

**Optimização da Documentação e das Bases de Dados de Projecto**  
**Realizado no Departamento de Desenvolvimento da CaetanoBus**

*Ricardo Filipe Moreira Monteiro: [em99049@fe.up.pt](mailto:em99049@fe.up.pt)*

**Relatório do Projecto Final do MIEM**

Orientador na CaetanoBus: Engenheiro Mário Dias Filipe Fernandes

Orientadores na FEUP: Prof. Paulo Tavares de Castro e Prof. Joaquim Oliveira Fonseca



**FEUP**

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto**

**Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica**

Julho de 2008

## **Resumo**

Este relatório apresenta o estudo de optimização da documentação e das bases de dados de projecto, desenvolvido durante um estágio curricular no Departamento de Desenvolvimento (ENG) da empresa CaetanoBus.

O estudo desenvolvido incidiu essencialmente sobre o sistema integrado de gestão da CaetanoBus – SAP e sobre a base de dados do software de CAD – SolidWorks. O SAP gere a documentação que é enviada para fornecedores e o SolidWorks é a ferramenta de desenho usada actualmente.

Analisando o histórico de projectos registados no SAP, foram detectados factores que eventualmente podem causar perdas de tempo fundamentais. Em relação à base de dados do SolidWorks, foram analisados problemas que resultam da sua grande dimensão e que implicam também perdas de tempo importantes.

Espera-se que este trabalho permita melhorias na qualidade do produto e que se afirme como base para estudos futuros.

## **Agradecimentos**

O trabalho aqui descrito e o seu sucesso, nunca seriam possíveis sem a contribuição de certos intervenientes, ainda que alguns não tenham tido essa percepção.

Assim, agradeço à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e à empresa CaetanoBus que, por mútuo acordo, criaram condições de excelência para a realização deste estágio.

Manifesto o maior apreço às personalidades que acompanharam este projecto, nomeadamente, ao engenheiro orientador da CaetanoBus, Mário Dias Filipe Fernandes e aos engenheiros supervisores da FEUP, Paulo Tavares de Castro e Joaquim Oliveira Fonseca.

Agradeço o acolhimento hospitaleiro e a simpatia de todo o pessoal da CaetanoBus, em particular do pessoal do Departamento de Desenvolvimento (ENG), onde este trabalho foi desenvolvido.

Desejo também agradecer à minha família todo o apoio e incentivo durante toda a minha formação.

## **Índice**

1 – Introdução	1
1.1 – História	1
1.1.1 – Autocarro	1
1.1.2 – CaetanoBus	2
1.2 – Objectivos	4
1.3 – Planificação das actividades do Estágio	6
2 – Descrição geral das fases de Projecto no ENG	7
3 – Gestão actual de documentos	9
3.1 – SolidWorks	9
3.1.1 – Descrição	9
3.1.2 - Criação e gestão actual de peças em SolidWorks	9
3.1.3 – Factores importantes na gestão de ficheiros SolidWorks	11
3.2 – SAP	11
3.2.1 – Bases de dados SAP	11
3.2.2 – Factores importantes no SAP	14
4 – Histórico de projectos	15
4.1 – Winner MB OC500 RF 12.4M	15
4.1.1 – Significado dos níveis da lista técnica	16
4.2 – Tourino LHD EIV 9,5t s/ Dir c/ WC+COZ	19
5 – Tratamento e gestão da informação recebida pelo fornecedor	21
5.1 – Recepção da encomenda	21
5.2 – Tratamento da informação contida na encomenda	21
6 – Conclusões relativamente ao estado actual	23
7 – Soluções a implementar	25
7.1 – Cut-List	25
7.1.1 – Deficiências da Cut-List	26
7.1.2 – Soluções para as deficiências da Cut-List	27
7.2 – PDMWorks	27
7.2.1 – Definição de PDM	27
7.2.2 – PDMWorks Enterprise e Workgroup	28
7.2.3 – PDMWorks Enterprise	28
7.2.4 – Conclusões PDMWorks	29
7.3 – Organização dos ficheiros SolidWorks no futuro	29
7.4 – Exemplificação de soluções possíveis a adoptar nos projectos futuros	30
7.4.1 – 3D em vista isométrica	30
7.4.2 – Cut-List	33
7.4.3 – Lista de Corte	33
8 – Conclusões finais	34
9 – Bibliografia	35
Anexo A – Lista técnica Winner MB OC500 RF 12.4M	36

Anexo B – Desenho complexo Winner	37
Anexo C – Desenho complexo Tourino	38
Anexo D – Lista de corte IPE	39
Anexo E – Cut-List fornecida automaticamente pelo SolidWorks	43
Anexo F – Vista isométrica com números de posição	44
Anexo G – Lista de corte do estrado	45

# 1 Introdução

O presente estudo decorreu no Departamento de Desenvolvimento (ENG) da empresa CaetanoBus – Fabricação de Carroçarias S.A., em Vila Nova de Gaia e está inserido no contexto da disciplina de Projecto do 5º ano (Opção de Projecto e Construção Mecânica) do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP). A CaetanoBus dedica-se ao fabrico de carroçarias para autocarros com os mais variados fins, desde urbanos a autocarros para aeroportos.

O supervisionamento fica a cargo do Eng.º Filipe Fernandes da CaetanoBus e dos Engenheiros Paulo Tavares de Castro e Joaquim Oliveira Fonseca da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

## 1.1 História

### 1.1.1 Autocarro

A produção de veículos de transporte sofreu grande evolução ao longo dos tempos. Os primeiros autocarros eram fabricados praticamente em madeira e algumas partes metálicas. O primeiro autocarro a circular em Estocolmo em 1899 (figura 1), teve utilização limitada a apenas oito dias, devido ao elevado barulho provocado pelas suas rodas de madeira, revestidas a ferro rolando no pavimento; só em 1922 é que um autocarro voltaria a operar nesta capital.



**Figura 1 – Primeiro autocarro a circular em Estocolmo**

Entretanto os autocarros sofreram várias evoluções, tendo sido grande parte da estrutura em madeira substituída por perfis e chapas de aço, por revestimentos plásticos e compósitos, entre outros materiais. A evolução durante mais de 100 anos resultou em melhorias a nível de métodos de construção, de materiais utilizados e de novas tecnologias, permitindo autocarros mais seguros, confortáveis, duradouros e leves.

A investigação e desenvolvimento no âmbito da engenharia tornam-se cada vez mais importantes na estratégia de uma empresa. Uma empresa ciente de uma política inovadora saberá utilizar os conceitos de engenharia, com recurso a novas tecnologias apoiadas por computadores cada vez mais poderosos, mas nunca se abstendo de considerar as limitações das novas aplicações.

As preocupações ambientais, têm vindo a ser cada vez mais notórias e em consequência a diminuição da libertação de gases para a atmosfera e a reciclagem de materiais são conceitos cada vez mais importantes conduzindo a um comportamento das empresas e das pessoas em geral mais amigo do ambiente. Assim, as empresas construtoras de veículos têm vindo a tentar comercializar veículos menos poluentes (figura 2), mais económicos e portanto mais leves sem diminuir o seu nível de segurança passiva bem com a sua durabilidade, aumentando assim a qualidade e competitividade dos seus produtos.



**Figura 2 – Autocarro a funcionar a hidrogénio, Porto - 2004**

### **1.1.2 CaetanoBus**

As origens da CaetanoBus remontam a 1946, ano em que nasce a empresa Martins, Caetano & Irmão, Lda., para fabrico de carroçarias de autocarros com estrutura totalmente em madeira.

Em 1951 a empresa passa a designar-se apenas por Martins & Caetano. Os métodos de construção mudam e a empresa passa a utilizar uma nova técnica mista de construção de carroçarias com perfis de aço e madeira.

Posteriormente o fabrico passa a ser totalmente metálico, ao melhor estilo e nível europeu.

Em 1961, a Martins & Caetano estabelece um acordo tecnológico com a empresa inglesa Metro Cammell Weymann. A empresa introduz em Portugal técnicas inovadoras de construção, que lhe trouxeram fama de produtor de qualidade acima da média.



**Figura 3 – Autocarro da década de 60, S. Caetano**

Em 1966, a firma passa a denominar-se Salvador Caetano – Indústrias Metalúrgicas e Veículos de Transporte, SARL. A Salvador Caetano lança-se no mercado da exportação, tendo muitos dos seus veículos passado a circular na Grã-Bretanha. As primeiras exportações de autocarros ocorreram em 1967.

Em 1968 a Salvador Caetano passa a representar a Toyota. A empresa passou a ter uma outra actividade para além da produção de autocarros. Nos anos 80, a empresa diversifica as áreas de negócio. São realizados investimentos nas áreas da construção civil, imobiliário, banca, comércio, pesca e na prestação de diversos serviços.

Nos finais dos anos 90 a produção de autocarros representa 9% das receitas totais do grupo Salvador Caetano.

No início do novo milénio a área de produção de autocarros é autonomizada e criada a CaetanoBus – Fabricação de Carroçarias, SA. A CaetanoBus resulta de uma parceria estratégica entre o grupo Salvador Caetano, através da Saltano SGPS, e a EvoBus, do grupo Daimler Chrysler, formalizada em Setembro de 2001. A actividade da CaetanoBus inicia-se em Janeiro de 2002.

No ano de 2007 o volume de vendas ultrapassa as 600 unidades, representando o modelo Cobus (figura 4) quase 50% das vendas.



**Figura 4 – Cobus 3000, CaetanoBus**

Actualmente a fábrica ocupa uma área total de 150 000 m<sup>2</sup> (figura 5), sendo 50 000 m<sup>2</sup> cobertos. Esta área dispõe de 5 naves principais, sendo duas de montagem (uma de montagem de modelos em produção e outra para desenvolvimento de protótipos), uma de pintura, uma de acabamentos e finalmente uma de retoques finais. Existem ainda os armazéns de peças, materiais, tintas e dos comerciais pós-vendas.



**Figura 5 – Instalações da CaetanoBus**

As carroçarias produzidas pela CaetanoBus são montadas sobre chassis de várias marcas e com diferentes especificações, consoante as exigências dos clientes. O destino da maioria dos produtos da empresa é a exportação, salientando-se os mercados Alemão, Inglês e Espanhol. Sendo esta empresa uma referencia, a nível nacional no sector de actividade no qual se enquadra.

A CaetanoBus produz actualmente carroçarias de autocarros de turismo, circulação suburbana, circulação interurbana, circulação em aeroportos e mais recentemente autocarros de dois pisos que se destinam ao mercado oriental.

Enquanto criador e fabricante de carroçarias para autocarro, a CaetanoBus aposta na relação qualidade-preço, de forma a satisfazer totalmente as exigências dos clientes. Para tal, tem vindo a investir na melhoria contínua da produção e numa eficiente utilização dos seus recursos.

## **1.2 Objectivos**

Os objectivos deste estágio foram previamente definidos no protocolo estipulado entre a FEUP e CaetanoBus. O autor deve então, cumprir tais objectivos, de modo a tornar este projecto vantajoso para todas as partes envolvidas.

O estágio tem o fim de interligar os alunos com o mundo do trabalho, valorizando grandemente os seus conhecimentos profissionais e pessoais. Agora, as bases aprendidas na faculdade ganham sentido, conseguindo-se uma integração mais capaz dos alunos no mercado de trabalho.

A empresa fica também a ganhar, uma vez que, tem acesso ao conhecimento das Faculdades e consegue um estudo do produto que comercializa, podendo este tornar-se, assim, mais competitivo em relação à concorrência.

