

INTEGRAÇÃO ENTRE SISTEMAS CAE/CAD UTILIZANDO OS SOFTWARES MDESIGN E SOLID EDGE

Jeovano de Jesus Alves de Lima, jejlima@unimep.br¹
Klaus Schützer, schuetzer@unimep.br¹

¹UNIMEP, Rod. Luis Ometto (SP 306), Km 1 - CEP: 13451-900 - Santa Barbara d'Oeste, SP - Brasil

Resumo: O gerenciamento de dados do produto PDM (Product Data Management) desempenha uma função de integrador numa empresa. Abrange todos os processos relativos a um produto, passando pelas etapas de projeto, produção e distribuição. Durante este ciclo, muitas informações são geradas, permitindo que ele seja produzido e chegue às mãos dos clientes com qualidade e rapidez. No setor de desenvolvimento de produtos, estas informações são vitais para a evolução da empresa. A velocidade com que os dados gerados são finalizados para a pronta colocação no mercado pode definir o sucesso da empresa. A integração dos sistemas de engenharia e projeto auxiliado por computador CAE/CAD (Computer Aided Engineering/Computer Aided Design) traz grande vantagem no desenvolvimento do produto, pois pode-se simular situações reais de seu uso e otimizá-lo, diminuindo a quantidade de material utilizado para sua produção, ou simplesmente optar pela escolha de um material mais adequado, melhorando relações de custo benefício, garantindo que em determinadas situações o produto não apresentará problemas. Alguns sistemas CAD mais sofisticados já suportam simulações que identificam interferências, colisões, pontos de visualização de perfis, visualização do produto por diversos ângulos e estudo de movimentos, mas não chegam ao nível de sofisticação de dimensionar elementos, que só são possíveis com o CAE. A integração CAD/CAE vem sendo desenvolvida através de uma linguagem comum de ligação entre os sistemas. Esta linguagem - o XML - permite ao autor do documento definir suas próprias marcas. Esta característica confere à linguagem XML características semânticas, que possibilitam melhorias significativas em processos de recuperação e disseminação da informação. Este trabalho teve como objetivo a criação de uma interface que possibilite a comunicação entre os dois softwares utilizando a linguagem XML como ligação dentro de um ambiente PDM, permitindo que um cálculo realizado pelo software CAE (MDESIGN), seja salvo no formato XML, proporcionando a geração automática de um modelo geométrico 3D no software CAD (SOLID_EDGE).

Palavras-chave: Integração entre sistemas CAE/CAD, Sistemas CAD, Sistemas CAE.

1. INTRODUÇÃO

Em busca da competitividade, empresas vêm tentando adaptar-se às novas tendências do mercado, que exigem uma grande diversificação dos produtos. As tecnologias CAD/CAE são essenciais para que essas metas de lançamento sejam atingidas (Nakamura, 2006). Utilizando-se dos métodos de fabricação já existentes, o uso de ferramentas de projeto cada vez mais avançadas de conceitos de engenharia reversa e de projeto enxuto colaboram para a aparição de novos produtos, num cenário onde a criatividade é o motor propulsor para lançamentos.

O sucesso e a permanência da indústria neste atual mercado competitivo estão diretamente ligados com a sua capacidade de introduzir novos produtos em menores tempos e com baixo custo, aumentando a qualidade e o valor de agregação tecnológica dos mesmos. Com isso, a informática científica está cada vez mais presente na geração de projetos dentro das indústrias. Com o auxílio dela é possível obter uma otimização estrutural e geométrica do produto final com uma redução significativa no custo do projeto, fazendo com que o tempo de desenvolvimento seja bem menor quando comparado com outros processos convencionais de projeto e construção (Mendonça, Camargo, Scandiffio, 2005).

