

GRUPO DE ESTUDO DE SUBESTAÇÕES E EQUIPAMENTOS DE ALTA TENSÃO - GSE

CONCEPÇÃO DE MODELOS PARAMÉTRICOS BIM INTEGRADO COM GIS (GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM) REPRESENTATIVOS DE SUBESTAÇÕES AT

ARNALDO JOSÉ PEREIRA ROSENTINO JUNIOR(1); GERSON FLAVIO MENDES DE LIMA(2); EDGARD AFONSO LAMOUNIER JÚNIOR(3); ANA CRISTINA DE FREITAS MAROTTI(4); RICARDO DE OLIVEIRA ROCHA(4); SERGIO RICARDO RAMOS DA SILVEIRA(5); DIOGO MARTINS AZEVEDO(3); ANDRÉ LUÍS DE ARAUJO(3); ALEXANDRE CARDOSO(3); LUCAS DE FREITAS FARIA(3); LETÍCIA D'AGOSTO MIGUEL FONSECA; THIAGO HUMBERTO GERALDI UFTM(1); CGW(2); UFU(3); FURNAS-CENTRAIS ELETRICAS S.A.(4); LUMAR CONSULTORIA(5)

RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta de concepção de modelos paramétricos de subestações de Alta Tensão para estabelecimento e adoção de uma metodologia BIM. A proposta desta metodologia está sendo desenvolvida no contexto de Furnas/Eletrabras. Além da parametrização dos modelos, propõe-se também a integração com dados de GIS. Assim, utiliza-se uma biblioteca de elementos 3D paramétricos para ser consultada no Ciclo de Vida dos projetos. Para avaliar o progresso da proposta, apresenta-se um estudo de caso com resultados preliminares de uso de modelagem paramétrica BIM aplicado na subestação de Mascarenhas de Moraes, localizada em Ibiraci/MG, operada por Furnas.

PALAVRAS-CHAVE

BIM, GIS, Modelos paramétricos de ativos, Subestações de energia elétrica.

1.0 INTRODUÇÃO

Com a premissa de aprimoramento de qualidade e previsibilidade em projetos, o setor elétrico nacional pode reduzir custos, garantir segurança e sustentabilidade, no que tange a seus projetos. Neste contexto, enquadram-se os empreendimentos de Transmissão de Energia Elétrica (Subestações), na busca de aperfeiçoamento de processo e de inovação tecnológica, desde a sua concepção inicial, planejamento, desenvolvimento de projeto, construção, comissionamento, energização, e posterior operação e manutenção. Devido à fragmentação, deficiência de informações e incompatibilidade interdisciplinar, as ações são muito difíceis de serem implementadas. Nesse sentido, uma forma possível de fazer uma melhor gestão se dá pela adoção da metodologia BIM (*Building Information Modeling*).

A modelagem BIM proporciona um banco de dados de componentes, onde é possível o compartilhamento de informações entre equipes multidisciplinares de projetos, possibilitando a integração entre todas as equipes envolvidas no projeto [1].

Neste contexto, aplicando sistematicamente as definições e parâmetros a serem padronizados, é possível criar uma biblioteca digital com objetos de subestação BIM para a utilização em projetos, gerando modelos colaborativos com informações de simulação, planejamento, projeto, construção e operação. Assim, percebe-se que BIM é mais que uma simples visualização tridimensional de um modelo, pois, além disso, agrega informações construtivas dos objetos modelados [2]. Ou seja, o modelo BIM constitui-se em uma representação digital, contendo as características físicas e funcionais atribuídas a todos os ativos de um empreendimento, durante todo o seu ciclo de vida, consistindo assim em uma fonte única e compartilhada de informações provenientes das várias disciplinas que atuam no planejamento, concepção, construção, operação e manutenção, formando uma base multidisciplinar de dados para tomada de decisões durante todo o seu ciclo de vida útil [3].

Embora a aplicação de BIM já exista no campo da engenharia civil, faz-se necessário um estudo mais aprofundado para aplicações no setor elétrico, especialmente no que tange àquelas no contexto de subestações, foco deste trabalho. Esta pesquisa objetiva o desenvolvimento de uma metodologia para integração do sistema BIM com o sistema GIS (*Geographic Information System*) e ao ERP/SAP (*Enterprise Resource Planning*), no contexto das subestações de energia de Furnas Centrais Elétricas.

Neste trabalho é evidenciado o emprego de ferramentas de GIS integradas à metodologia BIM, ou GeoBIM, fundamental para grandes projetos de subestações, tanto na fase de planejamento quanto na construção e operação. Além da modelagem geométrica, o sistema possui recursos de implementar informações físicas e geolocalizadas por coordenadas cartográficas, trazendo dados de custos e informações pertinentes à ativos em campo de subestações

de energia elétrica. Assim, faz-se necessário levantar as informações construtivas e operacionais dos equipamentos da subestação na etapa inicial de implementação proposta.

Diante destas considerações, este trabalho apresenta uma nova concepção de modelos paramétricos BIM dos ativos de uma subestação. Pretende-se aqui criar uma biblioteca de elementos 3D paramétricos, a serem acessados na Nuvem, como suporte para automação de projetos de subestações AT. É importante destacar que esta metodologia BIM é também importante em processos licitatórios de Concessionárias de energia elétrica. Portanto, este artigo evidencia os conceitos de modelagem paramétrica BIM para ativos de subestações, com destaque para integração de ferramentas de GIS à metodologia BIM. Finalmente, um estudo de caso com a subestação de Mascarenhas de Moraes, localizada na divisa de dos Estados de Minas Gerais e São Paulo, e operada por Furnas, é apresentado por meio de resultados preliminares.

