

UMA CADEIA DE PROCESSO PROJETUAL: ESTUDO DE SISTEMAS INFORMATIZADOS DE AUXÍLIO AO PROJETO (CAD) EM UMA EMPRESA SIDERÚRGICA E NA SUA PRESTADORA DE SERVIÇOS DE PROJETOS.

André César de Figueiredo

UFMG – DEP - LIDEP – Laboratório Integrado de Design e Engenharia de Produção
Avenida Antônio Carlos 6627 – Pampulha – Campus Universitário – PCA – sala 271
30161-010 - Belo Horizonte – MG - Brasil
acf@dep.ufmg.br

Eduardo Romeiro Filho

UFMG – DEP - LIDEP – Laboratório Integrado de Design e Engenharia de Produção
Avenida Antônio Carlos 6627 – Pampulha – Campus Universitário – PCA – sala 245
30161-010 - Belo Horizonte – MG - Brasil
romeiro@dep.ufmg.br

Resumo: *As organizações têm enfrentado desafios expressos por competição global, pressões de custos, qualidade inadequada, escassez de habilidades e conhecimentos profissionais, impaciência dos acionistas, inércia organizacional, “customização” em massa exigida pelo maior grau de informação e sofisticação do consumidor. Exigem-se, assim, resultados em curto prazo, ciclos de vida dos produtos cada vez mais comprimidos e redução do tempo de ciclo de desenvolvimento e lançamento de novos produtos. Desse modo, o projeto de produto assume papel decisivo dentro de tais organizações que, cada vez mais, buscam compreender os cenários, o ambiente, as ferramentas e os seus sistemas computadorizados de auxílio em que se insere o projeto. A partir deste cenário, este artigo apresenta um estudo comparativo da implantação de sistemas CAD em duas empresas distintas: uma do setor de siderurgia e a outra prestadora de serviços de projetos para a primeira. Toma-se como princípio que os sistemas CAD não são aproveitados em todo o seu potencial pelas empresas brasileiras e busca-se através de uma pesquisa qualitativa realizada nessas duas empresas, que compõem uma cadeia de processo projetual, verificar se essa afirmação ainda se aplica. Para isso é feita uma análise das principais características dos sistemas CAD encontrados nas empresas, desde seu processo de implantação até sua atual utilização.*

Palavras-chaves: CAD, Processo Projetual, Empresa Siderúrgica e Empresa de Projeto.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas do século XX e nos primeiros anos deste milênio, as empresas e organizações industriais de um modo geral tem enfrentado sérios desafios expressos por competição global, pressões de custos, qualidade inadequada, escassez de habilidades e conhecimentos dos profissionais e gerentes, impaciência dos acionistas, inércia organizacional, excesso mundial de suprimentos em alguns segmentos, “customização” em massa exigida pelo maior grau de informação e sofisticação do consumidor. Esses desafios acabam por exigir resultados em curto prazo, ciclos de vida dos produtos cada vez mais comprimidos, redução do tempo de ciclo de desenvolvimento e lançamento de novos produtos (Oliveira⁽¹⁾). Assim, o projeto torna-se o primeiro passo na satisfação das exigências do cliente (Davies⁽²⁾). De acordo com trabalhos anteriores

(Romeiro⁽³⁾ e Figueiredo, Lacerda e Romeiro⁽⁴⁾), um processo projetual estruturado e bem conduzido é uma peça-chave para a conquista e manutenção de mercados. Já que, com a globalização da produção, de nada adiantará produtos obsoletos, cuja vantagem competitiva seja sustentada somente pelo fator preço de compra.

Segundo Rembold, Nnaji e Storr⁽⁵⁾, a flexibilidade organizacional requerida (pelo grande número de variações de produtos, por cronogramas rígidos de produção e utilização plena dos recursos da manufatura) só poderia se alcançada com a introdução do computador no projeto e no sistema de manufatura. O crescimento da informatização e automação só pode ocorrer com o avanço da tecnologia de computadores e *softwares*; o que se materializa em sistemas de apoio a engenharia, ao projeto e a manufatura, sendo esses sistemas caracterizados pelas siglas inglesas CAE, CAD e CAM (respectivamente, *Computer Aided Engineering*, *Computer Aided Design*, *Computer Aided Manufacturing*). Tratando especificamente de sistemas de apoio ao projeto, sistemas CAD, vê-se o desenvolvimento de tais sistemas de forma que eles captem as intenções de projeto, além de administrarem as informações relacionadas a ele, bem como o próprio projeto. A utilização dessas novas tecnologias foi uma das formas encontradas para que fossem alcançados padrões técnicos e de produtividade compatíveis com as novas condições de competitividade por empresas do Brasil.

2. OBJETIVO

Os níveis de integração e utilização alcançados mostram-se, em pesquisas anteriores (Romeiro⁽³⁾), bastante limitados na prática, o que leva a resultados normalmente inferiores ao potencial representado. A aplicação do CAD tem, aparentemente, estado restrita às suas formas mais simples e evidentes (como a elaboração de desenhos), em um desperdício de recursos materiais e humanos. É observada também a carência de informações a respeito das reais oportunidades oferecidas pelos sistemas CAD como ferramentas para integração e adoção de um novo paradigma de gerenciamento dos processos de projeto e produção.

