

**17º Congresso de Iniciação Científica****COMUNICAÇÃO/PLANEJAMENTO DE MEDIÇÃO GD&T DO UNIGRAPHICS NX PARA  
MEDIÇÃO NA MMC****Autor(es)**

---

JHAIMILSON GOMES BISCASSI

**Orientador(es)**

---

KLAUS SCHÜTZER

**Apoio Financeiro**

---

FAPIC/UNIMEP

**1. Introdução**

---

Com o grande aumento de consumo de produtos e bens de serviço pelo mundo civilizado, a qualidade e a flexibilidade passaram a ser um fator predominante, pois as exigências dos consumidores ficaram maiores e o *lead time* do produto passou a ser reduzido. Um dos maiores problemas da indústria é o projeto do produto, pois ele é envolvido por diversos parâmetros e deve possibilitar o menor número de erros para garantir as informações concebidas no ciclo produtivo. Durante o ciclo produtivo, grande parte dos erros de projeto são descobertos após a fabricação, como dimensões inadequadas, erros de forma, ajustes, etc. Para isso é necessário o uso de tolerâncias, pois durante a fabricação deve-se levar em conta diversos fatores como desgaste da ferramenta, máquinas com desgaste, folgas excessivas, instrumentos de medição com erros, métodos de medição e de fabricação incorretos, etc [1].

A especificação de tolerâncias nas dimensões de uma peça a ser fabricada tem um impacto significativo nos custos finais de produção. Tolerâncias muito estreitas podem resultar num aumento de custos do processo, enquanto tolerâncias largas podem aumentar o desperdício e problemas de montagem [1].

Os sistemas CAD (*Computer Aided Design*) de grande porte possibilitam incluir a definição de tolerâncias geométricas e dimensionais (GD&T) no modelo 3D. Com esta ferramenta uma mudança significativa é observada em relação à maneira tradicional de comunicação entre a Engenharia de Produto e a Produção, ainda hoje baseada no desenho técnico (modelo 2D).

Com ênfase a esse desenvolvimento, temos na outra extremidade do ciclo de desenvolvimento do produto máquinas de medir por coordenadas com recursos para importar o modelo CAD 3D com tolerâncias, identificar essas tolerâncias e realizar automaticamente a inspeção.

Por intermédio da necessidade do uso de tolerâncias Geométricas e Dimensionais este trabalho visa o conceito de aplicá-las em um projeto 3D, para verificar as principais vantagens disponibilizadas pelo *software* e as diferenças entre tolerâncias no projeto 2D e 3D, propondo a integração entre a máquina de medir por coordenadas e o *software* CAD.

**2. Objetivos**

---

Este trabalho tem como objetivo geral integrar o *software* CAD Siemens NX com o PC-DMIS da máquina de medir por coordenadas para aproveitar o planejamento de medição feito na fase do projeto e avaliar o produto acabado na máquina de medir. Além do objetivo específico, o projeto possui objetivos secundários como a capacitação no PC-DMIS, PMI e a aplicação do conhecimento

adquirido com outros projetos em andamento como PDM (*Product Data Management*) e monitoramento HSM (*High Speed Machining*).

### 3. Desenvolvimento

---

Para alcançar os objetivos propostos para este projeto foi necessário fazer uma ampla revisão bibliográfica através de artigos científicos, dissertações, recorrendo-se aos principais periódicos nacionais e internacionais. Dentre os assuntos pesquisados, inclui-se:

- Conceitos de tolerâncias geométrica e dimensional;
- Sistema CAD;
- Integração Metrologia, CAD e CAM;
- Conceitos de GD&T;
- Aplicação de PMI (*Product & Manufacturing Information*).

Com base nessa pesquisa foi obtido o conceito teórico e matemático sobre tolerâncias geométricas e dimensionais, em relação a sua aplicação e divergências. Além do conhecimento conceitual, utilizando o material eletrônico (*Documentation*) do Siemens NX foi possível obter o conhecimento necessário do módulo de PMI para poder fazer a cotação e inserir tolerâncias geométricas e dimensionais (GD&T) no modelo 3D para posteriormente fazer a integração CAD com o PC-DMIS da máquina de medir por coordenadas *TESA MicroHite 3D-DCC*.

