

DETALHAMENTO TÉCNICO NA ENGENHARIA DE PRODUTO: PROBLEMAS COM ARQUIVOS NO FORMATO DWG

Dalton Alexandre Kai¹
Sander Costa Pinto²

Resumo: Nos modelos metodológicos existentes para o desenvolvimento de produto há sempre uma etapa de documentação do projeto, que corresponde ao detalhamento técnico do produto. Nesta etapa, geralmente, utiliza-se a ferramenta de CAD e os documentos elaborados podem ser arquivos em formato DWG. Na troca destes arquivos entre empresas que participam das diferentes etapas entre o projeto e a execução, nem sempre se utiliza o mesmo software de CAD do seu desenvolvimento, e, dessa forma, surgem alguns problemas nas informações contidas nos arquivos. Verificar quais são os problemas recorrentes é o objetivo deste trabalho. Para isso utilizou-se uma metodologia com uma abordagem experimental, denominada de teste piloto, por representar o problema de forma controlada para a identificação de possíveis alterações.

Palavras-chave: CAD (*Computer Aided Design*), arquivos digitais no formato DWG, Desenhos Técnicos, Detalhamento Técnico, Projeto de Produto.

Abstract: In the existing frameworks for product developing always have a documentation step, it corresponding the product technical details. This step, generally, use a CAD – Computer Aided Design program, and the documentation elaborated was in DWG format. Change this files between companies, non-always use the same CAD software, and in this moment arising some problems on the files information's. Check what are the recurring problems is the goal of this study. A methodology with an experimental approach, called the pilot test, was used, and represents the problem in a controlled manner to identify possible changes.

Keywords: CAD (*Computer Aided Design*), digital files on DWG format, Technical Drawings, Technical Detail, Design Product.

¹ Escola Politécnica, Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curso de Tecnologia em Fabricação Mecânica, Faculdade de Tecnologia SENAI CIC. dalton.alexandre@pucpr.br/dalton.kai@pr.senai.br.

² Curso de Tecnologia em Fabricação Mecânica, Faculdade de Tecnologia SENAI CIC. sander.pinto@pr.senai.br.

1 Introdução

O desenvolvimento de produtos é uma atividade complexa, onde empresas e profissionais enfrentam uma série de problemas, mas isso é uma especificidade deste tipo de trabalho. Nas várias etapas de um projeto de produto pode se utilizar de sistemas CAD (Desenho Assistido por Computador) e realizar esboços mais ou menos elaborados, esquemas, desenhos técnicos, *renderings*³, imagens, vídeos, etc.

Ao utilizar-se do sistema CAD para realizar o detalhamento técnico, os arquivos gerados são mais comumente salvos em formato DWG, sendo o formato nativo do software AutoCAD (Autodesk, 2013).

A troca de arquivos no formato DWG entre empresas é comum, principalmente quando se tem a necessidade de realizar uma terceirização de parte ou etapa do desenvolvimento do produto. Nesta troca de dados é onde surgem alguns problemas para a leitura e edição do arquivo DWG. Este formato de arquivo, por ser de autoria e propriedade da empresa Autodesk, possui várias variações, que podem ser confirmados por meio de registros de patente.

O DWG por ter se tornando um formato de arquivo popular de sistemas CAD 2D, fez com que outras empresas que desenvolvem softwares CAD tentassem fazer com que seus softwares se tornassem capazes de ler e editar arquivos neste formato. Ainda não há como garantir total compatibilidade do arquivo DWG entre os vários softwares de sistemas CAD e por isso surgem os problemas nas informações que serão identificados neste trabalho, como também sugestões para a não ocorrência destes problemas.

Os inconvenientes e desgastes gerados por este problema motivaram o desenvolvimento desta pesquisa.

2 Contextualização

O desenvolvimento de produtos é bem mais do que transformar uma boa ideia em um projeto viável. Entende-se que o desenvolvimento de produto compreende aspectos de planejamento e projeto, um longo processo com várias atividades partindo do escopo, o projeto do produto, o processo de fabricação, a distribuição e manutenção, e por fim o descarte e a desativação. Essas várias atividades envolvem implicações que exigem muitas vezes multidisciplinaridade da área de conhecimento dos profissionais envolvidos (Barbosa Filho, 2009; Back *et al.*, 2008).

³ *Rendering* – imagens fotorrealistas de objetos enquadrados em uma cena, envolvendo materiais, efeitos de luz, câmeras e diversos sombreados para a obtenção da imagem (Silva *et al.*, 2011).

