



GRUPO – XVI

**GRUPO DE ESTUDO DE ASPECTOS EMPRESARIAIS E
DE GESTÃO CORPORATIVA - GEC**

**MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO COMO INSTRUMENTO DE MELHORIA DE PROCESSOS
NA COPEL**

**Bernardo J. P. C. N. Perna (*)
COPEL**

RESUMO

Os processos de projeto, construção de obras e operação de instalações, em geral, são desenvolvidos separadamente. Sem a devida integração desses processos, frequentemente as obras apresentam necessidade de alterações que significam prazo e custo maiores que os previstos. Visando reduzir alterações durante a construção e obter maior produtividade em relação aos processos convencionais, a COPEL decidiu mudar a metodologia usual de trabalho no gerenciamento de um empreendimento para o qual dispunha de um número reduzido de profissionais. O propósito deste informe é mostrar a experiência de implantação da nova metodologia, benefícios parciais já obtidos e suas possibilidades futuras.

PALAVRAS-CHAVE

Modelagem da informação da construção, metodologia BIM, gerenciamento de projetos, gestão do ciclo de vida de uma instalação.

1.0 - INTRODUÇÃO

Também conhecida pela sigla em inglês: BIM – *Building Information Modeling*, a modelagem da informação da construção está sendo implantada na COPEL em um projeto-piloto com desenvolvimento das disciplinas de projeto de forma simultânea e integrada, favorecendo a consistência e a compatibilização entre os componentes modelados. Trata-se de um conjunto coordenado de políticas e processos, apoiados por plataformas digitais orientadas a objetos. O método enfatiza a comunicação, alicerça-se no compartilhamento de conhecimentos e na gestão colaborativa, o que conduz a uma evolução significativa nos papéis e no relacionamento das equipes envolvidas com o empreendimento.

A modelagem produz um modelo virtual preciso da edificação, contendo, além da geometria exata, informações não-gráficas relevantes para dar suporte à construção, à fabricação de componentes e ao fornecimento de insumos. Baseia-se em objetos paramétricos, onde:

- Os objetos possuem dados e regras associados. Por exemplo, as regras paramétricas dos objetos modificam automaticamente suas geometrias (comprimento, diâmetro, área, volume, por exemplo) e outras características (tais como: peso, resistência);
- Os objetos podem ser definidos em diferentes níveis de classificação e vincular-se a um conjunto de atributos: materiais, fornecedor, consumo de energia, etc.

A COPEL vem reduzindo bastante a elaboração de projetos com equipes próprias, assumindo, em contrapartida, a necessidade de contratar com terceiros esses serviços. O empreendimento que aqui será abordado envolve estudos de viabilidade técnica e econômica, ensaios, especificações técnicas de materiais, serviços e equipamentos, orçamento, planejamento, desenhos técnicos de várias edificações, em endereços distintos, exigindo interações com diversas áreas da empresa e órgãos externos. Algumas edificações são complexas,

envolvendo 14 diferentes disciplinas de projeto. A grande maioria desses serviços foi contratada com terceiros, mas a equipe própria da COPEL ficou incumbida de gerir os contratos e verificar os trabalhos contratados, assim como ficou responsável pela elaboração de uma parte dos estudos e do projeto de arquitetura de um dos edifícios. Até este empreendimento, os projetos eram contratados ou desenvolvidos basicamente em duas dimensões (2D), método convencional de projetar onde a compatibilização é feita por processo de comparação, não automatizada.

2.0 - DADOS RESUMIDOS DO PROJETO-PILOTO

O objetivo principal do empreendimento é a construção de novos centros de operação com reserva operacional para emergência e a otimização da infraestrutura predial da empresa. Os centros de operação destinam-se ao comando remoto de usinas de geração de energia, linhas de transmissão, subestações de transformação de potência, centros de dados, controle de acesso e segurança, com garantias de operação em regime ininterrupto.

O programa de necessidades incorpora conceitos de sustentabilidade ambiental, social e econômica, voltados ao bom aproveitamento dos terrenos, preservação do entorno natural, uso racional de água, eficiência energética, qualidade sanitária dos ambientes e destinação adequada dos resíduos. A documentação de projeto terá que oferecer condições para monitoramento e controle dos principais equipamentos e sistemas quando estes estiverem em operação. O projeto-piloto com exigência de modelagem BIM envolve dois polos de obra, 13 edificações com área total em torno de 45.000 m², obras de infraestrutura externa envolvendo terraplenagem, pavimentação, drenagem, reservatórios, galerias técnicas, alimentadores de energia, gás e fibra ótica, dentre outras instalações.

O porte e complexidade das obras requer, portanto, cuidados especiais com o planejamento físico e financeiro, clareza e qualidade da informação para construção, integração entre as diversas disciplinas de projeto e agilidade no caso de alterações.

O programa inclui ainda projetos que foram contratados sem a exigência de modelagem BIM, que podem ser desenvolvidos pelo método convencional em outros três polos, os quais não serão considerados como parte do projeto-piloto para efeito deste artigo.

