

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE GESTÃO E ECONOMIA
CURSO DE MBA EM GESTÃO EMPRESARIAL

FÁBIO ERN PIASERA

**INTEGRAÇÃO DE MODELAGEM 3D COM APLICABILIDADE EM
SUBESTAÇÕES DE ENERGIA ELÉTRICA**

MONOGRAFIA DE MBA

CURITIBA
2017

FÁBIO ERN PIASERA

INTEGRAÇÃO DE MODELAGEM 3D COM APLICABILIDADE EM SUBESTAÇÕES DE ENERGIA ELÉTRICA

Monografia apresentada ao Curso MBA em Gestão Empresarial, do Departamento Acadêmico de Gestão e Economia, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do certificado de Especialista em Gestão Empresarial.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Daniel Batista de Sousa

CURITIBA
2017

TERMO DE APROVAÇÃO

INTEGRAÇÃO DE MODELAGEM 3D COM APLICABILIDADE EM SUBESTAÇÕES DE ENERGIA ELÉTRICA

Esta monografia foi apresentada no dia 01 de novembro de 2017, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em MBA em Gestão Empresarial – Departamento Acadêmico de Gestão e Economia – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O aluno Fábio Ern Piasera apresentou o trabalho para a Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após a deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Paulo Daniel Batista de Sousa
Orientador

Prof. Dr. Thiago Cavalcante Nascimento
Banca

Prof. Dr. Leonardo Tonon
Banca

Visto da coordenação:

Prof. Dr. Paulo Daniel Batista de Sousa

A folha de aprovação assinada encontra-se na coordenação do curso.

RESUMO

PIASERA, Fábio Ern. Grupo de estudo subestações e equipamento de alta tensão – GSE: Integração de modelagem 3d com aplicabilidade em subestações de energia elétrica. 2017. 22 f. Monografia – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba. 2017.

A GEOGROUP / ENGETECNICA ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO afim de mitigar os problemas de gestão, organização, eficiência e qualidade que usualmente ocorriam em seus projetos de subestação de transmissão, remodelou seus conceitos de elaboração de projetos. A solução encontrada pela empresa para mitigar estes problemas foi a substituição do processo tradicional de realização de projetos em 2D para a utilização da metodologia BIM (do inglês Building Information Modeling). Este artigo descreve a implementação dessa metodologia de concepção de projetos, a quebra de paradigmas, os desafios atinentes a implementação e quais as vantagens e desvantagens da utilização da metodologia BIM neste empreendimento.

Palavras-chave: Building Information Modeling – BIM. Modelagem 3D. Subestações.

ABSTRACT

PIASERA, Fábio Ern. Study group substations and high voltage equipment - GSE: Integration of 3d modeling with applicability in electric power substations. 2017. 22 f. Monografia – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba. 2017.

GEOGROUP / ENGETECNICA ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO In order to mitigate the problems of management, organization, efficiency and quality that usually occurred in its transmission substation projects, it redesigned its concepts of project design. The solution found by the company to mitigate these problems was the substitution of the traditional process of realization of 2D projects for the use of the BIM (Building Information Modeling) methodology. This article describes the implementation of this project design methodology, the paradigm break, the implementation challenges and the advantages and disadvantages of using the BIM methodology in this project.

Keywords: Building Information Modeling – BIM. 3D modeling. Substations.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Transformador de Corrente 500 kV em campo e modelado pela metodologia BIM.....	11
Figura 2 – (a): Projeto de Conector em 3D fornecido por um fornecedor (b) Autotransformador 500/138kV enviado pelo fornecedor.....	12
Figura 3: Ampliação do arranjo eletromecânico e fundações da SE Paranaíta.	13
Figura 4: Maquete virtual do setor de 138 kV na SE Paranaíta 500/138 kV.....	14
Figura 5: Maquete virtual do setor de 500 kV na SE Paranaíta 500/138 kV.....	15
Figura 6: Situação atual da maquete virtual SE Paranaíta 500/138 kV – Sem terreno e sem instalações existentes.....	15

SUMÁRIO

1.0	INTRODUÇÃO.....	07
2.0	BUILDING INFORMATION MODELING – BIM.....	08
2.1	TECNOLOGIA BIM.....	08
2.2	A UTILIZAÇÃO DO BIM.....	08
2.3	BENEFÍCIOS DO BIM	09
3.0	IMPLANTAÇÃO DO BIM NA GEOGROUP/ ENGETECNICA.....	10
3.1	CRIAÇÃO DA BIBLIOTECA DE DADOS E MONTAGEM DA MAQUETE VIRTUAL PARA O PROJETO BÁSICO.....	10
3.2	MONTAGEM DA MAQUETE VIRTUAL NO PROJETO EXECUTIVO.....	13
3.3	TRABALHANDO COM A METODOLOGIA BIM.....	16
3.3.1	Equipe de gerenciamento	16
3.3.2	Equipe de suprimentos.....	17
3.3.3	Equipe de engenharia.....	18
3.3.4	Equipe de construção da subestação.....	18
3.3.5	Participação dos interessados no projeto.....	19
4.0	CONCLUSÃO.....	20
	REFERÊNCIAS.....	22

1.0 INTRODUÇÃO

A aparição de novas técnicas e metodologias para o desenvolvimento ou construção de projetos é frequente e necessária, isso acontece também no setor elétrico, onde se busca permanentemente por ferramentas que auxiliem na elaboração de empreendimentos de sucesso. Entretanto, pode-se observar que na prática, não existem muitas mudanças na confecção de projetos de Subestações de Extra Alta Tensão (EAT), nas quais ainda são utilizadas as mesmas ferramentas de projeto que muitas vezes não acompanham o funcionamento dinâmico das constantes variações que ocorrem no desenvolvimento destes projetos, ocasionando diversas vezes retrabalhos e perdas de tempo, que influenciam diretamente no prazo e na qualidade dos desenhos.

