

# **Desenvolvimento Integrado do Produto Utilizando as Normas STEP – ISO 10303**

**Eng. Antonio Álvaro de Assis Moura**

Programa de Mestrado em Engenharia de Produção UNIMEP

e-mail: [a3moura.scpm@unimep.br](mailto:a3moura.scpm@unimep.br)

**Eng. Joselito Rodrigues Henriques**

Programa de Mestrado em Engenharia de Produção UNIMEP

e-mail: [joselito.scpm@unimep.br](mailto:joselito.scpm@unimep.br)

**Prof. Dr. -Ing. Klaus Schützer (Orientador)**

Programa de Mestrado em Engenharia de Produção UNIMEP

e-mail: [schuetzer@unimep.br](mailto:schuetzer@unimep.br)

## **JUSTIFICATIVA**

Nos dias atuais existe uma variedade muito grande de sistemas CAD no mercado para uso geral e também para aplicações específicas, cada um tem uma estrutura de dados próprios otimizada de acordo com seu ponto de vista do produto e para melhor desempenho do sistema, no entanto esta estrutura de dados própria, sem padronização tem imposto uma grande barreira na troca de dados eficiente entre os diferentes sistemas CAD.

Um caminho para melhorar esta troca de dados está na utilização da STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data - ISO - 10303) que tem como um de seus objetivos a criação de um modelo do produto de forma a possibilitar a troca de dados através de um sistema neutro. A STEP suporta o desenvolvimento do produto ao longo de toda cadeia de processo, de uma forma que as informações permaneçam integradas e consistentes e que não percam sua integridade durante o ciclo de vida do produto. Isto aumenta a eficiência dos sistemas de troca de informações entre os diversos setores da empresa, entre fabricante e fornecedores e conseqüentemente reduz os custos envolvidos nas trocas de informações.

## **REVISÃO DE LITERATURA**

Os sistemas de troca de dados atuais não oferecem suporte para a integração informatizada entre os diversos setores de uma empresa. Isto vem se tornando cada vez mais complexo e os custos estão se elevando consideravelmente, uma vez que as exigências do mercado estão cada vez mais rigorosas com relação ao tempo de desenvolvimento de novos produtos.

Estudos feitos na Alemanha em 1998 mostram que somente a indústria automobilística e seus 900 fornecedores, utilizavam aproximadamente 110 diferentes tipos de sistemas CAD (Holland,1998). Este ambiente tão diversificado de sistemas com suas ineficientes interfaces de troca de dados geram um altíssimo custo de retrabalho manual dos dados transferidos. Nas empresas automotivas alemãs os custos com retrabalho chegaram em 1993 a aproximadamente DM 100 milhões por ano. O custo da troca de dados do produto chega a ser de US\$ 25 por veículo, isto equivaleria a 350 milhões de US\$/ano para a indústria automobilística dos Estados Unidos (Phillips, 2000).

O desenvolvimento de software utilizando o paradigma da orientação a objetos em conjunto com banco de dados dentro do mesmo paradigma permite a utilização de poderosas ferramentas e também atende de maneira mais adequada aos interesses específicos da engenharia (Kern, 1997).

## **OBJETIVOS**

Adquirir conhecimentos na utilização das normas ISO - 10303 - STEP para a troca de dados entre sistemas CAD/CAPP/CAM.

Implementar um processador STEP com a utilização do protocolo de aplicação AP 224 “Definições do produto mecânico para planejamento do processo utilizando ‘machining features’”, para criação de um arquivo com as informações do modelo que seja possível de ser lido e interpretado em toda o ciclo de vida do produto.

Para atingir estes objetivos foram utilizados os recursos disponíveis no Laboratório de Sistemas Computacionais para Projetos e Manufatura (SCPM) da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP).

