extrair as quantidades dos elementos selecionados que foram configurados seus sets e vinculados aos elementos modelados.



**Figura 6: Simulação de um cronograma de execução da modelagem 4D de um Reservatório de Água Tratada.**

#### 4.4. GESTÃO DE DOCUMENTOS

A gestão de documentos visa transformar as documentações físicas em dados digitais de forma organizada e completa rastreabilidade buscando estimular seus fornecedores e funcionários a trabalharem seguindo padrões definidos de guarda e de apresentação de documentos. Tem como perspectiva facilitar os processos de análise e liberação de documentos tornando todo o processo mais ágil.



#### 4.4.1. ESTRUTURA DA CODIFICAÇÃO DAS NOMENCLATURAS

##### 4.4.1.1. ESTRUTURA DA NOMENCLATURAS DOS DOCUMENTOS

O desenvolvimento da nomeação dos empreendimentos dos projetos, será renomeado automaticamente através da composição dos atributos parametrizados elaborados na estrutura da nomenclatura descrita na figura, segue abaixo figura exemplificado estrutura de identificação do empreendimento.

A formulação da estrutura da nomenclatura foi dívida em 3 grupos distintos e 13 níveis de informações, para melhor visualização e identificação do documento.

ESTRUTURA DA NOMENCLATURA										ESTRUTURA DA MOMENCLATURA = MUNICÍPIO + LOCAL + SISTEMA + SEGMENTO + NOME DO ELEMENTO* + Nº DO CT + ANO DO CT + TIPO DE PROJETO + TIPO DE DOCUMENTO + ESPECIALIDADE + Nº SEQUENCIAL + VERSÃO + REVISÃO													
IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO										INFORMAÇÃO DO DOCUMENTO			CONTROLE DE ATUALIZAÇÃO										
GRUPO A										GRUPO B						GRUPO C							
MUNICÍPIO	SEPARADOR	LOCAL (DISTRITO E BAIRRO)	SEPARADOR	SISTEMA	SEPARADOR	SEGMENTO	NOME DO ELEMENTO/RUA *(CASO NECESSÁRIO)	SEPARADOR	Nº DO CONTRATO/ Nº SEQUENCIAL	SEPARADOR	ANO DO CONTRATO/ ANO DE ELABORAÇÃO	SEPARADOR	TIPO DE PROJETO	SEPARADOR	TIPO DE DOCUMENTO	SEPARADOR	ESPECIALIDADE	SEPARADOR	Nº SEQUENCIAL	SEPARADOR	VERSÃO	SEPARADOR	REVISÃO
1		2		3		4	5		6		7		8		9		10		11		12		13
SUZ	-	CEN	-	A	-	CRT		-	03.736	-	18	-	EX	-	ET	-	GE	-	010	-	V00	-	R02

Figura 7: Estrutura e exemplo da codificação da nomenclatura de documentos.

##### 4.4.1.2. ESTRUTURA DA NOMENCLATURA DA BIBLIOTECAS E TEMPLATES

As nomenclaturas das bibliotecas e *templates* foram elaboradas a fim de controlar o sistema virtual de fornecimento e recebimento a serem utilizados nas modelagens pertencentes a cada software, os arquivos serão renomeados automaticamente através da composição dos atributos parametrizados.

A formulação da estrutura da nomenclatura foi dívida em 3 grupos distintos e 10 níveis de informações, para melhor visualização e identificação dos arquivos.

ESTRUTURA DA NOMENCLATURA										ESTRUTURA DA MOMENCLATURA = SABESP + REVIT + ÁGUA + CENTRO DE RESERVAÇÃO DE ÁGUA TRATADA + BIBLIOTECA + LIVRO AZUL + GRUPO 7007 + VERSÃO 00 + REVISÃO 02						
IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO										INFORMAÇÃO DO ELEMENTO			CONTROLE DE ATUALIZAÇÃO			
GRUPO A										GRUPO B					GRUPO C	
EMPRESA	SEPARADOR	TIPO DE SOFTWARE	SEPARADOR	SISTEMA	SEPARADOR	SEGMENTO	SEPARADOR	TIPO DE ARQUIVO	SEPARADOR	REFERÊNCIA	SEPARADOR	ESPECIFICAÇÃO	SEPARADOR	VERSÃO	SEPARADOR	REVISÃO
1		2		3		4		6		7		8		9		10
SBSP	-	RVT	-	A	-	CRT	-	BIB	-	LA	-	7007	-	V00	-	R02

EXEMPLO: SBSP-RVT-A-CRT.BIB-LA-7007.V00-R02

Figura 8: Estrutura e exemplo da codificação da nomenclatura de bibliotecas e templates.