Da exigência de multidisciplinaridade, muitas vezes, surge a necessidade de terceirização⁴, e, a partir disso a troca de arquivos de sistemas CAD, que usualmente estão no formato DWG.

Os sistemas CAD consistem em softwares que apresentam um conjunto de comandos específicos para se desenvolver uma representação 2D (bidimensional) ou 3D (tridimensional). Os softwares mais completos permitem a aplicação de materiais conforme suas propriedades, a realização de simulações estáticas e dinâmicas, ligação com equipamentos de Controle Numérico (CNC), entre outros. A facilidade de acesso aos softwares de sistema CAD contribuiu com a ampliação da capacidade e da velocidade no desenvolvimento de produtos (Barbosa Filho, 2009).

Os sistemas CAD 2D possuem ferramentas de trabalho para o desenvolvimento de geometrias planas regulares e irregulares. Isso proporciona aos sistemas 2D um ótimo desempenho e diversas aplicações como no desenho técnico de peças e conjuntos mecânicos, diagramas eletroeletrônicos, pneumáticos, hidráulicos e layouts e plantas baixas para a construção civil.

Os sistemas 3D possibilitam a modelagem tridimensional que permite uma melhor visualização do modelo, o que significa a construção de um protótipo digital ou virtual que auxilia diretamente o projeto do produto. Segundo Klein *et al.* (2004) esse sistema é o mais indicado para projeto de produtos mecânicos.

Existe uma grande variedade de softwares de sistemas CAD, mas eles nem sempre são concorrentes diretos. Isto depende da sua aplicação específica em um segmento de mercado e da classificação em relação ao porte (Souza e Coelho, 2003):

- a) Pequeno porte (*low-end*): específicos para representação 2D, aplicação em diversas áreas e não oferece ligação com softwares de CAE ou CAM;
- b) Médio porte (*Middle-end*): modelagem 3D, CAE integrado, detalhamento técnico gerado a partir do modelo 3D de forma associativa e paramétrica;
- c) Grande porte (*High-end*): modelagem 3D complexa, CAE e CAM integrados, detalhamento técnico gerado a partir do modelo 3D de forma associativa e paramétrica.

No trabalho, tendo como aplicação específica na engenharia de produto, a busca por softwares de sistema CAD foi reduzida. Conseqüentemente, houve a necessidade de uma verificação, Tabela 1: quanto às possíveis versões, buscou-se pela versão mais recente; quanto à abrangência do sistema CAD, relação direta com a

⁴ Terceirização – suprir-se via fontes externas para atingir seus propósitos econômicos (Cabral, 2002)

classificação de porte; apenas sistemas CAD para o sistema operacional Windows; e quanto a ser licenciado ou de livre distribuição.

Tabela 1 - Softwares de sistemas CAD utilizados na engenharia de produto

Nome	Fabricante	Versão	Abrangência	Licença
AutoCAD	Autodesk	2014	2D/3D	Licenciado
Autodesk Inventor	Autodesk	2014	3D	Licenciado
BricsCAD	Bricsys	v14	2D/3D/AEC	Licenciado
BRL-CAD	US Army	7.24.0	3D/CAE	Licenciado
CATIA	Dassault Systèmes	v6 R2013	2D/3D/CAE	Licenciado
Cobalt	Ashlar-Vellum	v8	2D/3D/CAE/CAM	Licenciado
CoCreate	PTC	v18.1	2D/3D	Licenciado
DraftSight	Dassault Systèmes	V1 R5.0	2D	Livre
Drawing Express	Trial Systems	V2019	2D/3D	Licenciado
Easy CAD	SmartDraw	2014	2D	Licenciado
FreeCAD	Juergen Riegel	v0.13	3D	Licenciado
HiCAD	ISD Group	2014	2D/3D	Licenciado
IntelliCAD	IntelliCAD	2014	2D/3D	Licenciado
MicroStation	Bentley Systems	v8i	2D/3D	Licenciado
NX	Siemens	v9.0	2D/3D/CAM/CAE	Licenciado
OpenSCAD	OpenSCAD	V.06	3D	Livre
Pro/ENGINEER	PTC	2014	2D/3D	Licenciado
ProgeCAD	Proge Soft	2014	2D/3D	Licenciado
QCad	Ribbon Soft	v3.4	2D	Livre
Rhinoceros	McNeel	v5	3D	Licenciado
SketchUp	Trimble	2013	3D	Licenciado
Solid Edge	Siemens	ST6	3D/2D	Licenciado
Solid Edge 2D Drafting	Siemens	ST6	2D	Licenciado
SolidWorks	Dassault Systèmes	2014	2D/3D	Licenciado
SolveSpace	Jonathan Westhues	v.2.0	2D/3D	Livre
SpaceClaim Engineer	SpaceClaim Corp	2014	2D/3D	Licenciado
TurboCAD	IMSI/Design LLC	V21	2D/3D	Licenciado
VariCAD	VariCAD	2014 1.0	2D 3D	Licenciado
Vectorworks	Nemetschek Vectorworks Inc	2014	2D/3D	Licenciado
ZW CAD	ZW Soft	2014	2D	Licenciado