Na CaetanoBus, conceitos como optimização, gestão, organização, evolução, rapidez e custos são temas cuja importância tem vindo a crescer cada vez mais nos últimos projectos. A implementação destes conceitos poderá ser conseguida com o recurso a novas tecnologias. Mas, mais importante do que possuir uma nova tecnologia, será tirar o máximo partido e

rendimento da tecnologia que se possui, pois, o uso indevido e a má implementação desta poderá até criar prejuízos e atrasos.

É então, necessário criar estratégias de implementação das tecnologias adquiridas e interpretar correctamente os seus resultados. Só assim será possível a criação de “know-how” levando as empresas a uma cota de mercado importante, mantendo-se ao nível e se possível acima da concorrência.

Este tema tem especial importância no ENG, onde diariamente é criada uma grande quantidade de documentação (3D, desenhos, listas técnicas, ficheiros do Microsoft Office...), que é armazenada em bases de dados já de grandes dimensões. Assim este trabalho tem como objectivos:

- Inicialmente, conhecer a organização actual de toda a documentação e das bases de dados de projecto, bem como, a gestão usada em projectos anteriores, com especial incidência no sistema integrado de gestão da CaetanoBus (SAP) e nos ficheiros de SolidWorks, uma vez que este é o software de desenho usado.
- Posteriormente serão consideradas soluções para optimização da referida documentação, de forma a conseguir:
  - Acesso fácil e rápido a documentos
  - Reutilização simples de documentos
  - Evitar a existência de informação redundante.

Para conseguir satisfazer completamente os objectivos referidos, será necessário satisfazer os seguintes requisitos:

- Conhecer a realidade organizacional e a dinâmica de trabalho de uma grande empresa e a relação humana e profissional com as pessoas que nela trabalham.
- Compreender a interligação de vários conceitos e áreas da Engenharia Mecânica.
- Conhecimento dos principais segmentos da fabricação e construção de carroçarias dos autocarros.
- Conhecer o método de trabalho e o circuito da informação relevante para as actividades de projecto, desde a entrada no ENG até à consequente aplicação directa dos seus resultados;
- Aprendizagem de novos softwares. Neste estágio foi necessário estudar o software SolidWorks de modelação 3D, para posterior análise da sua base de dados.
- Visualização de materiais, documentos e listas técnicas no sistema integrado de gestão da CaetanoBus (SAP), com vista a optimizar o seu uso.

### 1.3 Planificação das actividades do estágio

O estágio curricular decorreu durante cerca de cinco meses conforme o plano seguinte:

Tabela 1 – Plano de actividades do estágio

Tarefas	Semanas de 2008																				
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	█	█	█	█																	
2				█	█	█	█	█	█												
3								█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█			
4																		█	█	█	█

1. Formação em SolidWorks
2. Caracterização da organização actual da documentação dos projectos.
3. Consideração de possibilidades para melhoria e evolução a aplicar na base de dados dos documentos de projecto.
4. Desenvolvimento do relatório de estágio.

## 2 Descrição geral das fases de projecto no ENG.

No seguinte fluxograma é possível conhecer de uma forma geral as várias fases de projecto na actualidade:

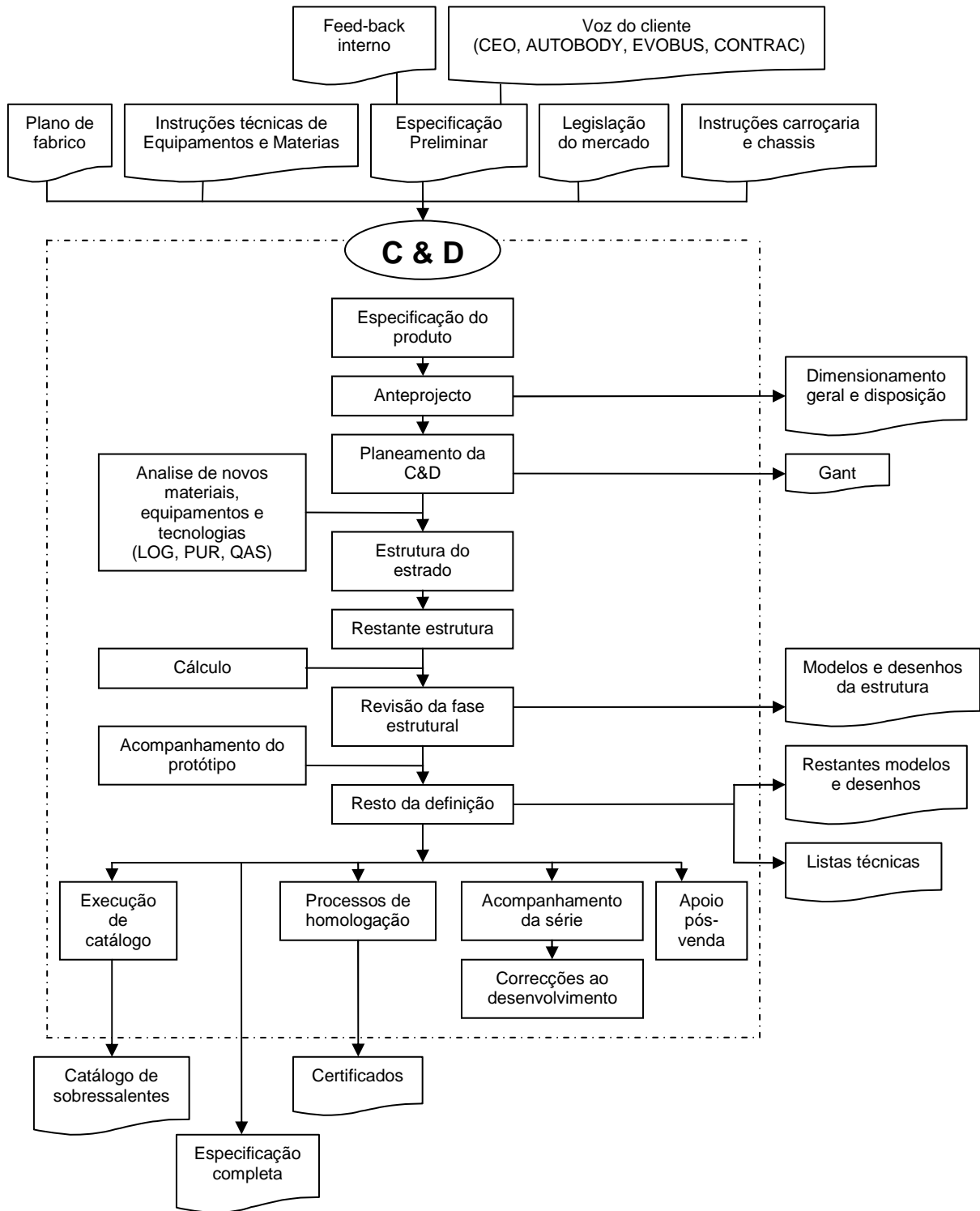


Figura 6 – Fases de Projecto no ENG

Tudo começa com o pedido do cliente – Voz do cliente (CEO, AUTOBODY, EVOBUS, CONTRAC) – onde este informa a CaetanoBus sobre os requisitos gerais do produto, tal como o facto do autocarro ter pavimento de cor predefinida, feito no material predefinido, ou então, pode mesmo definir com maior rigor certas particularidades do autocarro, tal como uma lotação de  $x$  lugares, em que  $y$  são lugares sentados e os restantes são em pé.

O pedido inicial do cliente permite de imediato criar uma especificação preliminar do produto, onde ficam definidas as principais exigências sem muito detalhe. Esta especificação paralelamente com o Plano de Fabrico, as Instruções técnicas de Equipamentos e de Materias, a Legislação do mercado e as Instruções de carroçaria e de chassis, permitirão criar uma Especificação do Produto mais detalhada. Esta, marca o início da Concepção e Desenvolvimento (C&D). Inicia-se então, a fase de Anteprojecto onde surgem os primeiros desenhos de Dimensionamento e de Disposição geral, e é feito um planeamento das datas e da duração das actividades (gráfico de Gant) da C&D.

Para definir a estrutura do autocarro é feita a análise de materiais, equipamentos e tecnologias (LOG, PUR, QAS).

Conhecendo os materiais a usar, pode ser iniciada a fase de cálculo ficando assim completamente definida a estrutura do autocarro. Surge entretanto a restante definição, nomeadamente, modelos, desenhos e listas técnicas.

Com o acompanhamento da série, neste momento ficam reunidas as condições para fazer eventuais correcções ao desenvolvimento e consequentemente à Especificação do Produto.

Quando o produto for considerado completo, ou seja, sem necessidade de correcções poderão ser criados os seguintes documentos:

- Catálogo de sobressalentes
- Especificação completa
- Certificados.

O produto pode agora ser entregue ao cliente que posteriormente terá acesso ao Apoio pós-venda.

Tendo em conta a grande quantidade de processos referidos, é perfeitamente aceitável que seja criada uma grande quantidade de documentação e de vários tipos. É importante agora, analisar e descrever em concreto a criação e o tratamento de documentos no dia-a-dia.

## **3 Gestão actual de documentos**

Actualmente, a maioria da documentação movimentada na CaetanoBus é respeitante à ferramenta de desenho SolidWorks e ao sistema integrado de gestão SAP.

### **3.1 SolidWorks**

#### **3.1.1 Descrição**

O SolidWorks é uma ferramenta de CAD (computer-aided design), desenvolvida pela SolidWorks Corporation, adquirida em 1997 pela Dassault Systemes S.A., para os sistemas operativos Windows.

O SolidWorks baseia-se em computação paramétrica, criando formas tridimensionais a partir de formas geométricas elementares, sendo possível alterá-las em qualquer altura do processo de modelação.

No ambiente do SolidWorks, a criação de um sólido ou superfície começa tipicamente com a definição de um esboço 2D ou 3D. É possível definir a conectividade e certos relacionamentos geométricos entre vértices e curvas, no esboço e fora deste. É igualmente importante referir que há três etapas distintas na execução de um projecto em SolidWorks. A primeira é a concepção das várias peças (part) em ficheiros separados; a segunda é a montagem (assembly) das mesmas num novo ficheiro; e a terceira é a criação das vistas (drawing) das várias peças e da montagem. Todas estas características permitem simplificar o processo de projecto e desenvolvimento e consequentemente uma maior rapidez.

O SolidWorks oferece ainda, ferramentas de análise estrutural COSMOS totalmente integradas e fáceis de usar, que permitem testar vários cenários hipotéticos (“what if”) e otimizar projectos no próprio SolidWorks. Essas ferramentas permitem validar projectos em condições do mundo real melhorando a qualidade do produto e reduzindo custos.

Veremos de seguida como são arquivados os documentos de SolidWorks e como é gerida a informação a enviar aos fornecedores.

#### **3.1.2 Criação e gestão actual de peças em SolidWorks**

Neste momento verifica-se que existe uma grande quantidade de ficheiros relativos a este programa (mais de 40.000):

- Part: 30500
- Assembly: 6100
- Drawing: 8000

Cada utilizador tem acesso a todos os ficheiros através de intranet.

Actualmente não existem regras específicas para nomear e organizar os ficheiros de SolidWorks. Estes estão distribuídos por vários directórios e juntamente com outros tipos de

ficheiros. Cada utilizador define individualmente a organização que deseja. Assim, na base de dados do SolidWorks encontram-se diferentes tipos de organização:

- Por produto (ex: Interurbano, Cobus, Levante, Winner, Tourino...).
- Por peça (ex: perfis – C, L, U, IPE, IPN...; fechos; tampas; monte partes; espelhos...): Agrupamento de ficheiros, que têm a mesma função ou forma.
- Por tipo de ficheiros (ex: 3D, 2D e assembly): Agrupar ficheiros do mesmo tipo.
- Por autor: Agrupar os ficheiros criados por cada pessoa.
- Por data: Organizar ficheiros pela data da última alteração.
- Por número de identificação (ex: 51786401\_00, 51786401\_02...): Cada ficheiro está associado a um número específico.
- Por número de grupo construtivo (ex: 550, 562, 574...): Cada ficheiro está associado a um número de grupo construtivo.
- Por conjunto (ex: Cokpit, painel direito/esquerdo, estrado, suporte bateria...): Os ficheiros estão agrupados conforme o conjunto (ou assembly) a que pertencem.