2. SISTEMAS CAE

Computer Aided Engineering (Engenharia auxiliada por computador) é uma ferramenta computacional que permite a realização de grandes quantidades de cálculos, voltada para o dimensionamento e otimização de diversas estruturas e componentes mecânicos, de forma a minimizar esforços do engenheiro e possibilitar maior concentração nas atividades de projeto com mais criatividade, preocupando-se menos com a parte operacional e mais com as questões estratégicas. Isso faz do CAE uma ferramenta poderosa para redução de custos de um projeto e minimização de tempo para o lançamento de um produto (Meurer, 2003).

Segundo Rehg, “CAE é a análise e resolução de projetos de engenharia usando técnicas computacionais para calcular parâmetros operacionais, funcionais e de manufatura do produto, que são muito complexos para os métodos tradicionais” (Rehg, 1994).

Já Vajpayee afirma que “CAE é um termo genérico que abrange tarefas essenciais na engenharia de um produto utilizando o computador. Isto envolve seleção de material, análises de resistência, vibração, ruído, distorção térmica e assim sucessivamente. Para assegurar a qualidade do produto, as análises de resistência são amplamente utilizadas”. (Vajpayee, 1995).

Os sistemas CAE mais difundidos hoje são os baseados no método dos elementos finitos, que faz uma análise do modelo 3D, dividindo o mesmo em pequenas partes chamadas elementos e resolvendo assim um conjunto de equações algébricas para obter os resultados desejados em função do carregamento e das condições de contorno, como por exemplo alguns softwares existentes no mercado, como o Siemens NX, COSMOS, CIMATRON, MOLDFLOW, ALGOR, ANSYS, DESIGN SPACE, HYPERMESH, etc. Há também diversas ferramentas CAE no mercado que não utilizam o método dos elementos finitos, mas fórmulas matemáticas, normas e outros materiais para realização de cálculos padrões, que na sua maioria não necessitam de um modelo 3D. O MDESIGN é um exemplo desse tipo de software, utilizado para dimensionar elementos de máquinas. Outros softwares existentes no mercado são: MATHCAD, MATLAB, KISSsoft, etc.

O Software MDESIGN foi desenvolvido pela empresa alemã TEDATA GmbH, e possui mais de 60 módulos de cálculos de elementos de máquinas, todos baseados em normas internacionais. Este sistema foi utilizado como base para este trabalho, visando tornar seus cálculos mais eficientes.

3. SISTEMAS CAD

O sistema CAD (Computer Aided Design) teve origem em projetos desenvolvidos pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT - Massachusetts Institute of Technology), que datam de 1956. Já o primeiro sistema que permitia que o usuário interagisse graficamente com o computador foi o *Sketchpad*, desenvolvido pelo MIT em 1963, servindo tanto para a execução de cálculos quanto para a visualização gráfica do projeto.

Na década passada, os sistemas CAD tiveram um grande avanço que influenciaram várias empresas a adotarem esta tecnologia nos seus processos de produção, substituindo assim as pranchetas de desenho por sistemas CAD (Solinho, 1998). A introdução desse sistema no processo de projeto convencional trouxe uma grande evolução no desenvolvimento, análise, otimização e modificação do modelo (Ferreira, 1990), permitindo que outros tipos de dados pudessem ser introduzidos ou mesmo reconhecidos automaticamente pelo sistema, fazendo-se necessário a integração deste com todas as outras fases do projeto. Essa integração ocorre quando o CAD interage com outros sistemas, como o

CAE (Computer Aided Engineering), CAM (Computer Aided Manufacturing) e o CAPP (Computer Aided Process Plan).

O principal objetivo do sistema CAD é auxiliar o projetista no modelamento de peças, utilizando a interação com o computador para definir todas as informações geométricas que são utilizadas posteriormente pelos outros sistemas CAx.(Computer Aided ...) Estas informações são armazenadas, podendo ser modificadas futuramente. Há várias maneiras de se construir um modelo, tanto em modo 2D quanto 3D, utilizando entidades geométricas primitivas que são introduzidas ao sistema através de símbolos gráficos ou linguagens de programação textuais.