Fonte: os autores.

Seja qual for a escolha do sistema CAD para o desenvolvimento de produto ainda será necessário o seu detalhamento técnico para a manufatura. Nesta documentação encontram-se todos os desenhos de componentes não normalizados que são representados graficamente seguindo normas técnicas internacionais e/ou nacional. Dessa forma, utilizando-se de sistema CAD 2D ou 3D, dependendo do componente, tem-se a sua representação em vistas ortogonais, podendo também serem representadas vistas auxiliares e vistas de secção (cortes), cotagem, tolerâncias dimensionais, tolerâncias geométricas, acabamentos superficiais, posicionamento de peças móveis, notas, listas, legenda, entre outros.

3 Metodologia

A abordagem metodológica utilizada neste trabalho tem caráter experimental, pois pretende-se representar o problema de forma controlada, em uma amostra específica de softwares, a fim de se identificar as alterações ocorridas. Tem-se, então, como problema a leitura do arquivo no formato DWG em sistemas CAD de pequeno porte. Dessa forma, o objetivo é identificar as possíveis alterações nas informações contidas no arquivo DWG de teste.

A técnica a ser utilizada é a do teste funcional ou teste caixa-preta, Figura 1, onde não se considera o comportamento interno do software testado, apenas os dados de entrada são fornecidos e verificado o resultado (Pressman, 2005).

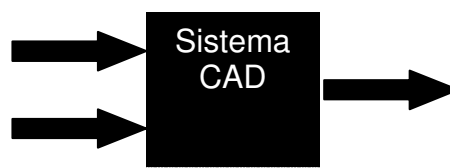


Figura 1 - Técnica de Teste Funcional
Fonte: Adaptado de Pressman (2005)

Alguns critérios foram definidos para definição dos softwares de sistemas CAD a serem utilizados neste trabalho:

- Ser considerado de Pequeno porte (*low-end*);
- Ser licenciado ou de livre distribuição (*Open Source*);
- Aplicação genérica ou específica para a área de mecânica;
- Utilizar sistema operacional Windows 8, Windows 7, Windows Vista ou Windows XP;
- Permitir a leitura e edição de arquivos no formato DWG;
- Possibilidade de utilização da versão mais recente.

Da lista de softwares de sistemas CAD da Tabela 1 separaram-se os softwares considerados de pequeno porte. Em seguida, verificou-se cada um quanto ao tipo de licença e sistema operacional. Quanto ao critério de permissão de leitura e edição de arquivos no formato DWG, estes foram verificados em consulta aos *websites* dos fabricantes. Dessa forma, obtiveram-se os softwares de sistema CAD utilizados neste trabalho, conforme Tabela 2.

Os softwares de sistema CAD de livre distribuição tiveram o seu *download* realizado no *website* do fabricante e instalados para teste. Já os softwares de sistema

CAD licenciados foram disponibilizados para uso neste trabalho por empresas detentoras destas licenças, nas versões disponíveis, ou seja, nem todas tinham a versão mais recente do software. Os softwares COCREATE, DRAWING EXPRESS, HICAD, INTELICAD, SPACECLAIM ENGINEER, VARICAD e VECTORWORKS tiveram de ser excluídos pelo fato de não ter sido encontrado em nenhuma empresa local que nos disponibilizasse para uso na aplicação dos testes.