Pode-se ver na figura 7, exemplos da organização actual dos ficheiros de SolidWorks

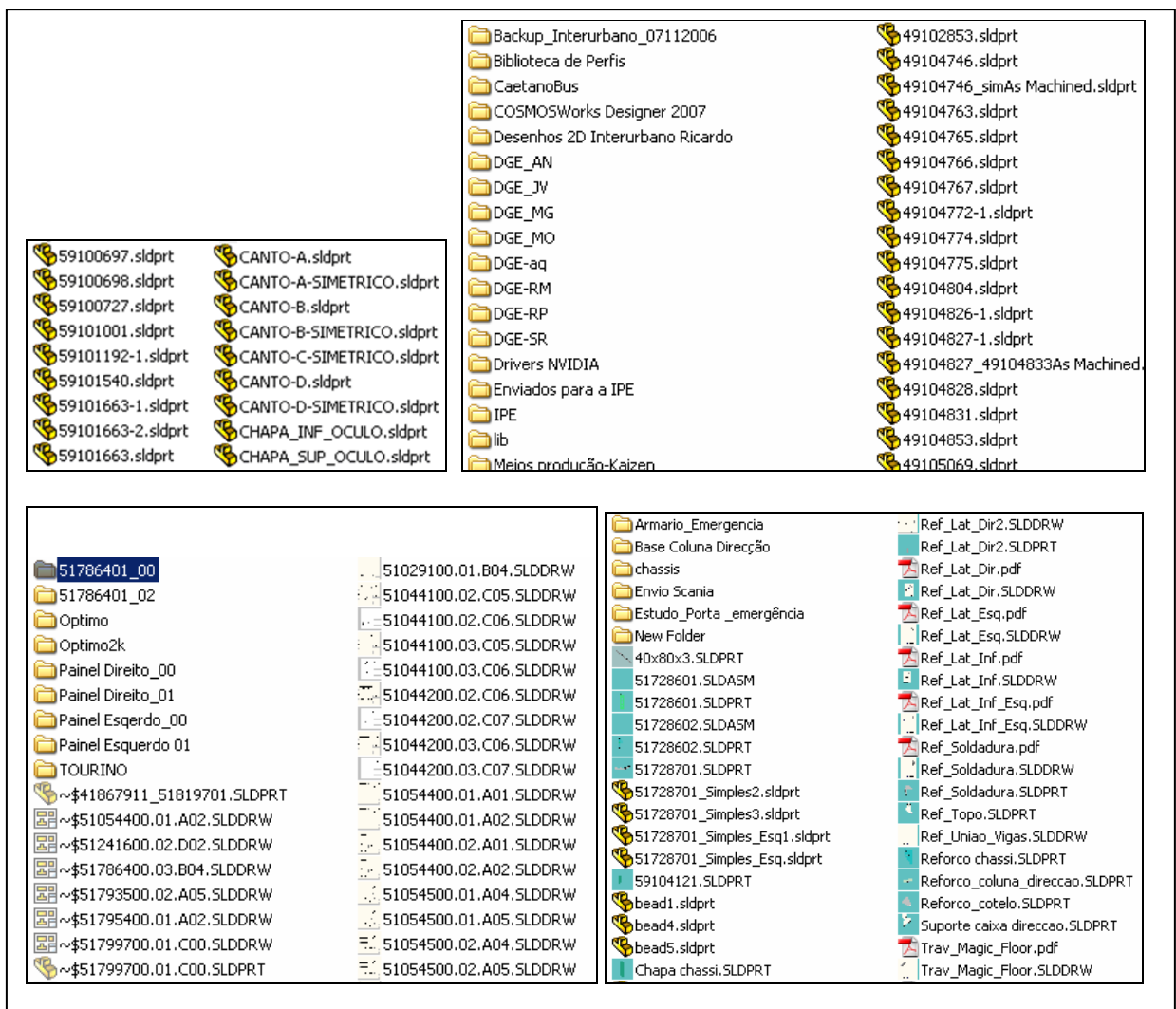


Figura 7 – Diferentes organizações na base de dados do SolidWorks

### **3.1.3 Factores importantes na gestão de ficheiros SolidWorks**

A organização actual, tem os seguintes inconvenientes:

- Dificuldade em saber quais são as últimas versões
- Dificuldade na pesquisa
- Perda e alteração indesejada de ficheiros
- Perda de tempo excessiva pois os utilizadores trabalham directamente sobre a rede
- Não há qualquer limitação de acessos o que pode permitir alterações e divulgações indesejadas de ficheiros.
- O histórico de revisões não está assegurado.
- Dificuldade na migração da base de dados para outros suportes físicos
- Difícil reutilização e edição de peças.
- Não é possível anexar aos projectos outros tipos de ficheiros (ficheiros do Microsoft Office, imagens, PDF, etc).

## **3.2 SAP**

A gestão de encomendas para fornecedores é feita pelo software SAP.

No SAP existem várias bases de dados e entre elas são estabelecidas relações, que são definidas pelo utilizador.

### **3.2.1 Bases de dados do SAP**

As bases de dados existentes no SAP são:

#### **➤ Modificação**

Sempre que se deseja registar (material e/ou documento) ou modificar algo no SAP é necessário criar um número de modificação, que é válido durante um dia. Para fazer alguma alteração após esse período, é obrigatório criar novo número de modificação.

Quando se cria um número de modificação é necessário introduzir os seguintes dados:

- Número de modificação (exemplo: M10000161119).
- Nome da modificação (exemplo: JP-COBUS 3001).
- Validade a partir da qual se pode iniciar a modificação.
- Motivo de modificação (exemplo: SEMANA 12/2008).
- Status do nº de modificação (exemplo: 01).

## ➤ **Material**

Para inserir um material é necessário introduzir os seguintes dados:

- Número de material (ex: 50007201).
- Designação do material (VIDROS-SPL PLN CINZENTO)
- Unidade de medida básica (ex: PC).
- Grupo de mercadorias (ex: 04).
- Classe (grupo construtivo) (ex: 524).
- Compras:
  - Grupo de compradores (ex: A20).
  - Chave-valors.compras (ex: Z1).
  - Tempo de process.EM (dias).
- Dados centro/armazenamento:
  - Código inventário IR (ex: B).
- Relação com documentos (pode ser criada aqui ou quando o documento for criado):
  - Mostra os documentos necessários para produzir o material em questão.

## ➤ **Documento**

Para inserir um documento é necessário introduzir os seguintes dados:

- Dados documento:
  - Número do documento.
  - Descrição ex: APLIC EXT SUP PALAS.
  - Status documento ex: FR – liberado
  - Responsável (código e nome)
  - Lab./escritório ex: Turismo.
  - Originais:
    - Localização do documento ex: Ctg. Arquivo PC4.
    - Disponibilidade do documento (bloqueado ou não).

- Relações de objectos: aqui são mostrados os materiais que têm relações com o material a que se refere o documento (ex: o documento PARAB LAMINADO WINDSCREEN PARSON GREEN tem a seguinte relação de objectos: PARABRISA LAMINADO INCOLOR EURO 2004, Molde em aço para-brisas WINNER/LEVANTE).
- Relação com material (pode ser criada aqui ou no momento em que o material é criado): mostra o material definido pelo documento.

### ➤ **Famílias de variantes**

Cada família de variantes engloba um conjunto de peças semelhantes, ou seja, estas possuem a mesma forma variando apenas as suas dimensões. Isto permite que para cada família de variantes exista apenas um desenho (ou documento) onde estão discriminadas as dimensões de cada variante.

As peças pertencentes à mesma família têm os primeiros dígitos iguais (imposto pelo utilizador).

Cada família de variantes contém os seguintes dados:

- Números das peças que pertencem a cada família.
- Número do desenho
- Número do grupo de lista técnica
- Descrição da família (ex: VIDROS DPL CURVOS INCOL/BRZ).
- Última modificação grupo (ex: M10000111223).
- Última versão do documento (ex: 02)

### ➤ **Lista técnica**

A lista técnica mostra todos os componentes e subcomponentes de um determinado material, bem como todas as informações desses componentes (nível, item, nº material, grupo técnico, quantidade, nº e data de modificação, documento, formato do documento...).

### ➤ **Grupo de lista técnica**

No SAP é possível visualizar cada grupo de lista técnica individualmente.

### **3.2.2 Factores importantes no SAP**

O processo de inserção de informação no SAP é consideravelmente longo e complexo, originando uma grande perda de tempo. Por outro lado este processo consegue uma informação bem estruturada, facilitando a pesquisa dentro das várias Bases de Dados (modificações, materiais, documentos, famílias de variantes, listas técnicas e grupos de lista técnica).

No SAP existe a possibilidade de erro quando são estabelecidas as relações entre as bases de dados, ou seja, a um material pode ser atribuído um documento errado e vice-versa, sendo estes erros de difícil solução.

## **4 Histórico de projectos**

Neste ponto iremos quantificar os documentos que têm sido criados nos projectos desenvolvidos até hoje. Com base nestes dados poderemos identificar factores que impliquem eventuais perdas de tempo desnecessárias, como documentos dispensáveis ou redundantes, documentos excessivamente complexos ou informação desnecessária registada no SAP.

Os projectos analisados foram o WINNER MB OC500 RF 12.4M e o Tourino LHD EIV 9,5t s/ Dir c/ WC+COZ.

### **4.1 WINNER MB OC500 RF 12.4M**



**Figura 8 – Winner MB OC500 RF 12.4M**

Para fazer a quantificação de documentos do Winner foi considerada a Lista Técnica fornecida pelo SAP.

Um excerto da Lista Técnica pode ser consultado no Anexo A.

Tendo em consideração que o número de peças na lista técnica é muito elevado, a maneira ideal para visualizar a distribuição das quantidades dos documentos será fazendo um gráfico dividindo os documentos por grupos construtivos e por níveis. O significado destes níveis é que as peças dos níveis superiores são montadas sempre em peças dos níveis inferiores. Para explicar melhor o significado dos níveis recorre-se ao exemplo seguinte.