#### 4.4.2. ESTRUTURA DA IDENTIFICAÇÃO TEXTUAL

Seguindo procedimentos das nomenclaturas das estruturas internas de saneamento, o desenvolvimento da nomeação dos empreendimentos dos projetos, será renomeado automaticamente através da composição dos atributos elaborados na estrutura da nomenclatura.

O desenvolvimento da nomeação textual dos documentos, dos empreendimentos e das bibliotecas e *templates*, serão renomeados automaticamente através da composição dos atributos elaborados na estrutura das nomenclaturas descrita anteriormente, segue abaixo figuras exemplificando a estrutura de identificação textual.



**Figura 9: Estrutura e exemplo de identificação textual do empreendimento**



**Figura 10: Estrutura e exemplo de identificação textual estrutura de identificação do documento.**

#### 4.4.3. FLUXO DE PASTAS

Os fluxos de pastas identificam as categorias dos arquivos a serem salvos num local padrão, essas categorias são organizadas por pasta distintas pertencentes ao processo do fluxograma de trabalho.

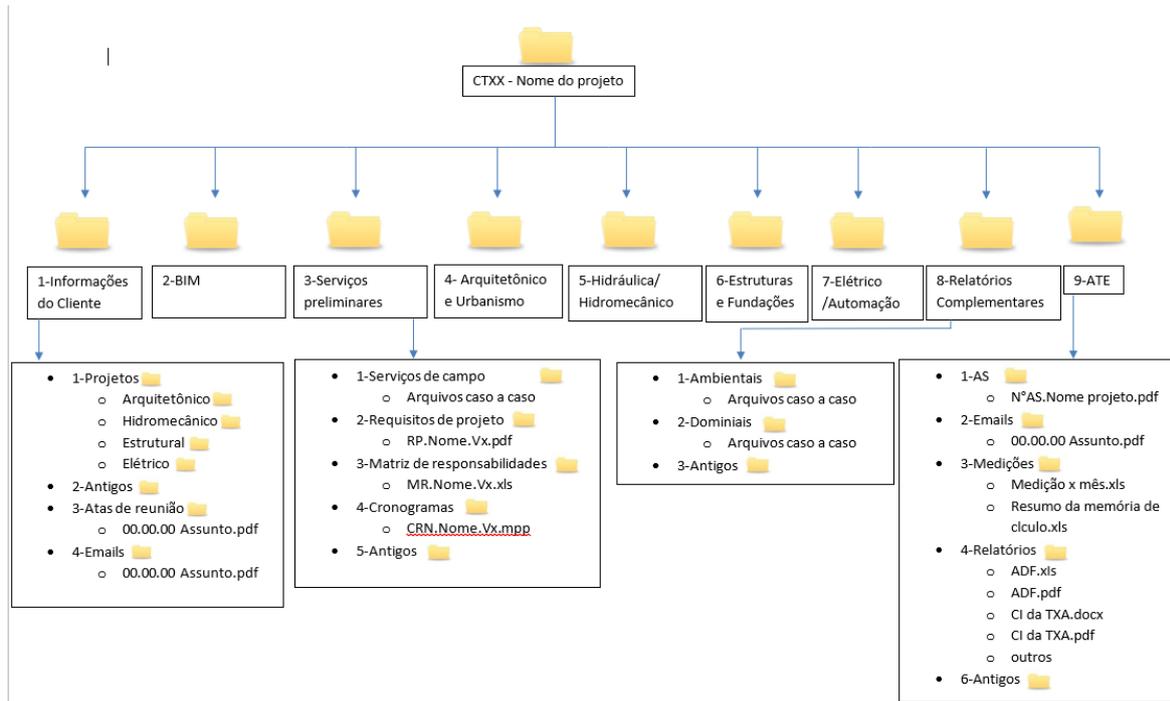


Figura 11: Modelo do fluxo de pastas de um projeto novo.

#### 4.4.4. FLUXOGRAMA DE TRABALHO

Foram criados fluxogramas da vida dos projetos novos em BIM com a finalidade de representar o passo-a-passo do fluxo do processo desenvolvido internamente, com a implementação desse processo o fluxo de informações traz agilidade inteligência ao processo.