Tabela 2 - Softwares de sistemas CAD conforme critérios adotados

Nome	Fabricante	Versão	Abrangência	Licença
AutoCAD	Autodesk	2014	2D/3D	Licenciado
BricsCAD	Bricsys	v14	2D/3D/AEC	Licenciado
DraftSight	Dassault Systèmes	V1 R5.0	2D	Livre
Easy CAD	SmartDraw	2014	2D	Licenciado
MicroStation	Bentley Systems	v8i	2D/3D	Licenciado
ProgeCAD	Proge Soft	2014	2D/3D	Licenciado
QCad	Ribbon Soft	v3.4	2D	Livre
Solid Edge 2D Drafting	Siemens	ST6	2D	Licenciado
TurboCAD	IMSI/Design LLC	V21	2D/3D	Licenciado
ZW CAD	ZW Soft	2014	2D	Licenciado

Fonte: os autores.

O arquivo de teste foi desenvolvido utilizando-se uma das peças que compõem um conjunto denominado de calço regulável, sendo a base fixa da peça representada graficamente (Figura 2).

Utilizou-se o 1º Diedro para a representação das vistas ortogonais, conforme NBR 10067, a vista lateral foi omitida e uma vista em corte total (A-A) foi representada na mesma posição, representando por hachura o material utilizado, conforme NBR 12298. A cotagem foi realizada conforme NBR 10126, e a tolerância dimensional conforme NBR ISO 2768-1 e 2768-2, a partir da configuração da ferramenta de dimensionamento. A tolerância geométrica foi realizada conforme NBR 6409 e o acabamento superficial conforme NBR 6405, utilizando a ferramenta de blocos com aplicação de atributos⁵ que permite sua edição. As linhas gerais e cores do desenho seguiram a NBR 8403.

A folha formato A4 (210x297mm) dispõe de margem, legendas e lista de componentes e materiais, conforme NBR 10068. A legenda e lista estão de acordo com a NBR 8196, NBR 10067 e NBR 10126, e em ambos utilizou-se da aplicação de atributos. Ainda na legenda foi inserida uma imagem (formato JPEG). Por fim, o arquivo foi salvo em formato DWG na versão aplicada.

⁵ Atributos – são variáveis que podem ser atribuídas a elementos ou objetos e que permitem sua alteração.