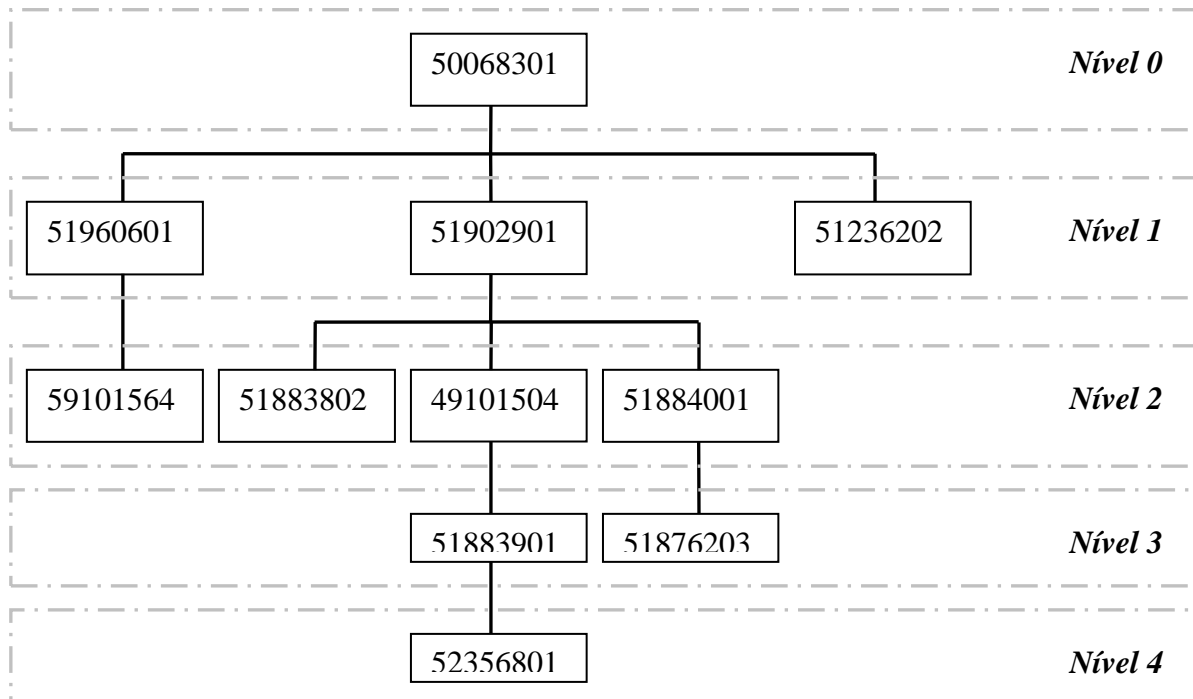
### 4.1.1 Significado dos níveis da lista técnica

Exemplo de uma lista técnica qualquer:

**Tabela 2 – Lista técnica**

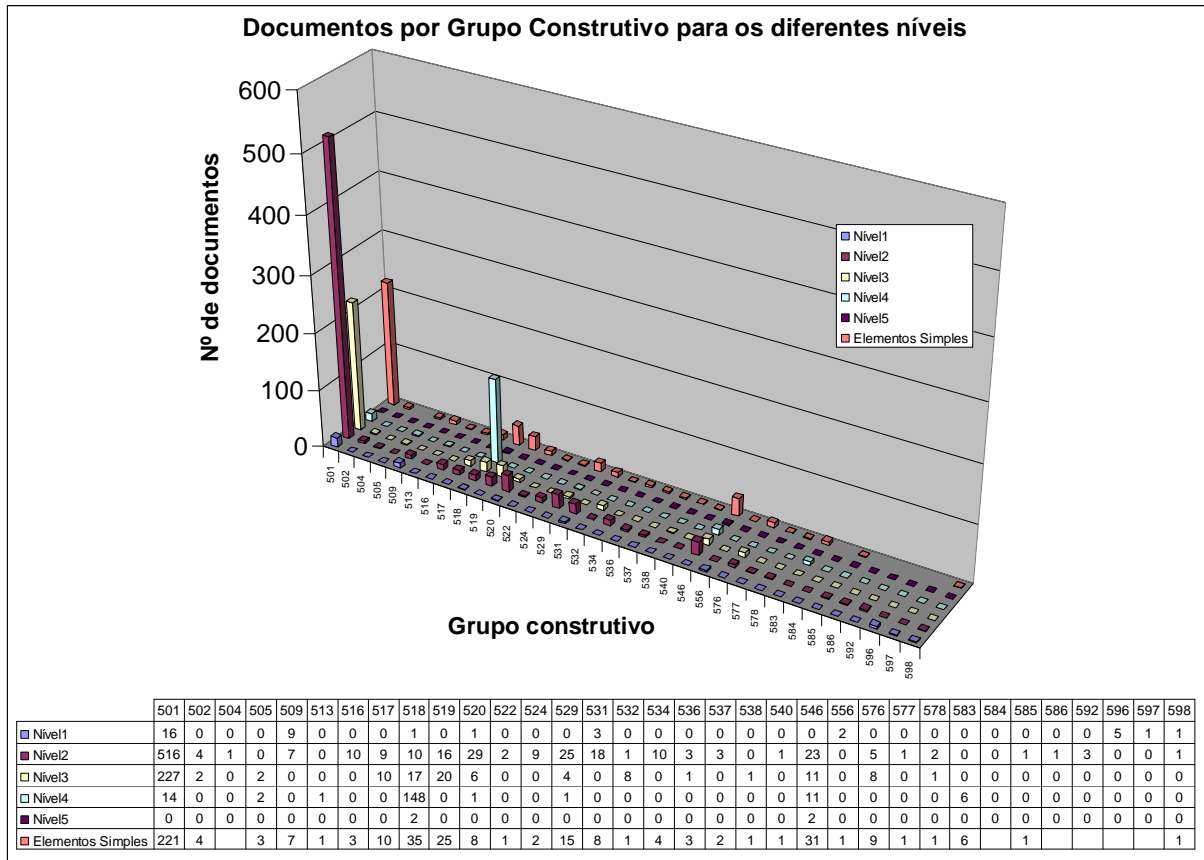
CAETANO BUS	
MATERIAL:	50068301
Últ.Mod.Estrut.:	M10000372394
NV	MATERIAL
1	51960601
2	59101564
1	51902901
2	51883802
2	49101504
3	51883901
4	52356801
2	51884001
3	51876203
1	51236202

O esquema de níveis para esta lista técnica é o seguinte:



**Figura 9 – Esquema de níveis**

O gráfico que permitirá então, observar a distribuição dos documentos, pode ser visto a seguir:



**Figura 10 – Distribuição do número de documentos no Winner**

Este gráfico permite concluir que a maior parte dos documentos está concentrada no nível 2 da estrutura. Analisando este grupo construtivo na lista técnica pode-se identificar três tipos de situações onde há uma perda de tempo possivelmente desnecessária. A primeira verifica-se em peças com formas iguais e pouco complexas, diferindo apenas nas dimensões e que usam desenhos com códigos diferentes. Isto parece fazer pouco sentido uma vez que se perde tempo a fazer repetidamente o mesmo desenho e a registá-lo várias vezes no SAP. Exemplos desta situação podem ser vistos na figura 11. A segunda situação diz respeito ao grande número de peças pouco complexas (principalmente perfiz direitos) a inserir no SAP (figura 12). É importante realçar que o processo de registo de qualquer peça no SAP é bastante moroso e pode originar erros que por sua vez levam a uma maior perda de tempo. A terceira diz respeito a desenhos de elevada complexidade nos quais é dispendido muito tempo. Um exemplo pode ser visto no anexo B. Convém averiguar qual é efectivamente a importância deste tipo de documento e se será possível reduzir a sua complexidade ou até se essa informação poderá ser transmitida por um meio que implique menor perda de tempo.

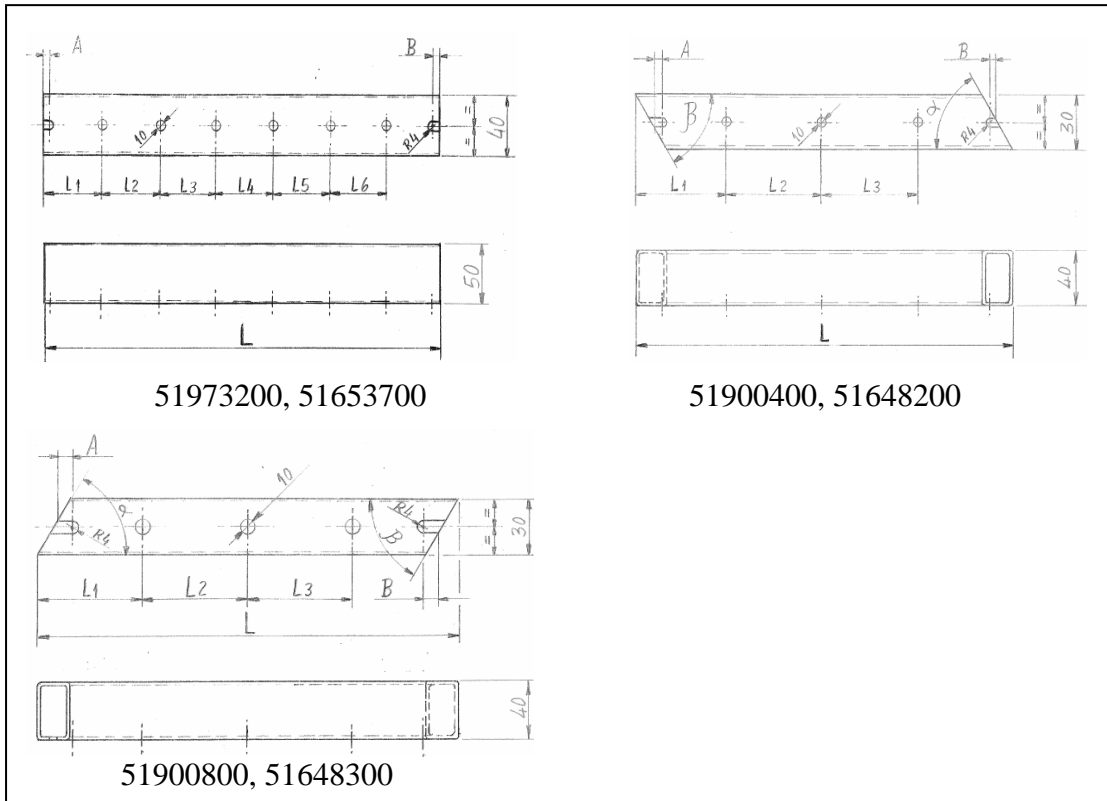


Figura 11 – Desenhos iguais com códigos diferentes

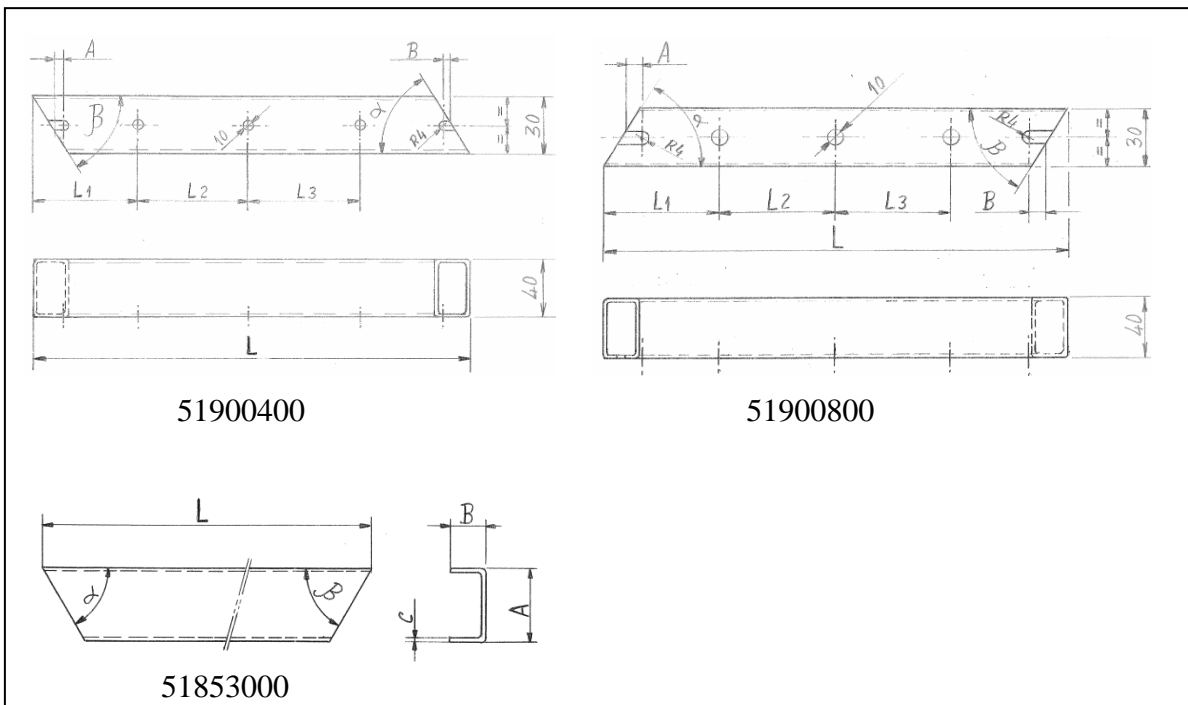


Figura 12 – Peças pouco complexas

## 4.2 Tourino LHD EIV 9,5t s/ Dir c/ WC+COZ



Figura 13 – Tourino LHD EIV 9,5t s/ Dir c/ WC+COZ

Para fazer a quantificação de documentos no projecto do Tourino foi aplicado o mesmo método usado no projecto do Winner. A respectiva lista técnica originou o seguinte gráfico de quantificação de documentos