Uma prática muito comum durante o desenvolvimento é a segmentação do projeto, na qual cada equipe trabalha na sua respectiva área (Civil, Eletromecânica e Elétrica) desenhando em projeção 2D cada sistema construtivo, equipamentos e componentes, ficando dessa forma susceptível a erros, detectados muitas vezes somente durante a fase da construção, gerando consequências que comprometem a qualidade e custo do empreendimento.

Com a maior quantidade de informações e necessitando trabalhar em sincronia, este sistema de trabalho complexo dificulta a identificação das interferências entre os desenhos, ou seja, ocorrendo um erro em um objeto que está contido em diferentes desenhos, este necessita ser alterado em cada um deles causando retrabalho, e conseqüentemente, atraso na entrega dos projetos.

Ciente de todos os problemas usuais da realização de subestações de EAT em 2D, a GEOGROUP / ENGETECNICA considerando necessário buscar recursos que permitam progredir e mitigar todos os erros e problemas ocorridos em projetos anteriores, decidiu substituir o sistema de trabalho, alterando de 2D para o BIM, levando a empresa para a aplicação de uma tecnologia ainda não utilizada pela maioria das transmissoras de energia elétrica do Brasil; devido a isto, no decorrer do caminho de implantação do sistema houveram diversos contratemplos até a implantação completa do sistema. Este artigo descreve resumidamente o que é o BIM, como foi o processo de implantação do sistema dentro da GEOGROUP / ENGETECNICA, quais foram as barreiras que a companhia teve de enfrentar, os fatores positivos e negativos observados durante o processo e como as transmissoras e órgãos governamentais interessadas no Lote X absorveram a utilização do novo processo.

2.0 BUILDING INFORMATION MODELING – BIM

2.1 TECNOLOGIA BIM

O *National Building Information Model Standard Project Committee* define BIM da seguinte forma [1]: “O BIM é uma representação digital das características físicas e funcionais de uma instalação. Ele consiste de uma fonte única e compartilhada de informações a respeito de uma instalação, constituindo uma base de dados confiável para decisões durante todo o seu ciclo de vida, desde os estudos preliminares até o fim da sua vida útil”.

O Prof. Dr. Sérgio Scheer, define a metodologia BIM sob o respectivo ponto de vista [2]: “Modelagem da Informação da Construção ou BIM deve ser entendida como um novo paradigma de desenvolvimento de empreendimentos de construção envolvendo todas as etapas do seu ciclo de vida, desde os momentos iniciais de definição e concepção, passando pelo detalhamento e planejamento, orçamentação, construção até o uso com a manutenção e mesmo as reformas ou demolição. É um processo baseado em modelos paramétricos da edificação visando a integração de profissionais e sistemas com interoperabilidade de dados e que fomenta o trabalho colaborativo entre as diversas especialidades envolvidas em todo o processo, do início ao fim”.

Resumindo o compêndio de definições a filosofia Modelo de Informações de Construção, ou BIM (do inglês *Building Information Modeling*), entende-se que essa tecnologia viabiliza o emprego de processos automáticos frente ao uso da informação, ou seja, a concepção de informações já se oportunizou automatizada quando o AutoCAD (Software utilizado para projeção dos projetos em 2D) foi concebido. Com o software, o BIM busca precisão e capacidade para lidar com muitas informações e, na prática, também compatibilidade com outras soluções, pois atingir um fluxo de trabalho corporativo de outra forma seria um desafio.

2.2 A UTILIZAÇÃO DO BIM

A utilização da metodologia BIM para a elaboração de empreendimentos complexos tais como subestação de energia elétrica, proporciona aos engenheiros, projetistas, gestores e todos os envolvidos na realização de um projeto, desde a concepção até a fase de obra, benesses imensuráveis. Diversos são os parâmetros a serem controlados para se viabilizar um negócio, exigindo constante atualização dos

profissionais envolvidos com os processos da empresa, afim de torna-lá cada vez mais competitiva no seu nicho de atuação. Foi no intuito de apresentar um diferencial, que a GEOGROUP / ENGETECNICA decidiu agregar ao seu mitiê de soluções em infraestruturas, o uso dessa metodologia oriunda de pesquisas científicas de países tecnologicamente desenvolvidos.

Desenvolver um projeto do zero com o uso da filosofia BIM, foi intensamente inovador, pois exigiu do corpo técnico, disciplina e intelecto apurado para retratar as nuances com a maior riqueza de detalhes dos sistemas e equipamentos que compõem uma Subestação, sem ferir aos bons preceitos de Engenharia, no que tange as normas aplicáveis.

Inúmeros foram os desafios, pontuando o alto investimento em hardware, máquinas de tecnologia de ponta, com a finalidade de atender com louvor ao exigindo pelos softwares disponíveis. Várias reuniões com fornecedores de metodologia BIM feitas, a fim de definir qual seria o caminho a seguir.