Com a crescente utilização pelas empresas de pequeno e médio porte, os sistemas CAD estão ficando mais desenvolvidos e mais acessíveis, deixando de se restringir somente às grandes empresas.

Sistema CAD Paramétricos

O modelamento sólido paramétrico permite que se criem modelos de produtos com dimensões variacionais, que podem ser ligadas através de expressões. Ligações bidirecionais entre o modelo e o esquema de dimensionamento permitem a regeneração automática de modelos depois de mudanças nas dimensões e atualização automática das dimensões relacionadas.

Nem todos os sistemas CAD paramétricos provêm esta bi-direcionalidade devido à complexidade envolvida. Isto penaliza o projetista, que tem que pensar na estruturação das ligações dimensionais antecipadamente, uma vez que a alteração do modelo pode implicar em que ele seja refeito. (Kerry, 1997)

4. INTEGRAÇÃO CAE/CAD

Em busca da competitividade, as empresas procuram constantemente adaptar-se às novas tendências do mercado, o que exige uma grande diversificação dos produtos. Neste contexto, é crucial a diminuição do tempo de lançamento de novos produtos, bem como a redução de custos dos projetos.

A integração do sistema CAE com o CAD traz uma grande vantagem no desenvolvimento de um produto, pois pode-se simular situações reais de seu uso, otimizando-o e diminuindo a quantidade de material utilizado para sua produção. Pode-se também escolher um material mais adequado, melhorando relações entre custo/benefício e assegurando desse modo que o produto não apresentará problemas em determinadas situações. Tudo isso acarretará em vantagens para a empresa, tanto na qualidade quanto em relação ao custo e tempo de fabricação.

Theis e Trautmann (2007) afirmam que aproximadamente 50% do tempo de um engenheiro é gasto procurando por dados que se perdem durante o processo de importação entre os sistemas CAE e CAD. Segundo esses autores, a integração entre o CAD e o CAE promete trazer uma produtividade significativa. No entanto, os usuários de sistemas CAE/CAD têm buscado por sistemas que proporcionem facilidades no uso e aprendizado, optando por comandos intuitivos e auto-explicativos, com o menor número de interações entre o mouse e o teclado (Theis, Trautmann, 2007).

Alguns sistemas CAD mais sofisticados já suportam certas simulações que identificam interferências, colisões, pontos de visualização de perfis, visualização do produto por diversos ângulos e estudo de movimentos, porém não chegam ao nível de sofisticação de dimensionar os elementos, que só são possíveis com o CAE.

Segundo Lee (2005) pode-se integrar os sistemas CAE e CAD através de dois métodos: O primeiro utiliza o sistema CAD (CAD-centric) como base e o segundo utiliza no sistema CAE (CAE-centric), sendo que para adotar-se tanto um quanto outro, deve-se observar a escala, a competência, a finalidade da análise e a quantidade de detalhe requerida para a sua aplicação.

5. LINGUAGEM XML

A linguagem XML (eXtensible Markup Language) ou “linguagem de marcação extensível” foi criada para ser utilizada para a transferência e representação de dados na Internet. Foi desenvolvida em dezembro de 1997 pela W3 Consortium, que publicou a versão 1.0 do XML, uma simplificação do SGML, que possibilita às páginas da Internet a apresentação de uma estrutura semântica. A aplicação do XML no tratamento de dados bibliográficos é estudada atualmente por diversas empresas e instituições em todo o mundo com o objetivo de se obter abordagens mais eficientes para a manipulação de dados (Marchal,2000).

A XML apresenta muitas vantagens sobre outros modos de troca de dados: é simples, fácil de usar e segue padrões internacionais. Possui uma importante característica adicional, que permite ao autor do documento definir suas próprias marcas. Esta característica confere à linguagem XML possibilidades semânticas, uma vez que possibilitam melhorias significativas em processos de recuperação e disseminação da informação.