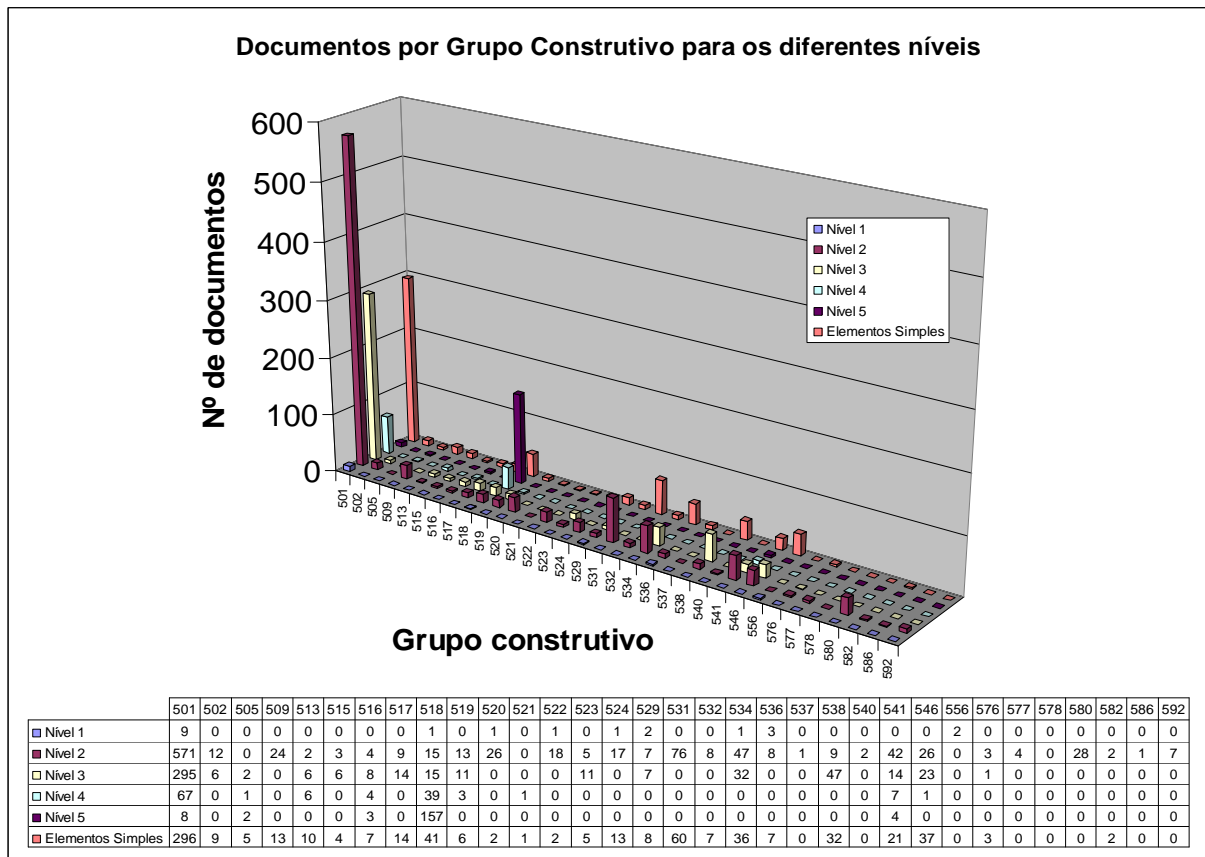


Figura 14 – Distribuição do número de documentos no Tourino

Conclui-se pelo gráfico que igualmente ao Winner, no Tourino a maior parte dos documentos está concentrada no nível 2 estrutura. Verifica-se ainda que, de uma maneira geral o número de desenhos aumentou. Este aumento será devido à diferente organização adoptada na altura e não por haver mais peças no Tourino do que no Winner.

À semelhança do que se passava com o Winner, analisando o grupo construtivo 501 na lista técnica, pode-se identificar os mesmos três tipos de situações que levam à maior perda de tempo. Assim, pode-se constatar a existência de peças com formas semelhantes, diferindo apenas nas dimensões e que usam desenhos com códigos diferentes (ver figura 15). Também se encontram várias situações onde há grande número de peças semelhantes e pouco complexas a registar no SAP. Consequentemente o processo de inserção de informação no

SAP é bastante moroso, podendo originar vários erros. Há ainda desenhos de elevada complexidade nos quais é dispendido muito tempo. Um exemplo pode ser visto no anexo C.

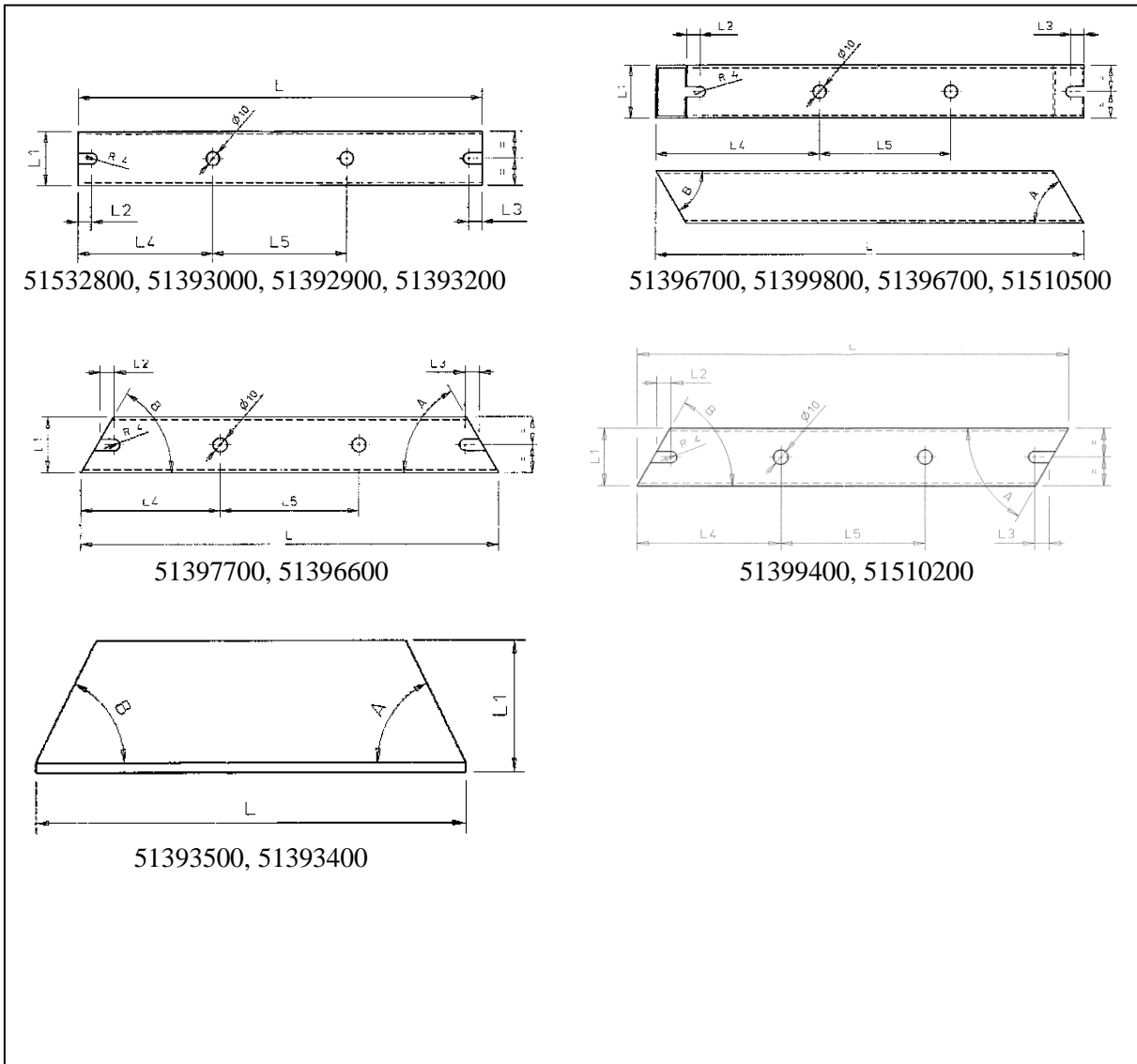


Figura 15 – Desenhos iguais com códigos diferentes

## **5 Tratamento e gestão da informação recebida pelo fornecedor**

O estudo da gestão da documentação e das possíveis soluções de optimização não devem contemplar apenas a CaetanoBus, uma vez, que esta troca documentação com outras empresas, em especial com fornecedores. Assim, é importante estudar a gestão que é dada pelos fornecedores à documentação fornecida pela CaetanoBus. A título de exemplo foi analisada a empresa IPE que num futuro próximo irá chamar-se CAETANO COMPONENTS, pois, passará a integrar o GRUPO SALVADOR CAETANO.

A IPE comercializa os seguintes produtos:

- Componentes Metálicos para a Indústria de Veículos de Transporte
- Bancos para Veículos de Transporte
- Espumas Flexíveis em Poliuretano
- Espumas Integral Skin em Poliuretano
- Revestimentos em Couro para Bancos

À CaetanoBus são fornecidos vários componentes da estrutura dos autocarros.

### **5.1 Recepção da encomenda**

As encomendas inseridas no SAP pela CaetanoBus chegam à IPE via intranet, sendo automaticamente imprimidas. Cada encomenda possui um código de identificação próprio.

### **5.2 Tratamento da informação contida na encomenda**

A partir do código da encomenda, tem-se acesso às listas técnicas do SAP.

As listas técnicas são compostas por vários materiais e muitos destes têm um ou mais documentos associados. A partir da informação contida neles são criadas listas de corte. As listas de corte possuem, desenhos das peças e informação sobre as operações de maquinaria necessárias para as obter (exemplo de lista de corte elaborada pela IPE para o Tourino no anexo D).

Normalmente na IPE os materiais possuem o mesmo código que na CaetanoBus.

Nas listas de corte estão presentes os desenhos dos materiais e as operações de maquinaria necessárias para a sua obtenção, sendo que os materiais obtidos a partir de chapas são normalmente produzidos por programação de uma máquina própria, com base no desenho.

Por vezes para peças mais complexas não é possível colocar o desenho nas listas de corte, sendo usados os desenhos contidos no SAP para a sua produção.

Há ainda desenhos de conjunto que não são usados na construção das peças mas que têm um papel importante na montagem de conjuntos, na construção de gabaris (estrutura que suporta as peças necessárias para montar um determinado conjunto, como por exemplo um estrado, um painel ou um tejadilho) e no controlo de qualidade.

## 6 Conclusões relativamente ao estado actual

Quando se pretende fazer uma encomenda, os desenhos criados no SolidWorks são enviados para o fornecedor, através do software SAP. Em seguida pode ser visto em esquema todo o percurso actual dos desenhos desde a sua criação em SolidWorks até à elaboração da encomenda.

