

Projeto e Construção de Estruturas de Aço Utilizando um Sistema de Projeto Integrado Baseado em CAD e Internet

Structural Steel Design and Construction using an Integrated System based on CAD and Internet

Luciano Falcão da Silva

Institutos Superiores de Ensino de Censa, Brasil
contato.falcao@gmail.com

Sebastião Arthur Lopes de Andrade

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Brasil
andrade@civ.puc-rio.br

Pedro Colmar Gonçalves da Silva Vellasco

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
vellasco@eng.uerj.br

Bruno Feijó

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Brasil
bfeijo@inf.puc-rio.br

Abstract. *The steel construction industry should also benefit from collaborative work advantages developed according to concurrent engineering concepts i.e. integrated system for design and planning. This paper presents an integrated system centred on the use of the Internet as the communication medium, a central database, a data model, using a well-known protocol for the communication of the various involved programs, and also presents the development of a system architecture prototype for integrating its various satellite modules. The central database uses concepts developed for the CIS/2 protocol, conceived for the CIMSteel project, that incorporated ideas of segments of the steel construction industry.*

Palavras chave. Projeto Integrado; Engenharia Simultânea; Estruturas de Aço; CIMSteel; Sistema Colaborativo.

Introdução

A indústria da construção civil cada vez mais necessita usufruir os benefícios oferecidos pelo trabalho colaborativo, através de ferramentas desenvolvidas segundo os conceitos da Engenharia Simultânea, como sistemas integrados para planejamento e projeto em CAD. Para tal é necessária a integração total de informações entre as equipes de trabalho envolvidas, sempre visando a economia na execução de um projeto. A integração de atividades passa pelo estímulo ao trabalho cooperativo das diferentes equipes participantes do projeto, suportado pela tecnologia da informação e por sistemas integrados de informação.

A Arquitetura, a Engenharia e a Construção (AEC) formam juntas uma das maiores setores industriais e são fragmentadas em cerca de dois milhões de organizações independentes ou semi-independentes, cobrindo dezenas de profissões (Cuff, 1991). Esta fragmentação ocorre devido à crescente complexidade do ambiente da construção, que exige, cada vez mais, profissionais especializados. Enquanto o conhecimento necessário para o projeto de uma construção é distribuído pelos vários profissionais representando disciplinas diversas, o produto de suas atividades, o projeto propriamente dito, é altamente integrado. Portanto, as decisões tomadas pelos especialistas individuais são altamente interdependentes (Kalay, 1998). Os membros de cada uma destas organizações frequentemente não estão fisicamente em um mesmo local de trabalho e, com isso, tendem a trabalhar independentemente e conseqüentemente vêm a tomar decisões que podem afetar todo o projeto.

Este trabalho, portanto, propõe a concepção e o desenvolvimento de um ambiente de integração de sistemas de planejamento e de projeto na construção de estruturas de aço, usando padrões de engenharia. O princípio básico deste ambiente é facilitar a troca de

informações entre os diversos sistemas, sem perda de dados, voltados a atividades como montagem, supervisão e inspeção de uma construção em aço.

A engenharia simultânea

As empresas industriais começaram a empregar, a partir de meados da década de 1980, um modo de organizar as atividades de engenharia com vistas à melhoria da qualidade do produto e da produção. Nasceu, assim, a Engenharia Simultânea, por oposição ao modo convencional (Engenharia Seqüencial).

Uma das características básicas da Engenharia Simultânea consiste na formação de equipes multidisciplinares, que envolvem profissionais de diferentes setores. Há participantes desde a área de desenvolvimento conceitual do projeto, como arquitetos, até a de assistência técnica e manutenção dos equipamentos utilizados na construção. Com isso, as decisões são amplamente discutidas e a solução de cada problema é encontrada na sua própria base de conhecimento.

Este modelo de organização é extremamente adequado para o exercício do projeto cooperativo e para o aproveitamento máximo da tecnologia de sistemas integrados de CAD e vice-versa. A questão do trabalho cooperativo está intimamente relacionada com a integração de sistemas. A cooperação só pode ocorrer se o trabalho for desenvolvido em um ambiente de sistema integrado.

