



## **PROJETO DE SUBESTAÇÃO DE FORÇA DE PARQUE EÓLICO ONSHORE VIA SISTEMA BIM – MODELAGEM DA CONSTRUÇÃO DA INFORMAÇÃO**

Sthefferson Bruno Costa Ferreira<sup>1</sup>

José Eduardo Onoda Pessanha<sup>2</sup>

**Palavras-chave:** BIM, Projeto, Revit.

### **1. Introdução**

A energia eólica tem apresentado desenvolvimentos tecnológicos e econômicos significativos, sendo bastante utilizada em implementações de escala industrial (tecnologia totalmente comercializada e não subsidiada), atingindo uma sólida competitividade no mercado. Esta evolução industrial é justificada pela necessidade de controle das alterações climáticas no planeta, de incentivos público-governamentais visando à diversificação e segurança na matriz energética, e, por fim, da inconstante e variável taxas dos preços do petróleo no mundo [1]. A necessidade de mitigar as mudanças climáticas, aliada aos incentivos governamentais para a diversificação da matriz energética, tem sido um fator essencial para o uso, desenvolvimento e implementação de novas tecnologias de projeto em empreendimentos do setor de geração de energia, como as subestações que atendem os parques eólicos, por exemplo. Além disso, a volatilidade dos preços do petróleo reforça a importância de fontes alternativas de energia. No Brasil, a energia eólica desempenha um papel vital na transição energética, sendo a segunda maior fonte da matriz elétrica do país, atrás apenas das hidrelétricas [2]. A complementaridade sazonal entre a regência hidrológica e os ventos, sobretudo na região Nordeste, torna a energia eólica uma solução estratégica para garantir a segurança e a sustentabilidade do sistema elétrico brasileiro [3].

À medida que a demanda por energia eólica aumenta, a necessidade de inovações no design, construção e operação de subestações torna-se cada vez mais evidente [4]. A aplicação das metodologias BIM (Modelagem da Construção da Informação - do acrônimo em inglês *Building Information Modeling*) visando melhorar a eficácia de execução e automação de processos/procedimentos associados aos projetos [5]. Com o avanço contínuo das tecnologias de design e construção, novas tecnologias de software têm surgido, permitindo representações digitais das características físicas e funcionais de instalações reais. Softwares adequados para metodologias BIM, como o Revit e o plug-in Dynamo, permitem visualizações 3D de todos os componentes físicos do projeto, atualizações/substituições necessárias através da revisão contínua dos modelos, e coordenação eficaz das equipes de projeto através de uma comunicação clara e objetiva. A plataforma digital BIM 6D – Revit – Dynamo permite a criação de modelos digitais detalhados e integrados, que facilitam a coordenação e a colaboração entre os diferentes profissionais envolvidos, como engenheiros, arquitetos, construtores, operadores, clientes e fontes de financiamento. Esta abordagem melhora a precisão do planejamento e da execução,

<sup>1</sup> Autor 1: Bacharel em Engenharia Elétrica, estudante, UFMA, sthefferson.ufma@gmail.com.

<sup>2</sup> Autor 2: Professor Titular Dr. do PPGEE, docente, UFMA, jeo.pessanha@ufma.br.



como também proporciona uma visão abrangente em 3D em tempo real do projeto, otimizando a gestão de recursos e o cronograma de construção.

## **2. Objetivos**

Os objetivos estão organizados em geral e específicos como segue.

### **2.1. Objetivo geral**

Modelar uma subestação de força via BIM 6D – Revit – Dynamo, para integrar e gerenciar todas as fases do ciclo de vida do empreendimento.

### **2.2. Objetivos específicos**

- a) Apresentar, introduzir e consolidar a plataforma, o software Revit e o plug-in Dynamo na engenharia de subestações de força, inclusive para parques eólicos;
- b) Desenvolver um projeto de uma subestação de alta-tensão para transmissão de energia elétrica, com as etapas do desenvolvimento e considerações técnicas;
- c) Integralizar o modelo final da subestação, garantindo que todos os parâmetros e requisitos sejam atendidos e otimizados;
- d) Estabelecer contribuições para a comunidade de sistemas elétricos de potência e para o setor de fontes renováveis de energia;
- e) Implementar o projeto completo da subestação no Revit-Dynamo, inclusive a produção de um percurso virtual;
- f) Elaborar uma vídeo-animação no Enscape (versão 4.1).