2.0 MODELAGEM PARAMÉTRICA

A metodologia BIM reduz a probabilidade de erros tanto no projeto quanto na obra. Isso se dá através de uma parametrização de componentes que irão compor o artefato a ser criado ou modificado. Essa parametrização é capaz de transformar um sistema produtivo de dimensão 2D para 3D (modelo de objeto), 4D (tempo), 5D (custo), 6D (operação) e 7D (sustentabilidade), a depender do nível de informações que o projetista forneça ao modelo em produção [4].

No projeto paramétrico, em vez de projetar uma única instância de um elemento de construção, define-se uma família de modelo ou classe de elemento, que é um conjunto de relações e regras para controlar os parâmetros pelos quais as instâncias de elemento podem ser geradas. Entretanto, cada um irá variar de acordo com seu contexto [5].

A modelagem paramétrica em BIM suporta a representação, armazenamento e troca de várias informações relevantes para o planejamento de construção. Esta informação pode ser usada para descrever, por exemplo, propriedades geométricas e físicas ou ainda custos de um empreendimento, para criar cronogramas de construção ou para representar outras características de projetos de construção. Com base nessas informações, planos e especificações, bem como relatórios e apresentações de um empreendimento planejado, podem ser criados automaticamente. Portanto, a parametrização de objetos é um princípio fundamental do BIM, pois permite especificar dependências geométricas, numéricas, algébricas e associativas entre os objetos contidos em um modelo de informação de construção [6], [7]. Ou seja, através da parametrização dos elementos é possível definir as dimensões, localização espacial, materiais, gerar relatórios de extração de quantitativos e realizar a compatibilização das disciplinas de projeto [8].

A modelagem paramétrica BIM é mais baseada em elementos orientados a objetos que descrevem o objeto em construção ou elementos do objeto. No entanto, as propriedades geométricas de um objeto, ou do elemento de um objeto, como formas, dimensões e orientações, são descritas de forma semelhante às propriedades dos primitivos geométricos [7].

Atualmente, o *BuildingSmart Industry Foundation Class* (IFC) tem sido adotado como padrão oficial (ISO 2008) para BIM, pois é suportado por quase todos os principais aplicativos e ferramentas no campo de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operações (AECO) [9]. Um dos desafios da modelagem paramétrica é o uso do IFC como modelo federado para um planejamento integrado [7].

O IFC é um esquema de dados orientado a objetos e amplamente baseado na tecnologia STEP (*Exchange of Product Model Data*), o qual define a representação e troca de dados entre diferentes indústrias, como manufatura, construção civil, petróleo e gás etc. Avanços na tecnologia IFC foram direcionados em relação à interoperabilidade com o GIS, incluindo novos elementos geográficos, como "IfcGeographicElement" e "IfcGeographicElementType" [10].

3.0 GEOBIM

3.1 Aspectos Gerais

A integração das tecnologias BIM e GIS está diretamente ligada ao conceito de cidades inteligentes. Por um lado, o BIM pode ser utilizado para projetar, gerenciar e compartilhar o ciclo de vida de uma instalação vertical. Pelo outro, o GIS pode ser utilizado para armazenar, gerenciar e descrever o ambiente, o qual é horizontalmente distribuído. O fluxo de integração entre os sistemas se dá, predominantemente, através da extração dos dados do BIM para o GIS, no qual as plataformas mais utilizadas são o ArcGIS (ESRI), o Revit (Autodesk) [11] e o Infraworks (Autodesk).

Enraizado na ciência da geografia, o GIS integra diferentes tipos de dados, podendo ser representados de forma gráfica (pontos, linhas e polígonos), numérica (caracteres numéricos) ou alfanumérica (combinação de letras e números), os quais contém relações de natureza espacial. Sendo assim, o GIS permite a visualização de camadas de informações, geração de mapas e cenas 3D [12]. Desta forma, qualquer tipo de dado pode ser aproveitado, analisado e processado. Assim, ele pode ser utilizado em diversos setores, como: Energia Elétrica, Telefonia, Saneamento, Logística, dentre outras.

De uma forma geral, os sistemas GIS e BIM passaram por seis estágios de evolução desde o seu surgimento, sendo eles: origem, desenvolvimento de sistema, digitalização e visualização, gerenciamento de banco de dados, análise baseada em visualização e modelagem matemática, conforme esquema da Figura 1. Nela, é possível visualizar o histórico de evolução de ambas as ferramentas, bem como o surgimento e avanço da integração BIMGIS [13].