3.0 - A EXPERIÊNCIA DE IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA

A modelagem da informação da construção é requerida em todas as disciplinas de projeto relativas às edificações e obras externas do projeto-piloto conforme caracterizado no item anterior. Comumente esse tipo de modelagem envolve empresas de projeto diferentes - com padrões e processos peculiares, onde os *softwares* nativos para elaboração dos diferentes tipos de projeto são de desenvolvedores também distintos. Essa condição do mercado foi respeitada, não se exigiu que os projetos fossem elaborados nos *softwares* da plataforma que a COPEL utiliza. Mas, para permitir a leitura e comunicação dos dados produzidos em linguagens de programação diferentes, determinou-se que os projetos de cada disciplina fossem reunidos em um modelo federado, gerado em formato IFC¹. O esquema de comunicação entre arquivos é apresentado na Figura 1.

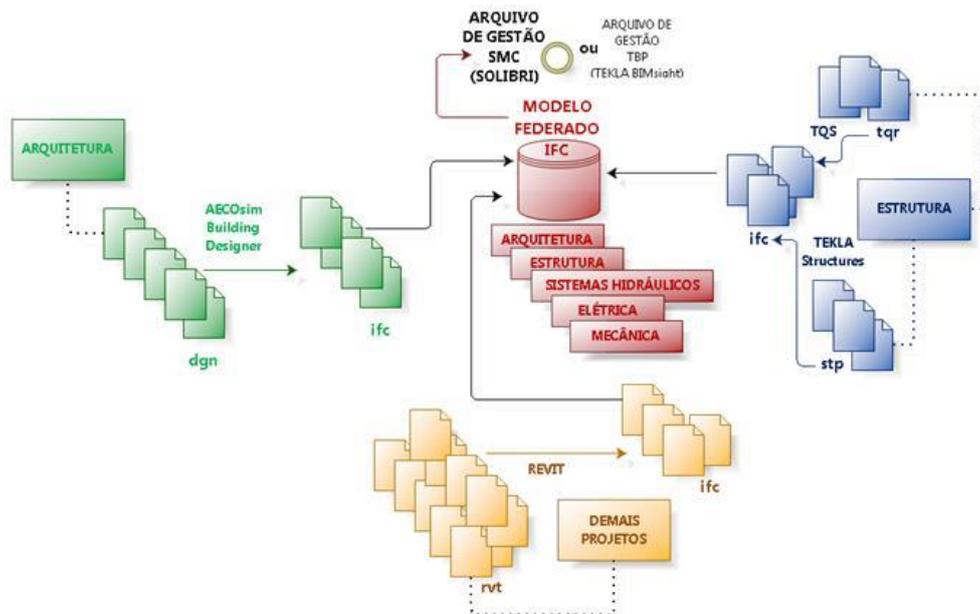


FIGURA 1 – Esquema de comunicação entre arquivos

¹ IFC - *Industry Foundation Classes*: sistema de classificação da informação que permite interoperabilidade entre *softwares* diferentes.

A COPEL desenvolve os projetos que lhe cabem em *softwares* da Bentley Systems (AecoSim Building Designer) e contratou todos os demais projetos com um consórcio de empresas projetistas. O projeto estrutural está sendo desenvolvido por este consórcio com *softwares* da Trimble Solutions (Tekla Structures) para estruturas metálicas e da TQS Informática (TQS) para estruturas de concreto. Os projetos das demais instalações estão sendo desenvolvidos em *softwares* da AutoDesk (Revit, principalmente). A gestão do projeto por parte da COPEL tem utilizado as seguintes ferramentas de controle:

- Gestão de documentos - ProjectWise, da Bentley Systems;
- Visualização do modelo - Bentley Navigator;
- Detecção de interferências - Tekla BIMsight.

Os documentos são postados em ambientes eletrônicos configurados no ProjectWise. A ferramenta de gestão da informação, de uso comum entre contratante e contratados, é o Tekla BIMsight. Deseja-se a troca de informações em tempo real, mas os ambientes virtuais configurados ainda não propiciam esta funcionalidade com *softwares* da AutoDesk. Foi desenvolvida uma integração com o *software* da Trimble, permitindo que os comentários sobre os modelos fossem gravados em arquivos BCF², reunidos e sincronizados diariamente para leitura e providências, o que proporcionou aos projetistas contratados e aos analistas de projeto da COPEL uma condição de comunicação satisfatória. O aplicativo Trimble Connect será estudado na sequência, visando aprimorar a comunicação.

