



**XXIV SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

CB/GSE/26

22 a 25 de outubro de 2017
Curitiba - PR

GRUPO - VIII

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

**PLANEJAMENTO DE AMPLIAÇÃO EM SUBESTAÇÕES DE ENERGIA ELETRICA COM USO DE
REALIDADE VIRTUAL**

**Camilo de Lellis Barreto Junior(*)
UFU**

**Paulo Roberto R. M. do Prado
CEMIG-GT/CGWorks**

**Alexandre Cardoso
UFU**

**Alexandre Carvalho Silva
UFU**

**Gerson Flávio Mendes de Lima
CGWorks**

**Leandro Resende Mattioli
UFU**

**Edgard Lamounier Junior
UFU**

RESUMO

Este trabalho apresenta uma abordagem inovadora para simular ampliações de subestações de Energia Elétrica por meio da Realidade Virtual (RV). A utilização das técnicas de RV permite a criação de uma interface homem-máquina natural, permitindo ao usuário interação, navegação e imersão em um ambiente tridimensional gerado por computador. Tais características capacitam a visualização, por meio de ambientes virtuais assemelhados aos ambientes reais, de forma mais intuitiva que, as tipicamente apresentadas, CAD. O desenvolvimento desta solução está associado a conceber ambientes virtuais que representam fielmente as subestações de Energia Elétrica de uma concessionária e as possíveis intervenções para modificação dos arranjos.

PALAVRAS-CHAVE

Ampliação, Subestação, Realidade Virtual, Ambientes Virtuais, Manutenção

1.0 - INTRODUÇÃO

A Realidade Virtual (RV) pode ser compreendida como “um sistema computacional usado para criar um ambiente artificial, no qual o usuário tem a impressão de não somente estar dentro deste ambiente, mas também habilitado, com a capacidade de navegar no mesmo, interagindo com seus objetos de maneira intuitiva e natural” (CARDOSO et al., 2007). Dentre as aplicações tradicionais estão a medicina, notavelmente cirurgia e reabilitação, educação e entretenimento, simulações militares, sistemas de manufatura, robótica e visualização da informação.

Diante dessa diversidade de aplicações, o setor de geração e transmissão de energia elétrica vem, recentemente, emergindo como um forte candidato a ser beneficiado pelas técnicas de Realidade Virtual (QUINTANA; MENDOZA, 2009). Em particular, Ambientes Virtuais de Subestações de Energia Elétrica representam uma nova abordagem para a operação e o controle supervisão do sistema elétrico. Segundo Cardoso (2016), o uso de Realidade Virtual em ambientes críticos provê novos paradigmas para as atividades rotineiras de monitoramento e controle. Assim, a existência de um modelo geométrico tridimensional, fiel às estruturas reais, minimiza a diferença entre o modelo mental da operação para operadores em campo e de salas de controle e facilita a comunicação da equipe.

Através de estudos de planejamento realizados pelo Operador Nacional do Sistema – ONS e pela Empresa de Pesquisas Energéticas – EPE, com a participação dos agentes, são definidas as situações onde são necessárias a construção de novas subestações ou situações onde são indicadas ampliações de subestações existentes.

A ampliação de uma Subestação – SE tem a característica de se utilizar um espaço em operação. Essa situação demanda estudos e planejamentos de etapas de modificação da planta da SE que passará por uma ampliação. Tais etapas deverão ser definidas e bem elaboradas para que cada passo não gere nenhum conflito com a operação da subestação, tendo em vista que ela estará em funcionamento durante as modificações e, o fornecimento de energia elétrica, por vezes, não pode ser interrompido, ou se for o caso, interromper por um curto período de tempo.

O planejamento de modificações gera dúvidas aos engenheiros e responsáveis, principalmente nos quesitos relacionados com a visão espacial do ambiente de SE, uma vez que os meios e ferramentas não provêm adequada visão espacial e discernimento do ambiente em si e das modificações demandadas. De forma geral, os arranjos de campo e as construções encontram-se disponíveis por meio de plantas baixas no formato CAD, que fornecem apenas informações de cortes.

Outro fato relevante a se destacar é com relação às etapas intermediárias de uma obra de ampliação. Em uma ampliação, muitas vezes partes das instalações têm que ser removidas para dar lugar a novas instalações. A ampliação vai ganhando forma em etapas e não é incomum que subestações fiquem por dias com configurações intermediárias, sem a configuração final planejada. Os projetos normalmente não contemplam esses estudos, essas etapas intermediárias, e fica a cargo das equipes de obras, em conjunto com equipes de manutenção e operação definirem e detalharem as etapas e sequências de montagem e desmontagem.