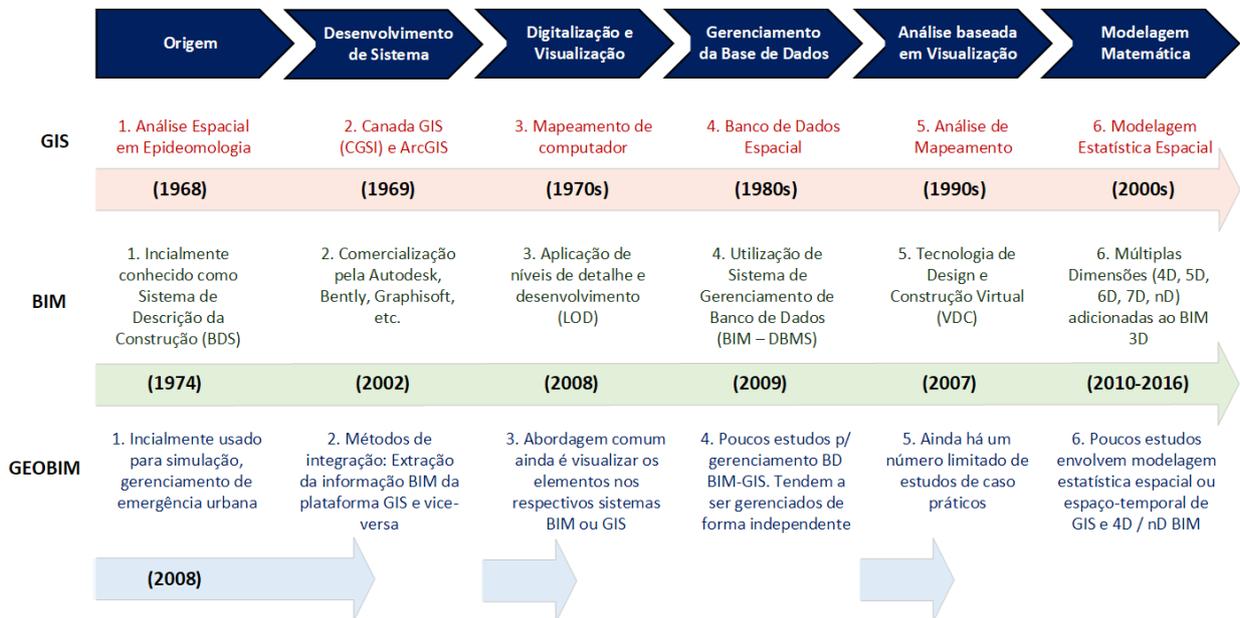


Figura 1 – Comparação do processo de evolução entre os sistemas BIM, GIS e a Integração BIM-GIS. Adaptado de [13].

Embora, em muitos casos, o ambiente 2D seja suficiente para atender as necessidades no GIS, como por exemplo em análises de recursos naturais, agronegócio e floresta, os requisitos para trabalhar com estruturas mais complexas, impulsionam o desenvolvimento de um modelo 3D mais detalhado. Portanto, a integração dos dois sistemas, por meio de dados espaciais, permite o melhor planejamento do território, utilizando as potencialidades de ambas as escalas de análise.

Embora as escalas dos sistemas formem uma estrutura vertical e estática, o ciclo de vida de um projeto de integração é contínuo, ou seja, as fases de planejamento, design, construção e operação deverão ser realizadas de forma constante, conforme representado na Figura 2.



Figura 2 – Ciclo de vida de um projeto integrando BIM e GIS [15].

A fase de operação e manutenção do projeto é a que mais se beneficia da integração BIM-GIS, incluindo diversas aplicações como proteção de patrimônio, gestão de riscos (alagamento, fogo, deslizamento de terra), gestão de energia (disponibilidade e consumo), gerenciamento de instalações e infraestrutura (projetos de estrada) [11].

3.2 Estratégia de Integração

Em termos metodológicos, para alcançar os requisitos de integração, os relacionamentos espaciais entre objetos 3D precisam ser identificados. O City Geography Markup Language (CityGML) é o modelo padrão de troca de informação

urbana em um domínio geoespacial. Uma das formas de estruturar a informação é a inserção do conceito de nível de detalhe (*Level Of Detail*), ou seja, quanto maior o nível de detalhe, maior a complexidade e acurácia exigida, onde o LOD0 corresponde à paisagem e região e LOD4 ao modelo arquitetônico no GIS, por exemplo [16].

No caso do sistema BIM, conforme já destacado nesse artigo, o IFC é o formato de troca mais abrangente. Avanços na tecnologia IFC tem sido direcionados em relação à interoperabilidade com o GIS, incluindo novos elementos geográficos, como “IfcGeographicElement” e “IfcGeographicElementType” [10].

Os padrões semânticos IFC e CityGML são os mais populares e representativos nos domínios de dados BIM e GIS, respectivamente, sendo assim, diversos esforços foram realizados para converter, traduzir e estendê-los para serem compatíveis entre si. A plataforma Feature Manipulation Engine (FME) é a mais utilizada nos processos de ETL (Extract, Translate and load), a qual está presente na plataforma ESRI através da ferramenta ArcGIS Data Interoperability [10].

4.0 DESENVOLVIMENTO: A INTEGRAÇÃO DE MODELOS PARAMÉTRICOS BIM NA SUBESTAÇÃO DE MASCARENHAS DE MORAES (FURNAS/ELETOBRAS)

Para fins de destacar a aplicação do BIM no setor elétrico, esta seção apresenta o estudo de caso, com exemplos de modelagem paramétrica e estratégia planejada para a integração BIM x GIS. Nesse contexto, a subestação de Furnas Eletrobrás, SE Mascarenhas de Moraes, será o foco do mesmo. Essa subestação é integrada à UHE Mascarenhas de Moraes, localizada entre as usinas de Furnas e Luiz Carlos Barreto de Carvalho, e opera com tensões nos níveis de 345 kV e 138 kV – Figura 3.



Figura 3 – Imagem da SE Mascarenhas de Moraes.

A fim destacar o procedimento desde a coleta de dados e constituição do modelo BIM, a Figura 4 destaca a metodologia adotada, na qual encontra-se a integração GIS x BIM.