Com todas as arestas aparadas, realizou-se toda a virtualização do empreendimento com o software Autodesk Inventor, pois obteve-se um expressivo resultado em relação a confecção das partes até a agregação dos equipamentos com os materiais eletromecânicos para a representação fidedigna do empreendimento em questão.

2.3 BENEFÍCIOS DO BIM

Ao utilizar o BIM, é possível elencar os diversos benefícios que esta metodologia proporciona do ponto de vista global para a instalação de um empreendimento de altíssima complexidade, que é a instalação de uma nova subestação de energia elétrica. Desde a melhoria no atendimento do cronograma, a melhor estimação dos valores e na análise de risco, o aumento dos processos colaborativos e um melhor gerenciamento de instalações, até o crescimento da integração do engenheiro de campo com a equipe de montagem; o que contribuiu com novas alternativas para a concretização do projeto, tendo em vista que a estrutura é toda prototipada virtualmente. As partes envolvidas no projeto têm a possibilidade de compreender e revisar o projeto mais facilmente, o que ajuda a garantir sua precisão e integridade, assim como visualizar e avaliar alternativas em termos de custo e outros parâmetros do projeto.

3.0 IMPLANTAÇÃO DO BIM NA GEOGROUP / ENGETECNICA

Após vários estudos sobre a metodologia do BIM e o aval da Diretoria e do Conselho Administrativo, a GEOGROUP / ENGETECNICA iniciou os desafios de implantar este sistema na Subestação Paranaíta, pertencente ao Lote X do Leilão de Transmissão 013/2015 – Primeira Parte. A subestação está localizada no norte do Mato Grosso, e o escopo de serviço é a ampliação do setor de 500 kV e implantação do setor de 138kV, além da sua manutenção e operação por 30 anos.

Sempre que um novo processo é implementado se faz necessário o empenho de todos os envolvidos para garantir sua correta aplicação. Isso foi evidenciado dentro da empresa, na qual diretores e equipe técnica trabalharam em busca dos mesmos objetivos, integrando a tecnologia BIM em projetos de Subestações de Energia com a finalidade de atender todas as exigências estabelecidas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), assim como o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), de acordo com os procedimentos de rede vigentes no país.

A primeira etapa da implantação foram pesquisas mais detalhadas sobre o processo completo da metodologia BIM, procura de informações e referências dentro e fora do país que ajudaram a estabelecer os parâmetros e diretrizes otimizadas de trabalho, entender como funcionam todos os softwares em conjunto, suas limitações, suas possibilidades de trabalho, os requerimentos técnicos para os computadores trabalharem o sistema completo, de como executar cada atividade dentro dos programas, a forma de criação da biblioteca de dados do sistema, as aquisições das licenças de uso dos softwares e por fim a geração do cronograma detalhado de atividades. Esta etapa de implantação do sistema funcionou para reduzir os riscos futuros do projeto, tentando antecipá-los, afim de não atrasar o cronograma de engenharia.

3.1 CRIAÇÃO DA BIBLIOTECA DE DADOS E MONTAGEM DA MAQUETE VIRTUAL PARA O PROJETO BÁSICO

Cerca de uma semana antes da conclusão da fase de preparação, ocorreu a assinatura do contrato de concessão, com isto, o prazo de 120 dias para entrega do projeto básico à ANEEL começou a contar.

Concluído a primeira etapa e assinado o contrato de concessão, iniciou-se o contato com a transmissora que implantou a subestação, com o intuito de resolver todas as interferências o mais breve possível e obter todos os projetos *as-built* da subestação,

para a empresa não ficar dependendo de terceiros para executarmos projetos internamente. Simultaneamente, as equipes de cada área (Civil, Eletromecânica e Elétrica) iniciaram suas atividades. A equipe de eletromecânica, composta por três engenheiros, iniciou a montagem da biblioteca de dados do sistema, o primeiro passo foi realizar as solicitações dos projetos em 3D dos equipamentos de pátio e materiais eletromecânicos para os nossos fornecedores usuais, a Figura 1 ao lado demonstra a projeção de um Transformador de Corrente para a metodologia BIM. Posteriormente, os engenheiros começaram a produzir os materiais eletromecânicos mais importantes para a montagem inicial da maquete da subestação para o projeto básico. A equipe de civil, também composta por três engenheiros, dividiu as tarefas, dois membros iniciaram os cálculos e estudos de terraplenagem, drenagem e fundações. Já o outro engenheiro, iniciou a criação em 3D da casa de comando a ser implantada. A equipe de elétrica, da qual não tem itens para criar para a metodologia BIM, iniciou os projetos utilizando a maneira tradicional (2D).



Figura 1: Transformador de Corrente 500 kV em campo e modelado pela metodologia BIM

Algumas semanas posterior às solicitações dos projetos em 3D dos equipamentos de pátio e materiais eletromecânicos foram recebidos alguns projetos com o nível de detalhes insuficientes para serem utilizados na maquete virtual, assim como várias respostas dos fornecedores dizendo que os projetos em 3D seriam de propriedade intelectual da companhia e que estes não poderiam ser enviados. Com isto, foi efetuado um novo contato com todos os fornecedores que mais uma vez responderam de forma negativa, o que nos levou a perceber que grande parte deste comportamento por parte dos fornecedores foi a falta de conhecimento na metodologia, alegando que nunca tinham ouvido falar sobre o BIM. Diante desta situação, foi elaborada para os fornecedores, uma explicação detalhada de toda a metodologia BIM destacando como seriam utilizados os seus projetos 3D, enfatizando a possibilidade de ganho de várias semanas de trabalho na produção dos materiais. Com isto, alguns fornecedores enviaram seus desenhos, conforme figura 2 abaixo.