Tendo em vista essa situação, tornam-se relevantes estudos que diminuam a carência de informações a respeito de sistemas CAD, que procure analisar a implantação e utilização desses sistemas em diferentes cenários, de forma que se tracem estratégias para evitar a aplicação pontual e promover a integração com os processo de fabricação e agilização em todo o seu potencial na fase projetual. Partindo deste paradigma, este artigo tem por objetivo avaliar as condições de implantação e utilização de sistemas informatizados de apoio à atividade projetual (sobretudo, sistemas baseados em CAD) em uma empresa, situada na região metropolitana de Belo Horizonte, ligada ao setor siderúrgico e ao metal-mecânico e uma empresa de engenharia que é contratada pela primeira para a realização de projetos.

3. REVISÃO TEÓRICA

De acordo com Pugh⁽⁶⁾, o âmago do projeto consiste em análise de mercado (necessidades do usuário), especificação do projeto do produto, projeto conceitual, projeto detalhado, fabricação e vendas. Dessa forma, para esse autor, todo projeto começa ou deveria começar com a necessidade que, quando satisfeita, ajustará um mercado existente ou criará um mercado para o produto. E assim, para fazer com que o projeto torne-se eficaz e eficiente, deve-se utilizar técnicas diretamente relacionadas com sua essência. O autor também afirma que o projeto do produto representa a materialização do processo pelo qual a empresa converte oportunidades de mercado em informações para sua fabricação, concretizando idéias, conceitos e necessidades em um modelo físico para teste e avaliação.

Dentro desse contexto, Back⁽⁷⁾ coloca que o desenvolvimento de projeto de produto consiste basicamente na transformação de idéias e informações em representações bi ou tridimensionais. Contudo, com base na bibliografia levantada, os principais meios tecnológicos para que essa

materialização ocorra no contexto atual são os sistemas informatizados de apoio ao projeto, sistemas CAD (*Computer Aided Desing* ou Projeto Auxiliado por Computador).

Para fins de pesquisa, neste trabalho será adotado o conceito no qual CAD é: “*se considerado de forma bastante ampla, uma tecnologia multidisciplinar, um conjunto de ferramentas utilizadas por todas as áreas em que existe uma forma desenvolvida de interação do computador digital à atividade de projeto, bem como ao controle e gestão deste processo*” (Romeiro⁽⁸⁾).

A partir da análise realizada por Medeiros⁽⁹⁾ e por Rembold, Nnaji e Storr⁽⁵⁾, pode-se generalizar o processo projetual em seis etapas que devem ser seguidas seqüencialmente para se projetar novos produtos ou melhorar produtos já lançados: (1) Reconhecimento da necessidade; (2) Definição do problema; (3) Síntese; (4) Análise e Otimização; (5) Avaliação; (6) Apresentação. Essa generalização pode ser entendida como que a atividade principal de transformação (de idéias e informações em representações bi ou tridimensionais) e ocorre entre um estágio inicial de busca de informações, assimilação, análise e síntese; e um estágio conclusivo no qual as decisões tomadas são organizadas num tipo de linguagem que possibilite a comunicação e arquivamento dos dados e a fabricação do produto.

Podem-se definir os pressupostos básicos para sistemas informatizados de apoio ao projeto (Groover e Zimmers⁽¹⁰⁾):

- Permitir a criação de produtos, levando em consideração a sua “manufaturabilidade”;
- Oferecer a possibilidade de experimentação e teste, através da simulação do produto em condições próximas às condições reais de manufatura e de utilização;
- Propiciar um ambiente corporativo de trabalho, onde engenheiros, técnicos e projetistas desenvolvam suas atividades de forma concorrente e colaborativa através do fluxo rápido de informações e dados de projeto;
- Utilizar um sistema de armazenamento de informações seguro, que levem em consideração diferentes possibilidades de formulação e realização de projeto e que propicie mecanismos de busca simplificados;
- Possibilitar, da forma mais direta e simples possível, a integração com os demais sistemas informatizados da empresa;
- Possuir mecanismos de planejamento e controle de atividades, usuários, recursos, fornecedores e clientes.

Os sistemas CAD englobam importantes ferramentas informatizadas de auxílio à atividade de projeto (de produtos e de processos de fabricação), em diversas de suas fases. Os autores afirmam também que os sistemas CAD formam um conjunto bastante amplo de recursos tecnológicos de apoio às atividades peculiares envolvidas nas diferentes fases do processo projetual, ainda que associadas, por um lado, à atividade de desenho e, por outro, à sua utilização em conjunto com sistemas informatizados de auxílio à produção (CAM, ou *Computer Aided Manufacturing*, na forma de sistemas CAD/CAM). Essa ressalva encontra voz em Silva Filho⁽¹¹⁾ que coloca que a concepção da tecnologia CAD é a busca da agilização do processo de projeto e da programação dos equipamentos de fabricação, deixando os cálculos de trajetórias e posicionamento de ferramentas para o computador através da integração com sistemas CAM. Todavia, Gonçalves⁽¹²⁾ adota um conceito genérico e bastante restrito para CAD, onde se pode entendê-lo como uma aplicação da informática com o objetivo de facilitar e agilizar a construção de desenhos.