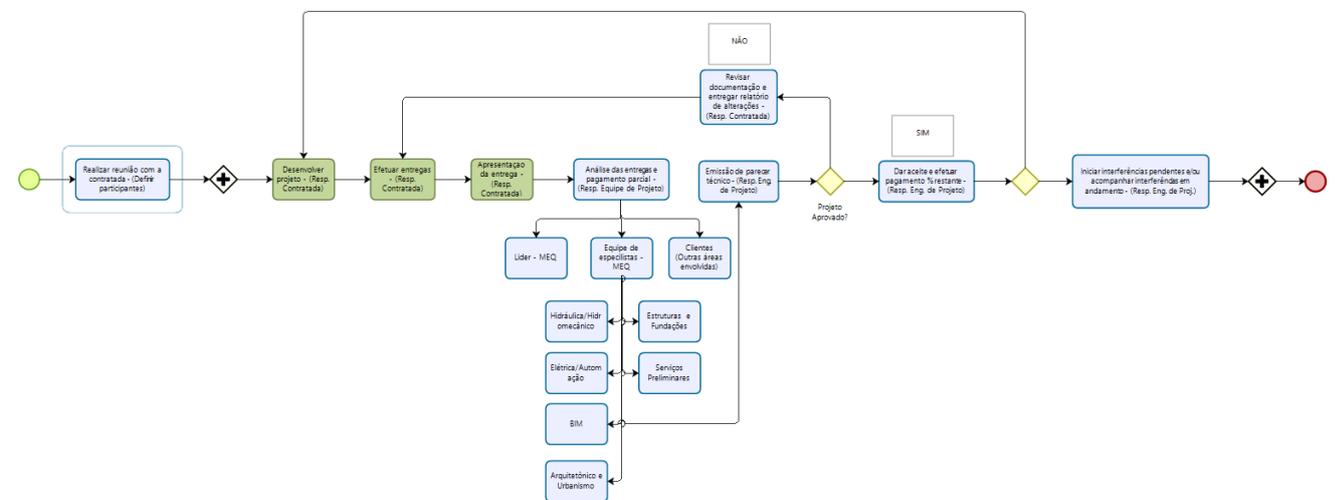


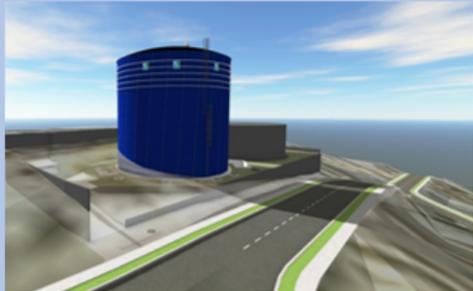
Figura 12: Exemplo de fluxograma de trabalho de projetos novos.

#### 4.4.5. PRONTUÁRIO DO EMPREENDIMENTO

O controle dos empreendimentos é realizado através da inserção de informações retiradas dos atributos parametrizados das nomenclaturas, dos fluxogramas de trabalho e da importação de planilha em excel com

dados de planejamento, esse controle é realizado de forma a trazer mais agilidade ao processo de gestão de um empreendimento de projeto.

Esse processo foi renomeado como prontuário, pois contém um conjunto de informações orientativas e que foram abastecidas ao longo de todo o processo de elaboração do empreendimento.

Nº CONTRATO	03.736/18	Nº ID	SUZ-CEN-A-CRT -03.736_18
		Nº ID MEP	2019/060
NOME DE IDENTIFICAÇÃO	PROJETO EXECUTIVO CENTRO DE RESERVAÇÃO DE ÁGUA TRATADA , SUZANO - DISTRITO CENTRO		
	DATA DE INÍCIO	02/10/2019	
	META DE CONCLUSÃO	16/09/2020	
	DATA DE ENVIO AO PT	01/10/2020	
	LOCALIZAÇÃO	N E	
	FASE DO PROJETO	PROJETO EXECUTIVO	
	VALOR DO CT	R\$55.000	
<p>Reservatório Suzano Centro com capacidade de armazenamento de 10.000 m³, considerando os projetos executivos hidráulicos, hidromecânicos, de dispositivos, das interligações, da linha de descarga e da adutora de água tratada de distribuição.</p>	UNIDADE ADMINISTRATIVA	MX1	
	UNIDADE CLIENTE	MX2	
	UNIDADE OPERACIONAL	MX3	
ÚLTIMA ATUALIZAÇÃO	11/05/2020	USUÁRIO	xxx
CRONOGRAMA			
MATRIZ DE RESPONSABILIDADE - RACI			
NOME	RESPONSABILIDADE	E-MAIL	CONTATO
FULANO	ADMINISTRATIVO	<a href="mailto:fulano@sabesp.com.br">fulano@sabesp.com.br</a>	
BELTRANO	CONFERÊNCIA	<a href="mailto:beltrano@sabesp.com.br">beltrano@sabesp.com.br</a>	
SICRANO	APROVAÇÃO CLIENTE	<a href="mailto:sicrano@sabesp.com.br">sicrano@sabesp.com.br</a>	
ANOTAÇÕES			
DATA	LINK DOCUMENTO	RESUMO	
02/10/2019		EXEMPLO: ASSUNTOS DISCUTIDOS - INFORMAÇÃO GERAL EXEMPLO REUNIÃO DE PARTIDA - E-MAIL DE APROVAÇÃO DE VÁLVULAS	
09/03/2020		ENTREGA DA REVISÃO FINAL - CONFORME PARECER TÉCNICO 02	