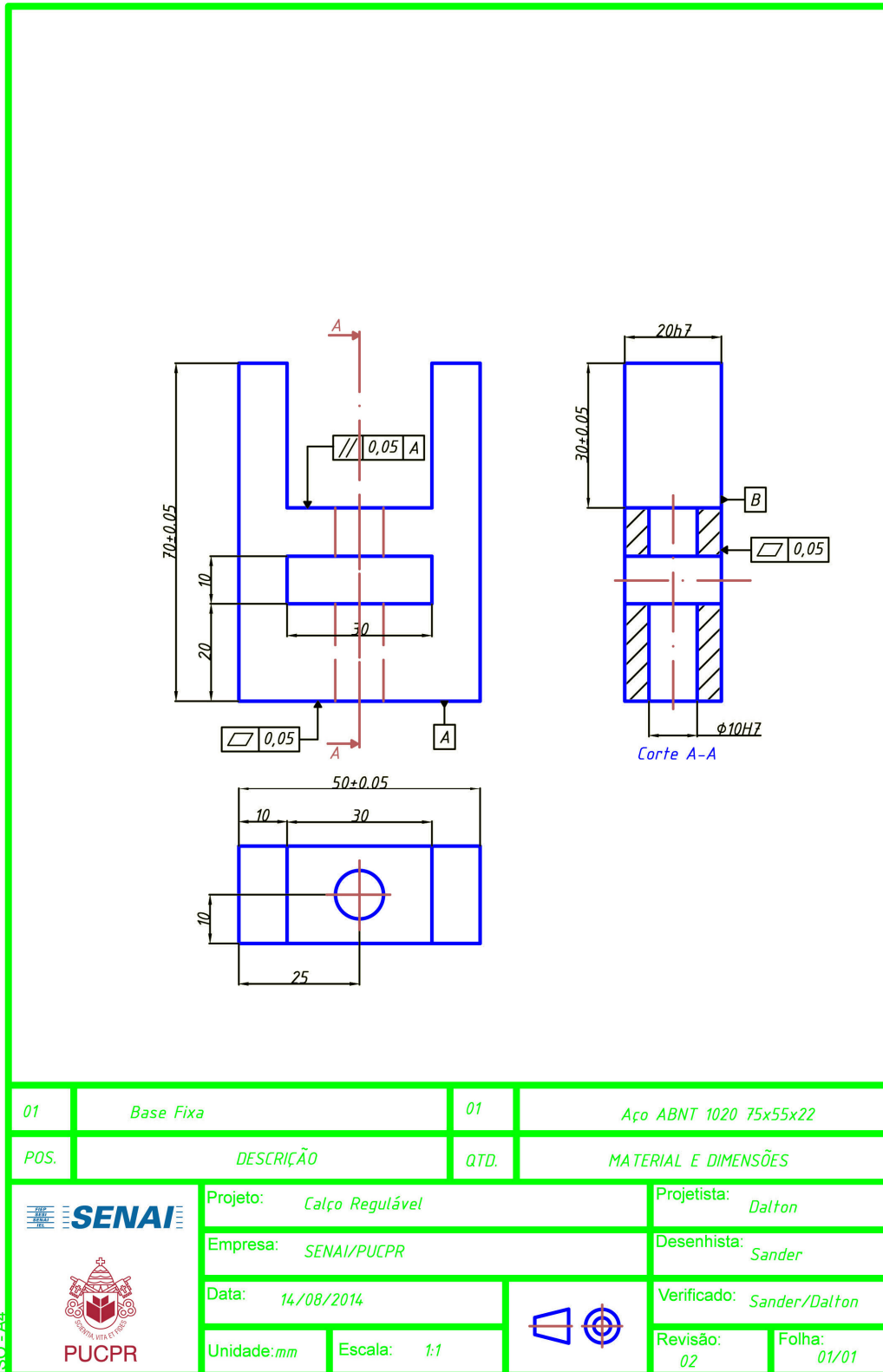


Figura 2 - Detalhamento técnico utilizado no arquivo teste.
Fonte: os autores.

O experimento se resume em abrir o arquivo teste em cada um dos softwares de sistema CAD da Tabela 2 e identificar as possíveis falhas ou erros. Uma reaplicação do experimento foi necessária para a confirmação dos dados.

4 Resultados

Para cada experimento o arquivo teste em formato DWG, nativo do AutoCAD 2014, foi aberto, importado ou inserido. Os problemas identificados estão apresentados por software de sistema CAD para uma melhor compreensão.

4.1 BricsCAD

O arquivo teste foi aberto e as informações referente a representação das vistas ortogonais, linhas e cores, cotação, tolerâncias dimensionais e hachura tiveram os dados preservados. Para as tolerâncias geométricas e acabamento superficial os dados foram preservados, mas não permitiam sua edição. As imagens da legenda foram apagadas. A fonte ISOCPEUR não foi reconhecida e alterada para o formato Arial, distorcendo o alinhamento dos textos da legenda. Não foi permitida a edição dos atributos na legenda e lista de materiais.

4.2 DraftSight e ZW CAD

O arquivo teste abriu sem nenhum problema permitindo a leitura dos dados e também a edição deles.

4.3 Easy CAD e MicroStation

Estes softwares de sistemas CAD não apresentaram compatibilidade com arquivos do formato DWG, nativo do AutoCAD 2014. Em ambos foi criado um arquivo novo e utilizados os comandos de “importar” ou “inserir” o arquivo teste, e, mesmo com este procedimento, a resposta foi de erro.

4.4 ProgeCAD

Abriu o arquivo teste mas as tolerâncias geométricas e acabamento superficial não permitiam a edição. A imagem foi apagada. Os textos da legenda e lista perderam a acentuação, as palavras acentuadas foram substituídas por um ponto de interrogação, mas foram preservados os atributos aplicados na legenda e lista.

4.5 QCad

O arquivo teste foi aberto e as informações referentes a representação das vistas ortogonais, linhas e cores, cotação, tolerâncias dimensionais e hachuras não foram preservadas. As linhas tracejadas e traço ponto foram tratadas como contínuas. O software não reconheceu a simbologia de tolerâncias dimensionais, geométricas e acabamento superficial. A imagem foi apagada. Os textos da legenda e lista tiveram uma alteração na fonte e os atributos aplicados não puderam ser editados.

4.6 Solid Edge 2D Drafting

Neste software as três vistas ortogonais representadas tiveram as arestas invisíveis representadas com linhas contínuas. Nenhum outro tipo de linha foi representado da forma correta, o software considerou todas as linhas contínuas e com a mesma espessura (0,35 mm). Houve a inversão das setas que representam o limite da cota em algumas dimensões. Nas tolerâncias dimensionais o software acrescentou mais duas casas decimais após a vírgula. A imagem foi apagada. A fonte ISOCPEUR não foi reconhecida no formato itálico, alterado para o formato regular automaticamente, e, distorceu o alinhamento dos textos da legenda. Na legenda e lista de materiais não é possível editar os atributos.