### 4. Resultado e Discussão

---

Durante a fase inicial do projeto, além dos conceitos obtidos na literatura, foi necessário o aprendizado de modelamento em CAD e sobre o módulo de PMI para a inserção de tolerâncias. Para o aprendizado CAD foram utilizados 8 módulos de treinamento fornecidos pelo SCPM (Laboratório de Sistemas Computacionais para Projeto e Manufatura), esses módulos foram produzidos para a versão UG NX3, mas foram compatíveis para o aprendizado no Siemens NX5.

Após o treinamento CAD, foi iniciado o aprimoramento com o módulo de PMI através dos tutoriais do Siemens NX5.

A princípio uma peça simples foi modelada para poder trabalhar com o módulo e inserir as tolerâncias pelo PMI utilizando a ferramenta *Tolerance Feature Editor*. Na peça tolerâncias geométricas e dimensionais foram inseridas (Fig. 1), pode-se perceber que as tolerâncias em azul foram geradas pelo *Tolerance Editor*, já as que estão em vermelho foram geradas pelo item *Dimensions*, ambos pertencentes ao módulo de PMI e para apresentar o método de trabalho, uma peça real foi utilizada para inserir tolerância, no caso um *Carter* de motor oferecido pela *MWM International* através de um contato (Fig.2), nessa peça foram apresentados os passos utilizados para inserir uma tolerância geométrica de circularidade e uma dimensional, ambas tolerâncias foram calculadas por conceitos literários, devido ao fato de não obter dados da aplicabilidade do projeto desse *Carter* esses valores passaram a ser meramente ilustrativos para exemplificar os passos.

Durante o estudo do módulo pode-se verificar que ele permite a escolha de tolerâncias segundo as normas internacionais mais utilizadas, sendo elas capazes de serem selecionadas no menu *preferences* e definidas, assim, após a cotação, o módulo apresenta uma ferramenta chamada *Validate Tolerance*, que verifica se as tolerâncias inseridas foram ou não colocadas conforme a norma selecionada e se a aplicação do conjunto está correta, um relatório é apresentado e indica onde está o erro e onde deve ser corrigido. As normas disponíveis no Siemens NX são: *ASME Y14.5M -1994*, *ISO-1101 - 1983*, *ANSI Y14.5M - 1982* e a norma de tolerâncias geométricas desenvolvida pela *General Motors, 2004 GM Addendum*.

Um detalhe muito interessante e que deve ser levado em consideração é que ao inserir esses dados de cotação no modelo 3D, ao selecionar o valor da tolerância ela é estritamente indicada no objeto 3D de forma destacada, com uma cor diferente, indicando precisamente ao projetista onde ele inseriu o valor, diferentemente do modelo 2D, no qual não se poderia observar a região por completa. Além disso, as tolerâncias produzidas pelo *Tolerance Editor* podem ser localizadas pelo ícone *Search* no módulo PMI do Siemens NX, basta inserir o que procura, o tipo e o software localiza automaticamente, facilitando assim projetos mais complexos.

Para atingir os objetivos propostos não foi possível, pois recursos compatíveis para o prosseguimento do projeto ainda não haviam sido obtidos, como a licença do PC-DMIS em sua versão mais recente que disponibiliza o módulo para a integração CAD, outro problema foi a disponibilidade técnica para poder aprender a operar a máquina de medir por coordenadas, pois durante este período não pode haver acesso e acompanhamento técnico para orientação. Devido a não ter o PC-DMIS disponível em sua versão para poder manusear o software e a outros fatores, foi sugerido o estudo de cadeia de dimensões e analisar a possibilidade de inserir no modelo 3D, além da criação de um capítulo sobre inserção de tolerâncias no modelo 3D para complementar as apostilas de treinamento do SCPM. Devido aos problemas decorridos de licenças as atividades propostas não puderam ser cumpridas conforme o cronograma

### 5. Considerações Finais

---

Durante o decorrer desse projeto foi possível adquirir o conhecimento necessário sobre Tolerâncias Geométricas e Dimensionais, quanto aos seus cálculos, aplicações e importância durante o ciclo produtivo. Embora a revisão bibliográfica tenha poucas opções de

autores conceituados disponíveis referentes aos conceitos de tolerância, os livros e apostilas utilizados foram o suficiente para engajar na base do estudo. Em relação aos conhecimentos CAD, foi de suma importância o uso do tutorial, mas a grande vantagem foi a relação entre literatura e as ferramentas do *software*, pois com o conhecimento literário foi muito mais progressivo e rápido e aprendido e manuseio das ferramentas disponíveis no módulo de PMI.