A quantificação confiável e automatizada, assim como a garantia de compatibilidade entre as diferentes disciplinas de projeto, requerem não apenas a seleção de uma ferramenta de gerenciamento das informações, mas também um método para classificar e organizar os dados de interesse. O volume de dados é grande, de modo que se torna necessária a triagem, organização e verificação visando à garantia de consistência. A sequência das operações é fundamental para se alcançar eficiência na interpretação e controle do projeto. A quantificação dos elementos modelados demanda leitura, seleção, classificação das propriedades presentes nos arquivos, regras para identificação de interferências e providências para sua compatibilização, de modo a permitir adequada exportação dos dados em planilhas compatíveis com o sistema de orçamento. Mesmo a verificação de conflitos entre as disciplinas exige que os elementos do modelo estejam classificados convenientemente, pois senão as regras de detecção correspondentes não revelarão as inconsistências mais relevantes.

As interfaces de modelagem devem permitir intercâmbio de dados, possibilitando a integração com *softwares* diferentes e com diferentes disciplinas de projeto. Para tanto, os programas deverão trabalhar com padrões interoperáveis (exportação em formato IFC), o que também impõe uma nova forma de trabalho, caracterizada pela colaboração entre todos os agentes envolvidos no ciclo produtivo: desenvolvedores de *software*, fabricantes de produtos, projetistas, construtores, clientes.

Como cada agente desenvolve seus processos internos isoladamente, eles resultam diferentes entre si e, para se poder extrair a informação que interessa dos modelos apresentados, será necessário que ela venha organizada. Caso contrário, a contratante terá muito trabalho para filtrá-la e reorganizá-la. Explicando este ponto: os elementos dos modelos IFC em geral aparecem com uma só cor, o que dificulta a rápida distinção dos componentes que se pretende analisar - por exemplo não se sabe, apenas olhando, se um determinado tubo pertence às instalações hidráulicas ou às instalações elétricas. Convém então criar filtros visuais capazes de identificar melhor e mais rapidamente esses componentes. A criação de filtros depende da informação estar bem classificada. Portanto, é muito importante que o trabalho contratado seja especificado em nível de processo e que haja prévia padronização da modelagem das informações. Sem isto, não se usufrui de toda rapidez e consistência que a metodologia BIM pode proporcionar, e a capacidade de antecipar decisões e influenciar favoravelmente os custos diminui.

Se forem tomados cuidados adequados, os dados gerados nos diferentes *softwares* permanecem preservados ao serem gerados os modelos IFC. Mas no decorrer do desenvolvimento da modelagem, postagens dos documentos e análise com o Tekla BIMsight, percebeu-se que havia dificuldades no intercâmbio de informações, assim como limitações de visualização dos modelos e restrições quanto à classificação e extração de quantidades. O Tekla BIMsight possibilita boa leitura dos arquivos IFC, verificações de consistência, comentários eletrônicos (*mark-ups*) e tem a vantagem de ser de uso gratuito. Porém a leitura de arquivos grandes demora, a possibilidade de classificar os elementos é bastante limitada, há poucas regras de verificação de integridade nativas e não se extraem quantidades. Foram então feitos testes com o *software* Solibri Model Checker, da empresa Nemetschek. Sua principal vantagem é possibilitar a classificação dos elementos apresentados no modelo IFC, mesmo que eles tenham sido modelados de forma desordenada. É possível gravar tal classificação e utilizá-la em outros modelos, de modo que o esforço inicial se dilui nas suas reaplicações. O Solibri possui um bom número de regras de verificação de integridade, já residentes, e também permite a criação de regras adicionais. A navegação é leve, a criação de filtros é simples e oferece boa interface de visualização. E, desde que estejam classificadas adequadamente, é possível concatenar as informações filtradas do modelo e extrair as quantidades, exportando-as em planilhas que são muito úteis para se obter orçamentos consistentes.

O fluxo simplificado de elaboração e análise dos modelos encontra-se ilustrado na Figura 2.

² BCF: BIM *Collaboration Format*. Arquivos BCF são arquivos abertos, em formato XML, que suportam fluxos de comunicação em processos BIM.