Em vista da necessidade de uma visão mais ampla para o planejamento de ampliação de subestações de energia elétrica, esse trabalho propõe uma abordagem inovadora para simulação tridimensional de ampliação de SEs. Por meio desta estratégia, capacitam-se os responsáveis a estudar, interativamente, as etapas de modificação da planta de uma dada subestação que precise passar por uma ampliação.

2.0 - FUNDAMENTOS

2.1 Realidade Virtual

Muitos autores descrevem Realidade Virtual de formas e características diferentes. A Realidade Virtual pode ser definida como uma avançada tecnologia de interface homem-máquina que envolve simulação em tempo real e interações por meio de canais multissensoriais (BURDEA; COIFFET, 2003, tradução nossa), notavelmente pelos sentidos da visão, audição e tato. De acordo com Kirner & Siscouto (2007), a Realidade Virtual é uma “interface avançada do usuário” para acessar aplicações executadas no computador, propiciando a visualização, movimentação e interação do usuário, em tempo real, em ambientes tridimensionais gerados por computador. O sentido da visão costuma ser preponderante em aplicações de realidade virtual, mas os outros sentidos, como tato, audição etc. também podem ser usados para enriquecer a experiência do usuário.

Também pode-se definir Realidade Virtual (RV) como um conjunto de tecnologias que, quando combinadas, proporcionam uma interface interativa com o usuário em um ambiente gerado pelo computador, proporcionando imersão no mundo virtual tridimensional fazendo com que o usuário sinta-se presente neste mundo. Em aplicações de RV o usuário navega e interage em tempo real com um Ambiente Virtual (AV) conseguindo realizar ações e receber estímulos, fazendo com que se sinta fazer parte dele (WIEDERHOLD; BOUCHARD, 2014).

2.2 Crescimento da Realidade Virtual

Em uma pesquisa realizada anualmente pela Gartner, uma empresa líder mundial em pesquisa e consultoria em tecnologia da informação, mostra a evolução de novas tecnologias emergentes, a Figura 1 exhibe os dados colhidos durante alguns anos e atualizados em 2016. Segundo essa pesquisa, todas as novas tecnologias passam por etapas fundamentais, em algumas o tempo de permanência pode ser grande e em outras não. O gráfico da Figura 1 mostra as principais tecnologias e suas colocações em 2016, nota-se as cinco etapas que obrigatoriamente elas devem passar:

1. *Innovation Trigger* (Gatilho da Inovação): É a etapa onde novas tecnologias emergem do desconhecido, é a primeira fase onde a pesquisa e desenvolvimento tem seu início;
2. *Peak of Inflated Expectation* (Pico da Expectativa Inflada): É a etapa em que as expectativas estão altas em relação aos benefícios que a tecnologia pode prover, nessa fase a especulação do que a tecnologia pode melhorar no mundo é bem elevada.
3. *Trough of Disillusionment* (Vale da Desilusão): Após a grande expectativa, uma etapa importante é o “Vale da Desilusão”. Apesar do nome ser preocupante, essa etapa é de suma importância para definir o que realmente é relevante no contexto da pesquisa e descartar o que realmente é quase impossível de se desenvolver, dessa forma pode-se focar no desenvolvimento de determinado tópico de determinada tecnologia.

4. *Slope of Enlightenment* (Inclinação da Iluminação): Nessa etapa, todos os problemas da tecnologia estão praticamente solucionados, possui uma grande aceitação no mercado e é a luz para o começo do desenvolvimento em grande escala.
5. *Plateau of Productivity* (Platô da Produtividade): É a última etapa do processo de ascensão de novas tecnologias, essa fase é a parte em que tudo acontece, a produção em larga escala é mais alta do que as etapas anteriores devido à grande demanda industrial.