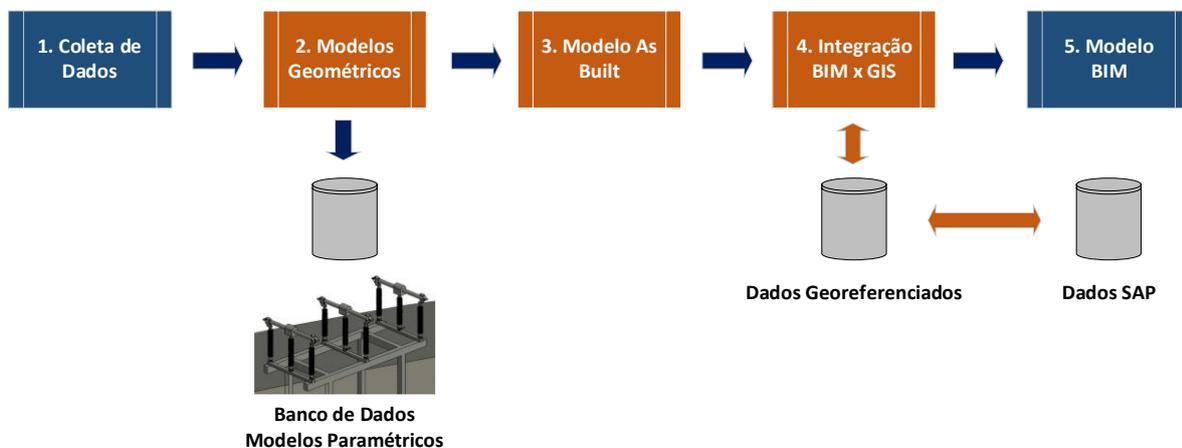


Figura 4 – Estratégia de para constituição do modelo BIM.

A estratégia pode ser identificada da seguinte forma:

- Passo 1: Coleta de dados em campo: utilizando drone e capturando imagens detalhadas de cada componente da subestação e relacionando estes com seus respectivos parâmetros, constituindo uma base de informações de campo, com a imagem obtida pelo drone, realizamos processo de fotogrametria para aumento da precisão da geo- informação dos elementos, enriquecendo o cadastro de ativos no SAP e GIS.
- Passo 2: Constituição dos modelos de componentes, por meio de ferramentas de modelagem, considerando os data sheets dos mesmos, fotos capturadas em campo (sobreposição de texturas) e detalhes obtidos no operacional;
- Passo 3: Associação destes modelos em uma composição de arranjo da Subestação.
- Passo 4: Validação e inserção de atributos complementares à componentes, modelos, arranjos e à subestação final.
- Passo 5: Validação com as equipes de Campo, de Engenharia, Operação e Manutenção.

A Figura 5 destaca as etapas para integração GeoBIM na SE sob estudo.

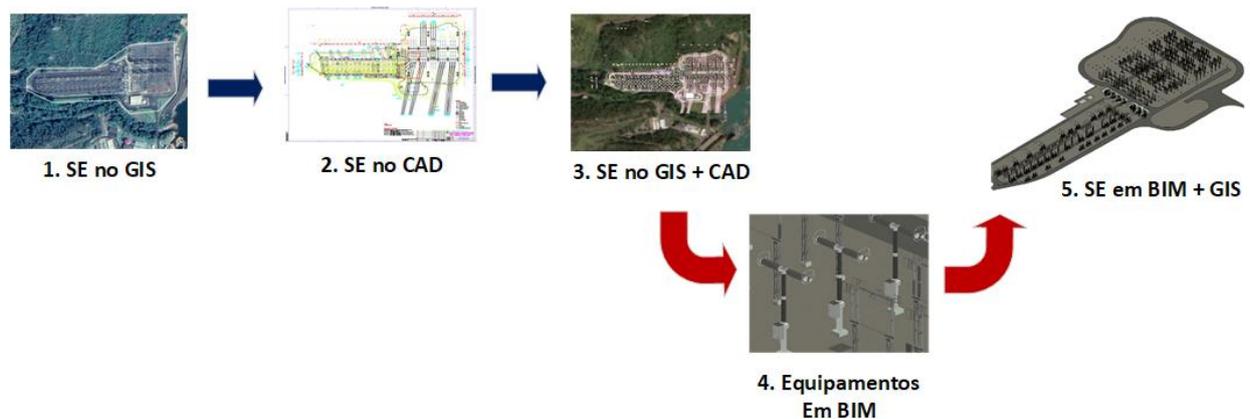


Figura 5 – Etapas para integração GIS x BIM.

A integração do GIS com o BIM será realizada através do método de acesso provido pela ARCGIS REST API, hospedado na infraestrutura mantida por FURNAS do ArcGIS Enterprise. A API REST do ArcGIS Server permite que o usuário trabalhe com serviços de dados hospedados e publicados nessas plataformas. Ao importar os dados relacionados ao ativo (subestação) para o ArcGIS Enterprise, uma camada desses dados é criada e hospedada em uma instância do ArcGIS Server, sendo possível acessá-la via serviço através do ArcGIS REST API.

As etapas de integração podem ser sumarizadas da seguinte forma:

- Etapa 1: Representação e modelagem dos dados 2D do CAD no ambiente GIS,
- Etapa 2: Criação do atributo chave de ligação dos ativos entre o GIS, BIM e SAP.
- Etapa 3: Publicação dos dados modelados no GIS no portal de FURNAS e criação do serviço REST.
- Etapa 4: Integração de todos os parâmetros de ambiente 3D com informações de ativos do SAP e localização do GIS.
- Etapa 5: Criação de Ambiente Representativo 3D para proporcionar definições de projetos (ferramenta de projeto BIM) e ferramenta de Operação e Manutenção baseados em ambientes virtuais BIM.

A título de ilustração, a Figura 6 destaca o modelo geométrico de um dos autotransformadores da SE, desenvolvido a partir da coleta de dados. As Figuras 7 e 8 apresentam, respectivamente, o mesmo equipamento em modelo paramétrico e o modelo *built* no arranjo geral. Por fim, a Figura 9 destaca o arranjo geral da SE Mascarenhas de Moraes com alguns modelos já integrados.