Independente do software de CAD, a integração dos dados requer um modelo computacional central. Porém, a construção de um modelo central não se resume a um banco de dados central para armazenar dados geométricos. Para que a integridade do sistema seja mantida, é necessário um sistema hierárquico ou, no mínimo, um registro das seqüências de ações do projetista.

SIGraDi 2009 sp

Em um projeto desenvolvido sob os padrões da Engenharia Simultânea, o cronograma de tarefas a serem executadas é diferente daquele adotado na engenharia seqüencial. O projeto é executado com maior rapidez, não só devido à diminuição do tempo gasto em cada uma das tarefas, mas também no paralelismo entre elas.

Com a Engenharia Simultânea, menos falhas de projetos chegam à fase de construção, devido ao maior emprego de simulação. Mudanças tardias no projeto também são reduzidas. Desta forma, é evitado o uso de soluções emergenciais que causam transtornos e oneram o custo final. O tempo gasto nestas mudanças excede em muito o tempo investido em uma maior/melhor definição de projeto nas suas fases iniciais. Utilizando-se os recursos da Engenharia Simultânea, algumas empresas têm sido capazes de perceber 50% das mudanças necessárias no período anterior à execução (Hartley, 1998).

Dados de empresas industriais mostram que, embora os custos com a Engenharia Simultânea sejam maiores na primeira fase, o custo global do programa provavelmente será diminuído em cerca de 20%. O planejamento e o projeto normalmente chegam a representar apenas 5% do custo global, e um aumento até 10% pode ter um efeito substancial na qualidade do produto e na sua vida útil.

Sistema proposto

Arquitetura

O sistema proposto neste trabalho, CECAD, possui como premissa a comunicação independente de plataforma ou aplicação, obtido com uma estrutura que promove a integração dos módulos periféricos a um módulo central. Esta estrutura funcionará como um ambiente de trabalho genérico para o qual podem ser desenvolvidas aplicações que atuarão como satélites, como mostra a figura 1.

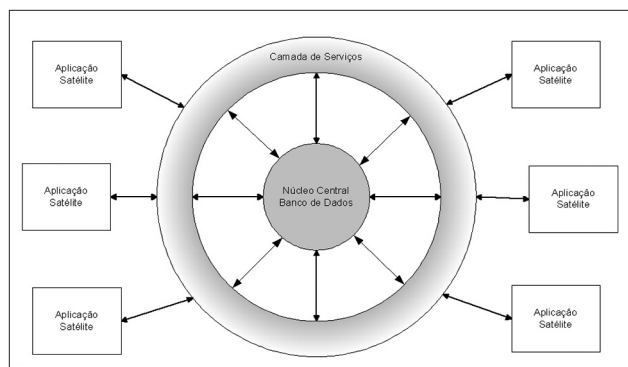


Figura 1 – Esquema geral da arquitetura proposta

Cada uma das aplicações satélite comunica-se com o núcleo central através da internet, com uso de protocolo HTTP, e podem interferir nos dados do projeto, fazendo as alterações e publicando-as, solicitando sua gravação no banco de dados. Toda a comunicação entre o banco de dados e os módulos-satélite será feita seguindo-se o conceito de serviços. Cada serviço será especializado em prover e atualizar dados segundo a especificação do módulo que o utiliza. Esta camada de serviço será a principal responsável por manter a integração dos diversos sistemas, desenvolvidos em diferentes plataformas, com o repositório das informações do projeto no banco de dados central.

Núcleo central

O núcleo central é composto basicamente de uma aplicação de banco de dados encarregada da armazenagem das informações. A complexidade dos dados necessários levou à adoção do

padrão já publicado para o projeto CIMsteel (Computer Integrated Manufacturing for Constructional Steelwork) (CAE, 2004).

O CIMsteel Integration Standards (CIS) é formado por um conjunto de especificações que permite o desenvolvimento de softwares compatíveis entre si. Este padrão pode ser aplicado a qualquer aplicação que envolva a criação ou simplesmente o uso de dados relativos à construção de edificações em aço ou estruturas similares.

Modelagem: AutoCAD

Um dos módulos essenciais para este trabalho é aquele responsável tanto pelo projeto 3D quanto pela visualização de etapas para acompanhamento de execução. O software definido para este módulo é o AutoCAD (AUTOCAD, 2000). A arquitetura proposta neste trabalho atende a novas versões do AutoCAD, inclusive futuras, bastando para isto alterações e adaptações em um único módulo do sistema sem interferir nos demais.