**Figura 13: Exemplo de um prontuário de Reservatório de Água Tratada.**

#### 4.5. FLUXO DE DIGITALIZAÇÃO DO PROCESSO DE MEDIÇÃO

A fase de digitalização do processo de medição, tem como etapas de implementação a elaboração de um fluxo digital de aprovação interno da medição do empreendimento, controlada através da geração de um relatório Gerencial em Word e em Power BI.

Esse fluxo está em elaboração no software *Projectwise*, consiste inicialmente na importação de uma planilha padrão licitada contendo os itens, descrição, unidade, quantidades contratadas, cronograma e os períodos a serem medidos, outras informações contratuais também são cadastradas, aonde será gerado internamente no software um pasta com a quantidade de medições e as informações contratuais.

Após o seu abastecimento e com o recebimento da medição pela empresa contratada através de planilha padrão licitada, essa será importada para o software aonde será gerado a solicitação da aprovação pelo fiscal e o Administrador Responsável na empresa dos itens a serem medidos.

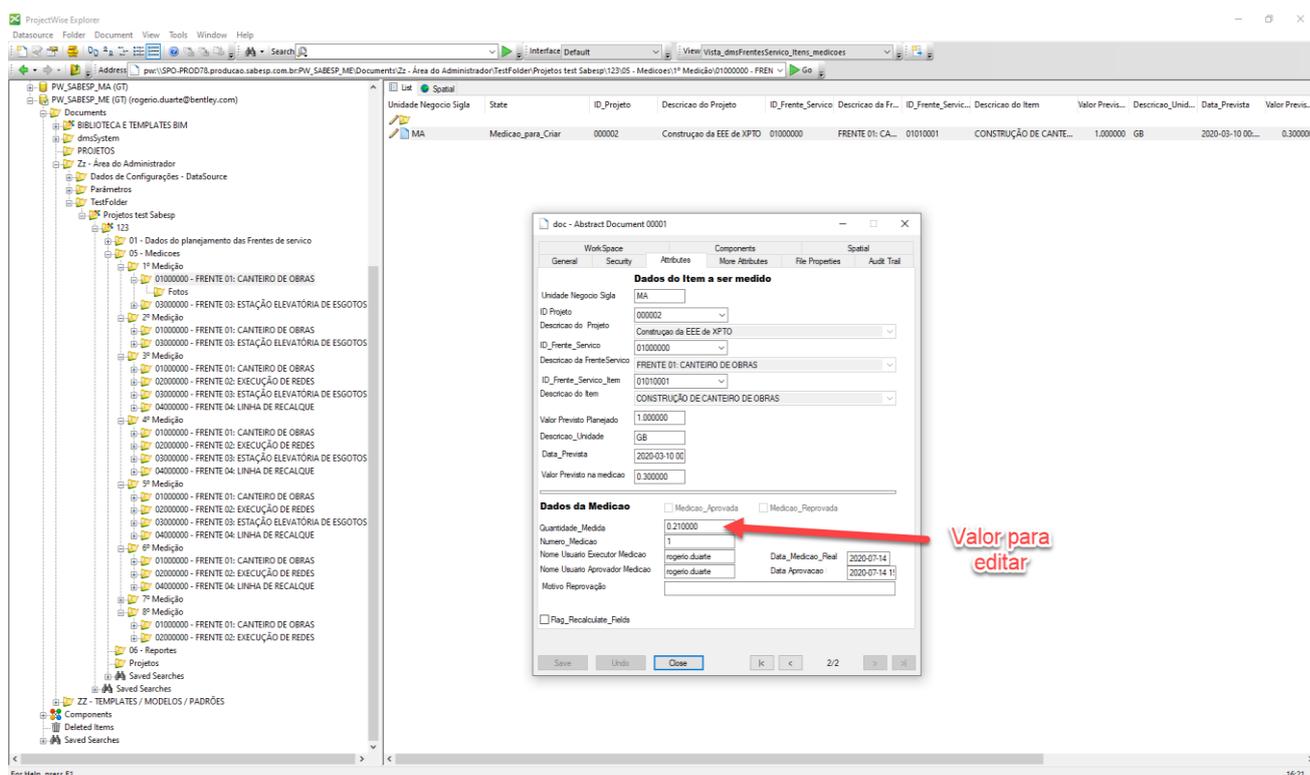
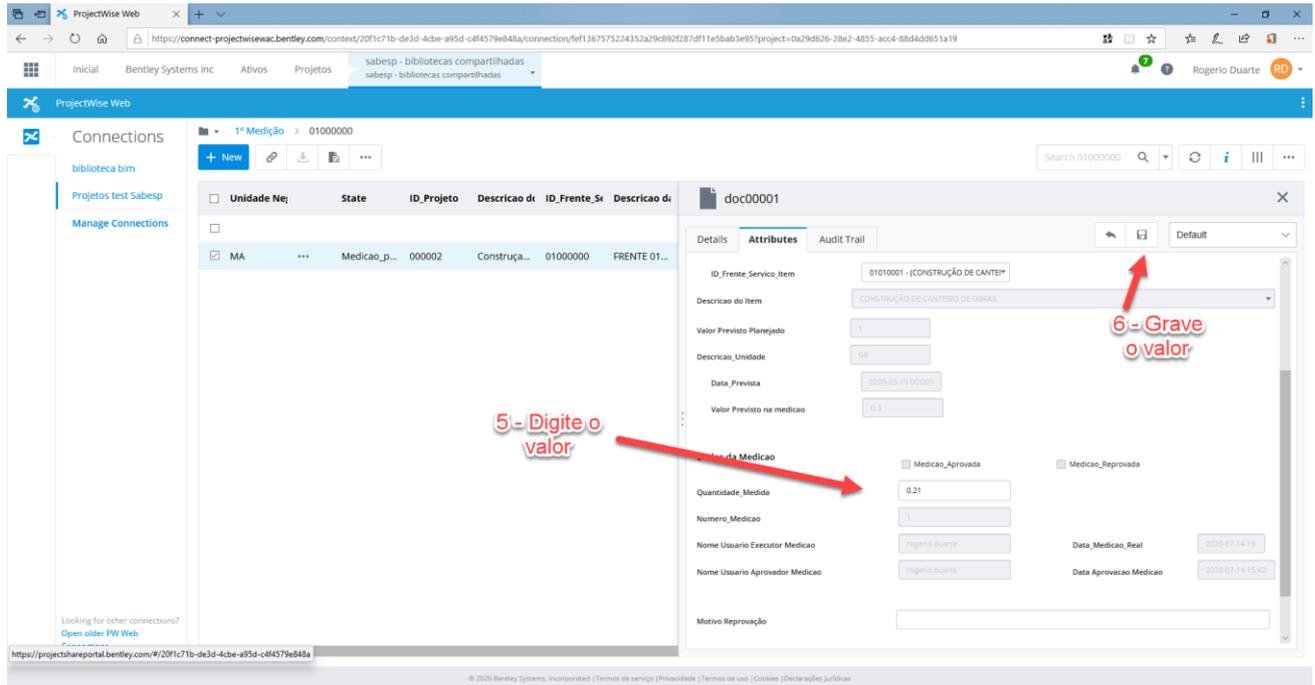