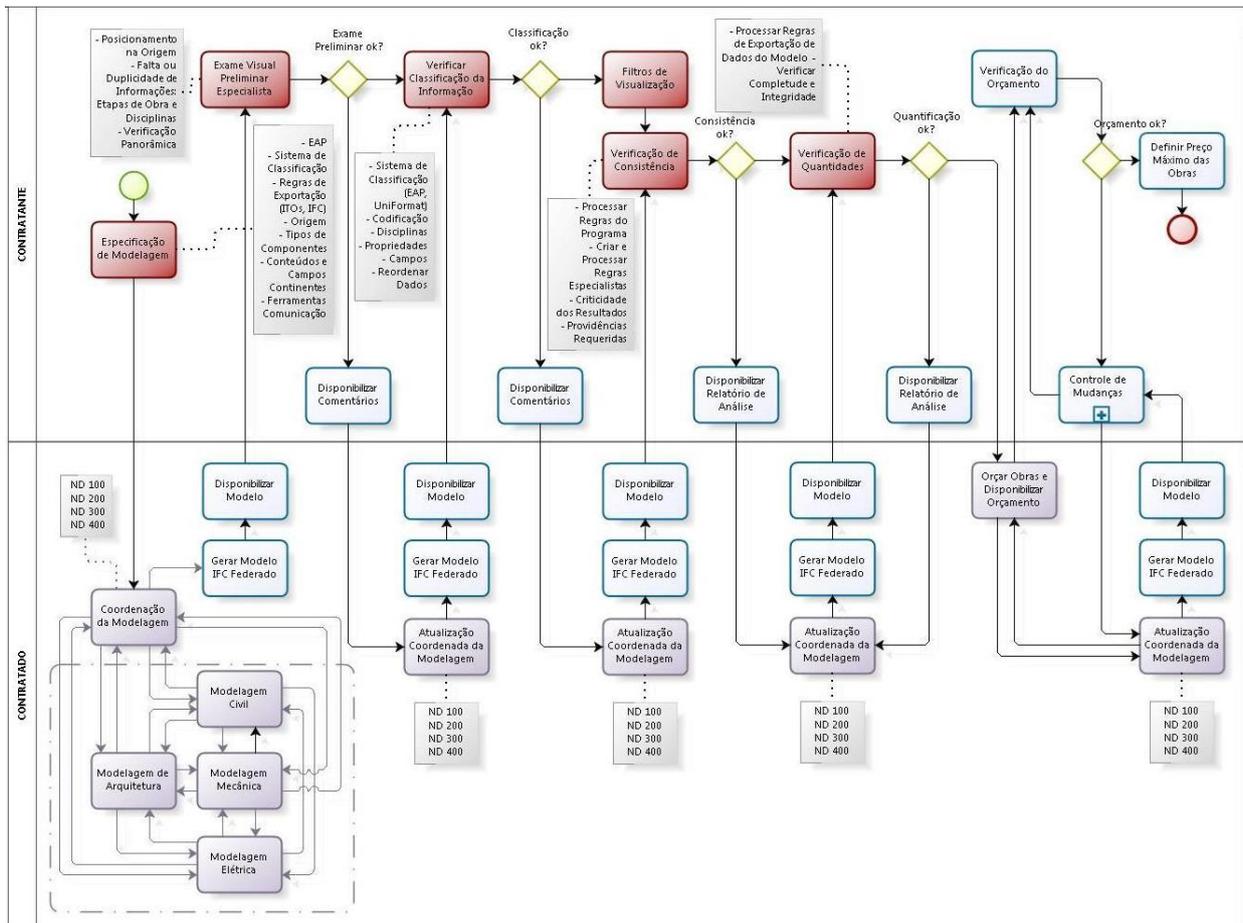


FIGURA 2 – Fluxograma simplificado de elaboração e análise dos modelos

O processo de implantação da metodologia passa pelas seguintes fases principais:

1. Entendimento das fases do ciclo de vida da instalação
2. Alinhamento das ações com os objetivos corporativos
3. Dimensionamento da equipe, definição de papéis e responsabilidades
4. Mapeamento dos usos e processos de modelagem da informação da construção
5. Aprovação do projeto-piloto e seus requisitos funcionais
6. Mapeamento das informações necessárias
7. Estudo da tecnologia e infraestrutura de suporte (*software* e *hardware*)
8. Especificação da interoperabilidade e procedimentos de comunicação
9. Definição dos requisitos técnicos e forma de contratação
10. Análise, ajuste e controle de qualidade dos modelos

4.0 - BENEFÍCIOS DECORRENTES DA MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

A COPEL elaborou a modelagem da arquitetura dos Centros de Operação, contratou os demais serviços de modelagem e tem realizado a análise da documentação de projeto produzida pelas empresas contratadas com ênfase na gestão da informação, alcançando os benefícios relacionados a seguir.

4.1 Benefícios obtidos

4.1.1 Comunicação visual das informações: maior qualidade e agilidade

A modelagem da informação da construção possibilita a visualização exata do que está sendo projetado, em três dimensões (3D), por mais complexa que seja uma instalação (ver exemplo na Figura 3). Este processo permite que as alterações em qualquer parte de uma planta sejam atualizadas automaticamente em cortes, elevações e detalhes, o que agiliza bastante o trabalho e a integração das informações, quando comparado ao desenvolvimento em 2D. A correta visualização do que será construído facilita o alinhamento do entendimento e promove maior eficácia no processo de comunicação, mesmo nas fases iniciais do projeto, onde se dispõe de menos detalhes. Favorece a detecção de interferências geoespaciais entre os objetos, assim como permite a geração de desenhos 2D associados aos modelos, com ganhos na consistência das informações em relação ao processo convencional.