Planejamento físico

Após análise técnica, o Microsoft Project foi definido como a ferramenta responsável pela atribuição das tarefas aos diversos componentes da organização e pelo o acompanhamento de sua execução. Este possui como sub-produto o Microsoft Project Central, que possibilita a distribuição de toda a informação do projeto com a equipe através da Internet ou Intranet. Os componentes das equipes de trabalho podem, através desta interface, atualizar o cronograma à medida em que as tarefas vão sendo cumpridas, através de relatórios emitidos ao sistema.

Planejamento financeiro

Para dar apoio à entrada de dados financeiros ao projeto será necessária também a integração com uma planilha automatizada de cálculo. Seguindo-se a mesma tendência de escolha dos tipos de aplicação acima, para este módulo foi definido o uso do software Microsoft Excel (Microsoft, 2000[®]).

Administração

Algumas funções do sistema não são atendidas pelos módulos já apresentados. A especificação funcional deste sistema requer a implementação de tarefas administrativas como: cadastro de usuários, controle de perfis de acesso, visualização de relatórios de erro e de utilização do sistema e cadastro de dados de referência para o projeto. Tais tarefas são acessadas através de um web site desenvolvido para este fim, utilizando os mesmos recursos e arquitetura definidos para os módulos do sistema.

Fluxos de utilização – casos de uso

Sistemas associados ao trabalho colaborativo tendem a formar casos de uso mais complexos onde a participação de cada membro da equipe de projeto torna-se um item variável do sistema. O sistema pode ser desenvolvido fixando-se fluxos de utilização e estabelecendo-se regras rígidas para os usuários, ou criando-se determinadas restrições que de certa forma conduzem a sua utilização sem necessariamente impor caminhos fixos. Este trabalho foca na segunda forma de desenvolvimento e os fluxos mostrados a seguir exemplificam alguns casos de uso possíveis para esta metodologia.

Avaliação de sistemas estruturais

Como ferramenta de aplicação da Engenharia Simultânea, o sistema de projeto colaborativo deve comportar a simulação de várias alternativas de solução para o projeto a ser elaborado. O diagrama de seqüência da Figura 2 mostra como isso pode ser feito utilizando-se a arquitetura do sistema. Inicialmente, o usuário projetista lança um pré-dimensionamento da estrutura com base na arquitetura apresentada. A seguir, solicita o dimensionamento através de módulo externo ao CECAD, fornecendo as informações necessárias sem a necessidade de redigitação. O módulo externo pode obter estes dados também através de um serviço de acesso ao banco de dados central. Após o término do processamento das

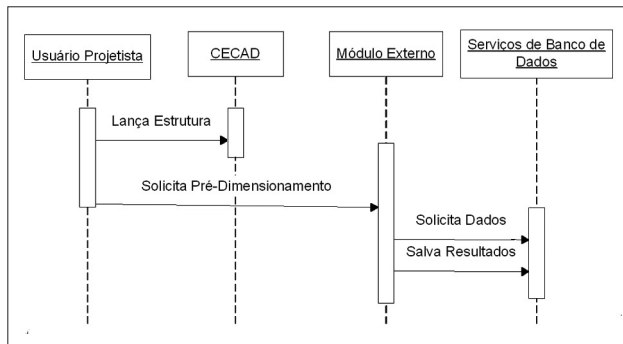


Figura 2 – Diagrama de seqüência para sistema estrutural

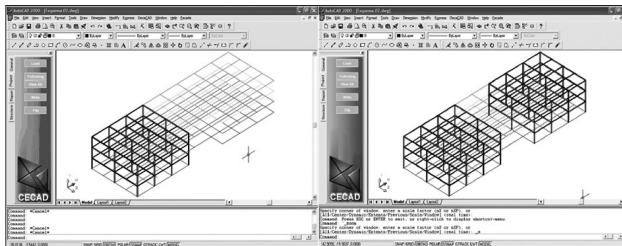


Figura3 – Alternativas de montagem da estrutura

informações, os resultados são gravados no banco de dados também através de serviços, sem a necessidade de interferência direta do usuário. O projetista, então, faz uma análise dos esforços gerados por esta alternativa estrutural.