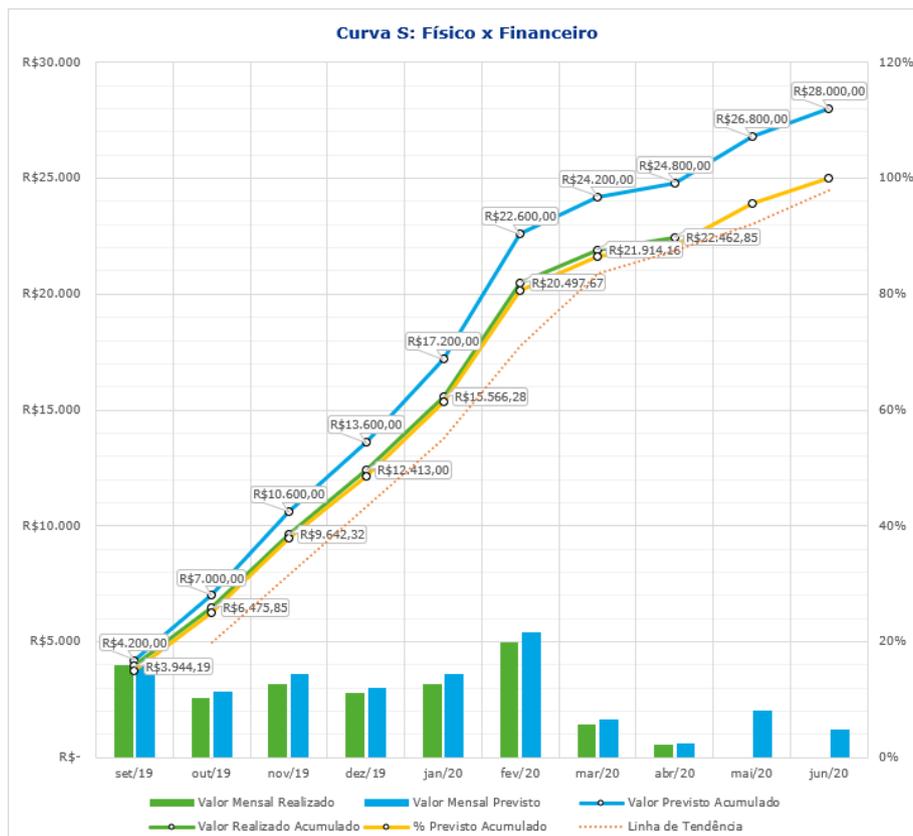
Figura 14: Tela de aprovação do item medido no software *Projectwise*, via software

Esse fluxo de aprovações, também podem ser realizados no modo via link, podendo ser acessado via Tablet, por exemplo.



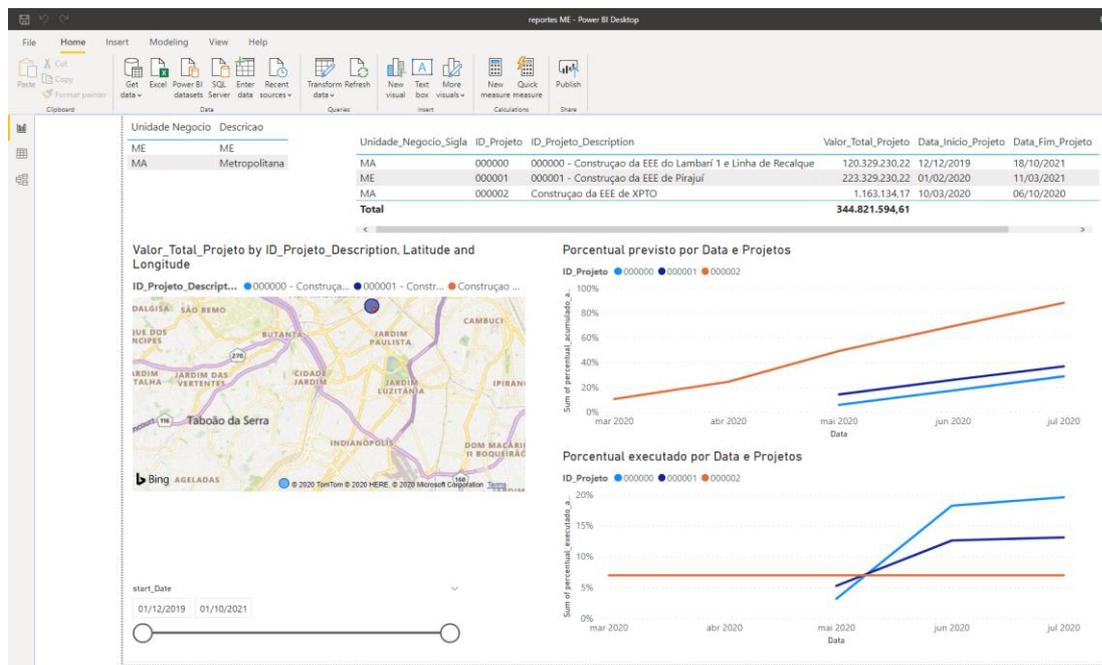
**Figura 15: Tela de aprovação do item medido no software *Projectwise*, via Tablet**

Após a aprovação da medição, será possível realizar o controle gerencial das medições realizadas, através da geração do Relatório Gerencial, que contém fotos, informações contratuais e tabelas e gráficos de controle físico x financeiro.