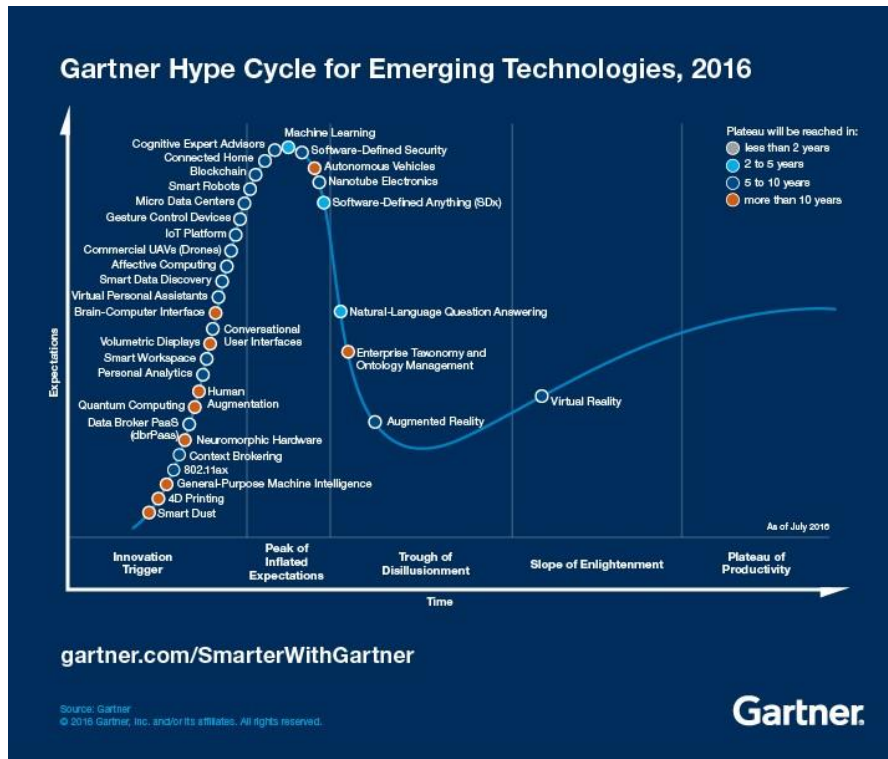


FIGURA 1 – Ciclo da Febre de Tecnologias Emergentes (GARTNER, 2016)

Observando o cenário das tecnologias emergentes da Figura 1, uma tecnologia que se destaca pela sua posição frente às outras tecnologias é a Realidade Virtual (*Virtual Reality*), sua posição é relativa a “Inclinação da Iluminação” onde há o início da demanda e a porta para o comércio global. Tendo em vista disto, podemos prever que a tecnologia de RV será uma das mais importantes e abrangentes em um futuro próximo, e uma das áreas que ela pode favorecer é o setor de projetos e planejamentos de subestações de energia elétrica.

3.0 - OBJETIVO

O objetivo fundamental deste trabalho é propor uma abordagem inovadora para simular as ampliações de subestações de Energia Elétrica por meio da Realidade Virtual. O desenvolvimento deste trabalho está associado à conceber ambientes virtuais que representam fielmente, em formato virtual gerado por computador, as subestações de energia elétrica reais de uma concessionária.

Neste cenário, além de poder identificar e analisar em detalhes cada etapa intermediária e suas interferências, podemos também simular a movimentação de novos equipamentos, com definição de melhores rotas e a interferência com as partes em operação para definição dos procedimentos de segurança e desligamentos necessários.

4.0 - TRABALHOS CORRELATOS

Quintana e Mendoza (2009) apresentam uma metodologia para criar modelos virtuais de subestações de energia elétrica para passeios virtuais, descrevendo diferentes etapas nos processos de modelagem de componentes 3D. Para desenvolver modelos virtuais e conceber uma subestação, implica a execução de passos no qual implica estabelecer os objetivos a serem alcançados, os passos são: coleta de informações, modelagem de elementos e integração na cena virtual.

A coleta de informação é o recolhimento de todos os documentos necessários para a etapa de modelagem dos equipamentos. São documentos do tipo catálogos, imagens, mapas, plantas baixas, especificações de equipamentos, etc., que possam contribuir para gerar informações dos elementos a serem modelados. Um problema apresentado nesta etapa é a grande quantidade de documentos que não estão em formato digital, dificultando o fluxo de modelagem do sistema.

O passo seguinte é a modelagem dos elementos, uma vez que todos os dados e informações foram recolhidos. É a etapa mais demorada, pois as criações de modelos que representem um elemento real de subestação necessitam de alto nível de detalhamento, ao mesmo tempo é necessário equilibrar realismo com qualidade do modelo para otimizar a performance da aplicação. Os principais elementos de subestação modelados foram equipamentos primários, elementos estruturais e construções.

Após a modelagem de todos os elementos da subestação, eles são integrados a cena final. Nessa etapa os componentes são inseridos em suas posições a partir dos dados de geoposição fornecidos pelas plantas baixas atribuídas na primeira etapa do desenvolvimento. O passo final é a criação de navegação no ambiente virtual. Os autores salientaram que é importante criar caminhos predefinidos, para isso é necessário definir o local de trabalho, seleção de parâmetros do ambiente e tipo de iluminação.