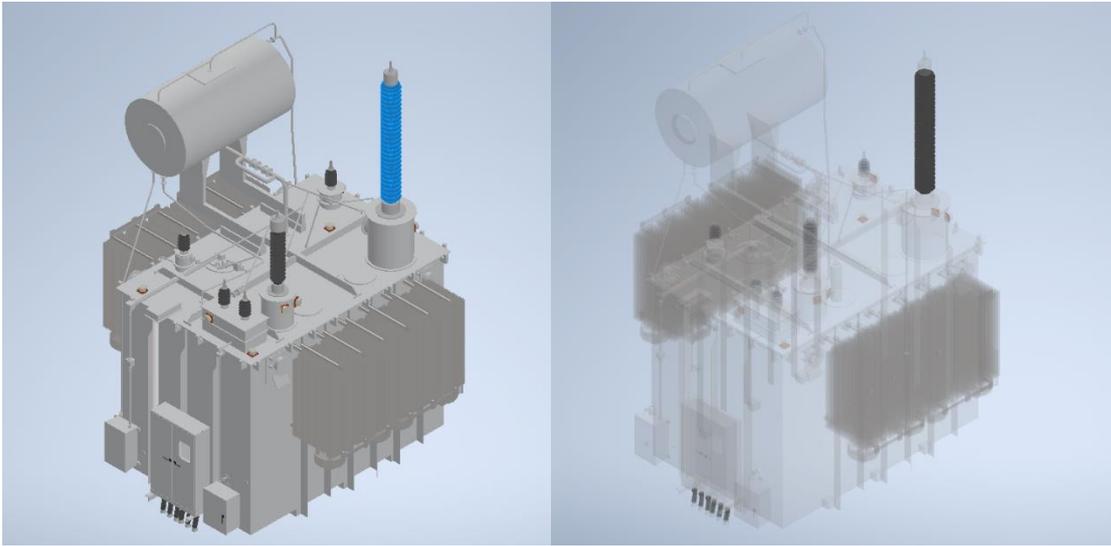


Figura 6 – Modelo geométrico do autotransformador (a) e Destaque para o isolador (b)

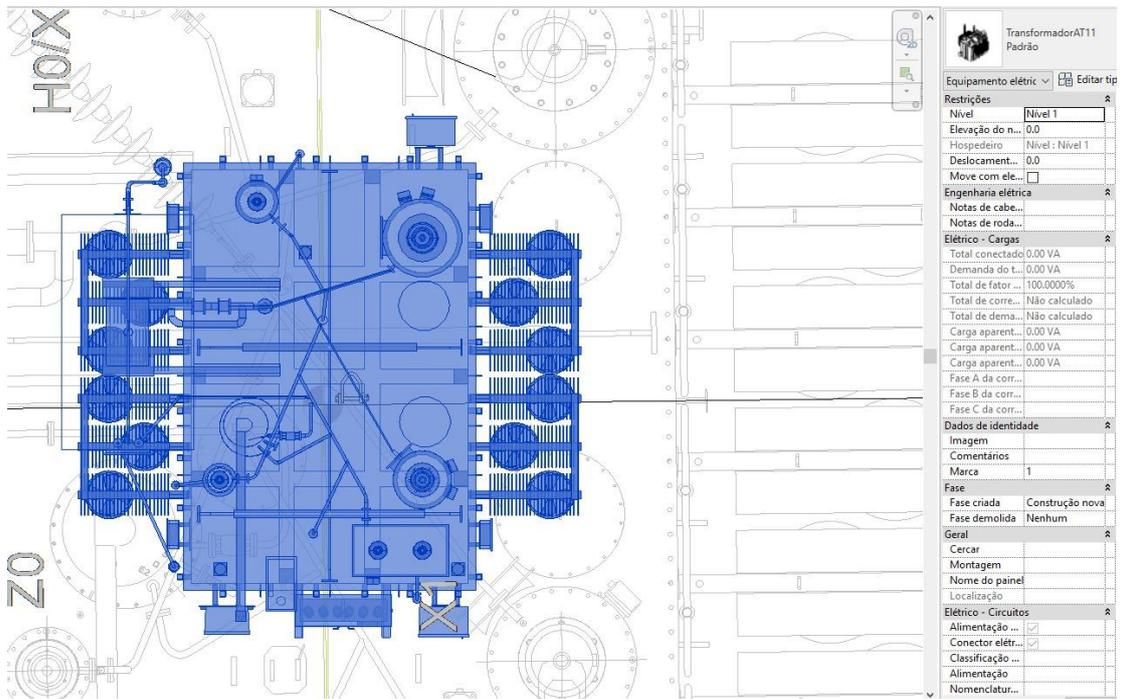


Figura 7 – Modelo paramétrico do autotransformador.

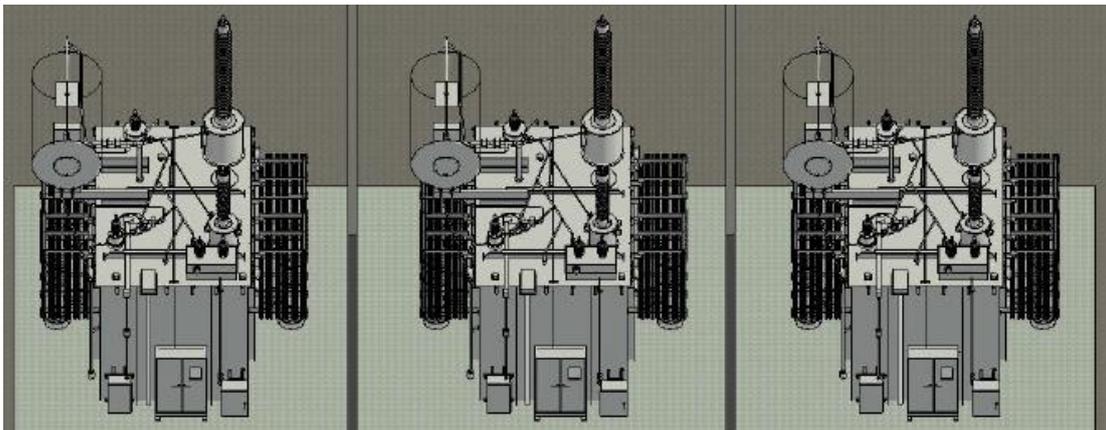


Figura 8 – Autotransformador no arranjo geral.