**Figura 16: Tela de aprovação do item medido no software *Projectwise*, via Tablet**

Outro controle gerado é o Relatório Dinâmico, realizado através do Power BI, gerando gráficos, mapa interativo com a localização dos Empreendimentos, câmera de acompanhamento em tempo real, acompanhamento do empreendimento atualizado e de fácil acesso através de login e senha por link mobile.



**Figura 17: Georreferenciamento de um Reservatório de Água Tratada.**

#### 4.6. GEORREFERENCIAMENTO E BANCO DE DADOS

As modelagens foram desenvolvidas georreferenciadas, a fim de se realizar o seu compartilhamento em plataforma digital, essa plataforma funciona como um banco de dados 4D, aonde será realizado o seu arquivamento.

O trabalho consta em fase de implementação e estudo.



**Figura 18: Georreferenciamento de um Reservatório de Água Tratada.**

#### 4.7. MANUAIS BIM

Uma fase de grande valor para implementação e a elaboração de Manuais de uso BIM, neste documento a empresa buscou colocar todas as informações necessárias para a elaboração, análise e responsabilidades técnicas de um projeto totalmente em BIM. Estes processos então em fase de elaboração conforme a equipe avança a cada etapa da implementação na Sabesp. Atualmente os manuais estão em elaboração.

##### 4.7.1. MANUAL DAS BIBLIOTECAS

Com o manual das Famílias, a empresa que ficará responsável por projetar as futuras obras de infraestrutura poderá ter informações sobre como deverá ser criado os objetos a serem inseridos nos modelos 3D e seus respectivos atributos e LOD's, conforme solicitados nos termos de referência e segundo cada tipo de projeto que será elaborado. O manual das bibliotecas conta também com exemplos de como devem ser representados, tais como objetos a serem inseridos nos modelos 3D, a forma que estes elementos deverão se comportar dentro do software *Revit*, a forma que deverá ser quantificado e as extensões dos arquivos que serão aceitas.

**Tabela 5: Padronização da organização das informações dos elementos**

DEFINIÇÕES			DADOS DO PARÂMETRO			CLASSIFICAÇÃO			
Nome do Parâmetro Original	Nome do Parâmetro na Tabela	Utilização	Disciplina	Tipo de Parâmetro	Grupo	Natureza	Tipo	Instância	Relatório
GRUPO LIVRO AZUL	GRUPO LIVRO AZUL	Classificação do elemento com relação ao grupo do livro azul ao qual pertence	Comum	Texto	Texto	Parâmetro de Projeto	x		
SUBGRUPO LIVRO AZUL	SUBGRUPO LIVRO AZUL	Classificação do elemento com relação ao subgrupo do livro azul ao qual pertence	Comum	Texto	Texto	Parâmetro de Projeto	x		
Código de Montagem (Assembly Code)	CÓDIGO	Codificação do elemento de acordo com o livro azul	Comum	Texto	Dados de identidade	Parâmetro Nativo	x		
Descrição (Description)	DESCRIÇÃO	Descrição do elemento de acordo com o livro azul	Comum	Texto	Dados de identidade	Parâmetro Nativo	x		
UNIDADE	UNIDADE	Unidade de quantificação do elemento de acordo com o livro azul	Comum	Texto	Texto	Parâmetro de Projeto	x		

**Figura 1: Exemplo dos parâmetros e atributos das famílias em BIM.**

##### 4.7.2. MANUAL DAS NOMENCLATURAS

As nomenclaturas utilizadas dentro das famílias em Revit foram especificadas no Manual das famílias elaborado pela empresa especializada em projetos BIM e foi adequada juntamente com a contratante Sabesp a padronização a ser utilizada em todos os futuros projetos a serem elaborados e solicitados a empresas projetistas. O manual das nomenclaturas dos documentos e das bibliotecas tem como iniciativa organizar os arquivos, facilitando dessa forma a sua busca, organização e entrega de arquivos.

**Tabela 6: Padronização da organização das nomenclaturas dos elementos**

NOMENCLATURA DAS FAMÍLIAS CARREGÁVEIS					
SINTAXE	SIGLA	_	NomeDoElemento	_	CaracterísticaEspecífica*
EXEMPLOS	SABESP	_	VigaRetangular	_	Concreto
	SABESP	_	PortaAbrir	_	2Folhas
	SABESP	_	BaciaSanitaria		

NOMENCLATURA DOS TIPOS DAS FAMÍLIAS CARREGÁVEIS			
SINTAXE	DIMENSÕES OU CARACTERIZAÇÃO	_	CaracterísticaEspecífica*
EXEMPLOS	0,30X0,25m	_	Beiral0,55m
	L0,80mxA2,10	_	E=0,15m
	0,20x0,60m		
	Bacia	_	CaixaAcoplada