Figura 2 – (a): Projeto de Conector em 3D fornecido por um fornecedor (b) Autotransformador 500/138kV enviado pelo fornecedor.

Mesmo com as explicações detalhada aos fornecedores, ainda ficaram faltando vários desenhos de materiais eletromecânicos para o completo da biblioteca e o início da montagem da maquete para o projeto básico. Faltando cerca de um mês para entrega do projeto básico, a biblioteca para criação do projeto básico foi finalizada. Com isto, passou-se a preparar a maquete virtual, na qual já nos possibilitaria descobrir alguns erros de projeto entre as distintas equipes de trabalho, entretanto, no momento de agregar todos os componentes que integram a maquete virtual em um mesmo software, manifestou-se o primeiro grande problema, o computador projetado para suportar os desenhos em conjunto não estava suportando todos os dados e conseqüentemente, travava todo o sistema, impossibilitando a geração da maquete completa. As configurações necessárias eram muito maiores do que as mensuradas inicialmente, devido principalmente aos projetos de detalhamento das estruturas metálicas de 500 kV, as quais contêm milhares de detalhes.

Detectado este problema, foram levantados e orçados os componentes ideais para um computador conseguir suportar a maquete virtual, contudo as configurações ideais requisitaram um computador personalizado com as melhores peças do mercado, o prazo de entrega destas peças eram cerca de duas semanas, com isto ficaríamos com somente mais duas semanas restantes para gerar os projetos para a ANEEL, e caso ocorresse mais algum contratempo, a data limite de entrega do projeto básico seria ultrapassada e a empresa estaria sujeita a penalidades contratuais. Com esta problemática, tomou-se a decisão de apresentar o projeto básico da forma tradicional (desenhos em 2D) e adiar a implantação do BIM para o projeto executivo.

Como a engenharia já havia determinado como seriam os projetos da subestação para o projeto básico, as duas semanas faltantes foram suficientes para projetar e protocolar todos os documentos na ANEEL antes da data limite estipulada em contrato.

3.2 MONTAGEM DA MAQUETE VIRTUAL NO PROJETO EXECUTIVO

Passada a entrega do projeto básico, a equipe de engenharia pôde trabalhar com maior tranquilidade, com isto passou-se a detalhar ao máximo cada elemento que iria compor a maquete virtual do projeto executivo, assim como os diversos desenhos que compõem a maquete virtual do projeto executivo que ainda nem haviam sido criados na biblioteca.

Durante o período de criação da biblioteca final, a gerência de engenharia requisitou a realização de dois testes sequências. O primeiro foi a criação da maquete virtual da subestação com todos os dados que existiam na biblioteca naquele determinado momento cuja finalidade foi checar se o novo computador conseguia suportar todas estas informações e possibilitar a metodologia BIM em sua essência. Já, o segundo teste dependia diretamente do sucesso do primeiro, o seu intuito era a geração instantânea de arranjos e cortes em 2D à partir da maquete virtual, sendo estes projetos aqueles utilizados para aprovação junto à transmissora que implantou a subestação.

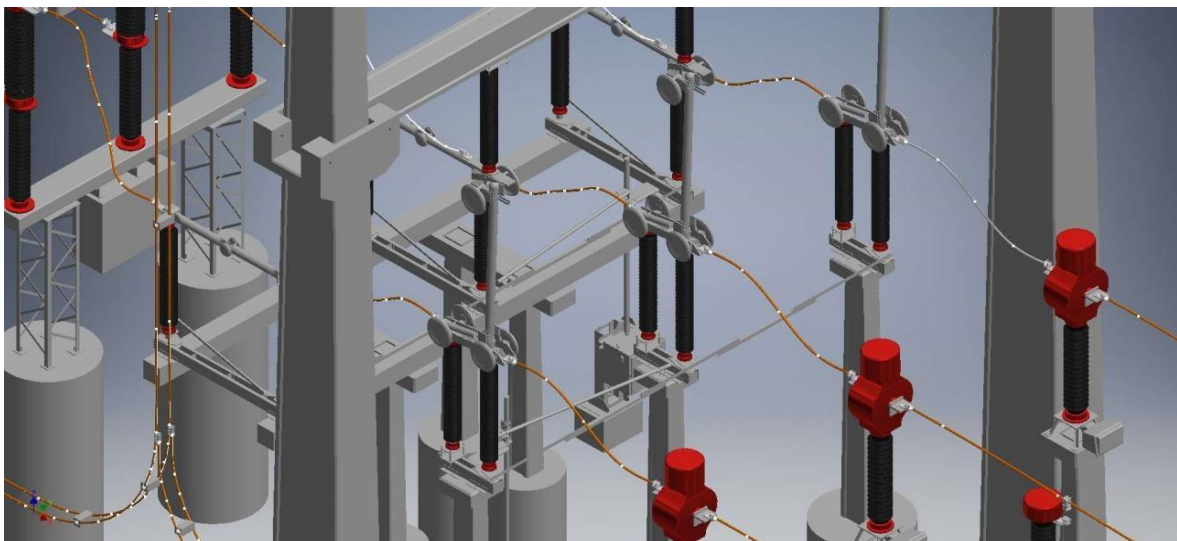


Figura 3: Ampliação do arranjo eletromecânico e fundações da SE Paranaíta

O primeiro teste realizado com a maquete virtual não ocorreu conforme esperado, apesar do computador ter sido configurado para aguentar todo o sistema, ele não estava aguentando o tamanho de todas as informações contidas em milhares de componentes da biblioteca. Neste momento, percebeu-se que se fosse realizado um agrupamento de todos os componentes no software que foram desenhados, e posteriormente exportados para a maquete virtual como um único componente, diminuiria notavelmente o tamanho do arquivo e possibilitaria a criação da maquete virtual. Portanto, após esta