Infelizmente, devido aos recursos não pode-se seguir adiante conforme o cronograma, porém pode-se analisar as diferenças em analisar a cotação em um objeto 3D para o 2D, facilitando mais e agilizando a comunicação do projeto com projetista em termos visuais e de facilidades disponíveis pela ferramentas, cabe lembrar que esse módulo é um sistema de cotação e que depende do Engenheiro ou projetista os valores de cotação e tolerâncias inseridos, o software faz apenas a análise conforme a norma e pode também verificar a validação dos valores inseridos. O trabalho contribuiu muito para o aprimoramento com ferramentas CAD e elevou o conhecimento sobre tolerâncias e normas.

## Referências Bibliográficas

---

[1] AGOSTINHO, O. L.; RODRIGUES, A. C. S.; LIRANI, J. Tolerâncias, ajustes, desvios e análise de dimensões. 4. ed. São Paulo: Edgar Blücher Ltda, 1988.

[2] PALMA, E. S. Metrologia. Disponível em: . Acesso em: 23 maio 2008.

[3] HORTA, L. C.; ROZENFELD, H. CAD (Computer Aided Design). Disponível em:

## Anexos

---

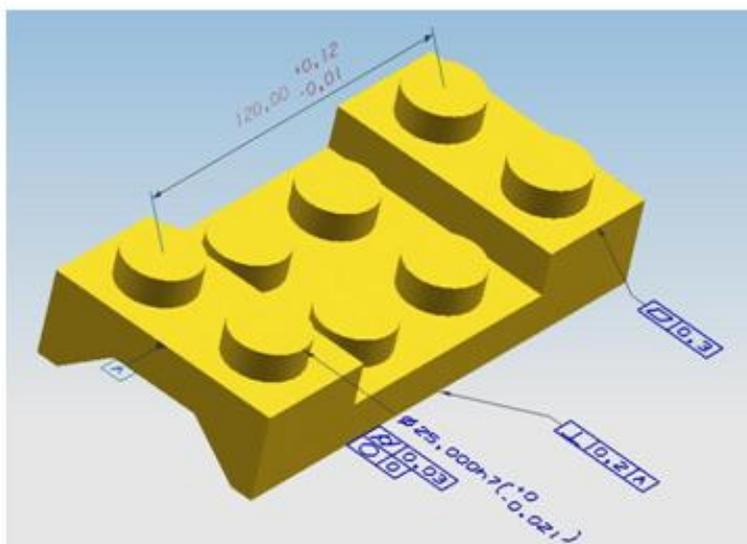


Figura 1 – Peça Lego com tolerâncias

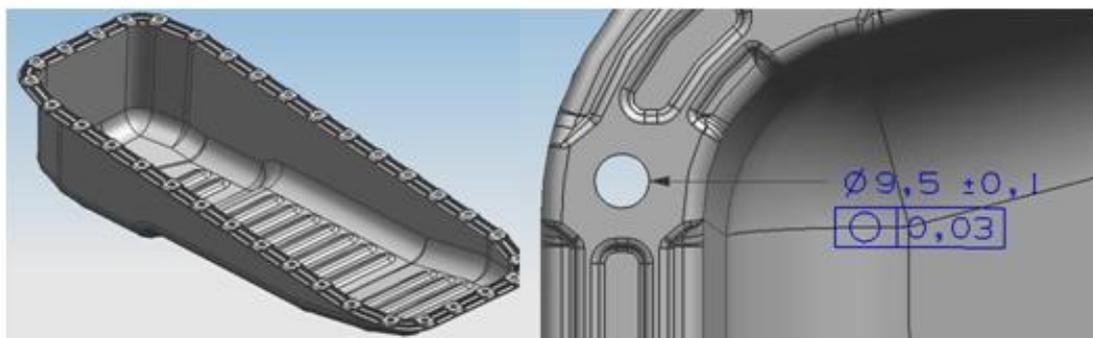


Figura 2 – Carter de Motor fornecido pela MWM International