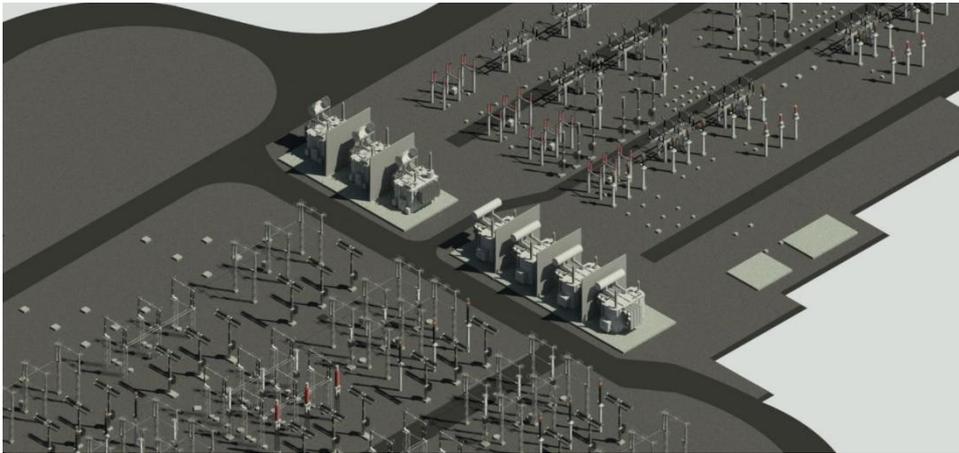


Figura 9 – Arranjo geral (parcial) da Subestação de Mascarenhas de Moraes

5.0 CONCLUSÃO

Este artigo apresentou uma proposta de modelagem geométrica de ativos baseado na identificação de parâmetros como elemento básico para adoção de uma metodologia BIM em subestações de energia elétrica. Esta proposta de parametrização também contribui para suportar a integração com sistemas chave para adoção de BIM, tais como GIS e ERP-SAP.

Até o momento, muitos resultados apresentados se mostraram extremamente satisfatórios, devido à integração de dados e informações nunca antes experimentada, principalmente no ambiente 3D concebido. Isto possibilitou a geração de informações que possibilitam a simulação de diversos cenários construtivos de obras. Dentre estes incluem-se desenvolvimento de projetos, listas de materiais, dados de custos e parâmetros gerenciais que otimizam etapas construtivas. Todo este arcabouço apresentou grande potencial para redução de custos e processos. A integração com SAP permitiu o gerenciamento de ativos atendendo a requisitos normativos e regulatórios exigidos no mercado.

Do ponto de vista operacional, o Modelo Virtual BIM traz recursos de operação em ambiente virtual com grande robustez, pois o banco de dados associado permite o desenvolvimento de aplicações de operação do sistema assistido por realidade virtual e aumentada, trazendo a transformação digital para o setor de transmissão de energia elétrica de subestações AT.

6.0 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à ANEEL/FURNAS pelo apoio, por meio do projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), intitulado “Desenvolvimento de Metodologia utilizando o conceito BIM (*Building Information Modeling*) aplicada a projetos de Subestações integrado à sistema de Inteligência Geográfica (SIG) e ao *Enterprise Resource Planning* (ERP)”, à FAPEMIG (Fundo de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais), CAPES e CNPq pelo apoio financeiro no suporte de pesquisas e equipes do Grupo de Pesquisas em Realidade Virtual e Aumentada da Universidade Federal de Uberlândia (GRVA/UFU).

7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AUTODESK, “BIM 360 Design: Revit worksharing and design collaboration software.” <https://www.autodesk.com/bim-360/> (accessed Jul. 27, 2021).
- [2] S. Catarina, “Caderno de Apresentação de Projetos em BIM.” Santa Catarina: Governo do Estado de Santa Catarina, 2014.
- [3] L. Manzione, “Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM,” Universidade de São Paulo, 2013.
- [4] L. M. Sotério and V. C. Machado, “Análise da Disseminação da Plataforma BIM no Setor da Construção Civil Voltado para Fase de Gestão e Planejamento,” Universidade do Sul de Santa Catarina, 2018.
- [5] C. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks, and K. Liston, “BIM Tools and Parametric Modeling,” in *BIM Handbook*, 2008, pp. 25–64.
- [6] L. Lin *et al.*, “The Creation and Exploration of Revit Family Based on BIM Technology,” in *2016 International Conference on Smart City and Systems Engineering (ICSCSE)*, 2016, pp. 241–244, doi: 10.1109/ICSCSE.2016.0072.
- [7] E. Ignatova, H. Klrshcke, E. Tauscher, and K. Smarsly, *Parametric geometric modeling in construction planning using industry foundation classes*. 2015.
- [8] MPDFT, “Caderno de Projetos e de Gestão de Efiicações em BIM.” Brasília, 2020.