## **3. Metodologia**

Neste trabalho, uma subestação de força com potencial para parque eólico, é projetada usando a plataforma BIM 6D – Revit – Dynamo, possibilitando o compartilhamento de dados e conhecimento para todas as partes envolvidas, além de fornecer uma base para a tomada de decisões durante todo o ciclo de vida de uma instalação: projetar, construir, manter, operar, modificar e demolir. Esta metodologia beneficia diferentes partes interessadas em diferentes fases do ciclo de vida de uma instalação – é possível adicionar, consultar ou editar informações no modelo de informações da construção para apoiar sua própria função e compartilhar essas informações com outras partes interessadas [5, 6].

A metodologia utilizada na execução deste projeto consiste em:

- a) Revisar conceitos da metodologia BIM 6D e aplicações em projetos de subestações de força;
- b) Destacar e consolidar conceitos técnicos importantes para projetos de subestações, como para usinas convencionais e de fontes de energia renováveis;
- c) Estudar e desenvolver da subestação através do BIM 6D – Revit – Dynamo;
- d) Validar o modelo final, destacando as vantagens do BIM 6D para este tipo de projeto.



#### 4. Resultados e Discussão

O modelo da SE (do tipo ao tempo) de 138/34,5 kV pode ser observado na Figura 1, com configuração de barramento do tipo simples, linha de transmissão e dois transformadores de potência que eleva a tensão de 34,5 kV, vindo dos circuitos coletores dos aerogeradores, para 138 kV [7]. Os equipamentos de alta tensão (138 kV) são instalados no pátio, enquanto que os de média tensão (34,5 kV) na casa de comando e controle. Na Tabela 1 tem-se a lista dos equipamentos e suas especificações utilizados na planta do projeto. A aplicação da metodologia BIM 6D exige a utilização de softwares especializados na mesma [6]. O ambiente de trabalho do Revit com o modelo da subestação é mostrado na Figura 2, onde é possível observar o modelo tridimensional, vistas, cortes, tabelas e configurações de estruturas.

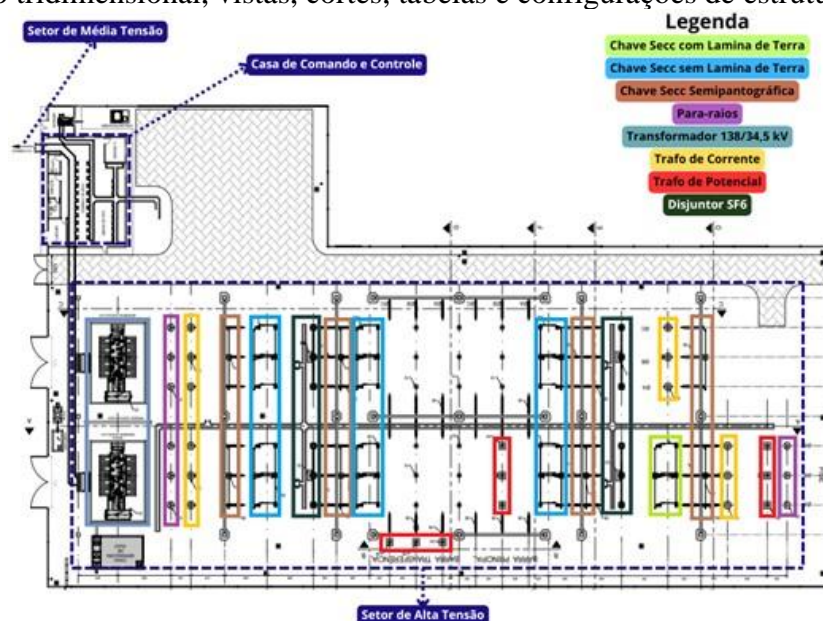


Figura 1 – Planta da SE 138/34,5 kV

Fonte: Autor

Tabela 1 – Lista de Equipamentos e especificações

EQUIPAMENTOS		
Item	Quantidade	Discriminação
E-1	02	Transformador de Potência, 138-34,5 kV, 75 MVA
E-2	03	Disjuntor Tripolar SF6 de 145 kV, 1250 A, 52 kA
E-3	09	Transformador de Corrente de 138 kV
E-4	12	Transformador de Potencial de 138 kV
E-5	01	Chave Seccionadora Tripolar 145 kV, 1250 A, com lâmina de terra
E-6	06	Chave Seccionadora Tripolar 145 kV, 1250 A, sem lâmina de terra
E-7	08	Chave Seccionadora Tripolar Semipantográfica 138 kV, 1250 A
E-8	09	Para-raios 145 kV, 10 kA