No desenvolvimento de um módulo para integração dos sistemas CAE/CAD é necessário utilizar um grande número de elementos, tornando essa tarefa um pouco complicada. Porém, os sistemas atuais CAE/CAD de grande porte já trazem algumas ferramentas para tornar essa atividade mais simples (González, Alvarez, Garcia, 2002).

6. DESENVOLVIMENTO

Os cálculos de elementos de máquinas ou métodos analíticos são tarefas básicas de um engenheiro. Para isso, já existem ferramentas computacionais que o auxiliam neste tipo de trabalho, que vão desde uma simples planilha eletrônica até softwares dedicados como é o caso do MDESIGN que possui mais de 60 módulos de cálculos de elementos de máquinas, todos baseados em normas internacionais, bancos de dados de materiais, etc. Porém, estas ferramentas normalmente limitam-se ao desenvolvimento de cálculos, sendo necessário em seguida utilizar as informações encontradas com os cálculos para geração do modelo em um sistema CAD que neste trabalho é o SOLID EDGE. Levando-se em consideração esta dificuldade, o presente trabalho propôs-se a automatizar este processo. Para isto, foram realizadas pesquisas bibliográficas sobre todos os sistemas CAx utilizados, bem como as linguagens de programação e verificando todos os trabalhos já realizados sobre o tema.

Com base nas pesquisas realizadas foi desenvolvido um algoritmo genérico de integração entre o MDESIGN/SOLIDEDGE que pode ser utilizado para qualquer módulo de cálculo existente no sistema CAE MDESIGN Fig. (3) este algoritmo utiliza como elemento integrador a linguagem XML Fig. (1).

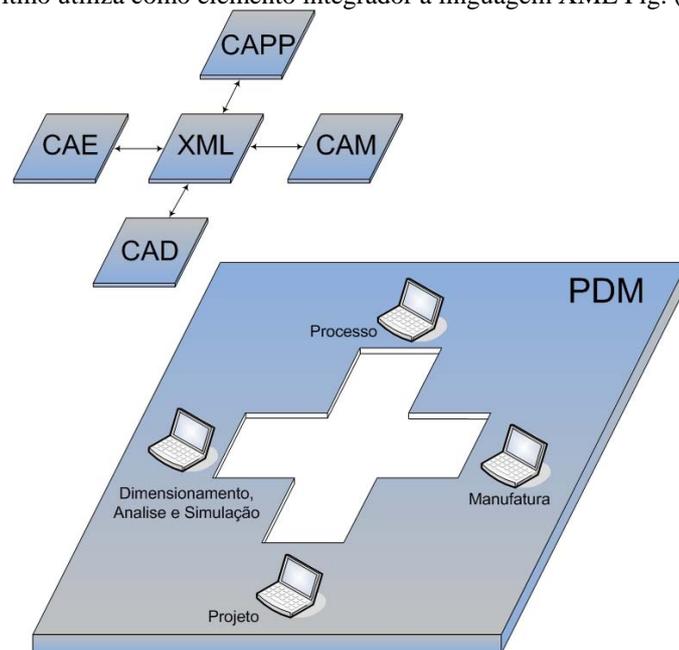


Figura 1. Integração dos sistemas CAx Utilizando XML.

6.1. Modelos paramétricos

O SolidEdge permite a inserção de expressões ou variáveis as dimensões do modelo através da ferramenta "Variable Table" Fig.(5) . Neste projeto foram desenvolvidos diversos modelos parametrizados onde as variáveis são acessadas a partir de uma tabela Excel. Estes modelos foram desenvolvidos a partir dos métodos de cálculos do software MDESIGN, utilizando assim as mesmas nomenclaturas encontradas para definir as variáveis facilitando a compreensão do usuário e evitando erros.