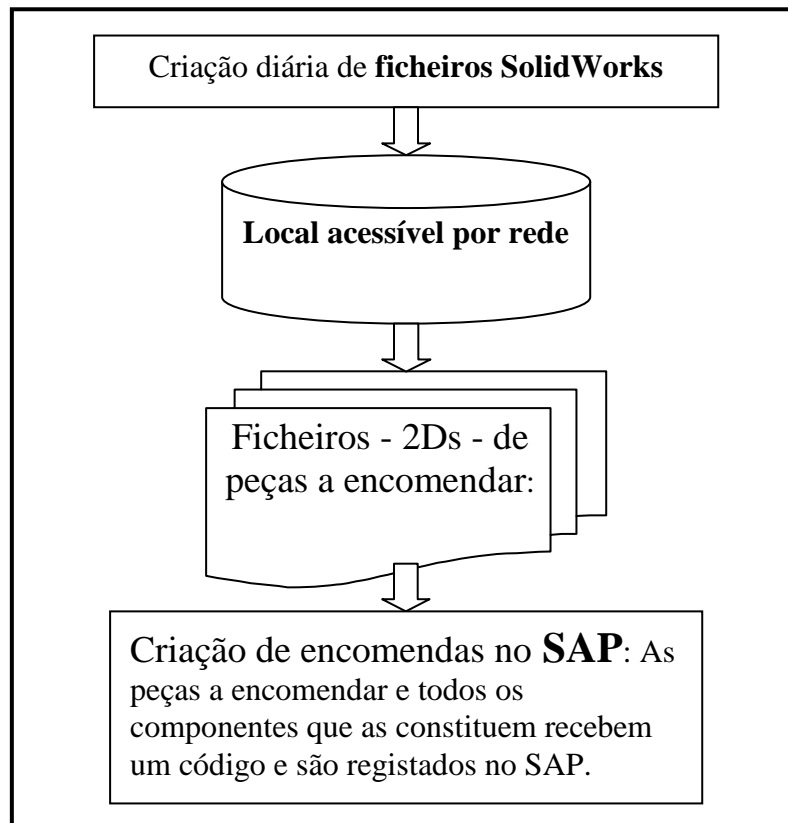


Figura 16 – Percurso actual dos desenhos desde a sua criação em SolidWorks até à elaboração da encomenda

É dispendido muito tempo na elaboração de desenhos 2D complexos.

Há casos em que desenhos iguais têm códigos diferentes.

O processo de inserção de informação no SAP é consideravelmente longo, enquanto que no SolidWorks a maior parte da informação é criada automaticamente.

No SAP existe a possibilidade de erro, quando são estabelecidas as relações entre as bases de dados, ou seja, a um material pode ser atribuído um documento errado e vice-versa, sendo estes erros de difícil solução.

O estrado de um autocarro é constituído principalmente por perfis simples e é nele que se concentram a maioria dos desenhos. Assim pode-se afirmar que o estrado é o componente que apresenta mais potencial para redução de tempo de execução e de documentos.

Na base de dados do SolidWorks existem várias vulnerabilidades, como já foi referido no ponto 3.1.3.

Conclui-se, que é necessário:

- Reduzir o número de desenhos 2D a criar em cada projecto
- Optimizar e definir regras na criação de documentos
- Simplificar desenhos
- Evitar, quando possível, a introdução de dados no SAP
- Organizar eficientemente a base de dados do SolidWorks

## **7 Soluções a implementar**

Para assegurar uma organização eficaz dos ficheiros de SolidWorks, seria importante a implementação de um software de PDM (product data management).

As soluções referentes à optimização da quantidade e do formato da informação a gerar, não devem contemplar apenas a CaetanoBus, mas também, aqueles a quem a informação será enviada.

O objectivo é conseguir reduzir ao máximo o número de documentos e a sua complexidade mas de forma a produzir informação suficiente para os fornecedores. Reduzindo o número de documentos, consegue-se poupar tempo de duas maneiras, ou seja, reduz-se o tempo dispendido na elaboração de desenhos e no registo destes no SAP.

No futuro independentemente das soluções escolhidas, seria vantajoso usar o 3D do SolidWorks em vez do 2D. Alguns desenhos 2D poderiam ser eliminados uma vez que o 3D permite uma visualização imediata da forma da peça e fazer facilmente, medições das dimensões das peças e das cotas de posição. Possivelmente, a elaboração de desenhos como aqueles dos anexos B e C deixaria de fazer sentido.

Outra solução será enviar ao fornecedor o 3D e a respectiva lista de corte baseada na cut-list do SolidWorks. A lista de cortes concentra num só documento a informação relativa a várias peças e evita a introdução morosa de cada peça no SAP, uma vez, que apenas será inserido o código da lista de corte. Os perfis e chapas simples, sem ângulos de corte e furos não necessitarão de desenho uma vez que ficam completamente definidos pela designação (exemplo: PFO RST37.2 50X50X3, CH. RST37.2 2500X1250X3 ).

O 3D poderá eventualmente conter algumas notas de forma a realçar detalhes de difícil percepção.

Sempre que seja necessário criar desenhos 2D para representar determinado detalhe deve-se optar sempre que possível por representar todas as peças no mesmo desenho, evitando assim a criação de vários códigos no SAP.

### **7.1 Cut-list**

As Cut-Lists agrupam os perfis iguais em Cut-List-Items. Cada Cut-List-Item tem um número próprio e possui informação quanto à descrição, material, comprimento, ângulos de corte e quantidades de perfis.

Em seguida é descrito o tratamento a que deverá ser sujeita a cut-list fornecida pelo SolidWorks de forma a transforma-la numa lista de cortes. Um exemplo de Cut-List fornecida pelo SolidWorks pode ser visto na tabela 3:

Tabela 3 – Cut-List

ITEM NO.	QTY.	DESCRIPTION	ANGLE1	ANGLE2	LENGTH
1	1	PFO 40x40x2	23,94	0	526,64
2	3	PFO 40x40x2	23,94	23,94	568,97
3	1	PFO 40x40x2	0	-	399,01
4	1	PFO 40x20x1,5	0	19,11	524,69
5	2	PFO 40x40x2	19,11	0	485,12
6	1	PFO 20x1	0	0	295,85

### 7.1.1 Deficiências da Cut-List

A Cut List do SolidWorks apresenta algumas deficiências que impedem o seu total sucesso:

1. A Cut-List não fornece directamente os ângulos de corte (ângulo  $\beta$  na figura 17) desejados mas sim os ângulos complementares (ângulo  $\alpha$  na figura 17).

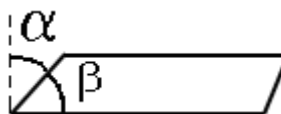


Figura 17 – Ângulo de corte

2. Os eixos dos ângulos de corte não são indicados. Na figura seguinte podemos ver alguns exemplos de ângulos de corte.

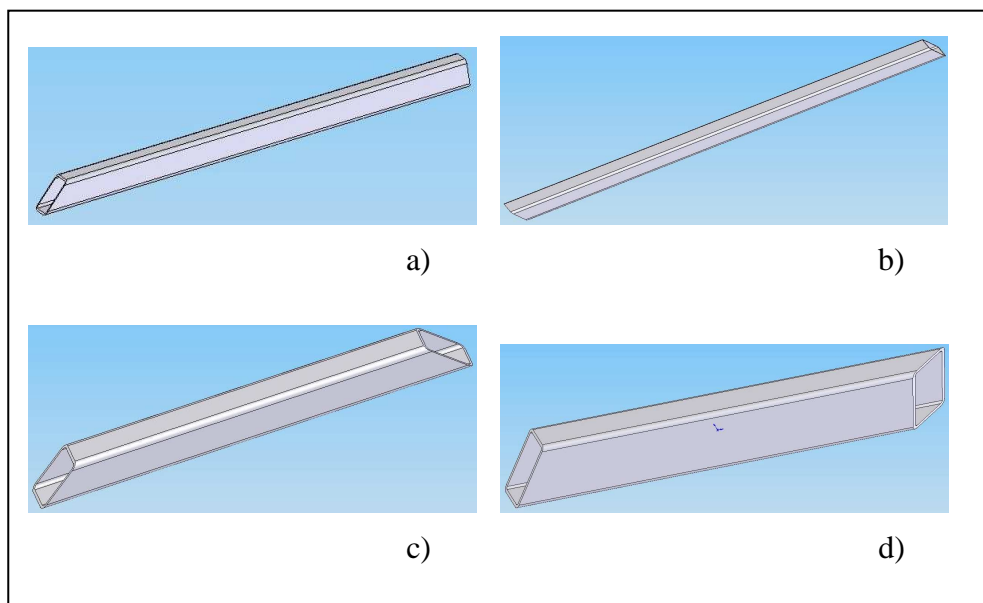


Figura 18 - a) Corte num só lado, b) ângulos de corte no mesmo sentido, c) ângulos de corte em sentidos diferentes e d) ângulos segundo eixos perpendiculares.

3. Furos e entalhes não são indicados.
4. Os ângulos de corte feitos com a ferramenta Extruded Cut não são indicados.
5. Os perfis com curvatura são considerados como perfis direitos, ou seja, a sua curvatura não é indicada.
6. No Drawing, não é possível dar aos elementos uma numeração igual à usada nos Cut-List-Items do 3D.

### 7.1.2 Soluções para as deficiências da Cut-List

Para solucionar a primeira deficiência é possível usar o Excel e subtrair a 90° o ângulo dado pela Cut-List do SolidWorks.

Para peças não muito complexas é possível dar resposta às deficiências 2, 3, 4 e 5 introduzindo na lista de cortes um desenho simples da peça.

A solução para a 6ª deficiência consiste em criar uma coluna na Cut-List com o número de Cut-List-Item, a qual é obtida facilmente pelo SolidWorks, como representado na tabela 4.

**Tabela 4 – Cut-List com coluna de Cut List Name**

ITEM NO.	Cut List Name	QTY.	DESCRIPTION	ANGLE1	ANGLE2	LENGTH
1	Cut-List-Item1	1	PFO 40x40x2	23,94	0	526,64
2	Cut-List-Item4	3	PFO 40x40x2	23,94	23,94	568,97
3	Cut-List-7	1	PFO 40x40x2	0	-	399,01
4	Cut-List-Item8	1	PFO 40x20x1,5	0	19,11	524,69
5	Cut-List-Item9	2	PFO 40x40x2	19,11	0	485,12

## 7.2 PDMWorks

### 7.2.1 Definição de PDM

PDM significa “*Product Data Management*”. Este tipo de software permite controlar dados relacionados com produtos. O PDM cria e gere relações entre grupos de dados que definem um produto e guarda essas relações numa base de dados. É uma ferramenta muito útil para gerir o ciclo de vida de qualquer produto.

## **7.2.2 PDMWorks Enterprise e Workgroup**

Os softwares PDMWorks são específicos para gestão de produtos criados em SolidWorks e existem dois. Um é o Workgroup que está direccionado para pequenos grupos. A segunda hipótese diz respeito ao PDMWorks Enterprise, que está vocacionado para as necessidades de equipas de grande dimensão e dispersas geograficamente.

O Workgroup possui o seu próprio ambiente de trabalho enquanto que o Enterprise possui uma integração total com o Windows Explorer, permitindo aos utilizadores o desempenho de todas as funções quer através do Windows Explorer ou usando uma das suas integrações de CAD. Assim, apesar de ambos assegurarem o controlo de acessos, a segurança de dados, a reutilização de peças e a gestão de histórico, o Enterprise é claramente mais eficiente e permite uma mais rápida implementação, devido à referida integração com o Windows Explorer.

Considerando as necessidades da CaetanoBus constata-se que estas só poderão ser completamente satisfeitas pelo PDMWorks Enterprise.