Como exemplo de aplicação, a subestação de Xochimilco foi modelada e representada em um Ambiente de Realidade Virtual. Ainda, de acordo com os autores, no verão de 2006 a grande demanda de energia elétrica fez com que novos projetos surgissem para suprir essa necessidade, um dos projetos seria expandir a subestação e incluir mais um arranjo de 230kV, por esse motivo, foi simulado virtualmente sua expansão. Com isso pode-se observar as necessidades impostas pela a área escassa. A Figura 2 exhibe o modelo virtual, em 3D, da referida subestação.



FIGURA 2 – Vista da subestação virtual de Xochimilco (QUINTANA; MENDOZA, 2009)

5.0 - DESENVOLVIMENTO E SOLUÇÃO

Nessa seção iremos apresentar o sistema de Realidade Virtual para planejamento das etapas de ampliação de SEs, em companhia da elaboração da arquitetura da estratégia proposta.

5.1 Sistema de Realidade Virtual de Subestações de Energia Elétrica

O Sistema de Realidade Virtual de Subestações de Energia Elétrica (SRVSE) é um ambiente desenvolvido para aprimorar a visualização de ambientes baseados em modelos 2D para ambientes baseados em modelos 3D, de tal sorte a prover imersão e interação ao usuário para manipular e visualizar os equipamentos que compõem os arranjos de campo. Baseado em modelos de mundo real, todo o ambiente foi construído seguindo as características dos objetos das SEs, de tal forma que as dimensões, texturas e comportamentos dos objetos simulassem os comportamentos e suas aparências reais. A Figura 3 mostra um exemplo de subestação virtual, onde se observa o realismo de seus elementos

A subestação da Figura 3 é formada por diversos equipamentos virtuais que juntos formam os arranjos de campo, o posicionamento dos equipamentos é realizado a partir de plantas baixas no formato CAD, de tal forma, que ao iniciar o sistema os metadados de cada equipamento são carregados e suas informações de posicionamento, interconexão e histórico de modificação são introduzidas no ambiente virtual.

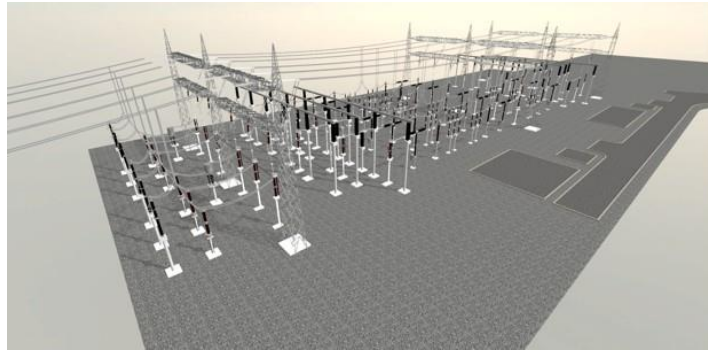


FIGURA 3 – Ambiente virtual de uma subestação de energia elétrica

Todos os elementos que compõem a subestação virtual possuem informações importantes, como sua identificação em um banco de dados, o tipo de equipamento, o estado atual, sua conexão com outro equipamento, posição, entre outros. Tais dados são de suma importância aos usuários do sistema, pois é possível identificar e definir como serão documentadas as modificações por etapa, de cada equipamento.

5.2 Etapas de Modificação Referente a Ampliação

O processo de planejamento de ampliação de uma subestação passa por diversas etapas, tendo como empecilho a programação da modificação da disposição dos equipamentos durante a operação da SE. O processo de ampliação pode ter várias características como a substituição de equipamentos antigos por novos de maior potência e por vezes com dimensões diferentes, a remoção de elementos inteiros para construção de novos arranjos e por vezes novas instalações em espaços já disponíveis dentro da SE.

Utilizando a ferramenta proposta nesse trabalho, pode-se implementar o planejamento de modificação de arranjos em um ambiente virtual tridimensional fiel ao ambiente real. Vale salientar que o uso de sistemas de realidade virtual provê maior interação e imersão, do que, ambientes bidimensionais dos quais a maior parte dos projetistas se utilizam. Primeiramente um documento contendo uma série de modificações deve ser elaborado por uma pessoa responsável, esse documento deve envolver os passos de cada etapa contendo equipamentos que serão removidos ou inseridos, o modelo de documento não interfere no processo de planejamento no âmbito da ferramenta, sendo apenas um roteiro para elaborar as etapas de modificação no ambiente virtual.

A partir do carregamento de uma subestação virtual em seu estado atual, é possível realizar o processo de planejamento da modificação por meio de criação de etapas, a Figura 4 mostra os passos que devem ser seguidos para essa criação. O segundo passo é a criação do que chamamos de etapa de modificação, essa etapa é a criação de uma instância que abriga elementos da subestação, pode-se atribuir à etapa informações sobre o procedimento como, data definida para realizar a modificação no ambiente real, tempo para a modificação, equipamentos que serão incluídos na modificação, entre outros.