O CAD é um sistema tecnológico bem conhecido que combina hardware e *software*, usando gráficos computadorizados para fornecer desenhos de componentes ou produtos como um todo, de acordo com Malhotra, Heine e Grover⁽¹³⁾. Esses autores afirmam que em geral, o CAD tem três aplicações: (1) Geração de desenhos de Engenharia; (2) Análise conceptual de projeto; (3) Comunicação com importantes departamentos da empresa, clientes e fornecedores. Já Rembold, Nnaji e Storr⁽⁵⁾ afirmam que a aplicação do computador para projeto pode ser dividida em cinco áreas:

- Definição do problema – no início dessa atividade, o projetista deve ser muito criativo para determinar as funções, o desempenho e a aparência do produto. Aqui, o computador não é de grande ajuda, já que isso requer a experiência humana. No entanto, se o produto já tiver sido

projetado anteriormente (o que ocorre na grande maioria das vezes), o computador torna-se uma ferramenta inestimável, já que ele pode sugerir um projeto existente e procurar por componentes e processos de manufatura padronizados.

- Modelagem geométrica – isso envolve o uso do computador empregando uma descrição matemática computacional da geometria do objeto em sua representação. Essa descrição matemática possibilita a animação do objeto, mostrando as características de sua operação e com essa animação é possível detectar problemas e sugerir ações corretivas.

- Análise de Engenharia – isso é normalmente requerido por projetista. Muitos sistemas permitem a modelagem por elementos finitos e o cálculo de desempenho dinâmico do projeto, deixando saídas como consumo de energia, transferência de calor, desgaste, interferência, entre outros. E esses dados podem ser coletados, permitindo a análise e a otimização do projeto.

- Avaliação projetual – o projeto deve seguir regras específicas previamente estabelecidas e é isso que determina a eficácia do projeto. O computador permite que se verifique a possibilidade de manufatura e montagem do produto projetado, a adequação a processos de operação padronização e também o custo de produção.

- Automatização do desenho - isso diz respeito à produção de desenhos detalhados de trabalho usado para a comunicação de informações de projeto para o processamento, o planejamento de processos, programação de equipamento de manufatura. O CAD propicia o dimensionamento automatizado do desenho, a geração de desenhos em diferentes vistas, perspectivas, escalas e áreas, podendo ser em duas ou três dimensões.

De acordo com Anumba⁽¹⁴⁾, a aplicação de sistemas CAD em todos os estágios do processo projetual ofereceria vários benefícios, como: minimização das variáveis de entradas em projeto; redução no potencial para erros em projeto; crescimento da funcionalidade global no projeto e na empresa; melhoria da coordenação dos times de projeto; aumento da integridade das informações de projeto; disponibilização da informação gerada em um estágio para a reutilização em outro estágio; melhoria da eficiência em termos de equipe de projeto e custo e da comunicação entre os membros da equipe de projeto. Malhotra, Heine e Grover⁽¹³⁾ afirmam que sistemas CAD são destinados a encontrar metas tais como a redução do tempo de projeto para conduzir a produção, criação de desenhos de alta qualidade para melhorar a comunicação com partes relevantes, propiciar *a priori* uma análise de Engenharia, permitir flexibilidade e rapidez de respostas adicionais, considerando as modificações de projeto e o fornecimento de entradas para manufatura computadorizada.

4. MÉTODOS E MATERIAIS

Antes de se iniciar a pesquisa junto a uma empresa usuária de sistema CAD, ocorreu uma seleção dentre os contatos de empresas repassados por fornecedores de sistemas CAD anteriormente pesquisados⁽⁴⁾. Em seqüência, foram feitos contatos e iniciaram-se as negociações para a realização da pesquisa junto às empresas.

Optou-se por uma abordagem “qualitativa”, com privilégio para visitas técnicas e entrevistas, recursos considerados adequados para um levantamento de informações mais “rico”, o que ratifica o caráter exploratório deste trabalho. As entrevistas, com duração prevista de 40 minutos à uma hora, baseavam-se em um questionário previamente elaborado. Procurou-se obter o máximo possível de informações de interesse para a pesquisa, através dessa entrevista aberta semi-estruturada, que foi aplicada ao analista de aplicativos de microinformática e também gerente do departamento de desenvolvimento de projetos na empresa siderúrgica; e ao engenheiro responsável pela aquisição e gerência de sistema informatizados na empresa de projetos.