4.7 TurboCAD

Apenas os textos da legenda e lista tiveram uma alteração na fonte, que passou a ser a fonte Times New Roman, ocasionando a distorção do alinhamento dos textos.

4.8 Síntese dos erros e falhas

As informações contidas no arquivo teste serviram de indicadores para o levantamento dos problemas, que podem vir a ser classificados como “falha” (comportamento operacional do software diferente do esperado) ou “erro” (manifestação concreta de um defeito no software). Para cada problema encontrado pode-se ter pequenas alterações para adequação, ou, a necessidade de refazer todo o trabalho anterior dependendo do software de sistema CAD utilizado. Os problemas levantados estão apresentados de um modo simples na Tabela 3.

Todos os softwares de sistema CAD utilizados nos testes apresentaram alguma falha ou erro. Para os erros não há nada o que fazer e isso demonstrou a incompatibilidade com o arquivo teste no formato DWG nativo do AutoCAD na versão 2014. Já para algumas falhas de linhas gerais, dimensionamentos, simbologias, textos

e imagem, a correção pode ser feita de forma simples, mas existem falhas dos mesmos indicadores que não há outra maneira de corrigir a não ser que sejam refeitos.

Tabela 3 - Indicadores x sistemas CAD

	BricsCAD	DraftSight	Easy CAD	MicroStation	ProgeCAD	QCad	S.E. 2D Drafting	TurboCAD	ZW CAD
Desenho (Vistas ortogonais, vistas auxiliares, secções e detalhes)	-	-	2	2	-	1	1	-	-
Linhas Gerais (Tipos de linhas, espessuras e cores)	-	-	2	2	-	1	1	-	-
Dimensões (Cotagem e tolerâncias dimensionais)	1	-	2	2	1	1	1	-	1
Símbolos (Diedros, hachuras, tolerâncias geométricas e acabamento superficial)	1	-	2	2	1	1	1	-	1
Textos (Legenda, lista e notas)	1	-	2	2	1	-	1	1	1
Imagem	1	-	2	2	1	1	1	-	-
(-) Dados preservados fielmente ao original Fonte: os autores.	(1) Falhas		(2) Erro						

5 Conclusão

Antes de se tratar propriamente da conclusão deste trabalho cabe a consideração de que o intuito jamais foi o de apresentar o melhor sistema CAD 2D, de fazer publicidade para algum dos sistemas CAD utilizados, ou, mesmo a comparação entre eles.

Este trabalho é uma contribuição aos profissionais que fazem uso de sistema CAD envolvidos no desenvolvimento de produtos e que constantemente tem de refazer trabalhos no formato DWG por problemas de compatibilidade entre diferentes softwares de sistema CAD. Dessa forma, o objetivo foi alcançado e foram identificados problemas de intercambialidade a partir de um arquivo teste em formato DWG, nativo do AutoCAD, da empresa Autodesk, com outros sistemas CAD de mesma categoria.

As trocas de arquivos no formato DWG sem que venham a ocorrer falhas vem sendo minimizados pelas empresas que desenvolvem sistemas CAD. A total compatibilidade dificilmente ocorrerá para todos e é devido a empresa Autodesk ter os direitos reservados para o formato DWG.

Os experimentos realizados foram bastante simples dado o objetivo do trabalho e envolveram apenas um arquivo teste aplicados a vários sistemas CAD. Há a possibilidade de se realizar o trabalho de forma inversa ou ampliá-lo envolvendo os sistemas CAD 3D. Permite também um estudo com as possibilidades de resolução

para os problemas levantados, considerando as normas técnicas e os softwares CAD utilizados neste trabalho.

Agradecimentos

Agradecemos ao apoio das empresas que nos disponibilizaram o uso dos softwares de sistema CAD utilizados neste trabalho, a Faculdade de Tecnologia SENAI CIC e a Escola Politécnica da Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 10067**: Princípios gerais de representação em desenho técnico. Rio de Janeiro, 1995.