operacionalização, foi possível constituir a maquete virtual, ilustrada pela ampliação da maquete conforme figura 3 em uma mesma plataforma. Nela foram inseridas cada componente em um único arquivo, junto com todas suas especificações e características. É importante destaca que detalhar cada componente é importante, pois para obter uma lista de materiais de um componente específico de forma automática, as especificações e características precisam estar ajustadas corretamente.

Uma vez completada a maquete virtual numa mesma plataforma, tornou-se possível as modificações civis e eletromecânicas. Passou-se trabalhar de forma integrada onde cada departamento executavao projeto de modo independente, mas o enxergando com um todo. Ou seja, quando a equipe civil modificava as dimensões em uma determinada fundação, a equipe de eletromecânica automaticamente percebia essa mudança e levava em consideração estas alterações para a sua execução. Com isto, a principal característica do BIM, de integrar no projeto todos os departamentos estava sendo alcançada, e conseqüentemente estava-se precavendo e evitando equívocos e divergências futuras entre os projetos na projeção e execução da subestação.

A Figura 4 e 5 a seguir demonstram a situação atual da maquete virtual do projeto no setor de 138 kV e no setor de 500 kV, respectivamente.

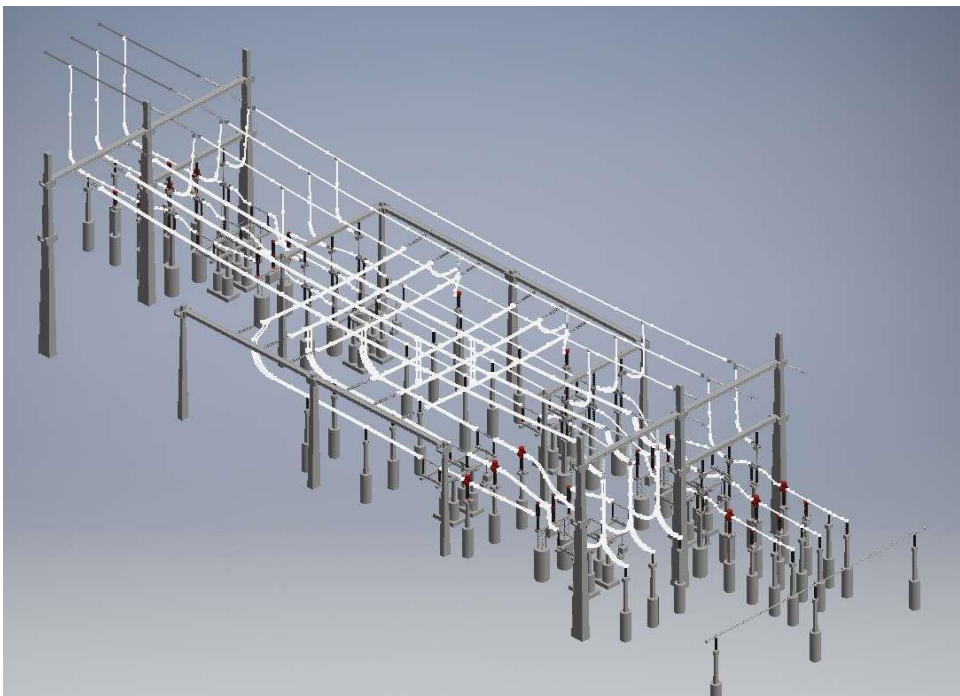


Figura 4: Maquete virtual do setor de 138 kV na SE Paranaíta 500/138 kV

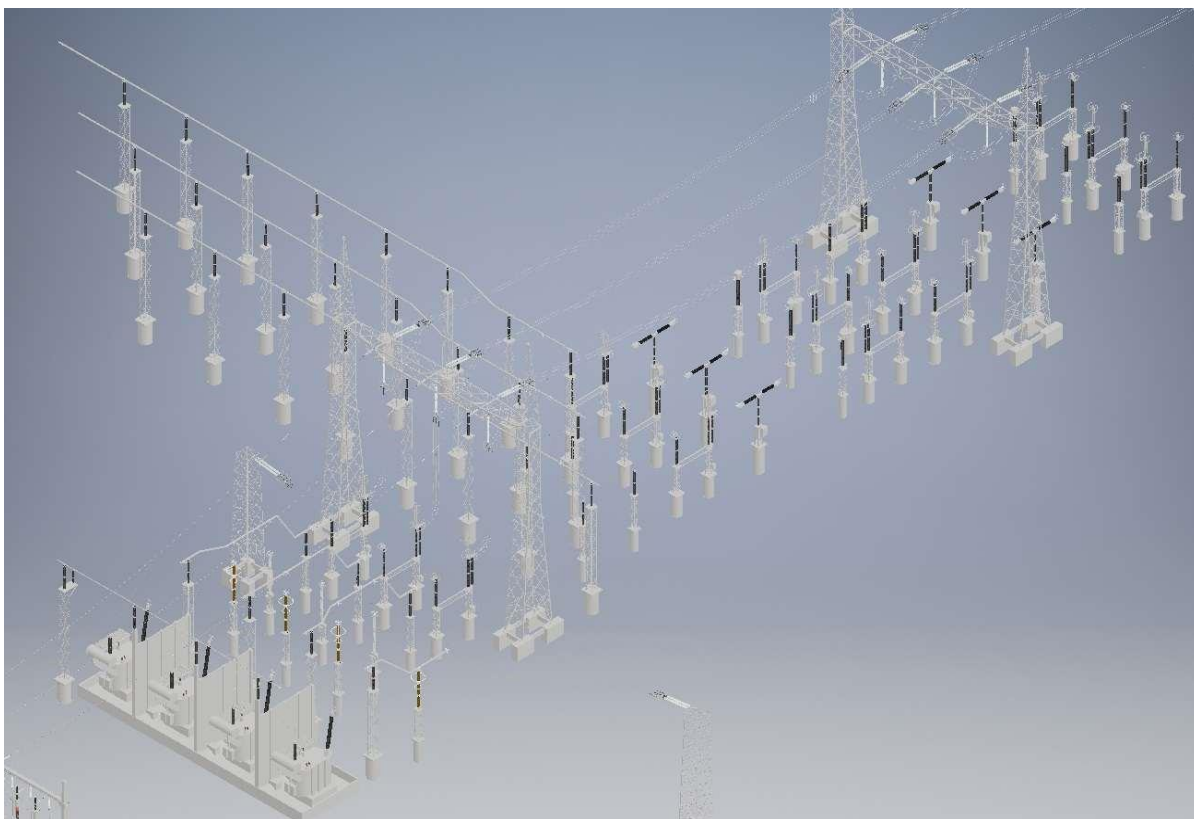


Figura 5: Maquete virtual do setor de 500 kV na SE Paranaíta 500/138 kV

A Figura 6 abaixo demonstra a situação atual da maquete virtual de todo o projeto.

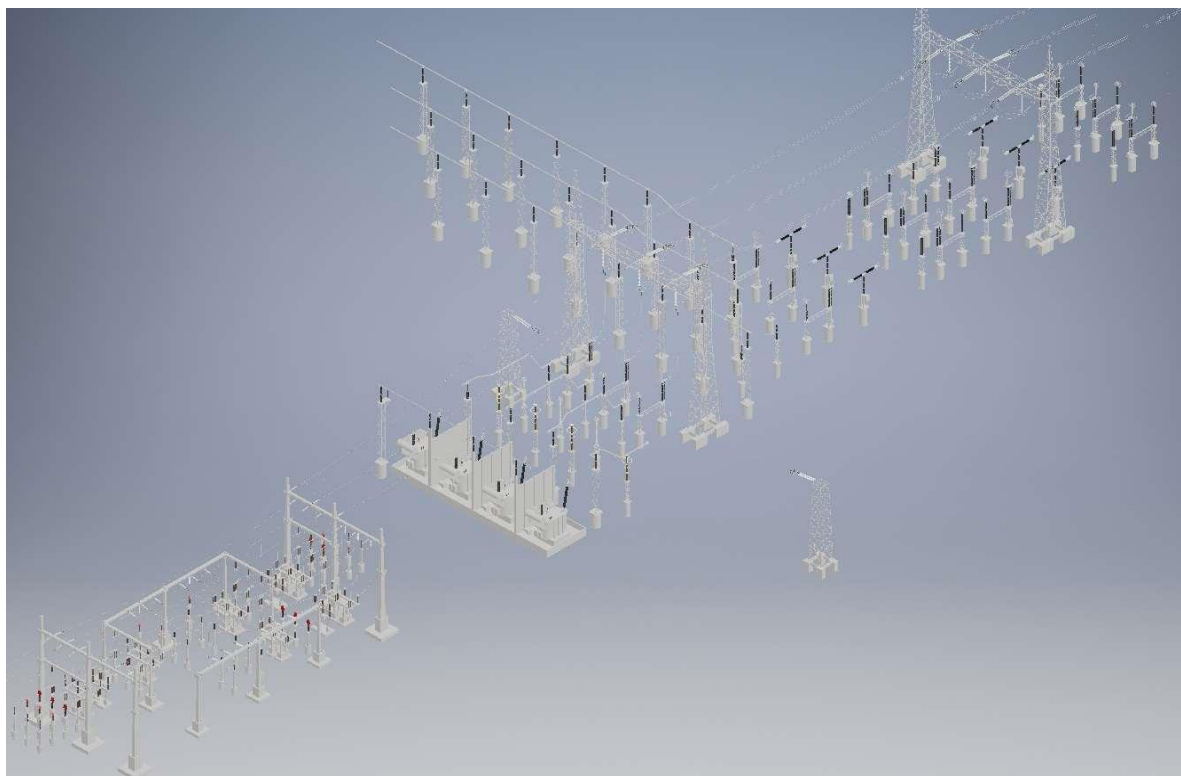


Figura 6: Situação atual da maquete virtual SE Paranaíta 500/138 kV – Sem terreno e sem instalações existentes.