NOMENCLATURA DOS TIPOS DAS FAMÍLIAS DE SISTEMA			
--	--	--	--

SINTAXE	SIGLA	–	NomeDoElemento	–	Dimensões CaracterísticaEspecífica* ou
EXEMPLOS	SABESP	–	Alvenaria	–	E19cm
	SABESP	–	PinturaComMassaCorrida	–	E0,5cm
	SABESP	–	PisoConcreto	–	E10cm

## 5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Até o presente momento os resultados obtidos com a implementação da metodologia BIM são extremamente gratificantes. Notou-se a necessidade na colaboração entre todas as áreas envolvidas nos diferentes tipos de projetos que a empresa trabalha. No caso do Reservatório de Água Tratada, com o auxílio da equipe de Projetos, Pacote Técnico, Obras nas disciplinas de estrutura, hidráulica, eletromecânicas e demais áreas da engenharia e ao longo dos desafios subsequentes encontrados.

Com as equipes trabalhando em conjunto, constatou-se a redução de falhas, das quais muitas passavam despercebidas, além da identificação de forma mais ágil e correções em um prazo menor, principalmente em comparação a projetos elaborados de forma tradicional.

A motivação principal para a inserção desta nova tecnologia é melhorar a qualidade dos fluxos de projetos, na elaboração de orçamentos e na execução das obras, juntamente com as empresas contratadas, com o intuito de atender as necessidades dos clientes da empresa de forma mais limpa e eficiente.



**Figura 19: Comparativo de um Reservatório Executado versus o projetado.**

## 6. CONCLUSÃO

A aplicação da metodologia BIM consiste na simulação da execução da obra feita em computador, trazendo uma melhor visualização do acompanhamento de cada etapa, analisando os elementos que serão construídos,

bem como os custos. Com a implementação da metodologia, melhores hipóteses de execução do acompanhamento de obra, foram identificados, visando aperfeiçoar o tempo gasto na inserção e elaboração de informações fundamentais para este tipo de tarefa.

Em outras palavras, o gerenciamento de tempo e atenção aos gastos foram os pontos principais de controle para que todas as etapas do projeto pudessem seguir estritamente o que foi planejado. Resultando assim, em um serviço mais prático e “leve”, que valoriza os fluxos de trabalho na empresa, além da eficiência existente em uma construção que acontece quase que fielmente aos elementos projetados e seus custos levantados anteriormente ao início da obra, na fase de projetos.

Prezando pela diminuição de gastos, tempo e pelo aumento da qualidade em empreendimentos de engenharia, provenientes da extensão do prazo, muitas vezes oriundas da busca de informações, da falta padronização, fluxo de trabalho, entre outros processos (que gastam uma quantidade significativa de tempo para serem elaborados), a implementação de uma metodologia de trabalho se faz necessário, resultando na melhorada confiabilidade dos produtos elaborados, por trazer resultados significativamente promissores.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ABGE (2018). Geologia de Engenharia e Ambiental. Ed. Antônio Manoel dos Santos Oliveira e João Jerônimo Monticeli. Volume 2 – Métodos e Técnicas, Capítulo 3. São Paulo, SP
2. ABGE (2013). Manual de Sondagens. Boletim 3, 5ª Edição, São Paulo, SP.
3. AGS (2017). *Electronic Transfer of Geotechnical and Geoenvironmental Data* - AGS4 Edition 4.0.4, Published by AGS, UK. Disponível em [www.agsdataformat.com/datatransferv4/intro.php](http://www.agsdataformat.com/datatransferv4/intro.php).
4. AGS-BR (2018). Diretrizes para Sondagens a Percussão, São Paulo, SP. Disponível em [www.padraoags.com.br](http://www.padraoags.com.br).
5. NTS 18. Elaboração de Projetos – Considerações Gerais. Norma Técnica Sabesp. São Paulo, SP.
6. SABESP (2004). Denominação das estruturas do sistema Adutor Metropolitano - Guia para Especificação dos Nomes das Estruturas. São Paulo, SP.
7. ISO 13567 1:1998. Technical product documentation — Organization and naming of layers for CAD - Part 1: Overview and principles. rue de Varembé, Case postale 56 CH-1211 Geneva 20, Switzerland <http://www.iso.org/>.
8. ASBEA. Diretrizes Gerais para Intercambialidade de Projetos em CAD. São Paulo, SP.
9. EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen: Manual de BIM \u2013 Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman. 2014.