Nas entrevistas, procurava-se obter uma idéia da forma como se organizava a empresa, como se procedeu à implantação do sistema CAD, quais os *softwares* utilizados, as formas de sua interação com os clientes e com os fornecedores, quem eram os usuários e se recebiam treinamento, além dos principais problemas encontrados na implantação e na utilização do sistema.

5. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1. Empresa Siderúrgica

A empresa pesquisada é um dos principais produtores de tubos de aço sem costura. Ela dispõe de uma usina siderúrgica que representa um complexo industrial, com uma área de quase três milhões de metros quadrados; empregando cerca de quatro mil pessoas.

O setor onde se realizou a pesquisa é conhecido como departamento de desenvolvimento de projetos. Sua função é a concepção e desenvolvimento de produtos e do ferramental para produção.

5.1.1. Sistemas Utilizados

Os *softwares* utilizados pela empresa siderúrgica são: *AutoCAD*[®] 2000 (*software* CAD fabricado pela *AutoDesk*); *Mechanical Desktop*[®] (também fabricado pela *AutoDesk*TM, agrega-se ao *AutoCAD*[®] propiciando recursos de desenho e modelagem para a área de Engenharia Mecânica); *Inventor* (*software* CAD da *AutoDesk*TM que ainda está em fase de implantação); *Eplan*[®] (*software* CAE específico para automação elétrica e para a área eletro-eletrônica); *Numericon*[®] e *SmartCAM*[®] (*softwares* utilizados para programação e controle de máquinas com controle numérico).

A partir daqui, a análise se foca no *software* *AutoCAD*[®], pois os demais *softwares* se ligam ou se incorporam a esse, já que ele se vincula diretamente ao processo projetual da empresa.

5.1.2. Implantação do Sistema

A escolha pela implantação e uso do *AutoCAD*[®] foi tomada pela gerência do setor de engenharia da empresa siderúrgica, dentro do qual está o setor de desenvolvimento de projeto, onde se realizou a pesquisa. Essa opção pelo *AutoCAD*[®] foi respaldada pela diretoria da empresa e a implantação desse *software* foi levada a cabo.

A principal justificativa encontrada para essa escolha é a de que o *software*, que mais se encontra no mercado, é tido com um *software* “popular” e que é o mais encontrado dentro de outras empresas. Incorpora-se a essa justificativa a idéia de que a “popularidade” do *software* implica em facilidade de uso (o que, evidentemente, nem sempre é verdade) e em maior número de potenciais usuários. Além disso, existem empresas em Belo Horizonte que prestam serviço de suporte e de assistência técnica. A segunda justificativa foi a que esse *software* possui atualmente uma boa flexibilidade, ou seja, pode ser instalado em diferentes tipos de plataforma de trabalho e de *hardware* e possui também uma grande intercambialidade de arquivos com outros *softwares*.

A maior dificuldade enfrentada para a implantação do CAD foi a compra da licença dos *softwares*, pois a empresa considerou um investimento alto. A direção julgou um elevado investimento a compra de uma licença de *AutoCAD*[®] por quase 16 mil reais (preços de agosto de 2004); quando a demanda seria por um total de 30 licenças. Assim, aboliu-se a idéia de uma licença por computador e adquiriu-se um servidor como plataforma para o *software* com todas as licenças, disponibilizando o uso simultâneo para 20 usuários, ou seja, ainda a baixo da demanda inicial prevista.

5.1.3. Utilização do Sistema e Usuários

Na empresa, o setor de engenharia (onde a pesquisa foi realizada), é responsável pela engenharia de investimentos. Foi criado um grupo, chamado engenharia de manutenção, específico para trabalho de manutenção e seu desenvolvimento. Para a parte de infra-estrutura da empresa foi criado um departamento denominado “prefeitura”. Dessa forma, são três grandes setores trabalhando com sistemas CAD e com projetos em Engenharia.

Os sistemas informatizados estão diretamente ligados ao executante das tarefas. Por exemplo, o CAD está ligado diretamente ao projetista ou engenheiro da área de projetos. O CAM está ligado diretamente à área de manufatura. O CAE está também ligado diretamente à engenharia, no entanto, não é utilizado pelo projetista, o seu uso é restrito a um engenheiro responsável pelo projeto.

Contudo, esses setores de engenharia não trabalham em rede, existindo assim plataformas separadas e de uso restrito a cada setor. Há uma rede que é utilizada pelo departamento de desenvolvimento de projeto (departamento pesquisado dentro do setor de engenharia); essa rede

dispõe de um servidor e interliga todos os computadores (aproximadamente 70) do prédio desse departamento. Assim todos os computadores são habilitados a acessar o servidor, requerer uma licença do *AutoCAD*[®] e utilizá-la.