## METODOLOGIA

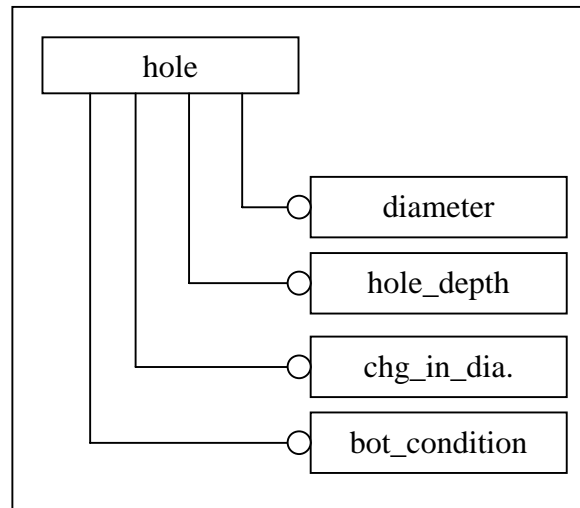
O desenvolvimento do processador STEP foi feito utilizando a linguagem de modelagem unificada (UML) dentro do paradigma da orientação a objetos (Leibrecht, 2000). Para a utilização do

```

ENTITY hole
  ABSTRACT SUPERTYPE OF (
  ONEOF(countersunk_hole,round_hole,cou
  nterbore_hole) )
  SUBTYPE OF (machining_feature);
  edge_radius : numeric_parameter;
END_ENTITY;

  ENTITY round_hole
    SUBTYPE OF (hole);
    diameter : circular_closed_profil;
    hole_depth : linear_path;
    change_in_diameter : taper_select;
    bottom_condition :
      hole_bottom_condition_select;
  END_ENTITY;

```



protocolo de aplicação AP 224 foram utilizadas as ferramentas disponibilizadas pelo NIST conforme descrito por Sauder (2000). A implementação foi feita em cinco etapas: 1) Definição do protocolo de aplicação a ser utilizado no projeto; 2) Transformação do modelo de referência da aplicação em classes definidas em linguagem de programação adequada (C++); 3) Leitura e transferência dos parâmetros do modelo geométrico; 4) Criação de instância com os parâmetros do modelo geométrico; 5) Criação do arquivo físico STEP.

### Protocolo de Aplicação

Cada protocolo de aplicação das normas STEP é um documento formal que contém um modelo com todas as informações necessárias, este modelo é descrito em linguagem EXPRESS que é uma linguagem orientada a objetos, definida nas normas STEP para descrever o modelo de aplicação de forma inequívoca. A Figura 1 apresenta a descrição de um furo de acordo com o protocolo de aplicação AP224 em linguagem EXPRESS, enquanto que a Figura 2 mostra as mesmas informações na forma gráfica. Pode-se ver que um furo cilíndrico é um sub-tipo de furo e dele herda o atributo “edge\_radius”, além disto tem os seguintes atributos específicos: diâmetro; profundidade; mudança no diâmetro (conicidade), e condição de fundo. Também pode ser observado que a entidade “hole” é um supertipo para as entidades “countersunk” e “counterhole”, e é um subtipo da entidade “machining feature”.

Figura 1. descrição furo em EXPRESS.

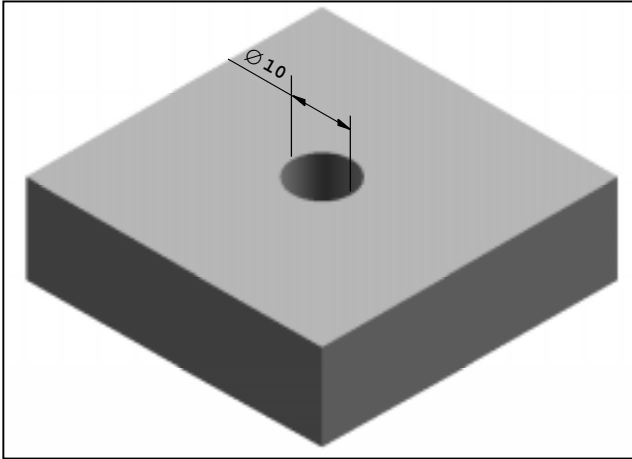
Figura 2. Descrição do furo em EXPRESS-G.

### Classe em C++

A biblioteca de classes em C++ foi gerada do arquivo em linguagem EXPRESS através do programa WinSTEP. Cada entidade existente no protocolo de aplicação gerou uma classe em C++. Desta forma, no exemplo dado acima, foi gerada uma classe “round hole” que tem os atributos: “diameter, hole\_depth, change\_in\_diameter; bottom\_condition e edge\_radius”. Este último herdado da superclasse “hole”. As classes geradas também contêm os métodos para que sejam escritos e lidos no banco de dados os valores correspondentes a estes atributos, completando a informação do modelo.