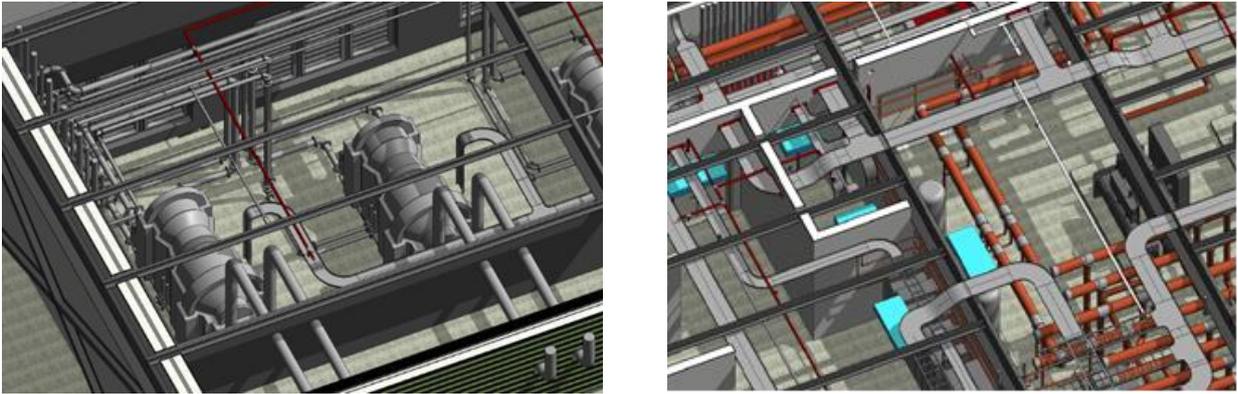


FIGURA 3 – Aspecto do modelo da central de geradores. Ganhos na comunicação visual de informações.

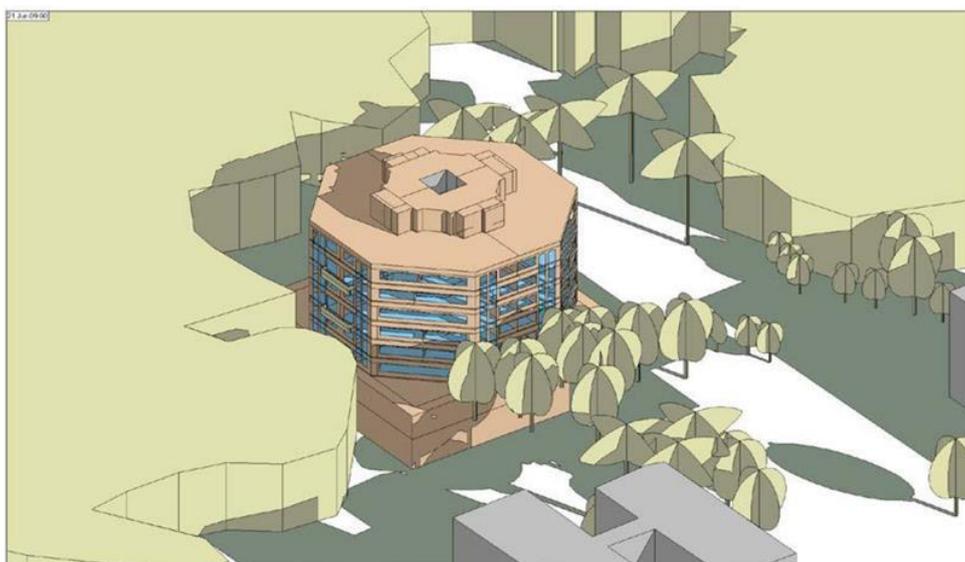
4.1.2 Simulações: benefícios quanto à qualidade do projeto e melhor dimensionamento dos prazos de execução

Com a utilização da modelagem da informação da construção ficou mais fácil realizar simulações do comportamento e do desempenho dos edifícios e instalações do empreendimento, ou de suas partes e sistemas componentes, tais como análises estruturais, estudos térmicos, luminotécnicos (Figura 4), de sombreamento (Figura 5) e energéticos (Figura 6), dentre outras.

Problemas complexos que no processo convencional de projeto não eram tratados com a mesma profundidade, puderam ser resolvidos através de simulações computacionais sobre os modelos produzidos.

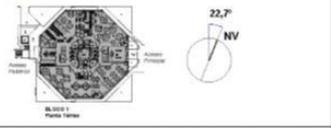


FIGURA 4 – Simulação do nível de iluminância do 4º pavimento dos Centros de Operação. Vidro Neutral 70



21 de Junho - 9 da manha

FIGURA 5 – Simulação de sombreamento e radiação incidente nas fachadas dos Centros de Operação