Seguindo a ordem de planejamento, é necessário informar na terceira etapa, os elementos virtuais que serão inseridos na lista da etapa de modificação, os elementos são selecionados manualmente pelo usuário seguindo o documento com as informações de planejamento, pode-se selecionar vários equipamentos e inseri-los na etapa. Existe uma série de restrições que devem ser seguidas, elas foram inseridas na ferramenta para forçar o usuário a apenas realizar tarefas específicas. A Figura 5 mostra uma representação de arquivos de etapas, tais, possuem *metadados* para serem identificadas e ordenadas pela data de modificação, dessa forma é possível definir a ordem e equipamentos que serão modificados.

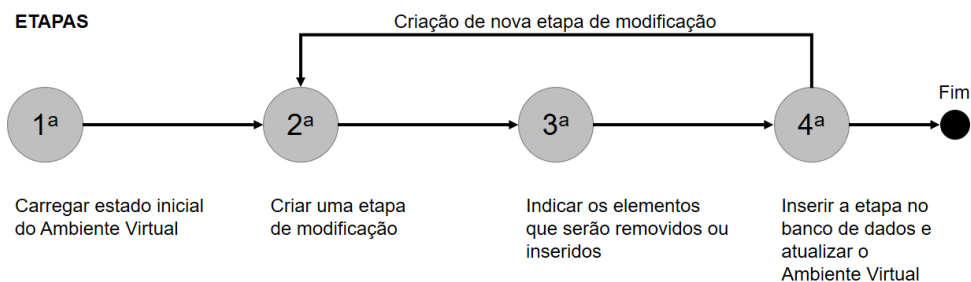


FIGURA 4 – Processo de Planejamento por Criação de Etapas

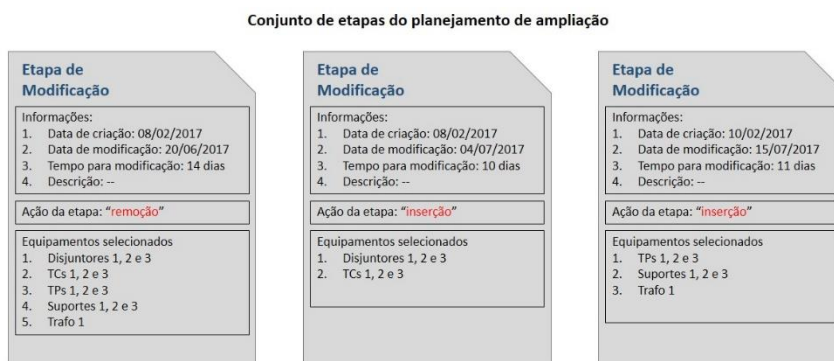


FIGURA 5 – Etapas de Modificação para ampliação de SEs

A quarta etapa é referente a inserção da “etapa de modificação” no banco de dados. À medida que se cria etapas elas são armazenadas em ordem de criação. O banco de dados é responsável por armazenar todas as informações dos ambientes virtuais das subestações, ele armazena também um histórico com as etapas de modificação que leva em consideração a “data de modificação”. No ambiente virtual essas informações são exibidas em formato de uma *History Line* (Linha de História) possibilitando uma rápida visualização pelo usuário (Figura 6).

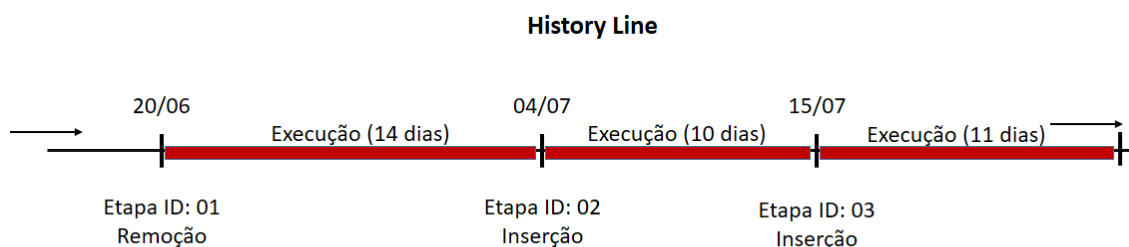


FIGURA 6 – Processo de Planejamento por Criação de Etapas

A Figura 7 mostra o processo de execução das etapas de um planejamento destinado a ampliação da subestação de energia elétrica de Barreiro 1 que contém ativos de transmissão das empresas Cemig e Furnas. Primeiramente na parte superior da figura podemos observar um documento que contém os equipamentos a serem removidos e sua ordem de remoção da esquerda para direita. O primeiro ambiente virtual a ser carregado é estado atual da SE, posteriormente escolhendo um arranjo completo para ser removido, a próxima etapa é a remoção completa de outro arranjo e assim por diante.