## **7.2.3 PDMWorks Enterprise**

Em seguida são descritas as funcionalidades e as respectivas vantagens do PDMWorks Enterprise:

- Integração com o Windows Explorer:
  - Facilitando a implementação e a aprendizagem.
- Controlo de acessos e do nível de acesso de cada utilizador:
  - Permite estabelecer estados de desenvolvimento do produto (protótipo, fabrico, após-venda, obsoleto, etc.)
  - Garante a segurança da informação contra usos e divulgações indevidos.
  - Possibilita a criação de procedimentos de aprovação e de arquivo de trabalhos já concluídos
- Acesso seguro às versões mais actuais:
  - Evita a substituição indesejada de ficheiros e outros erros que levariam a perdas de tempo e a maiores custos.
- Fácil reutilização e edição de peças:
  - Evita a criação de informação redundante
  - Acelera e simplifica a criação de novos projectos.
- A base de dados do trabalho corrente é local (no PC de cada utilizador e não no arquivo geral via rede):
  - Aumenta a velocidade de acesso aos ficheiros desejados
  - Garante a estabilidade do software que não é afectada pelas perturbações na rede.
  - Aumenta a segurança da informação, pois eventuais erros dos operadores não se reflectem de imediato no arquivo base.

- Estruturação virtual da base de dados:
  - Permite a estruturação normalizada da informação por temas (projectos, bibliotecas, etc.).
- Acesso e distribuição do fluxo de trabalho via web:
  - Ajuda ao desenvolvimento integrado do produto para grupos de trabalho muito dispersos geograficamente.
- Gestão do histórico de revisões:
  - Registo do utilizador que trabalhou nos ficheiros e quando foram feitas alterações
  - Reduz os erros e melhora a comunicação.
- Gestão de vários tipos de ficheiros e das suas propriedades, nomeadamente:
  - Ficheiros de SolidWorks: part, drawing, assembly, e eDrawings
  - Propriedades e especificações de ficheiros
  - Ficheiros de COSMOS (análise de tensões)
  - Ficheiros do Microsoft Office
  - Vários ficheiros de imagem (DWG, DXF e IGES...) a enviar e a receber de fornecedores.
  - Gráficos, animações e documentos em PDF.
  - Dimensão fixa da base de dados prevenindo problemas devidos a “overflow” do espaço de disco disponível e facilita a migração da Base de Dados para outros suportes físicos.
- Possibilidade de integração com outros sistemas de gestão, como, MRP/ERP.

#### **7.2.4 Conclusões PDMWorks**

De forma a preparar uma futura implementação do PDMWorks, deve-se começar por adoptar manualmente a organização que será feita pelo software.

### **7.3 Organização dos ficheiros SolidWorks no futuro**

De forma a facilitar uma futura implementação de um PDM, seria aconselhado tomar as seguintes medidas:

- Os ficheiros SW ficarão todos no mesmo directório e o seu nome será um código.
- Para saber quais as peças (ficheiros) pertencentes a um dado assembly será usado o SolidWorks Explorer. Esta ferramenta permite ainda procurar ficheiros por vários campos (nome, data, descrição ou qualquer palavra contida no ficheiro...).
- Uma vez que cada ficheiro SolidWorks terá um código, vai ser necessário reservar códigos para que estes não sejam usados em mais do que um ficheiro. Estando todos os ficheiros no mesmo directório, será possível verificar facilmente quais os códigos já usados.

A organização desejada pode ser vista a seguir:

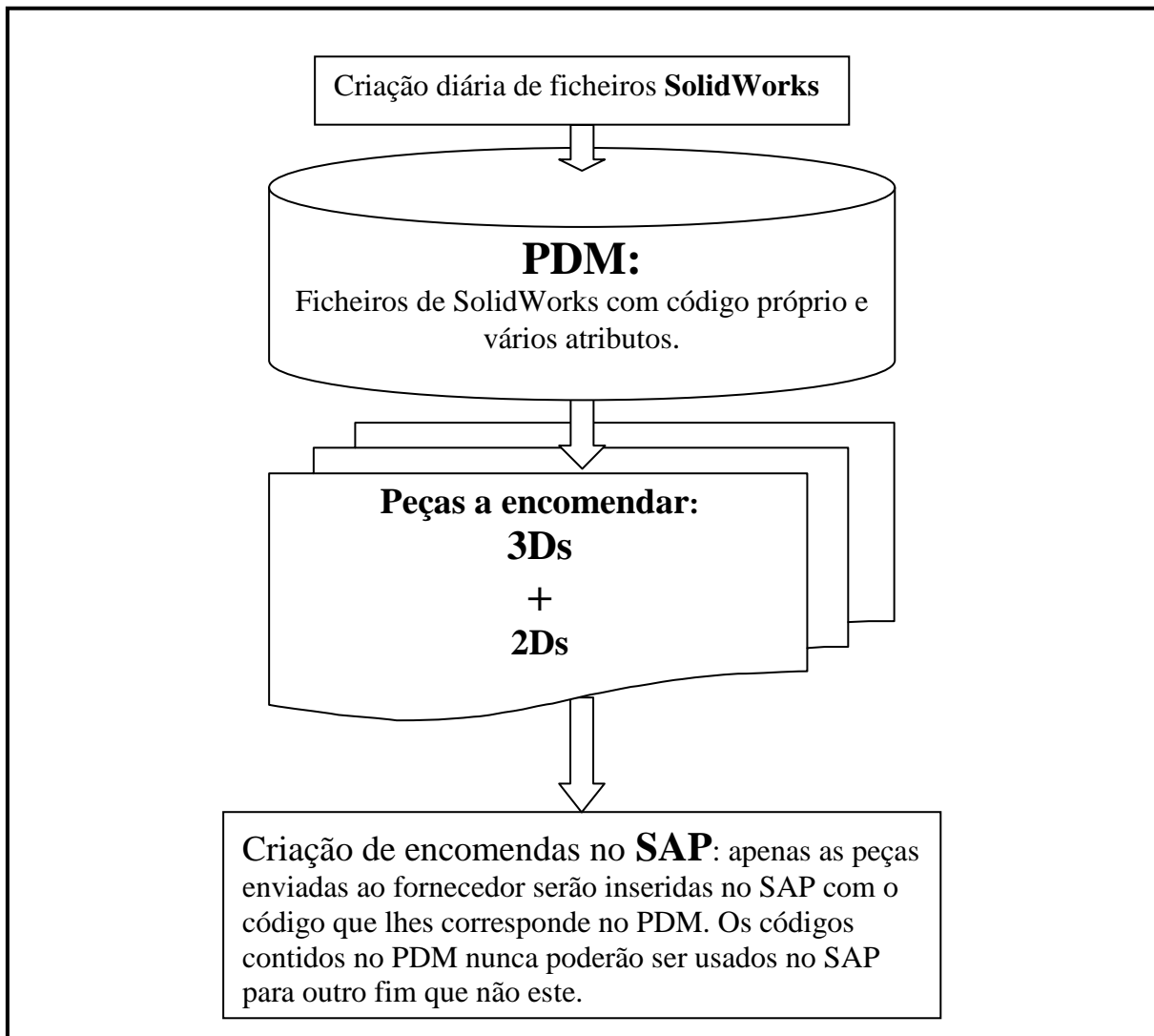


Figura 19 – Organização futura dos documentos de SolidWorks

## 7.4 Exemplificação de soluções possíveis a adoptar nos projectos futuros

Em seguida será exemplificado o tratamento a dar a uma parte de um estrado.

### 7.4.1 3D em vista isométrica

Pode-se ver na figura 20 que cada componente do estrado tem um número de “Cut-List-Item”. Neste caso está seleccionado o Cut-List-Item22 e podemos verificar que este se refere a um conjunto de quatro componentes iguais que estão destacados a verde. Isto permite identificar facilmente cada peça do 3D.

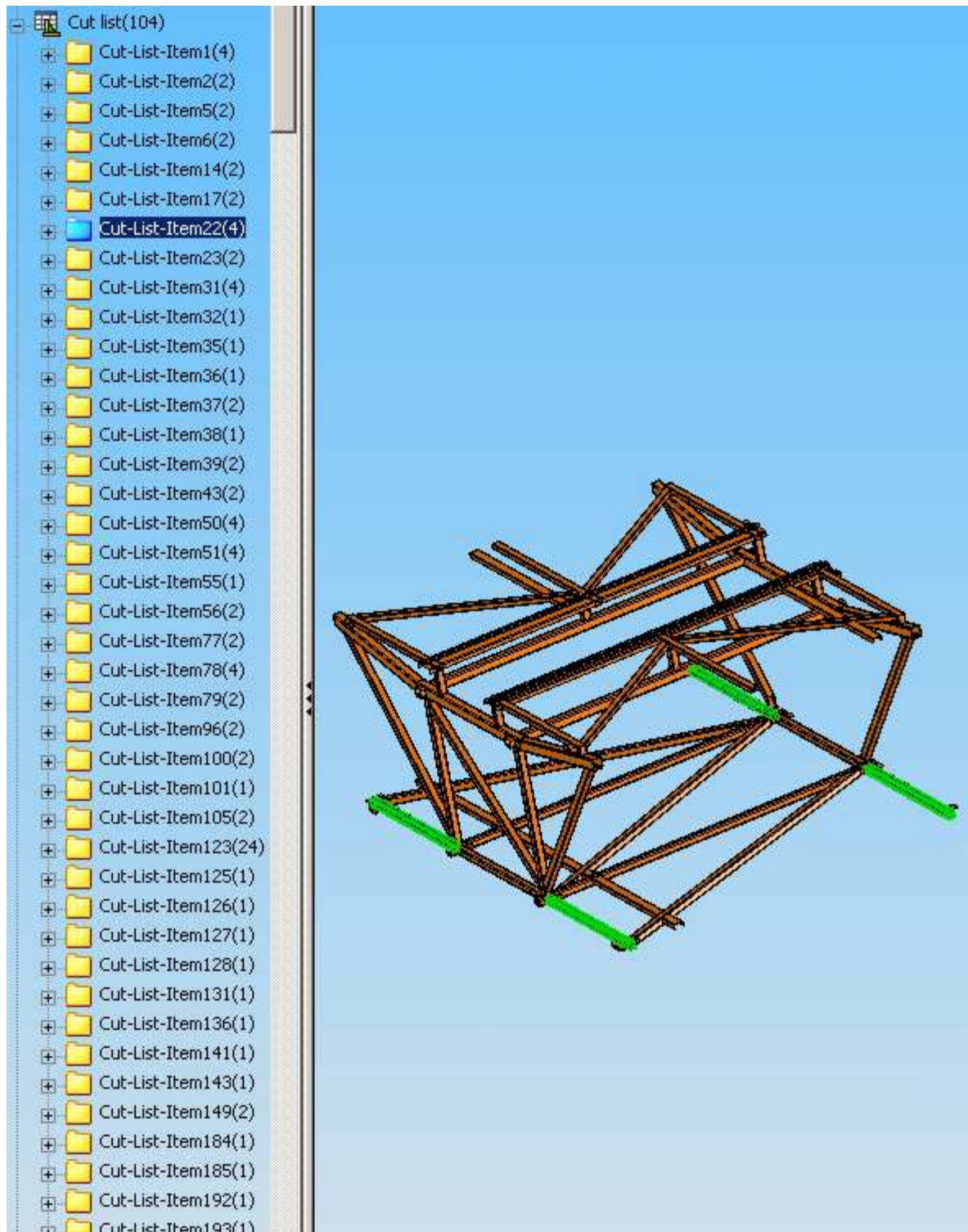


Figura 20 – Estrado em 3D no SolidWorks

Em seguida exemplifica-se a medição directamente no 3D.