Programa de simulação	Energyplus v8	Padrão de uso de pessoas, com o mesmo valor de calor dissipado	Padrão de ocupação conforme Tabela 3.
Arquivo climático	BRA_Cutiba-Alonso Pen 858400_SWERA		Taxa metabólica de atividade sedentária de escritórios (70W/m ²)
Geometria	O Zonamento Térmico foi definido com base no projeto preliminar de Arquitetura, no Zonamento Térmico de Climatização e nos padrões de uso e ocupação informados pela COPEL. Simplificações de geometria foram realizadas, em conformidade com boas práticas de simulação e considerando as recomendações do <i>User's Manual ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1</i> . Ver Tabela 2	Tipo de sistema de condicionamento de ar	São adotados nos dois modelos (real e de referência) os sistemas projetados para o edifício real. Nessa etapa, foram adotados: - Sistema de expansão indireta, - Condensação a ar, - Fancoils e VAVs. - Aquecimento por serpentina elétrica.
Orientação em relação ao Norte		Setpoint de resfriamento e aquecimento	Aquecimento 20°C - Resfriamento 24°C
Paredes internas	Nas divisões internas das zonas foram considerados os materiais informados no projeto de arquitetura e no Relatório de Análise nº 01.		
Padrão de uso e operação dos sistemas (igual ao projeto proposto)	Conforme informado pela COPEL. Ver Tabela 3		
Valor de DCI (densidade de carga interna) em equipamentos	Conforme especificado no anexo H da revisão 2 da ET de projeto dos sistemas elétricos.		

	Referência		Projeto 1		Economia	
	Consumo anual [kWh]	Participação	Consumo anual [kWh]	Participação	Diferença	Composição da economia
Aquecimento	2.209	0,15%	33	0,00%	-98,5%	-0,2%
Resfriamento	316.139	21,99%	308.507	22,00%	-2,4%	-0,5%
Ilum. Interna	381.966	26,56%	354.402	25,27%	-7,2%	-1,9%
Equip. de tomada	553.239	38,48%	553.239	39,45%	0,0%	0,0%
Fancoils/VAVs	90.731	6,31%	91.028	6,49%	0,3%	0,0%
Bombas	93.597	6,51%	94.997	6,77%	1,5%	0,1%
Total	1.437.881		1.402.206			-2,5%

FIGURA 6 – Simulação de desempenho energético e economia de energia por uso final nos Centros de Operação

O uso do BIM no planejamento, denominado de modelagem 4D, permite que se estudem todas as etapas e atividades previstas para a execução de uma obra. O próprio processo de construí-la pode ser modelado, gerando animações que simulam a execução conforme a estrutura analítica do projeto estabelecida nos cronogramas, vinculando-a aos elementos e componentes do modelo. Pode-se estudar o posicionamento e a movimentação de equipamentos e serviços, permitindo assim definir o melhor sequenciamento de atividades e uso do espaço físico no canteiro de obras. O estudo permite reduzir incertezas e riscos, colaborando para maior eficácia no cumprimento dos prazos previstos. A equipe recebeu treinamento de capacitação na modelagem 4D, visando orientar o processo de contratação das obras. Com profissionais trabalhando em um mesmo modelo, foi verificada a diminuição de erros no projeto, aumentando a qualidade e a produtividade interna.

4.1.3 Detecção precoce de inconsistências e antecipação das decisões: maior precisão e controle de custos

Os recursos descritos favorecem, já na fase conceitual do projeto, a identificação prévia de conflitos específicos da fase de construção, que poderão assim ser evitados (Figura 7). Antes da especificação dos serviços e do seu detalhamento, a forma mais adequada de atuação é definida, preventivamente. Haverá, portanto, redução de interrupções durante a execução da obra, quando a flexibilidade para tomada de decisões é menor e os custos relativos às alterações seriam maiores. A possibilidade de "ensaiar" a construção virtualmente, antes de se partir para a execução propriamente dita no canteiro, favorece o controle da produção. Um dos principais benefícios do gerenciamento de projetos com BIM reside assim na possibilidade de antecipar decisões e orientá-las para o adequado controle de custo das obras.

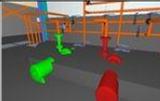
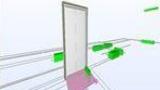
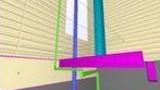
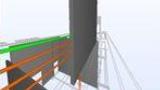
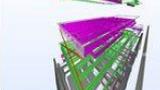
Issue	Title	Picture	Issue Description	Responsibilities	Action Required
1	IOG x EST		Bombas a diesel mergulhadas na base de concreto.	MEP	
4	ARQ x MEP		Portas de abrir bloqueadas por elementos acima do nível do piso. Neste caso em ambos os lados. Verificar ocorrências similares e corrigir.	MEP	
5	ESG x ESG		Tubulação desencontrada, falta modelar caixa sifonada. Verificar ocorrências similares e corrigi-las.	MEP	
6	ELT x EST		Eletrocalhas conflitando com vigas metálicas e canaletas de concreto no piso.	MEP	
7	ARQ x MEP		Tubulação de água gelada não deve ser embutida nas paredes.	MEP	
8	EST x EST		1044 componentes duplicados na modelagem da estrutura, 662 são vigas. Talvez tenha sido esquecido de apagar os elementos que estavam fora da origem.	EST	

FIGURA 7 – Relatório de detecção de inconsistências

Do projeto-piloto já se obtém a extração automática de propriedades diversas dos modelos, tais como área de paredes, pisos e divisórias, peso de aço e área de proteção contra fogo (Figura 8), quantidade de portas e janelas, etc. Caso sejam efetuadas mudanças no modelo, ao exportar novamente as quantidades elas serão atualizadas.