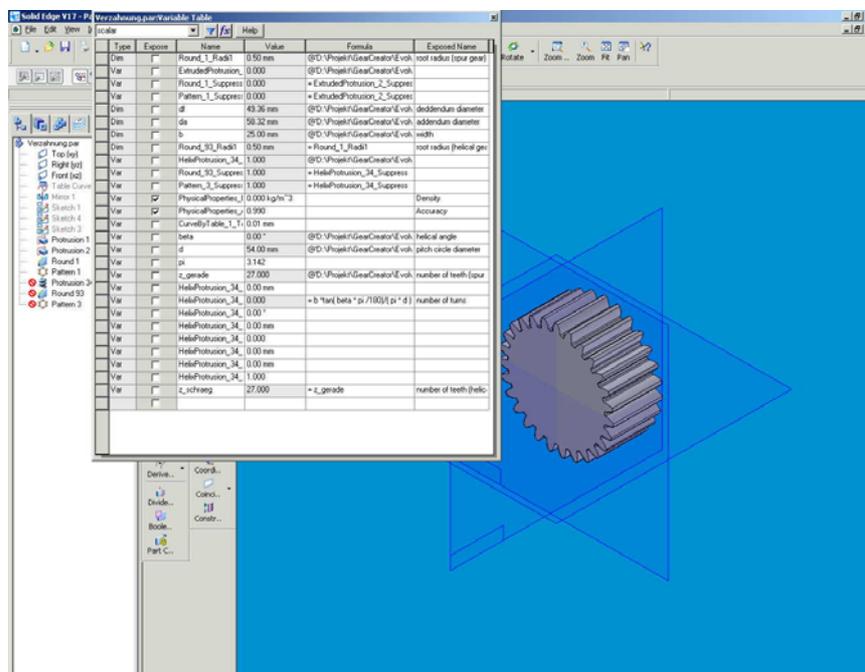


Figura 5. Modelo Paramétrico de uma Engrenagem.

6.2. Descrição da Interface para integração

Este trabalho visa o desenvolvimento de uma interface capaz de promover a comunicação entre os dois softwares utilizando a linguagem XML como ligação, permitindo que um cálculo realizado pelo software CAE (MDESIGN) e armazenados no formato XML seja selecionado e proporcione a geração automática de um modelo geométrico 3D no software CAD(SOLIDEDGE).

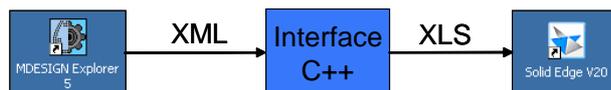


Figura 2. Fluxo de dados entre os sistemas e a interface.

A interface foi desenvolvida na forma de um aplicativo utilizando a linguagem de programação C++. Que tem como função a leitura de dados calculados pelo MDESIGN e armazenados em um arquivos XML, a identificação do módulo de cálculo (eixo, engrenagens, chavetas, parafusos, etc.) e dos dados necessários para geração do modelo geométrico (Diâmetros, comprimentos, altura, etc.), esses dados são armazenados em um arquivo de planilha eletrônica (Microsoft Excel) e então essas informações são executadas, atualizando os dados do modelo paramétrico no SolidEdge, gerando um novo arquivo. O fluxo de dados pode ser visto na Fig. (2).