### Leitura e transferência dos parâmetros do modelo geométrico

A etapa de leitura e transferência dos parâmetros de uma entidade é feita pela recuperação dos valores específicos e seu armazenamento em um banco de dados temporário, inserido em um objeto especificamente projetado para tal.



```
ISO-10303-21 ;
HEADER ;

ENDSEC ;
DATA ;
#0=PART($,$,#2,$,$,$,$,$,$,#1,$) ;
#1=FEATURE_LIST((#127)) ;
#2=SHAPE($,$,#3) ;
...
#127=ROUND_HOLE((#42,#101),#132,#148,#147,#128,
    $130,$,$) ;
#128=CIRCULAR_CLOSED_PROFIL($,#129) ;
#129=NUMERIC_PARAMETER('Diameter','mm',10.) ;
#130=LINEAR_PATH(#132,#131) ;
...
ENDSEC ;
END-ISO-10303-21 ;
```

### Criação da instância com os parâmetros do modelo geométrico

Com os parâmetros de uma “feature” é criada uma instância da classe correspondente em um banco de dados preparado para a geração do arquivo físico STEP. Para a criação da instância é utilizado um método definido na biblioteca de classes gerada em linguagem de programação C++, em cada um dos atributos desta instância é inserido o valor adquirido na etapa anterior.

### Criação do arquivo físico STEP.

Com todas as informações inseridas no banco de dados como atributos das instâncias das classes definidas no protocolo de aplicação é feita a transferência destas informações para um arquivo ASCII, estruturado de acordo com a descrição das normas STEP.

## RESULTADOS

Como resultado do desenvolvimento de um processador STEP é possível a transferência das informações do modelo geométrico representado na Figura 3, para um arquivo físico como se pode ver na figura 4. O arquivo físico na linha 127 tem o texto “ROUND\_HOLE” e indica em seu sexto atributo a linha 128 que tem o texto “CIRCULAR\_CLOSE\_PROFIL” e indica a linha 129, que, por sua vez, tem o texto “NUMERIC\_PARAMETER” e indica um diâmetro de 10 mm.

Figura 3. Arquivo físico STEP.

Figura 4. Modelo geométrico.

## CONCLUSÃO

A STEP é uma norma internacional que providencia uma definição completa e robusta das informações do CAD em uma forma normalizada, conduzindo para uma melhora da qualidade dos dados e conseqüentemente uma troca de informações muito mais eficiente quando comparado com as normas já existentes. Um grande número de sistemas CAD já possui os processadores STEP e uma elevada gama de ferramentas de suporte já estão disponíveis no mercado, permitindo a geração de tradutores mais consistente e com alta qualidade.

A implementação de um processador STEP, por utilizar o paradigma da orientação a objetos, possibilitou a utilização das mais atuais ferramentas de desenvolvimento de software e também promoveu a integração com o banco de dados orientado a objetos fornecido pelas normas STEP.

## BIBLIOGRAFIA

HOLLAND, M: *Product data technology and STEP*: Comprehensive standards are prerequisites for the effective development of products and effective business process. s.l., s. n, 1998.

KERN, V. M.; BØHN, J. H. *STEP databases for product data exchange*. In: I International Congress of Industrial Engineering, 1995, São Carlos. I International Congress of Industrial Engineering. 1995. v.III p.1337-1341.

LEIBRECHT, S. *Development of a design environment with STEP processor for a feature base 3D-CAD System*. 2000. Diploma Thesis. Technische Universität Darmstadt.

PHILLIPS, L. *Integrated construction group. ISO standards development in TC 184/SC4*. Disponível em: <[http://www.mel.nist.gov/msid/sima/stc/1c\\_lisa/sld001.htm](http://www.mel.nist.gov/msid/sima/stc/1c_lisa/sld001.htm)>. Acesso em: 20 nov. 2000.

SAUDER, D. A.; MORRIS, K. C. *Design of a C++ software library for implementing EXPRESS: The NIST STEP Class Library*. 1995. Disponível em: <<http://www.mel.nist.gov/msidstaff/sauder/SCL.htm>>. Acesso em: 30 mai. 2001.

### **FINANCIAMENTO**

Comissão Européia, projeto INCO-DC #962161. Acronym: *FESTEVAL*.

Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP.

Trabalho apresentado no Congresso de Pós-Graduação da UFSCar em 22 de Agosto de 2001.