O departamento de desenvolvimento de projetos é dividido em três áreas: Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica e Engenharia Civil. Como os projetos empreendidos por esse departamento não abrangem exclusivamente uma dessas áreas, elas são impelidas a trabalharem integradas e em conjunto. Há nesse departamento duas formas para troca de informações e dados: através do servidor corporativo, onde cada área possui um depósito de informações (meio eletrônico para troca de arquivos e dados) ou através de reuniões formais entre as áreas que desenvolvem o projeto. A empresa não possui nenhum sistema para gerenciamento de informações e de fluxo de trabalho em grupo, nem sistemas para gerenciamento de dados de engenharia. Porém, existe o planejamento para a implantação de *workflow* (sistema que realiza o gerenciamento de trabalho em grupo e de informações). A primeira utilização do sistema CAD foi para a digitalização de aproximadamente 140 mil desenhos em papel que a empresa possuía. Associado a essa digitalização, desenvolveu-se um *software* para catalogação e gerenciamento desses desenhos.

A empresa siderúrgica conta com diversas empresas de engenharia que prestam serviço de projeto para ela. As razões para isso são que a empresa considera que a sua estrutura interna não comportaria o número necessário de pessoas para o desenvolvimento de projetos e que a demanda por projetos não é estável, variando de acordo com o mercado de atuação. Assim, o departamento de desenvolvimento de projetos não se encarrega de todos os projetos demandados pela empresa. As suas funções nesses casos são o estabelecimento e desenvolvimento do conceito, definição de normas de formato, normas de utilização de *layers*, cores, espessura de linha. Depois do projeto detalhado e entregue pela empresa prestadora de serviço, o departamento de desenvolvimento de projetos da empresa siderúrgica realiza a checagem e a verificação técnica do conteúdo através do próprio sistema CAD.

O departamento de desenvolvimento de projetos tem em torno de 30 usuários (entre engenheiros e projetistas) do sistema CAD adotado. Esses usuários utilizam *workstations* (estações de trabalho) ligadas ao servidor corporativo com as licenças do *AutoCAD*[®]. Para cada projeto, há os engenheiros de projetos (o número varia de acordo com o projeto em desenvolvimento), que podem ser engenheiros mecânicos, civis, eletricitas ou de automação. Os engenheiros de projeto e alguns projetistas formam um time, e trabalham no que se chama de ilha. Uma ilha é um conjunto de estações de trabalho dedicadas a uma parte da empresa. Existe a ilha de laminação, uma de siderurgia e outra de alto-fornos e acessórios. Esses times trabalham no mesmo ambiente, mas as pessoas já são direcionadas para determinados lugares.

5.2. Empresa prestadora de serviços de projeto

A empresa é especializada em consultoria em engenharia, executando seus serviços na elaboração e execução de projetos e gerenciamentos. É uma das principais empresas que prestam serviço de projeto para a empresa siderúrgica. Possui escritórios externos em diversos estados e parcerias com empresas estrangeiras, sendo a sede localizada no centro de Belo Horizonte. Atua em diversas áreas da engenharia: Energia Elétrica, Mineração, Industrial (Metalurgia e Siderurgia) e Infra-Estrutura Básica.

5.2.1. Sistemas utilizados

A empresa possui os *softwares* *AutoCAD*[®]2000, *Mechanical Desktop*[®], *Microstation*[®] e *Solidworks*[®], *Architecture*[®], *Land*[®] e o *Techno3*[®], um *software* CAM. O *Solidworks*[®] ainda está em fase de implantação na empresa e foi comprado para que a empresa começasse a trabalhar em 3D. São duas as metas principais com a instalação desse *software*: redução no tempo de desenho e qualidade da documentação gerada, qualidade no projeto, pretendendo-se eliminar todas as interferências que possam existir na execução. O *Mechanical Desktop*[®], apesar de existir na empresa, quase não é utilizado. Atualmente, sua utilização é limitada a projeto de detalhamento simples de imagens mecânicas. O *Architecture*[®] é utilizado pelo setor de arquitetura e o *Land*[®] pela

área de topografia. Já o *Techno3*, serve como um adicional na prestação de serviços por parte da empresa, uma vez que ela não vende apenas o projeto em CAD, em alguns casos, vende o projeto em CAM.

5.2.2. Implantação do sistema

Na sede da empresa prestadora de serviços de projeto, existem 192 licenças de *AutoCAD*[®], 16 de *Solidworks*[®] e 12 de *Mechanical Desktop*[®], *Arquitecture*[®] e *Land*[®]. Todos estes *softwares* são interligados por um servidor, que possui todas as licenças. A decisão pela implantação foi interna, tendo sido feitas inúmeras avaliações prévias. Primeiramente, foi feita uma consultoria de mercado, pesquisando-se os fornecedores de *softwares* existentes. Feito isso, os fornecedores escolhidos apresentaram seus *softwares* e o que mais atendeu as necessidades da empresa prestadora de serviços de projeto foi o *Solidworks*[®]. No entanto, para atender aos clientes e a grande demanda oriunda desses, implantou-se os outros *softwares* citados, sobretudo o *AutoCAD*[®].