Para o segundo teste, apesar de ser utilizada a metodologia BIM e existir a possibilidade de aprovação dos projetos por meio da maquete virtual, a grande maioria das empresas no Brasil ainda não entende a metodologia BIM como uma forma de aprovação, somente a enxergam como um excelente modo de visualização e como uma forma de resolver e discutir assuntos técnicos em reuniões, preferindo ainda fazerem o fluxo de aprovação por meio de projetos em 2D. Por este motivo foi necessário extrair arranjos e cortes em 2D dos projetos para serem enviados à transmissora que implantou a subestação, entretanto, um outro problema foi percebido nesta fase, devido ao nível de detalhes de cada projeto, o espaço de armazenamento dos arquivos eram extremamente grandes -cerca de 10 vezes o tamanho de um arquivo feito completamente através do sistema tradicional-, e o tempo gasto para abrir estes arquivos era demasiadamente extenso, chegando a ser necessário reiniciar as máquinas diversas vezes.. Entretanto, a solução encontrada para este problema foi a impressão física dos projetos, encaminhando-as para transmissora junto com o arquivo digital.

3.3 TRABALHANDO COM A METODOLOGIA BIM

Atualmente a fase de implantação da subestação ainda está na engenharia, conforme Figura 4 abaixo, nas fases finais das aprovações dos projetos. A construção está prevista para ocorrer somente no início de 2018, entretanto, a metodologia do BIM está sendo aplicada nas fases que estão em andamento e as fases futuras já estão sendo testadas. Na sequência é apresentado como está funcionando e como será a operacionalização da metodologia BIM nas equipes de Gerenciamento, Suprimentos, Engenharia e Construção das Obras, assim como, para os interessados no projeto.

3.3.1 Equipe de gerenciamento

Quando se executa grandes empreendimentos, o gerenciamento se torna uma tarefa imprescindível, mas ao mesmo tempo complexo, já que o bom andamento do projeto vai depender de toda equipe.

Para planejar as múltiplas funções do projeto são necessárias potentes ferramentas que proporcionem uma visão específica de cada etapa. Sem essas ferramentas o gerente do projeto pode perder o controle das tarefas que estão

acontecendo. Ciente de que essa parte é crucial, a metodologia BIM dispõe de alguns softwares e procedimentos que concedem ao gerenciador um maior controle da gestão da obra.

Uma dessas ferramentas do gerenciamento que facilita a implantação da tecnologia BIM na empresa é o BIM Manager, responsável pela coordenação das equipes de projeto e por agendar treinamentos caso exista alguma falta de competência, e sobretudo assumir o papel de líder dentro do processo.

As ferramentas de gerenciamento do BIM comunicam-se de maneira otimizada com as tradicionais ferramentas utilizadas no ramo, assim como acrescentam outras funções que complementam esse trabalho. Fazendo isso de uma forma simples, proporcionando uma melhor visualização de todo o processo, facilitando a identificação das atividades que podem originar problemas e que necessitam de maior cautela.

3.3.2 Equipe de suprimentos

A compra de materiais e componentes eletromecânicos/elétricos devem atender as solicitações do projeto, e sempre que se desenha uma subestação, existe a possibilidade de ocorrer diversas alterações em projetos e listas de materiais devido a distintas causas, por isto, a equipe de suprimentos necessita realizar a última revisão destas listas para não comprar os materiais e quantitativo errados.

A equipe de suprimentos precisa das listas com a descrição detalhada e especificação de cada um dos componentes para efetuar as aquisições da maneira mais correta possível. Normalmente essa lista passa previamente pela aprovação do departamento de engenharia, que para elaborá-la tem que fazer obrigatoriamente o cômputo de cada elemento. Para isso, utiliza na maior parte dos casos, metodologias manuais, na qual é efetuada a contagem individual das peças conforme prevê o projeto. Durante esse processo é grande a probabilidade de ocorrer erros nas contas, e conseqüentemente, a existência de peças faltantes ou com quantidades maiores ou menores do que o necessário. Como foi mencionado anteriormente, essa possibilidade não é factível utilizando a tecnologia BIM, listas são emitidas automaticamente pelo software, expondo todas as especificações dos materiais eletromecânicos/componentes. Essas informações são retiradas dos parâmetros inseridos pela equipe técnica no momento de criação da peça. A quantidade é obtida

com base no número de componentes que são referidos no projeto com uma mesma nomenclatura quando desenhados. Essa lista pode ser obtida diretamente pela equipe de suprimentos através da plataforma, uma vez a engenharia libere para compra.

Esta fase do projeto ainda não foi colocada em prática, visto que a obra ainda não iniciou, entretanto, vários testes já foram e estão sendo feitos afim de certificar que esta parte do sistema funcione com precisão.

3.3.3 Equipe de engenharia

A metodologia BIM beneficia todo o processo, mas sem dúvida a área que mais recebe contribuição é a Engenharia, pois todos os processos são automatizados, a informação fica disponível de forma simples, rápida e precisa, com poucas chances de erro. Somente este ganho já seria uma justificativa importante e convincente para a implantação do sistema BIM nas empresas que constroem subestações, mas sem dúvida a maior vantagem que o BIM apresenta é a atualização automática de todas as vistas (cortes, plantas, entre outros) a partir do modelo tridimensional gerado. É preciso somente atualizar os blocos e inseri-los na maquete virtual, permitindo economizar tempo e recursos. Portanto, perante a uma eventual mudança (ex: alteração de arranjo) todos os desenhos serão atualizados, inclusive as listas de materiais.