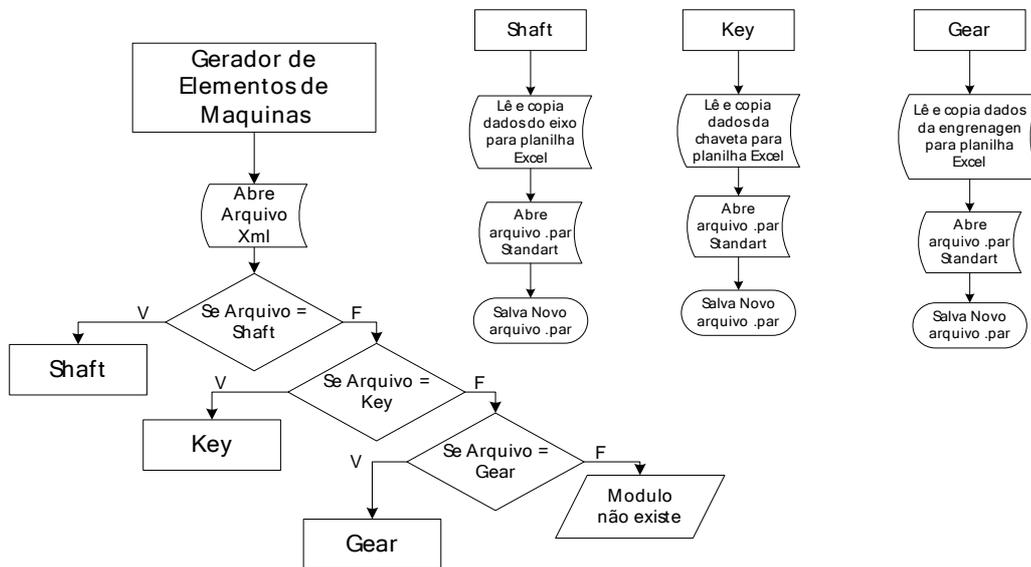


Figura 3. Fluxograma da interface de integração MDESIGN/SolidEdge

A partir da seleção de um arquivo XML na caixa de diálogo do aplicativo C++, este arquivo é aberto e os dados são lidos pela função da biblioteca *Data.h* que faz uma varredura do mesmo, identificando o tipo de elemento (eixo, engrenagem, chave, etc) e das variáveis geométricas (tipo da chave, diâmetro do eixo, comprimento, etc) necessárias para geração do modelo 3D. conforme os comandos utilizados a seguir.

```
void CLinksDoc::OnFileOpen()
{
    CFileDialog CFD(true, "*.xml", NULL, NULL, "Calculation data file (*.xml)|*.xml|", NULL);
    // TODO: Add your command handler code here
    if (CFD.DoModal() == IDOK) {
        Titel = CFD.GetPathName();
        Text = "Arquivo Selecionado: " + Titel;
        AfxGetApp()->m_pMainWnd->RedrawWindow(NULL);
    }
}
CLinksDoc*pDoc=(CLinksDoc*)(AfxGetApp()->GetMainWnd()->GetTopLevelFrame()->GetActiveDocument());
datName = pDoc->Titel; //utiliza o arquivo selecionado no aplicativo
ifstream in(datName.c_str()); //Abre arquivo
if(in.good()){// se o arquivo for encontrado ele e armazenado em uma lista de caracteres
for(int i=0; in; ++i){
    in >> data;
    dataList.push_back(data);
}
```

O armazenamento dos dados e feito pela função da biblioteca *Excel.h*, para isso é necessário selecionar o arquivo *.xls fonte, esse arquivo contém uma planilha eletrônica coma as variáveis para que os dados previamente selecionados durante a varedura possam ser armazenados.

```
//encontra o arquivo *.xls fonte
::GetModuleFileName(NULL, filePath, MAX_PATH);
string path1 = filePath;
string path = path1.substr(0, path1.rfind("\\"));
path.append("\\*.xls");
_WorkbookPtr workbook (excelApp->Workbooks->Open(path.c_str(), vtMissing, vtMissing,
vtMissing, vtMissing, vtMissing, vtMissing));
// abre *.xls

_WorksheetPtr sheet (workbook->Sheets->GetItem("Variaveis")); //acessa worksheet variaveis
//altera os dados previamente selecionados
sheet->Cells->PutItem("2", "C", values[0].c_str());
sheet->Cells->PutItem("3", "C", values[1].c_str());
sheet->Cells->PutItem("4", "C", values[2].c_str());
sheet->Cells->PutItem("5", "C", values[3].c_str());
```

```
sheet->Cells->PutItem("7", "C", values[4].c_str());
workbook->Save();
excelApp->Quit();
```

Existe ainda uma outra função da biblioteca *elementos_maquinas.h*, que é responsável pela abertura do modelo paramétrico criado no SolidEdge, para isso são incluídas as seguintes bibliotecas extraídas do “Programmers Guide Customizing SolidEdge”, pois o mesmo não possui uma interface de programação aberta:

```
#import "constant.tlb"
#import "framewrk.tlb"
#import "fwksupp.tlb"
#import "geometry.tlb"
#import "part.tlb"
#import "assembly.tlb"
#import "draft.tlb"
```