O principal desafio durante a implantação foi encontrar um *software* compatível com a metodologia da empresa. Essa dificuldade ocorre porque os *softwares* existentes são importados e atendem à realidade dos países de origem, não a brasileira e, no caso, a da empresa prestadora de serviços de projeto. Isso faz com que além de comprar o *software*, pagar o treinamento, pagar a implantação, ainda se paga a “*customização*” do produto (adequação dos recursos do *software* às necessidades da empresa e ao seu uso). Outra dificuldade encontrada foi o treinamento da mão-de-obra. Como não há mão-de-obra especializada disponível no mercado, ela necessita de treinamento constantemente. Isso ocorre devido à necessidade de qualificação e de atualização do corpo técnico e devido à inexistência ou à inoperância de instituições para ensino e preparação de corpo técnico para o setor de projetos.

5.2.3. Utilização do sistema e usuários

A empresa possui três grandes áreas: Projeto, Suprimentos e Gerenciamento. O setor pesquisado é o de projetos, portanto as características do sistema se referem somente a essa área. A área de projetos é dividida em áreas mais específicas, que são a área de mecânica (com uma subdivisão referente à tubulação), elétrica (subdivida em instalação e instrumentação), civil (concreto e arquitetura) e estrutura metálica, sendo que todas elas possuem sistema CAD implantado.

Essas equipes são organizadas em células de projeto, sendo cada uma responsável por um item do projeto. Quando se tem um projeto, ele é dividido e são selecionados engenheiros supervisores de cada célula, que ficam responsáveis por uma parte do projeto. Ainda não existe uma integração entre estes setores, mas ela está prevista, com a finalidade de se verificar interferências e melhorar o detalhamento técnico. O gerenciamento de informações é feito pelo departamento de informática através do PLM (*software* para gerenciamento de informações), que gerencia a documentação eletrônica do *Solidworks*[®]. Essa documentação é composta tanto pelos “arquivos mestres”, que abrangem a modelagem tridimensional, quanto pelos “documentos escravos”, que são os arquivos de documentação gerados (os desenhos e as especificações). A principal vantagem apontada para o sistema CAD é a rapidez para gerar informação para o cliente e a qualidade que um sistema CAD em 2D permite na execução de um projeto. No entanto, de acordo com o entrevistado, o sistema CAD não mudou o método de trabalho da engenharia, no entanto, em alguns casos, ainda é utilizado como uma prancheta eletrônica, o que exemplifica uma subutilização.

Os usuários do sistema CAD são os engenheiros, os projetistas e os desenhistas, totalizando 280 usuários de CAD na área de projetos. Como os *softwares* são “modularizados” (determinados recursos de auxílio ao projeto são disponibilizados em diferentes pacotes ou módulos que compõem o *software* de acordo com a sua utilização e seu fim), cada um desses usuários trabalha com um módulo específico. Os engenheiros trabalham também tridimensionalmente nos *softwares* de CAE. Sobre a plataforma CAD trabalham os projetistas, refinando o detalhamento do projeto e verificando com maior precisão as interferências. Assim, os modelos feitos pelo engenheiro são aproveitados pelos outros módulos do *Solidworks*[®] e do *AutoCAD*[®]. Os desenhistas trabalham nos módulos menores desses *softwares*, gerando a documentação, onde não se precisa de muita

qualificação técnica. Com a implantação da plataforma *Solidworks*[®] (3D), inicialmente serão 16 pessoas, divididas entre as diferentes áreas da empresa.

5.3. Discussão e Considerações

A implantação do sistema CAD na empresa siderúrgica remonta do início da década de 90; o que leva ao considerável acúmulo de competência, e diversas das situações vividas no departamento de desenvolvimento de projetos encontram similaridades com os relatos da literatura referenciada. O trabalho de projetos em engenharia, mesmo não sendo a atividade fim da empresa, acaba por se torna estratégico, pois a siderúrgica não deseja se tornar dependente de empresas terceiras que realizam serviços de projeto, já que essas empresas terceiras acabam por desconhecer o conjunto de características e de necessidades da contratante. Por outro lado, embora, em 2001, a siderúrgica tenha apresentado um lucro líquido de R\$ 101,4 milhões, ainda assim considera “cara” a licença do *software* gráfico utilizado, o *AutoCAD*[®], cujo valor é aproximadamente 16 mil reais.

A principal justificativa para adoção do *AutoCAD*[®] é a sua disseminação no mercado, o que acaba por refletir a preocupação com a interação com empresas prestadoras de serviços de projeto, no caso da siderúrgica, e com os clientes, no caso da empresa prestadora de serviço de projeto. Neste caso, pode-se dizer que, em especial na prestadora de serviços, esta estratégia é coerente e essencial, visto que esta trabalha a partir de demandas das empresas clientes e a partir das condições estipuladas em contrato, dentre as quais o formato do arquivo. De fato, pôde-se observar o mesmo fato em outras empresas do mesmo ramo, onde a troca de versões decorre não de necessidades internas, mas das demandas dos clientes. As justificativas apresentadas para adoção do *AutoCAD*[®], como flexibilidade de implantação em diferentes plataformas e hardwares e a intercambialidade de arquivos com outros *softwares*, são encontradas e validadas no estudo de caso realizado por Taffs⁽¹⁵⁾.