# I SIMPÓSIO MULTIDISCIPLINAR SOBRE GERAÇÃO DE ENERGIA

05 A 07 DE NOVEMBRO  
SÃO LUÍS - MA

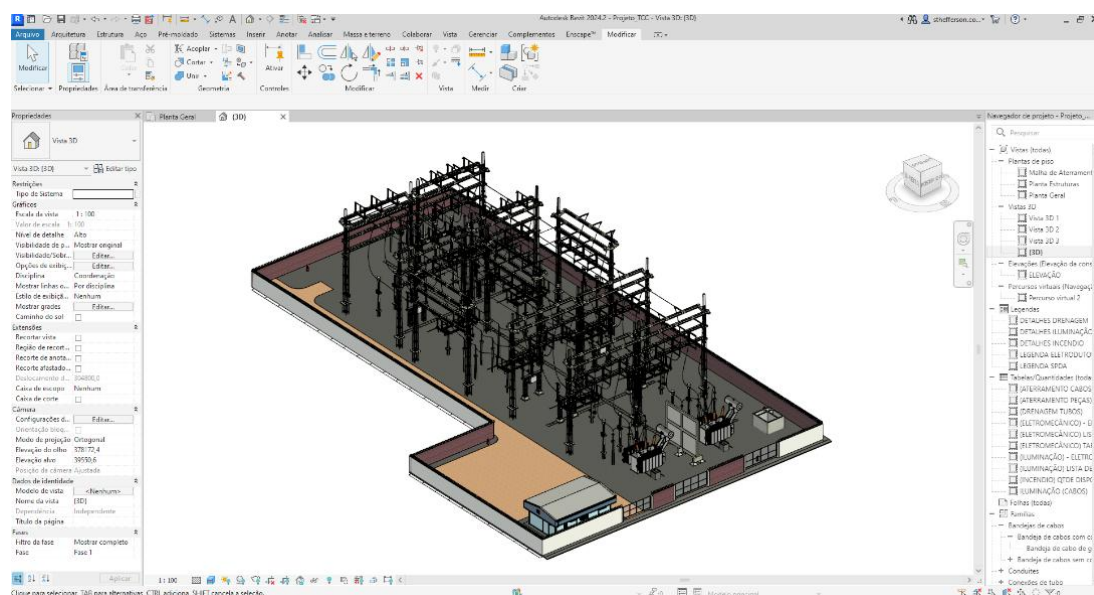


Figura 2 – Ambiente de trabalho com o modelo da subestação 138/34,5 kV

Fonte: Autor

## 5. Conclusão

O projeto da subestação desenvolvido usando a metodologia BIM 6D, comprovou a sua eficácia e benefícios da modelagem tridimensional e da gestão integrada do ciclo de vida do projeto. A utilização dessa metodologia, representou digitalmente (3D) com precisão e detalhes, os componentes e equipamentos do pátio da subestação. A capacidade de gerar automaticamente a lista de materiais a partir do modelo 3D garante uma gestão eficiente dos recursos e atualização contínua da documentação. Além disso, a modelagem detalhada permite identificar e solucionar problemas potenciais de forma antecipada, assegurando a conformidade com as normas técnicas e otimizando a eficiência das etapas de design. A renderização da planta e do terreno contribuiu para uma apresentação visual em alta-definição, facilitando o entendimento do projeto em um contexto real. A metodologia BIM 6D é inovadora para esta e outras aplicações.

## 6. Agradecimentos

O primeiro autor agradece ao PRH 54.1 – UFMA pelo suporte financeiro na forma de bolsa de estudos.

## 7. Referências

- [1] GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL (GWEC). **Global Wind Report 2023**. Disponível em <https://gwec.net/>. Acesso em: 23 de julho 2024.
- [2] ABEEÓLICA, Associação Brasileira de Energia Eólica. **InfoVento N° 32, agosto de 2023**. São Paulo: Agência 424, 2023.

REALIZAÇÃO E APOIO





# I SIMPÓSIO MULTIDISCIPLINAR SOBRE GERAÇÃO DE ENERGIA

05 A 07 DE NOVEMBRO  
SÃO LUÍS - MA

- [3] DE JONG, P.; DARGAVILLE, R.; SILVER, J.; UTEMBE, S.; KIPERSTOK, A.; TORRES, E. A. Forecasting high proportions of wind energy supplying the Brazilian Northeast electricity grid. **Applied Energy**, v. 195, p. 538-555, 2017.
- [4] AQUILA, G., E. O.; PAMPLONA, A. R. Q.; ROTELA JUNIOR, P; FONSECA, M. N. An overview of incentive policies for the expansion of renewable energy generation in electricity power systems and the Brazilian experience. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 70, p. 1090-1098, 2017.
- [5] EASTMAN, C. et al. **Manual do BIM Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. 1. ed. [S.l.]: Bookman, 2014.
- [6] HARDIN, Brad; MCCOOL, Dave. **BIM and construction management: proven tools, methods, and workflows**. John Wiley & Sons, 2015.
- [7] FILHO, J. M. **Subestações de Alta Tensão**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021.

REALIZAÇÃO E APOIO