Esta função executa o SolidEdge e utilizando a função *variable table* atualiza os dados do modelo paramétrico referente ao módulo selecionado, a criação de um novo elemento de máquina pode ser acompanhada através da caixa de dialogo que também é responsável pela escolha do local onde será armazenado e nome do novo modelo. A caixa de dialogo e a interface podem ser vistas na Fig. (4), onde observa-se que o programa identifica primeiramente a qual tipo de elemento de máquina o arquivo XML pertence para depois tomar as ações seguintes. O menu da interface contém quatro guias (Arquivo, Gerar, Ajuda e Idioma).

```
RunMachineAutomation(); //gera o elemento selecionado
writevariableTable(); //atualiza a tabela Excel

void RunMachineAutomation(){
    CLinksDoc* pDoc = (CLinksDoc*)(AfxGetApp()->GetMainWnd()->GetTopLevelFrame()-
>GetActiveDocument());
    HRESULT hr = NOERROR;
    ApplicationPtr pSEApp;
    try{
        if (FAILED(pSEApp.GetActiveObject("SolidEdge.Application"))){
            hr = pSEApp.CreateInstance("SolidEdge.Application");
            HandleError(hr, "Failed to create in instance of SolidEdge");
        }
        pDoc->Text = "gerando elemento.."; //mostra msg na caixa de dialogo
        AfxGetApp()->m_pMainWnd->RedrawWindow(NULL);
        hr = OpenelementPart(pSEApp); //Atualiza modelo parametrico
        HandleError(hr, "Failed in OpenelementPart");
        hr = CriarElemento(pSEApp); //Armazena novo modelo em um novo arquivo *.par
        HandleError(hr, "Failed in CreateElement");
        pSEApp->Quit();
    }
}
```

No sub-menu de Arquivo se encontram funções básicas como Abrir (onde deve-se selecionar o arquivo XML), Novo e Salvar. Tendo selecionado um arquivo de dados utiliza-se a guia Gerar para que se de o início da compilação dos dados e criação de um modelo 3D.

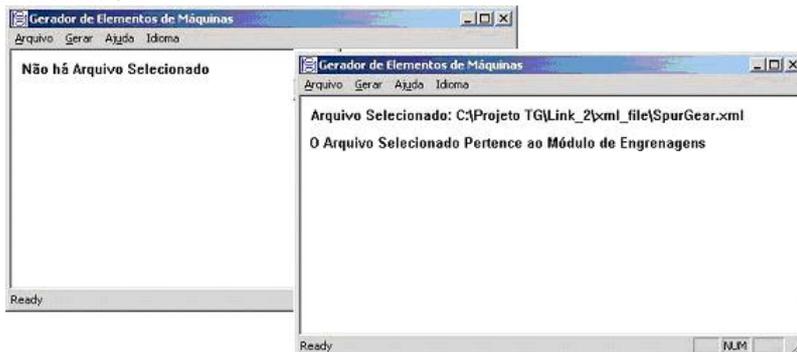


Figura 4. Caixa de Dialogo da Interface do programa de integração.

7. CONCLUSÃO

Durante o desenvolvimento do produto são utilizados diversos sistemas computacionais, porém nem todos estes sistemas possuem comunicação entre si, visando especificamente as etapas de utilização dos sistemas CAE/CAD este trabalho teve como objetivo desenvolver um aplicativo como interface entre os softwares MDESIGN/SOLIDEDGE, este aplicativo utiliza os cálculos dimensionados pelo sistema CAE (MDESIGN) automaticamente pelo sistema CAD (SolidEdge) gerando o modelo 3D, conseguindo assim a redução do tempo do projeto e consequentemente o seu custo.