Com os elementos selecionados e adicionados às etapas de modificação e salvos em um banco de dados, é possível acessar tais subestações virtuais em um outro período, tanto para retornar os trabalhos de planejamento quanto para executar apenas a visualização da modificação realizada na SE. A execução no modo visualização é de suma importância para observar os detalhes de cada etapa, assim o planejamento da intervenção será provido por condições de exploração e conhecimento dos detalhes físicos dos arranjos, dos ativos, acessos às instalações e das proximidades, capacitando simular diferentes possibilidades de execução de obras, com o compromisso de continuidade de serviços e de segurança.

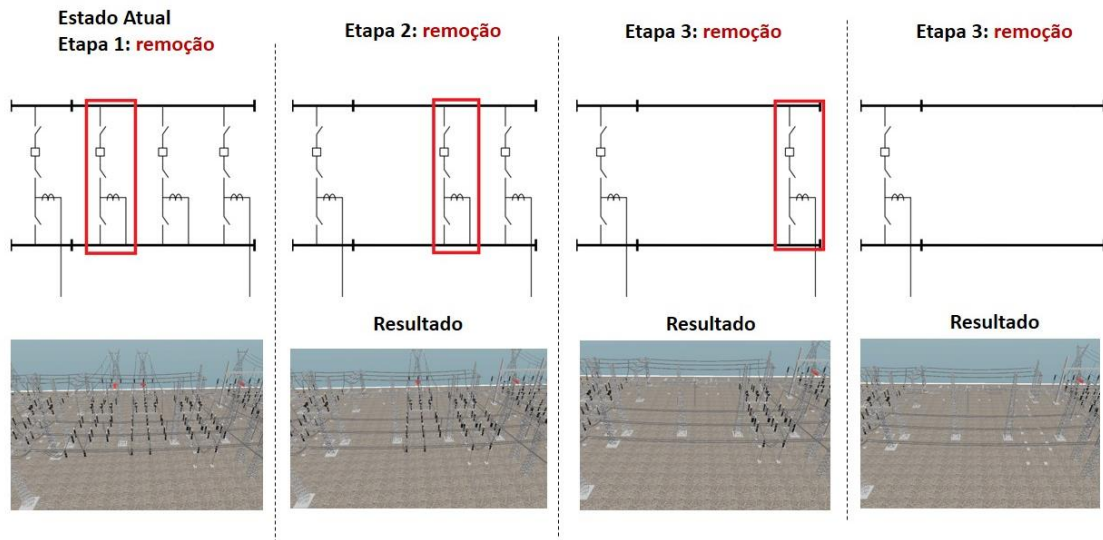


FIGURA 7 – Processo de Remoção de Equipamentos no Ambiente Virtual

5.3 Arquitetura da solução

A ferramenta proposta nesse trabalho foi desenvolvida utilizando a *engine* de desenvolvimento de jogos Unity 3D, escolhida pela conveniência dos recursos gráficos e da linguagem de programação que ela provê. Como é uma ferramenta poderosa e dedicada a ambientes virtuais é possível criar mecanismos para a interação e percepção de usuários inseridos no ambiente virtual de uma subestação de energia elétrica virtual.

Foi definida primariamente uma arquitetura para suportar todos os mecanismos de interação com a ferramenta de planejamento (Figura 8). A estratégia foi centralizar o ambiente de planejamento para realizar a interação com outras tecnologias, desta forma há possibilidade de criar ambientes de planejamento remotos e iniciar sessões simultâneas para trabalhar em equipe em um mesmo ambiente virtual de SE.

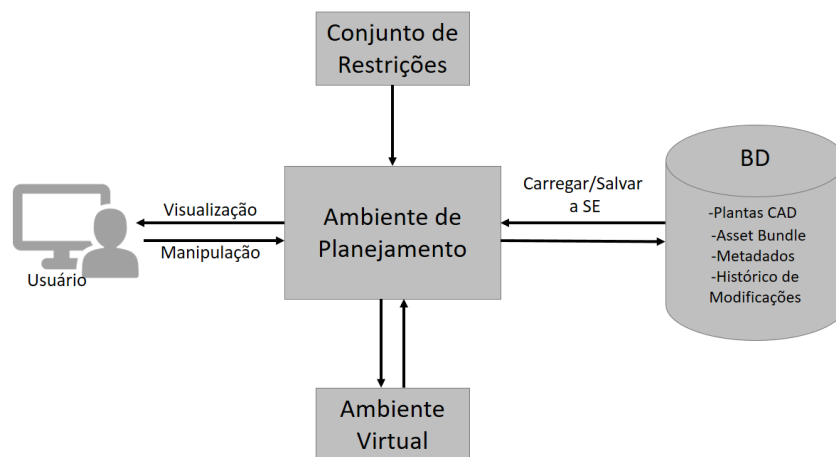


FIGURA 8 – Arquitetura da ferramenta

Nesta arquitetura proposta, os principais elementos são:

- Ambiente de Planejamento:** é o mecanismo de interação com o usuário, possui todos os sistemas de interface gráfica e ambiente virtual, possui as ferramentas necessárias para realizar o planejamento das ampliações;
- Ambiente Virtual:** é o ambiente virtual da subestação de energia elétrica, contém todos os modelos 3D que juntos, formam o ambiente realístico e fiel ao ambiente real;
- Conjunto de Restrições:** a manipulação dos modelos dentro do ambiente virtual depende de restrições para garantir o posicionamento, interligação e coerência entre os equipamentos e o projeto realizado por um

responsável. A coerência entre equipamentos é a restrição de não permitir que o usuário insira por exemplo, dois Transformadores de Corrente em série, ou 4 disjuntores em paralelo;

- d) Banco de Dados (BD): o banco de dados é o local de armazenamento de todas as informações referentes as subestações virtuais. Cada subestação possui seus dados separadamente de outras SEs. São dados importantes e deve ser mantido em segurança. Os principais dados que são armazenados no BD são as plantas baixas em formato CAD, os modelos virtuais (*Asset Bundle*), metadados de cada modelo e o histórico de cada modificação realizada pelo responsável do planejamento;
- e) Os metadados são dados de outros dados, nesse caso, dados dos modelos virtuais. Esses dados são essenciais para o carregamento das subestações a partido do banco de dados, bem como para manter as informações de interligação entre modelos;
- f) O histórico de modificação são dados da linha do tempo de modificações; tal histórico fornece as informações para a *History Line* no modo de visualização do planejamento;
- g) Usuário: entidade responsável por realizar o trabalho de planejamento das modificações para ampliação das subestações.

6.0 - CONCLUSÃO

Em conclusão, observa-se a aderência da utilização da Realidade Virtual no contexto de subestações e usinas, na medida em que propicia condições de conhecimento do modelo mental referente ao arranjo físico das mesmas. Assim, acredita-se que as técnicas aqui propostas contribuem para um aspecto positivo e mais natural da tomada de decisões e do planejamento de obras.

Através do projeto piloto para a subestação Barreiro 1 pôde-se observar, como resultados:

- Motivação, pelas equipes de Engenharia, da adoção das estratégias supramencionadas;
- Menor tempo de discussão e melhor desempenho nas tomadas de decisão e identificação de alternativas;
- Melhor forma de perícia e avaliação de supervisores e operadores, na atualização de plantas de subestações, possibilitando maior absorção de procedimentos operacionais e de segurança;
- Maior conhecimento dos detalhes de subestações. O fotorrealismo observado foi classificado como um grande nível de fidelidade em relação ao campo real onde se encontram as respectivas subestações.

7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) BURDEA, G.; COIFFET, P. **Virtual Reality Technology**. Wiley, 2003. (Virtual Reality Technology, v. 1). ISBN 9780471360896.

(2) CARDOSO, A; LAMOUNIER, E; KIRNER, C; KELNER, J. **Tecnologias e Ferramentas para o Desenvolvimento de Sistemas de Realidade Virtual e Aumentada**. Recife: Editora Universitária UFPE, 2007.

(3) Cardoso, A., Prado, P., Lima, G., Lamounier, E. **A virtual reality based approach to improve human performance and to minimize safety risks when operating power electric systems**. Chapter in Advances in Human Factors in Energy: Oil, Gas, Nuclear and Electric Power Industries, Volume 495 of the series Advances in Intelligent Systems and Computing, pp 171-182, 2016

(4) Pesquisa “**Gartner's 2016 Hype Cycle for Emerging Technologies**” disponível em <http://www.gartner.com/newsroom/id/3412017>, acessada em 23/03/2017.

(5) KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. **Fundamentos de Realidade Virtual e Aumentada**. In _____. (Ed.). Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações. Petrópolis-RJ, 28 de Maio de 2007.

(6) QUINTANA, J.; MENDOZA, E. **3D virtual models applied in power substation projects**. 2009 15th International Conference on Intelligent System Applications to Power Systems, ISAP '09, p. 1–3, 2009.

(7) WIEDERHOLD, B.; BOUCHARD, S. **Advances in Virtual Reality and Anxiety Disorders**. New York: Springer, 2014.