_____. **NBR 12298**: Representação da área de corte por meio de hachuras em desenho técnico. Rio de Janeiro, 1995.

_____. **NBR 10126**: Cotagem em desenho técnico. Rio de Janeiro, 1987.

_____. **NBR ISO 2768-1**: Tolerâncias gerais – Parte 1 – Tolerância para dimensões lineares e angulares sem indicação de tolerância individual. Rio de Janeiro, 2001.

_____. **NBR ISO 2768-2**: Tolerâncias gerais – Parte 2 – Tolerância para dimensões lineares e angulares sem indicação de tolerância individual. Rio de Janeiro, 2001.

_____. **NBR 6409**: Tolerâncias geométricas – Tolerâncias de forma, orientação, posição e batimento - Generalidades, símbolos, definições e indicações em desenho. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 6405**: Indicação de estado de superfície em desenhos técnicos. Rio de Janeiro, 1984.

_____. **NBR 8403**: Aplicação de linhas em desenhos – Tipos de linha - Larguras de linha. Rio de Janeiro, 1984

_____. **NBR 10068**: Folha de desenho – Leiaute e dimensões. Rio de Janeiro, 1987.

_____. **NBR 8196**: Desenho técnico emprego de escalas. Rio de Janeiro, 2000.

AUTODESK. Autodesk DWG. Disponível em <http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/pc/index?id=6703438&siteID=123112> Acessível em 25 de Novembro de 2013.

BACK, Nelson et al. Projeto integrado de produtos. **Planejamento, concepção e modelagem**. São Paulo, Ed Manole, p. 32-43, 2008.

BARBOSA FILHO, A. N. **Projeto e desenvolvimento de produtos**. São Paulo: Atlas, p.120-122, 2009.

BAXTER, M.R. **Projeto de Produto: guia prático para o design de novos produtos**. Ed. Edgard Blücher, 5^o ed, São Paulo, p. 1-6, 2008.

BENTLEY SYSTEMS. Microstation. Disponível em <http://www.bentley.com> Acessível em Fevereiro de 2014.

BORDALO, S.N., FERZIGER, J.H. e KLINE, S.J. The Development of Zonal Models for Turbulence. **Proceedings of the 10th Brazilian Congress of Mechanical Engineering**, Vol. 1, Rio de Janeiro, p. 41-44,1989.

BRICSYS. BricsCAD. Disponível em <http://www.bricsys.com/bricscad/> Acessível em Fevereiro de 2014.

CABRAL, Sandro. Analisando a reconfiguração da cadeia de produção de pneus no Brasil pela economia dos custos de transação. **Revista Gestão & Produção**, v. 11, n. 3, p. 373-384, 2004.

DASSAULT SYSTÈMES. DraftSight. Disponível em <http://www.solidworks.com/sw/products/draftsight/> Acessível em Fevereiro de 2014.

DE SOUZA, A.F., COELHO, R.T. Tecnologia CAD/CAM-Definições e estado da arte visando auxiliar sua implantação em um ambiente fabril. **XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção-Ouro Preto, MG**, 2003.

IMSI/DESIGN. TurboCAD. Disponível em <http://www.turbocad.com> Acessível em Fevereiro de 2014.

KLEIN, L.; BROGUEIRA, J. G.; LOPES M. Projetos em 2D dão lugar à comunicação visual, **Revista CADesign**, Ano 10, Nº 100, p. 16-17, 2004.

PRESSMAN, Roger S. Software Engineering: A Practitioner's Approach. McGraw Hill, 6º ed, **New York**, 2005.

PROJESOFT. ProjeCAD. Disponível em <http://www.projesoft.com.tr> Acessível em Fevereiro de 2014.

RADATZ, Jane; GERACI, Anne; KATKI, Freny. IEEE standard glossary of software engineering terminology. **IEEE Std**, v. 610121990, p. 121990, 1990.

RIBBON SOFT. QCAD. Disponível em <http://www.qcad.org> Acesso em Março de 2014.

SIEMENS PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT SOFTWARE. Solid Edge 2D Drafting. Disponível em <http://www.plm.automation.siemens.com> Acessível em Fevereiro de 2014.

SILVA et al. **Desenho Técnico Moderno**, LTC, 4º ed, Rio de Janeiro, p. 7-24, 2011.

SMARTDRAW. Easy CAD. Disponível em <http://www.smartdraw.com> Acessível em Fevereiro de 2014.

ZWSOFT. ZW CAD. Disponível em <http://www.zwcad.com.pt> Acessível em Fevereiro de 2014.