8. REFERÊNCIAS

- Balakrishna, A.; Et Al.: Integration of CAD/CAM/CAE in Product Development System Using STEP/XML. Concurrent Engineering. V. 14, n2, p.121-128, Junho 2006.
- Ferreira, A. B.: Conceitos e Aplicações em Projetos Mecânicos e Critério para a Seleção e Utilização em Engenharia. 1990. 102 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.
- González, M; Alvarez, E; Garcia De Jalón, J.: Mechml: un Nuevo Lenguaje Basado en XML para la Descripción de Sistemas Mecánicos Multi-Cuerpo. Espanha: SEMNI, 2002.
- Kerry, H. T. Planejamento de processo automático para peças paramétricas. 1997. 173 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 1997.
- Lee, S. H.: A CAD-CAE Integration Approach Using Feature-based Multi-resolution and Multi-abstraction Modeling Techniques. Computer-Aided Design, V 37, n 9, Agosto 2005, p. 941-955
- Marchal, B.: XML Conceitos e Aplicações. 1. ed. São Paulo: Editora Berkeley, 2000
- Mendonça, D.R.; Camargo, R; Scandiffio, I.: Integration of the CAD/CAM/CAE System as a Tool to Lean Project Development. In: GCETE 2005 - Global Congress on Engineering and Technology Education, 2005, Bertioga.
- Meurer, A; Et Al.: CAE (Engenharia Auxiliada por Computador). Joinville, UDESC, 2003.
- Nakamura, E. T.; Et Al.: Utilização de ferramentas CAD/CAE/CAM no desenvolvimento de produtos eletroeletrônicos: vantagens e desafios. T & C Amazônia. Ano 1, n2, p.39-43, Junho 2003.
- Rehg, J. A.: Computer-integrated manufacturing. New Jersey, Prentice Hall, 1994.
- Shah, J.J.; Rogers, M. T.: Expert Form Feature Modelling Shell. Computer Aided Design. V.20, n.9, p.515-524, 1998.
- Solinho, J. L. G.: A Indústria Mecânica e a Revolução do processo de Projeto. CADware Technology, São Paulo, ano 2, n. 8, p. 31-33, 1998.
- Theis, K; Trautmann. T.: Avoiding the Traps of CAD/CAE Integration. ProductData Journal, V 14, n 2, 2007, p. 29-31.
- Vajpayee, S. K.: Principles of Computer-Integrated Manufacturing. Columbus, Prentice –Hall, 1995.

SYSTEMS INTEGRATION BETWEEN CAE/CAD USING THE SOFTWARE MDESIGN AND SOLIDEDGE

Abstract: *The product data management PDM (Product Data Management) plays a role of an integrator company. It covers all proceedings relating to a product, through the stages of design, production and distribution. During this cycle, many information are generated, allowing it to be produced and reach the hands of customers with quality and speed. In the area of product development, this information is vital to the development of the company. The speed with which the data generated are finalized for the early marketing may define the success of the company. The integration of systems engineering and computer aided design CAE / CAD (Computer Aided Engineering / Computer Aided Design) has great advantage in product development, because you can simulate real situations of use and optimize it, reducing the amount of material used for their production, or simply opt for the choice of a material most appropriate, cost benefit of improving relations, ensuring that in certain situations the product will not present problems. Some CAD systems now support more sophisticated simulations that identify interference, collisions, points of view of profiles, view the product in different angles and study of movement, but not reach the level of sophistication of scale items, which are only possible with the CAE. Integrating CAD / CAE has been developed through a common language to link the systems. This language-XML - allows the author of the document set their own brands. This feature gives the XML semantic features that enable significant improvements in processes of recovery and dissemination of information. This work aims to create an interface that enables communication between the two software using the XML as a link within a PDM environment, allowing a calculation done by the CAE software (MDESIGN) is saved in XML format, providing the automatic generation of a geometric model in 3D CAD software (Solid Edge).*

Keywords: *Integration between systems CAE / CAD, CAD systems, CAE Systems.*