Destaca-se na arquitetura proposta, a vantagem de como módulos independentes podem ser acionados e seus dados e resultados podem ser obtidos e gravados diretamente no banco de dados através da camada de serviços.

Análise Cronograma x Custos

Em um projeto colaborativo o cronograma atua como um dos principais fatores de influência no custo total do projeto. Inicialmente, o usuário associa as tarefas do cronograma aos elementos da estrutura, utilizando a interface do CECAD interna ao AutoCAD. Uma vez consolidadas, estas informações podem ser lidas pelo módulo de custos, a partir de solicitação feita pelo usuário. Com a análise da planilha gerada, o avaliador pode alterar dados das tarefas na interface do Microsoft Project, como datas, prazos e seqüência de execução. Novas alternativas de montagem de uma estrutura de aço, por exemplo, podem ser visualizadas na interface do AutoCAD, como um filme quadro a quadro por períodos definidos pelo usuário. Uma nova análise dos custos pode ser feita utilizando-se esta nova alternativa. A figura 3 mostra duas variações de seqüência de montagem de uma estrutura de aço.

Considerações Finais

Busca-se envolver neste sistema o desenvolvimento de protótipos de módulos considerados essenciais ao projeto, que refletem as necessidades da aplicação da Engenharia Simultânea. Destaca-se a utilização, por estes módulos, de aplicativos comerciais já utilizados pelo setor, com o principal intuito de diminuir o impacto causado por mudanças no modo de trabalho em uma organização.

O módulo que reúne a maior parte das funcionalidades e é responsável pela representação gráfica, o AutoCAD, mostra-se bem adaptado ao sistema. Os profissionais da área da construção civil não encontrarão dificuldades no trabalho com esta interface, já considerada padrão para o setor. Isto evitará ou diminuirá parte da resistência natural do profissional em adaptar-se a novos sistemas e novos paradigmas de trabalho.

O núcleo do sistema tem como uma premissa importante a representação "inteligente" de um edifício, com todos os seus diferentes componentes e a maneira como estes se relacionam. As entidades incluídas no padrão STEP utilizado reúnem informações que descrevem toda a estrutura de um edifício em aço, com dados consistentes. Tais informações possuem natureza semântica e são de fácil interpretação não só por software, mas também por profissionais, via arquivo texto.

A arquitetura desenvolvida mostra-se pronta para a incorporação de novas implementações. A estratégia utilizada neste trabalho é a de manter a independência dos aplicativos utilizados nos diversos módulos. O desenvolvimento do protótipo apresentado neste trabalho segundo o modelo de arquitetura proposto atestam a qualidade e as vantagens obtidas com a utilização do mesmo. Esta independência de seus módulos, inclusive de plataforma e linguagem de programação, pôde ser conquistada pela utilização da camada intermediária de serviços. O objetivo desta estratégia de independência de aplicativos, plataformas e linguagens é firmar a metodologia de desenvolvimento proposta como um ponto unificador dos diversos estudos de ferramentas de projeto colaborativo, tornando o CECAD uma ferramenta mais completa e útil para empresas e instituições.

References

- Autocad, version 2000: Autodesk, Inc, 2000.
- Baldwin, A. Concurrent Engineering in Construction - A Long Time Coming?, Proceedings on the 2nd International Conference on Concurrent Engineering in Construction - CEC99, 25-27 August 1999, Espoo, Finland
- CAE, Computer-Aided Engineering Group, CIMSteel Project Homepage, - Leeds, Leeds University, Disponível em: <http://www.cae.civil.leeds.ac.uk/past/cimsteel/cimsteel.htm>. Acesso em: 02 fev. 2004.
- Cuff, D. Architecture: the story of practice. MIT Press, Cambridge, MA, 1991.
- Hartley, J. R. Engenharia simultânea: um método para reduzir prazos, melhorar a qualidade e reduzir custos. 1.ed. Porto Alegre: Bookman, 1998. 255p.
- Kalay, Y. E. P3: Computational environment to support design collaboration, Automation in Construction 8, 1998, pp. 37-48.
- Microsoft Excel, version 2000: Microsoft Corporation, 2000.
- Microsoft Project, version 2000: Microsoft Corporation, 2000.