- [9] N. B. T. Ferreira, "A WebGL application based on BIM IFC," Universidade Fernando Pessoa, 2012.
- [10] X. Liu, X. Wang, G. Wright, J. Cheng, X. Li, and R. Liu, "A State-of-the-Art Review on the Integration of Building Information Modeling (BIM) and Geographic Information System (GIS)," *ISPRS Int. J. Geo-Information*, vol. 6, p. 53, Feb. 2017, doi: 10.3390/ijgi6020053.
- [11] Z. Ma and Y. Ren, "Integrated Application of BIM and GIS: An Overview," *Procedia Eng.*, vol. 196, pp. 1072–1079, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.064>.
- [12] G. Câmara, C. Davis, and A. M. V. Monteiro, "Introdução à Ciência da Geoinformação," *São José dos Campos, INPE*, 2001. <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/> (accessed Aug. 03, 2021).
- [13] Y. Song *et al.*, "Trends and Opportunities of BIM-GIS Integration in the Architecture, Engineering and Construction Industry: A Review from a Spatio-Temporal Statistical Perspective," *ISPRS International Journal of Geo-Information*, vol. 6, no. 12, 2017, doi: 10.3390/ijgi6120397.
- [14] ilf C. Engineers, "Information on Management - GIS & BIM." <https://www.ilf.com/th/services/additional-services/information-management-gis-bim/> (accessed Aug. 03, 2021).
- [15] E. UK and E. Ireland, "How GIS is starting to underpin successful BIM strategies," 2016. <https://communityhub.esriuk.com/think-location/2016/11/22/how-gis-is-starting-to-underpin-successful-bim-strategies> (accessed Aug. 03, 2021).
- [16] G. Gröger and L. Plümer, "CityGML – Interoperable semantic 3D city models," *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.*, vol. 71, pp. 12–33, 2012, doi: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2012.04.004>.
- [17] L. Zhao, Z. Liu, and J. Mbachu, "An Integrated BIM–GIS Method for Planning of Water Distribution System," *ISPRS Int. J. Geo-Information*, vol. 8, p. 331, Jul. 2019, doi: 10.3390/ijgi8080331.
- [18] A. Ronzino *et al.*, "The Energy Efficiency Management at Urban Scale by Means of Integrated Modelling," *Energy Procedia*, vol. 83, pp. 258–268, 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.12.180>.
- [19] T. Gilbert, S. Barr, P. James, J. Morley, and Q. Ji, "Software Systems Approach to Multi-Scale GIS-BIM Utility Infrastructure Network Integration and Resource Flow Simulation," *ISPRS Int. J. Geo-Information*, vol. 7, p. 310, Aug. 2018, doi: 10.3390/ijgi7080310.
- [20] D. Energy, "Duke energy workflow improvements using model-based design tools." https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/case-studies/duke-energy-substation/duke-energy-customer-story_en-uk.pdf (accessed Aug. 03, 2021).

DADOS BIOGRÁFICOS



Obteve o título de engenheiro eletricista pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU) com intercâmbio no INSA de Lyon, França. Mestre e doutor em Engenharia Elétrica pela UFU com doutorado sanduíche na Universidade de Alberta, Canadá. Atualmente é professor adjunto e Coordenador do Núcleo de Empreendedorismo na Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), Coordenador geral do Núcleo de Estudos e Planejamento do Setor elétrico (NEPSEL), pesquisador no Núcleo de Qualidade da Energia Elétrica (NQEE), e Diretor Financeiro na Sociedade Brasileira de Qualidade da Energia Elétrica (SBQEE). Atua nas áreas de Qualidade da Energia, Transformadores, Subestações e Fontes Renováveis.

(2) GERSON FLAVIO MENDES DE LIMA
Engenheiro, Mestre e Doutor em Engenharia Elétrica, Pós Doutorado em Análise de Sinais de Engenharia Biomédica e Simulações utilizando Realidade Virtual e Inteligência Computacional por Stanford. Pesquisador em Sistema BIM aplicados em Subestações de Energia Elétrica integrado com GIS.

(3) ALEXANDRE CARDOSO
Engenheiro Eletricista, Mestre em Engenharia Elétrica: Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Doutor em Engenharia Elétrica pela USP. Professor Titular da UFU, foi Coordenador do Programa de Pós Graduação e da Graduação em Engenharia Elétrica. Atua em áreas de Engenharia da Computação nos temas: Realidade Virtual, Realidade Aumentada, Educação, Ambientes Virtuais, Interfaces Humano Computador e Visualização da Informação. Foi Coordenador da Comissão Especial de Realidade Virtual - SBC. Coordena projetos internacionais: BRAFITEC (Polytech Paris/Lille/Marseille/Grenoble/Lyon/Orleans) e o desenvolvimento do Sistema de Realidade Virtual da Cemig GT, além do projeto de BIM/GIS/SAP associado à Subestações de Furnas.

(4) EDGARD AFONSO LAMOUNIER JÚNIOR
Concluiu o ciclo básico de Engenharia Elétrica na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), no período de 1982 a 1984. Possui graduação em Matemática (1986) e mestrado em Engenharia Elétrica (1989) pela UFU. Em 1996, obteve o título de PhD pela Universidade de Leeds, Inglaterra, sendo reconhecido no Brasil com o título de Doutor em Engenharia Elétrica. Atualmente, é professor Titular da Faculdade de Engenharia Elétrica da UFU. Tem experiência na área de Engenharia e Ciência da Computação, com ênfase em Arquitetura de Sistemas de Computação e Computação Gráfica. Atua, com Realidade Virtual e Aumentada em Reabilitação e Sistemas de Engenharia.