As três principais vantagens dos sistemas CAD, citadas pelas empresas pesquisadas são o aumento de produtividade, a agilidade no processo projetual e a qualidade técnica do desenho. Isso pode ser constatado pela simples observação do ambiente de trabalho nas mesmas, devido à grande diferença entre o que se era produzido antes do sistema CAD e o que é produzido depois. Foi também citada a grande facilidade de mudanças no projeto que os sistemas CAD permitem, contribuindo para maiores possibilidades de projetos e maior integração entre os setores dentro da empresa. Essas últimas são validadas por Malhotra, Heine e Grover⁽¹³⁾, que colocam que sistemas CAD são destinados a encontrar metas, tais como: a redução do tempo de projeto para conduzir a produção, criação de desenhos de alta qualidade para melhorar a comunicação com partes relevantes, propiciar a priori uma análise de Engenharia, permitir flexibilidade e rapidez de respostas adicionais, considerando as modificações de projeto e o fornecimento de entradas para manufatura computadorizada.

As empresas possuem opiniões diferentes em relação às desvantagens relacionadas ao uso de sistemas CAD. A razão para isso é que, enquanto as vantagens principais do CAD são relativamente óbvias, mesmo quando há uma utilização inadequada, as desvantagens estão muitas vezes relacionadas a eventuais equívocos estratégicos. Um exemplo claro é um ponto levantado pela siderúrgica, que é o aumento exagerado na geração de informação. Em contraponto, na pesquisa realizada na empresa prestadora de serviços de projeto, observou-se que, se a empresa encontra-se razoavelmente organizada e estruturada, ela não terá maiores problemas com a organização e o gerenciamento de informações. Esse ponto demonstra que a geração de informação e a sua gestão constituem-se ainda como graves problemas para empresas usuárias de sistemas CAD, embora esse problema tenha sido observado em pesquisas realizadas no início dos anos 90 (Romeiro⁽⁸⁾). Aparentemente, *softwares* de gestão de documentos (bastante comuns desde então) ainda não foram assimilados, mesmo por empresas de grande porte (como a siderúrgica analisada), em suas diferentes formas de aplicação associadas a sistemas CAD. Desta forma, o problema de arquivamento de documentos torna-se progressivamente complexo, tornando o acesso a projetos antigos um problema. A siderúrgica acabou por criar um programa próprio, com um banco de dados que permite a pesquisa.

6. CONCLUSÕES

Nas últimas três décadas, as mudanças no tocante à tecnologia, aos sistemas de auxílio e ao desenvolvimento de projeto aconteceram de forma relativamente rápida tanto no Brasil quanto no mundo. No caso brasileiro, pouco se analisa e se conhece dos desafios, das dificuldades e das conquistas alcançadas pelas empresas e pelas pessoas envolvidas nesse processo de mudança e evolução. Isso se soma ao fato de que os custos para a implantação de novas tecnologias – aquisição e manutenção de *hard* e *software*, treinamentos, alocação de recursos para acompanhamento e execução – são apontados como as principais barreiras para mudanças.

Assim, percebe-se que as empresas pesquisadas, apesar de utilizarem esses sistemas de forma bastante desenvolvida, ainda enfrentam problemas referentes à implantação e/ou a própria utilização de sistemas CAD semelhantes aos descritos pela literatura, sobretudo, pela estrangeira. Mesmo nas publicações referentes aos anos 70 e 80, como em Gerelle e Stark⁽¹⁶⁾, quando as características tecnológicas dos sistemas e mesmo as condições econômicas de acesso às novas tecnologias eram distintas do panorama contemporâneo.