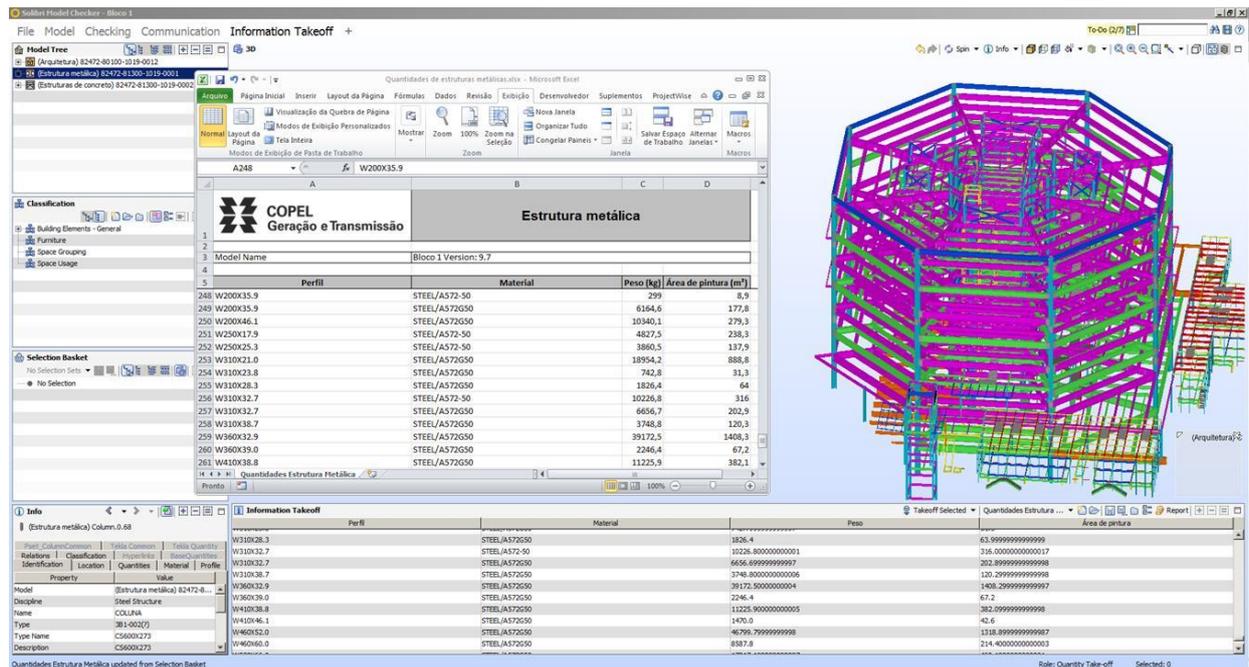


FIGURA 8 – Extração de quantidades para orçamento associado ao modelo

Outro ganho notável foi a economia de área a construir, devido à otimização do espaço nos edifícios. O Data Center ocupa o equivalente a dois terços da área construída em obras de porte similar. Houve significativa economia de área também no projeto da Central de Climatização e Geração, devido às novas funcionalidades implementadas no processo de modelagem da informação.

4.1.4 Evolução da forma de trabalho

Com o uso da metodologia BIM, a elaboração dos projetos passou a ser desenvolvida de forma mais colaborativa. O processo permite que as informações circulem por todos os agentes envolvidos, com muito mais dinamismo do que no sistema de trabalho tradicional. Até mesmo o proprietário pode ter acesso às informações que estão sendo modeladas, e de forma mais completa e fidedigna. Cada profissional pode acrescentar ao banco de dados as informações atinentes à sua disciplina de projeto, compartilhando-as com a equipe, com ganhos significativos no processo de comunicação das informações, se comparados a projetos desenvolvidos pelo método convencional.

A modelagem da informação direciona o projeto para a operação, ou seja, para seu objetivo final, com maior probabilidade de atendimento aos requisitos estipulados. O processo de modelagem induz à compreensão do ciclo de vida da instalação, contribuindo também para o uso mais consciente dos recursos naturais, reduzindo desperdícios de matéria prima. Ao evitar duplicidade de informações e minimizar tarefas repetitivas, a metodologia privilegia o uso da inteligência, proporcionando maior satisfação aos profissionais que atuam no projeto.

4.2 Benefícios possíveis

Os objetos constituintes do modelo podem ser associados às atividades do cronograma. Parte deste trabalho foi preparada, mas os benefícios somente serão mensuráveis quando as obras estiverem em execução. Após contratadas as obras, fato que ainda não ocorreu, será possível comparar os serviços previstos e os efetivamente realizados. O controle da construção poderá ser realizado de modo mais efetivo com base no modelo.