(5) ANA CRISTINA DE FREITAS MAROTTI
Engenheira Eletricista pela Universidade Federal do Rio de Janeiro; Mestre e Doutora em Engenharia Elétrica pela

COPPE/RJ e Pós-graduação em Transformação Digital pelo MIT. Possui experiência nas áreas de planejamento e estudos elétricos; equipamentos de alta tensão e ensaios elétricos. Atua na coordenação técnica, pesquisadora e gestora técnica de projetos, prioritariamente relacionados à Inovação Tecnológica com ênfase em Transformação Digital aplicada a otimização e melhoria de processos de O&M e de Gestão de Ativos da empresa. Coordenada e lidera grupos de trabalho e comitês de estudos na área de Energia Elétrica e na área de Inovação Tecnológica.

(6) RICARDO DE OLIVEIRA ROCHA
 Pós-graduado em Análise, Projeto e Gerência de Sistemas pela PUC/RJ. Atuando desde 1993 em Furnas, tendo participado da modernização do arquivo técnico com a implantação do Sistema de Gerência Eletrônica de Documentos (GED), desenvolvimento de sistemas para intranet, esquemas de banco de dados Oracle, e nos últimos 8 anos na área de geotecnologias como gestor de projetos GIS, aplicações sharepoint e a função de gestor técnico do projeto de P&D "Desenvolvimento Metodologia utilizando conceito BIM (Building Information Modeling) aplicada a projetos de Subestações Integrado a Sistema de Inteligência Geográfica (SIG)", formação em BIM através de treinamentos e seminários.

(7) LUCAS DE FREITAS FARIA
 Discente do Curso de Graduação em Engenharia Mecânica, com amplo conhecimento de Modelagem e Concepção de Objetos 3D e Ambientes Virtuais. Tem domínio da metodologia BIM e de linguagens de programação como C#, C e Python.

(8) SERGIO RICARDO RAMOS DA SILVEIRA
 Graduado em Administração de Empresas pela Centro Universitário Celso Lisboa, Pós-graduado em Análise, Projeto e Gerência de Sistemas pela PUC-RJ, em Gerência e Desenvolvimento de Sistemas Distribuídos pela UFRJ, e em Gerência de Projetos pela FGV-RJ. Atuação durante 37 na área de engenharia de Furnas Centrais Elétricas, sendo os últimos 15 anos coordenando área de geotecnologias e gestão da informação técnica de engenharia de projetos. Atualmente, atua como consultor técnico em projetos voltados para o uso de geotecnologias e de uso de metodologia BIM aplicada a projetos de transmissão e geração de energia elétrica.

(9) LETÍCIA D'AGOSTO MIGUEL FONSECA
 Letícia d'Agosto Miguel Fonseca Geógrafa, Mestre em Agronomia e Doutora em Ciência do Sistema Terrestre Brasileira, 33 anos LinkedIn: www.linkedin.com/in/leticiadmfonseca/RESUMO Geógrafa (UFJF), mestre em Agronomia (UFV) e doutora em Ciência do Sistema Terrestre (INPE), conduz pesquisas há nove anos nas áreas de sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicadas ao planejamento e monitoramento ambiental. ATUAÇÃO PROFISSIONAL Set. 2019 – Atual - Imagem Atividades: Aplicação das funcionalidades da plataforma ArcGIS na solução de negócios voltados à vertical de Saneamento e Utilities. Utilização de técnicas relacionadas à gestão de banco de dados, modelagem de dados e construção de aplicações de inteligência geográfica.

(10) THIAGO HUMBERTO GERALDI
 Thiago Humberto Geraldi
 Líder Técnico na Imagem-Soluções de Inteligência Geográfica
 Vasta experiência em desenvolvimento/gestão de projetos de software, atuando em empresas como: Furnas, Arcelor Mittal, Neoenergia, Suzano, CPqD, CELESC entre outras; Amplo conhecimento das plataformas ESRI e AutoDesk no desenvolvimento de sistemas GIS para o setor Elétrico e de Saneamento. Especializações: Experiência na construção de sistemas utilizando linguagens/ferramentas como Python, .Net (C#, WebServices, Windows Forms, Windows Mobile), PL/SQL, HTML. Experiência em banco de dados MS-SQL Server e Oracle. Bons conhecimentos em desenvolvimento de integrações de sistemas com SAP;

(11) DIOGO MARTINS AZEVEDO
 Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Faculdade Pitágoras. Atualmente é Mestrando em Engenharia Elétrica, pela Universidade Federal de Uberlândia. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica. Atuou em projetos de pesquisa e desenvolvimento com a concessionária de energia elétrica Cemig no projeto GT-0618. Tem pesquisas relacionadas à inteligência artificial para o análise de cargas de edificação e estimativa de demanda mais precisa e pesquisas relacionadas ao uso de BIM de forma colaborativa em projetos complementares. Ademais também participa do projeto de pesquisa e desenvolvimento com Furnas Centrais Elétricas, no uso de BIM no setor elétrico.

(12) ANDRÉ LUÍS DE ARAUJO
 André L. Araujo [CAU-MG 87308-0] é arquiteto e urbanista, mestre em engenharia civil pela UFV e doutor pela Unicamp, com período sanduíche no Instituto de Tecnologia de Melbourne (RMIT Austrália). Desde 2017 é professor e pesquisador da Faculdade de Arquitetura, Urbanismo e Design da Universidade Federal de Uberlândia, onde fundou e coordena o Laboratório de Modelagem Baseada em Informação (www.informa3d.xyz), dedicado a desenvolver ciência e tecnologia para as áreas de Building Information Modeling e Simulação Computacional.