3.3.4 Equipe de construção da subestação

A característica principal do BIM é auxiliar em todo o processo, desde a parte do planejamento até a finalização do serviço e para isso existem ferramentas indicadas para a fase de construção. Pode-se destacar principalmente a disponibilidade da informação na obra, isso é possível graças a incorporação de visualizadores de projeto que permitem focar em alguma parte específica do desenho, facilitando o entendimento dos responsáveis, evitando erros de execução na obra. Esse visualizador permite carregar os desenhos do projeto e armazená-los de modo que possam ser utilizados em qualquer lugar, inclusive sem conexão a uma rede remota. Através do visualizador pode ambular pelo projeto de uma forma simples e intuitiva.

Outro aspecto primordial para destacar são as anotações registradas na obra. Geralmente neste tipo de empreendimento é utilizado os desenhos em formato papel

que ficam no canteiro de obras, onde são feitas as anotações dos responsáveis do projeto. Esses comentários são aproveitados e processados pela equipe de engenharia para executar os projetos *as built* necessários para mostrar como o projeto foi construído na prática. Esta fase é muito importante, já que esses desenhos serão utilizados como base para futuras ampliações ou atividades de manutenção na subestação. Considerando essas demandas, as ferramentas do BIM permitem que as anotações dos responsáveis pela construção da obra sejam registradas de forma rápida e simples no mesmo visualizador, arquivando esses comentários e notificando de maneira imediata, mediante uma plataforma BIM, a equipe de engenharia, a qual não tem que esperar a conclusão do projeto para realizar as modificações no desenho.

3.3.5 Participação dos interessados no projeto

O envolvimento dos interessados (Transmissora acessada, ANEEL e ONS) nas atividades do projeto é sempre importante. Conhecer de perto como avançam as tarefas e a programação os deixam satisfeitos e mais seguros do avanço das atividades. A ferramenta utilizada pela empresa para mostrar aos interessados o projeto permite enviar um relatório visual com a duração das atividades planejadas, os prazos e a sequência das atividades, além de melhorar o rendimento de reuniões com caráter técnico, comercial e/ou gerencial.

4.0 CONCLUSÃO

Após a implantação da metodologia BIM na GEOGROUP / ENGETECNICA, ficou claramente demonstrado que os processos são compatíveis para utilização em subestações de energia de extra alta tensão. O processo permite melhorar cada um dos procedimentos, diminuindo os prazos e os esforços de trabalho, além de permitir elevar a qualidade dos projetos e mitigar os problemas recorrentes das interferências entre a engenharia e a execução.

São muitos os progressos que a implementação da metodologia BIM acrescentou no projeto da subestação Paranaíta, destaca-se sobre tudo as melhoras em relação ao prazo e a facilidade de identificação de erros relacionados a interferências entre diferentes áreas de trabalho (Civil, Eletromecânica e Elétrica). Modificações automáticas dos desenhos bidimensionais (2D), a partir das modificações dos componentes da biblioteca, e a criação de listas de materiais com as quantidades e especificações dos equipamentos/componentes são dois exemplos claros de que a metodologia BIM aumenta a produtividade na fase de execução do projeto. Também temos que mencionar em relação ao prazo, existe uma restrição na elaboração do projeto, o mesmo só pode ser gerado a partir da conclusão de todos os componentes da biblioteca virtual, impedindo a geração de desenhos parciais, obrigando a realizar um planejamento otimizado das atividades, ocorrendo em alguns casos, a alteração do modo de execução da engenharia para o projeto básico.

Outra área que sem dúvida experimentou uma transformação foi o gerenciamento, onde evidenciou que a metodologia BIM permite uma maior visão das atividades da obra, por meio da figura e as atribuições do BIM Manager, onde o responsável pelo gerenciamento promove a integração das equipes, analisa as interferências surgidas na fase de desenvolvimento do projeto e determina as respectivas soluções.

Idealizar um novo empreendimento obtendo a biblioteca completa é muito mais simples e prático, a montagem da maquete virtual ocorre com maior facilidade e qualidade do que a metodologia tradicional do 2D proporciona. Esta possibilidade favorece a elaboração de propostas futuras, obtendo um nível de detalhe maior e atraindo a atenção de possíveis clientes.

Ainda são poucas as empresas que trabalham com a metodologia BIM no Brasil, possivelmente causado pelo alto investimento inicial, para a compra de máquinas de alto rendimento e softwares compatíveis com a metodologia, além de necessitar a alteração de concepção de projetos, em um nível de escala que afeta toda a empresa (equipes de engenharia, gerenciamento e construção).

Se comparando os métodos de execução dos empreendimentos já realizadas pela GEOGROUP / ENGETECNICA utilizando a metodologia BIM e a tradicional, desde a fase de planejamento até a conclusão da obra, temos a convicção de afirmar, que apesar dos contratempos e etapas desafiadoras, a metodologia BIM para projetos de subestação de energia elétrica de extra alta tensão está em um patamar mais elevado do que o modelo de execução tradicional em 2D.

REFERÊNCIAS

- (1) THE NATIONAL BIM STANDARD. **Frequently Asked Questions About the National BIM Standard-United States™**. Disponível em <<http://www.nationalbimstandard.org/faq.php#faq1>>. Acesso em Janeiro de 2017.
- (2) CAMPESTRINI, Tiago F. et al. **Entendendo BIM: Uma visão do projeto de construção sob o foco da informação – 1ª Edição**. Curitiba, 2015. 115 p.