8.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Paulo Roberto Moreira do Prado (prmprado@uol.com.br) possui graduação em Engenharia Elétrica (1986) pela Universidade Federal de Uberlândia e graduação em Administração de Empresas (1991) pela Faculdade de Ciências Econômicas do Triângulo Mineiro. Possui especialização em Automação de Sistemas Elétricos de Potência (1995) pela UFMG e pós-graduação em Gestão Empresarial (1999) pela FGV. Possui mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia (2016). Tem experiência na coordenação de Centros de Operação de Distribuição e Centros de Operação de Geração e Transmissão.

Camilo de Lellis Barreto Junior (barretojunior@mail@gmail.com) possui graduação em Engenharia da Computação (2014) pela Universidade de Uberaba (UNIUBE) e mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia (2016) com ênfase em Computação Gráfica/Realidade Virtual. Tem experiência em robótica, mais especificamente na área móvel e eletrônica, realidade virtual, HMDs, bem como em modelagem tridimensional de peças e/ou ambientes. Atuou na área de TI e desenvolvimento de sistemas Web. Atualmente é doutorando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e integra o Grupo de Pesquisa em Realidade Virtual e Aumentada (GRVA - UFU).

Alexandre Cardoso (alexandre@ufu.br) possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia (1987), mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia (1991) e doutorado em Engenharia Elétrica (Engenharia de Sistemas Digitais) pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (2002). É professor associado da Universidade Federal de Uberlândia, tendo sido Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica (mestrado e doutorado) no período de 2008 a 2013. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica e Engenharia da Computação, com ênfase em Engenharia de Software e Computação Gráfica, atuando principalmente nos seguintes temas: Realidade Virtual, Realidade Aumentada, Educação, Ambientes Virtuais, Interfaces Humano Computador e Visualização da Informação. Atuou como Coordenador da Comissão Especial de Realidade Virtual - CERV, da Sociedade Brasileira de Computação - SBC e é membro da mesma desde sua criação.

Alexandre Carvalho Silva (acs.carvalho10@gmail.com) possui graduação em Sistemas de Informação pelo Instituto Luterano de Ensino Superior de Itumbiara - ILES/ULBRA (2009), especialização em Desenvolvimento de Sistemas Web e Dispositivos Móveis pelo Instituto Federal do Triângulo Mineiro (2012) e mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia (2014), com ênfase em Computação Gráfica/Realidade Virtual. Atualmente é aluno de doutorado pela Universidade Federal de Uberlândia e integrante do grupo e pesquisa em Realidade Virtual (GRV - UFU).

Edgard Lamounier Jr. (lamounier@ufu.br) possui Licenciatura Plena em Matemática (1986) e mestrado em Engenharia Elétrica (1989) pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Em 1996, obteve o título de PhD pela Escola de Computação da Universidade de Leeds, Inglaterra. Atualmente, é professor Titular da Faculdade de Engenharia Elétrica da UFU e Coordenador de seu Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica. Tem experiência na área de Engenharia e Ciência da Computação, com ênfase em Arquitetura de Sistemas de Computação. Atua, principalmente, nos temas: aplicações de Realidade Virtual e Aumentada em Educação à Distância e em Engenharia. É membro efetivo da Sociedade Brasileira de Computação (SBC) e da Sociedade Brasileira de Engenharia Biomédica (SBEB). Em 2007, concluiu um MBA na área de Administração de Negócios e Comércio Eletrônico pela Abet Open University, USA. Em 2010, foi eleito Presidente da Comissão Especial de Realidade Virtual da Sociedade Brasileira de Computação (CE-RV/SBC), para a gestão 2010-2012.

Gerson Flavio Mendes de Lima (gersonlima@ieee.org) possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia (1994), Mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia (2008) e Doutorado pela Universidade Federal de Uberlândia (2014). Possui grande Experiência com Computação Gráfica e Produtos Autodesk, trabalha na área de desenvolvimento de aplicativos CAD para Instalações Elétricas, Projetos Elétricos de Baixa, Média e Alta Tensão. É membro do GRVA, e Diretor do IEEE R9 –Seção Minas Gerais - Latim América desde 2003. Atua no Projeto RV CEMIG desde sua concepção inicial em 2009.

Leandro Resende Mattioli (leandromattioli@araxa.cefetmg.br) possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia (2012) e mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia (2015). É professor efetivo do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais e membro do Grupo de Realidade Virtual e Aumentada da Universidade Federal de Uberlândia. Tem experiência em Desenvolvimento de Software, Sistemas Embarcados e Computação Gráfica.