Esse fato demonstra que esses problemas permanecem atuais e devem ser analisados a partir das diferentes abordagens de todas as partes (criação, engenharia, manufatura e produção) envolvidas no processo projetual, de modo que sejam conhecidos a fundo as razões dos problemas e os objetivos a serem alcançados e, assim, possam ser elaboradas soluções mais eficientes.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. OLIVEIRA, Geraldo L. M. A Reengenharia de Processos de Negócios - CAD. In: CAULLIRAUX, Heitor M., COSTA, Luis S. S. (Organizadores) **Manufatura Integrada Por Computador: Sistemas Integrados De Produção: Estratégia, Organização, Tecnologia E Recursos Humanos**. Rio de Janeiro: Editora Campus, SENAI, COPPE / UFRJ, 1995. 450 p. Capítulo 2, p. 31-60.
2. DAVIES, John B. CIM *Software* and Interfaces. **Computer in Industry**, Grã-Bretanha, v. 33, 1997, p. 91-99.
3. ROMEIRO FILHO, Eduardo. *A Integração na Empresa Através da Utilização de Sistemas Informatizado de Apoio ao Projeto*. Tese (D.Sc., Doutorado em Engenharia de Produção) - COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, 1997, 276 p.
4. FIGUEIREDO, André César; LACERDA, Daniela César; ROMEIRO FILHO, Eduardo. A Implantação de Sistemas Informatizados de Apoio ao Projeto e Seus Principais Problemas: um Estudo a partir do Ponto de Vista dos Fornecedores. In: **Anais do II Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação**, 2º COBEF. Uberlândia: Associação Brasileira de Ciências Mecânicas, 2003.
5. REMBOLD, U.; NNAJI, B. O. e STORR, A. **Computer Integrated Manufacturing and Engineering**. 1ª edição. Inglaterra: Addison-Wesley Publishing Company Inc, 1993, 640 p.
6. PUGH, S. **Total Design: Integrated Methods for Successful Product Engineering**. Inglaterra: Addison-Wesley Publishing, 1991, 278 p.
7. BACK, N. **Metodologia de Projeto de Produtos Industriais**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois S.A. 1983.
8. ROMEIRO FILHO, E. **CAD na Indústria: Implantação e Gerenciamento**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 1997, 180 p.
9. MEDEIROS, Estevão Neiva. **Uma Proposta de Metodologia para o Desenvolvimento de Projeto de Produto**. 1981. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, 1981.
10. GROOVER, M. P. E.; ZIMMERS JR, E. W. **CAD/CAM: Computer Aided Design and Manufacturing**. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1984, 489 p.
11. SILVA FILHO, Sérgio J. M. *A Moderna Manufatura e Seus Recursos Humanos*. In: CAULLIRAUX, Heitor M., COSTA, Luis S. S. (Organizadores) **Manufatura Integrada Por**

- Computador: Sistemas Integrados De Produção: Estratégia, Organização, Tecnologia E Recursos Humanos.** Rio de Janeiro: Editora Campus, SENAI, COPPE / UFRJ, 1995. 450p. Capítulo 9, p. 301-344.
12. GONÇALVES, E. L. Z. *Projeto Auxiliado por Computador – CAD.* In: CAULLIRAUX, Heitor M., COSTA, Luis S. S. (Organizadores) **Manufatura Integrada Por Computador: Sistemas Integrados De Produção: Estratégia, Organização, Tecnologia E Recursos Humanos.** Rio de Janeiro: Editora Campus, SENAI, COPPE / UFRJ, 1995. 450p. Capítulo 4, p. 93 -132.
 13. MALHOTRA, M. K.; HEINE, M. L.; GROVER, V. An Evaluation of the Relationship between Management Practices and CAD Technology. **Journal of Operations Management**, v.19, 2001, p. 307-333.
 14. ANUMBA, C. J. Functional Integration in CAD Systems. **Advances in Engineering**, Grã-Bretanha v.25, p. 103-109. 1996.
 15. TAFFS, D. Case Study: Client and Project. **Automation in Construction**, nº 6, 1997, p. 59-64.
 16. GERELLE, E. G. R.; STARK, J. **Integrated Manufacturing: Strategy, Planning and Implementation.** Estados Unidos: McGraw-Hill Inc., 1988, 219 p.

CHAIN OF PROJECT PROCESS: STUDY OF COMPUTERIZED SYSTEMS OF AID TO THE PROJECT (CAD) IN METALLURGICAL COMPANY AND IN ITS PROVIDER OF SERVICES OF PROJECTS.

André César de Figueiredo

UFMG – DEP – LIDEP – Integrated Laboratory of Design and Production Engineering
Avenue Antônio Carlos 6627 – Pampulha – Academical Campus – PCA – room 271
30161-010 – Belo Horizonte – MG – Brazil
acf@dep.ufmg.br

Eduardo Romeiro Filho

UFMG – DEP - LIDEP – Integrated Laboratory of Design and Production Engineering
Avenue Antônio Carlos 6627 – Pampulha – Academical Campus – PCA – room 245
30161-010 – Belo Horizonte – MG – Brazil
romeiro@dep.ufmg.br

Abstract: *The organizations have been facing challenges expressed for: global competition, pressures of costs, inadequate quality, shortage of abilities and professional knowledge, the shareholders' impatience, organizational inertia, customization in mass demanded by the largest degree of information and the consumer's sophistication. They are demanded, like this, results in short period, life cycles of the products more and more compressed and reduction of the development cycle time and release of new products. This way, the product project assumes decisive paper inside of such organizations that, more and more, they look for to understand the sceneries, the atmosphere, the tools and their computerized systems of aid in that it interferes the project. In that way, this article presents a comparative study of the implantation of CAD systems in two different companies: one of the metallurgy section and the other maker of services of projects for the first. It is taken as beginning that the CAD systems are not taken advantage of in all his potential by the Brazilian Companies, at least there are some years ago, it is looked for through a qualitative research accomplished in those two companies, that compose a chain of project process, to verify that statement is still applied. For that it is made an analysis of the main characteristics of the CAD system found in the companies, from his implantation process to his current use.*

Key words: CAD, Project/Design Process, Metallurgical Company and Company of Project.