Encontra-se em desenvolvimento na COPEL a modelagem 5D, onde se pretende incorporar o processo de orçamentação ao modelo, com levantamento automático de todas as quantidades e associação dos custos aos componentes modelados. Quando estiver completa, esta funcionalidade será bastante útil à otimização do projeto e dos custos do empreendimento. As quantidades e custos podem ser agrupados de acordo com as fases definidas na programação dos serviços, e integrados dinamicamente ao cronograma de execução.

Modelos BIM podem servir como referência e repositório de informações para os processos de gestão da operação de uma edificação e também para o gerenciamento da sua manutenção. Pode-se utilizar informações do *as-built* e correlacioná-las aos componentes e sistemas reais que integram a edificação. Modelos dedicados a apoiar a

operação e a manutenção incluem identificação dos principais equipamentos, zoneamentos de uso e divisões de sistemas específicos, critérios de ocupação ou de segurança e responsabilidades. Exemplos: gestão das garantias e vida útil dos principais componentes, equipamentos e sistemas; estabelecimento, registro e controle de métricas de desempenho; atendimento a exigências de fabricantes; coordenação de equipamentos com ambientes e sua ocupação; classificação de áreas funcionais de responsabilidade de uma determinada empresa; planos de manutenção preditiva, preventiva e corretiva; associação de componentes modelados a centros de custos para a alocação de custos de manutenção; avaliação de empresas mantenedoras; decisões sobre limpeza, disposição de resíduos; descomissionamento; etc.

Assim, os modelos com informação da construção representam uma documentação de projeto mais completa e precisa, com possibilidade de integração do projeto à construção e à operação, com grande probabilidade de se obter instalações de melhor qualidade, com prazos e custos menores.

5.0 - CONCLUSÃO

A modelagem BIM permite a obtenção de um modelo único para armazenamento de toda a informação de cada edificação, em dimensões integradas e compatíveis entre si. O conjunto de processos apoiado pela tecnologia oferece maior controle sobre o esforço gerado nas mudanças de projeto e sobre o custo resultante delas, quando comparados ao desenvolvimento tradicional em 2D. Reduz erros que aconteceriam durante a execução da obra, permite extração de quantidades e custos com precisão, contribui para melhor planejamento das obras e possibilita a criação de um banco de dados mais confiável e atualizado dos ativos, que pode ser bastante útil à fase de operação e manutenção.

A modelagem permite simulações para validação da sequência construtiva, gestão de resíduos, estimativas de desempenho no uso da energia e de outros recursos naturais, além de maior velocidade e integridade nas alterações. Dentre os ganhos decorrentes da metodologia está o aumento da capacidade para solucionar problemas complexos e a economia de área a construir, devido à otimização do espaço nos edifícios. Constatou-se que a gestão integrada dos processos tem potencial para promover maior produtividade e eficiência, reduzir o consumo de energia e de matéria prima e, portanto, contribuir para a redução de custo, com maior consciência ambiental.

A questão da interoperabilidade e procedimentos de comunicação não foi completamente resolvida e tem tomado mais tempo da equipe que o previsto. Ajustes estão sendo estudados com vistas à melhor comunicação entre os modelos gerados. Mesmo assim, o resultado permite concluir sobre a viabilidade de se gerenciar informações em modelos com formato IFC, provenientes de *softwares* nativos diferentes, de forma a se obter quantidades confiáveis para orçamento, desde que tomados alguns cuidados imprescindíveis para se alcançar rapidez e consistência na obtenção das informações que mais interessam.

A modelagem da informação da construção não é indispensável para projetar, construir, ou operar, mas seu uso tem elevado o patamar de qualidade, produtividade e confiabilidade no setor de construção e de gerenciamento de instalações. Os benefícios parciais alcançados no projeto-piloto com a metodologia BIM permitem afirmar que se trata de um processo bastante promissor para alcance de maior eficácia nos processos internos de engenharia, de modo que estuda-se difundi-la a outras áreas da COPEL.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) CATELANI, Wilton S. Coletânea implementação do BIM para construtoras e incorporadoras. Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC. Brasília, DF. 2016.
- (2) EASTMAN, C. [et al]. Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman, 2014. 483 p.
- (3) MANZIONE, L. Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM. Tese (doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2013. 325 p.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Bernardo José Pinto do Couto Nunes Perna nasceu em Curitiba-PR, Brasil, em 1960. Engenheiro de operação graduado em 1980 e engenheiro civil graduado em 1984. Especialização em planejamento, operação e comercialização na indústria de energia elétrica, em 2005. Especialização em formação pedagógica do docente de nível superior, em 2010. MBA em liderança com ênfase em gestão empresarial, em 2016. Especialização em gerenciamento de projetos com ênfase em BIM, em 2017. Áreas de atuação: planejamento, gerenciamento de projetos e de obras, docente de nível superior. Engenheiro consultor na Copel Geração e Transmissão S.A.