- o Medição de dimensões de peças:

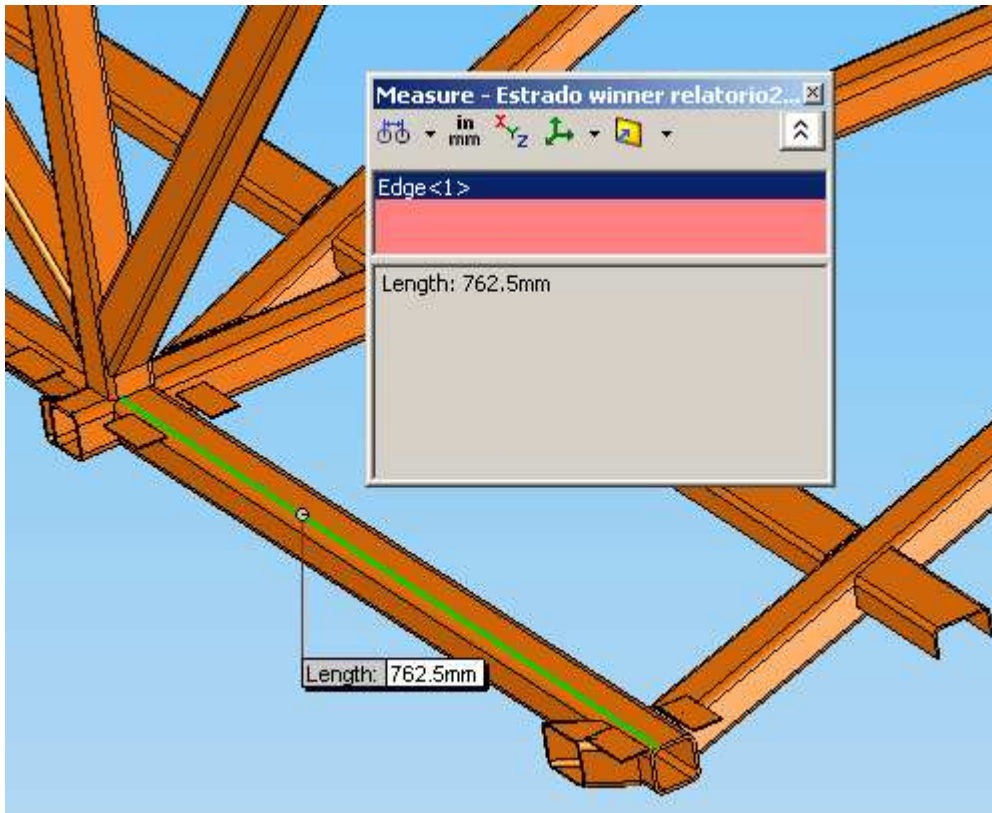


Figura 21 – Medição de peças no SolidWorks

- o Medição de cotas de posição:

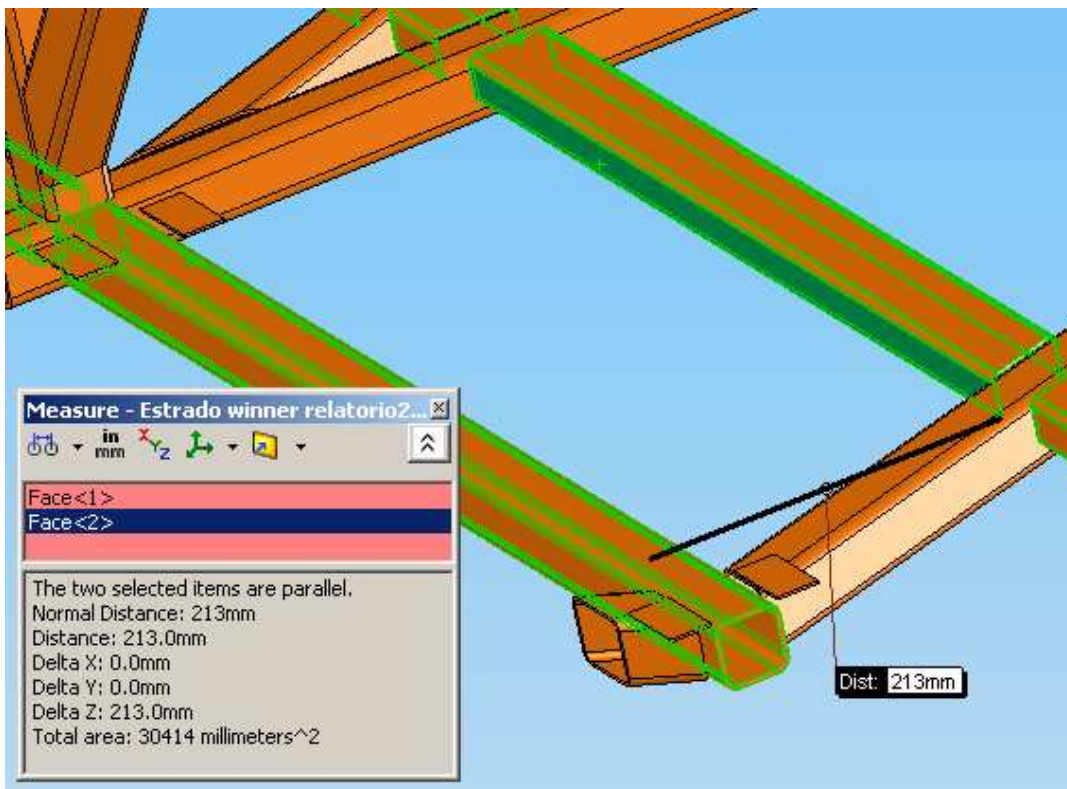


Figura 22 – Medição de cotas no SolidWorks

## **7.4.2 Cut List**

Como já foi referido atrás, esta lista é criada automaticamente pelo SolidWorks e pode ser vista no Anexo E. De forma a identificar todos os componentes recorre-se a uma vista isométrica com os respectivos números de posição (anexo F). Essa numeração corresponde ao “ITEM NO” da Cut-List, não sendo possível numerar os componentes com os números de Cut-List-Item. Assim, de forma a encontrar uma correspondência entre a numeração da vista isométrica e do 3D, adiciona-se uma coluna à Cut-List com o número de Cut-List-Item.

A Cut-List, não contém toda a informação necessária para produção, pelas razões já referidas no ponto 6.3, logo deverá ser complementada com a consulta do 3D. Outra solução será editar a Cut-List dotando-a de toda a informação em falta, ou seja, criando uma lista de corte.

## **7.4.3 Lista de Corte**

A partir da Cut-list foi elaborada a lista de corte para o estrado (Anexo G). Para peças que não fiquem completamente definidas pela descrição (por exemplo as peças com ITEM NO. 4 a 8 ficam completamente definidas pela descrição pois possuem ângulos de corte a 90°), é acrescentado um desenho onde se definem os ângulos de corte e a posição dos entalhes. Foram acrescentadas duas colunas onde consta o número de entalhes para saída de humidade e o número de furos para tratamento interior. Considera-se que os entalhes e os furos serão feitos na face oposta aquela que é mostrada nos desenhos. A posição dos furos não é definida nos desenhos, uma vez que a distância entre furos é sempre determinada pela fórmula seguinte:

$$\text{Dist. Entre furos} = \text{Comprimento do perfil} / \text{N}^\circ \text{ de furos} + 1$$

## **8 Conclusões finais**

Independentemente das soluções adoptadas, o importante é que todas as partes envolvidas (projectistas, desenhadores, fornecedores, produção...) no processo tenham noção clara de qual o objectivo final, ou seja, reduzir o tempo dispendido, simplificar e organizar os processos de obtenção do produto. Quanto melhor for assimilada esta premissa menor será a quase inevitável resistência à mudança. Assim, a implementação de novas soluções deve ser feita de forma segura, introduzindo-se pequenas mudanças de cada vez.

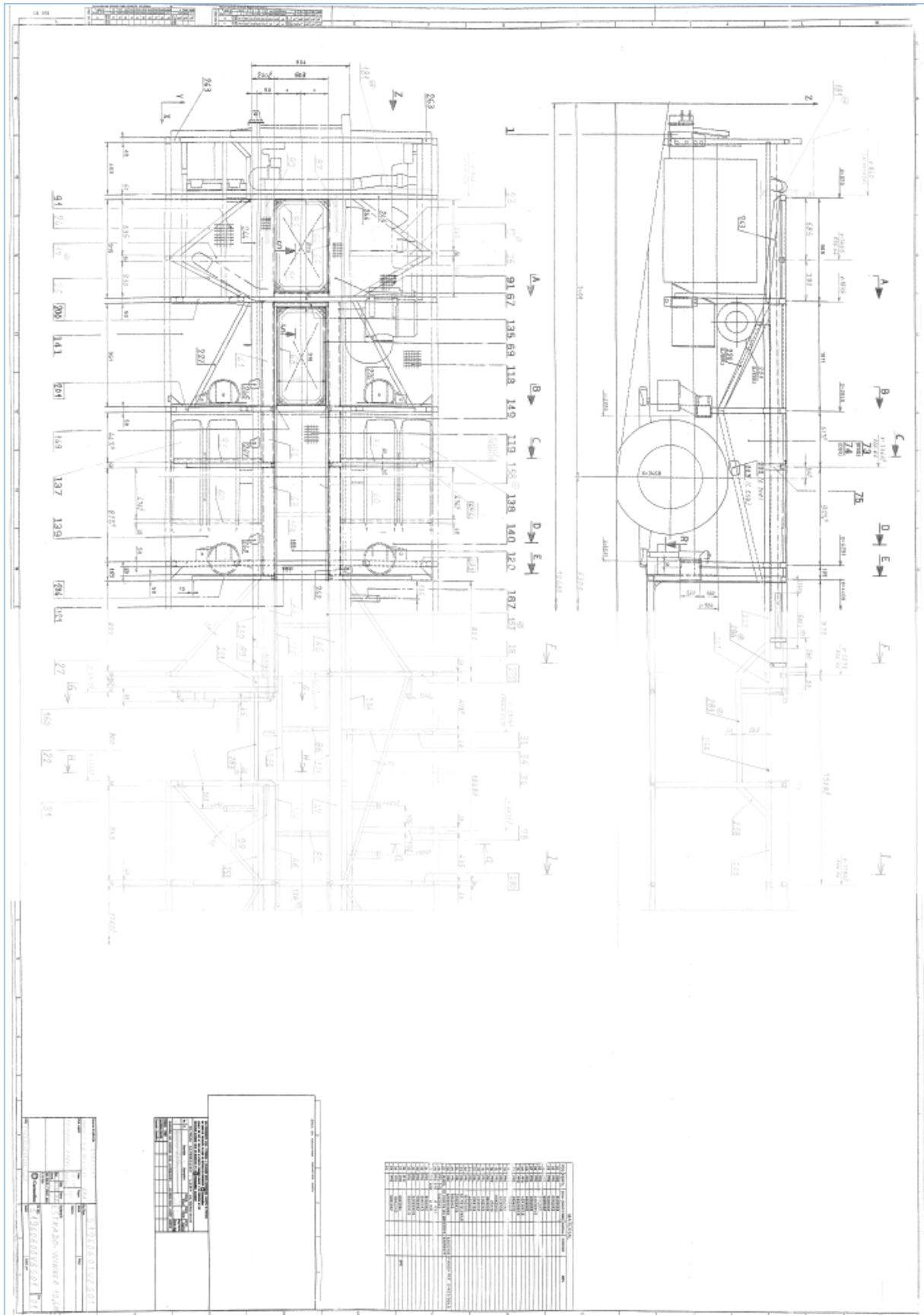
## **9 Bibliografia**

- [www.solidworks.com](http://www.solidworks.com)
- [www.caetanobus.pt](http://www.caetanobus.pt)

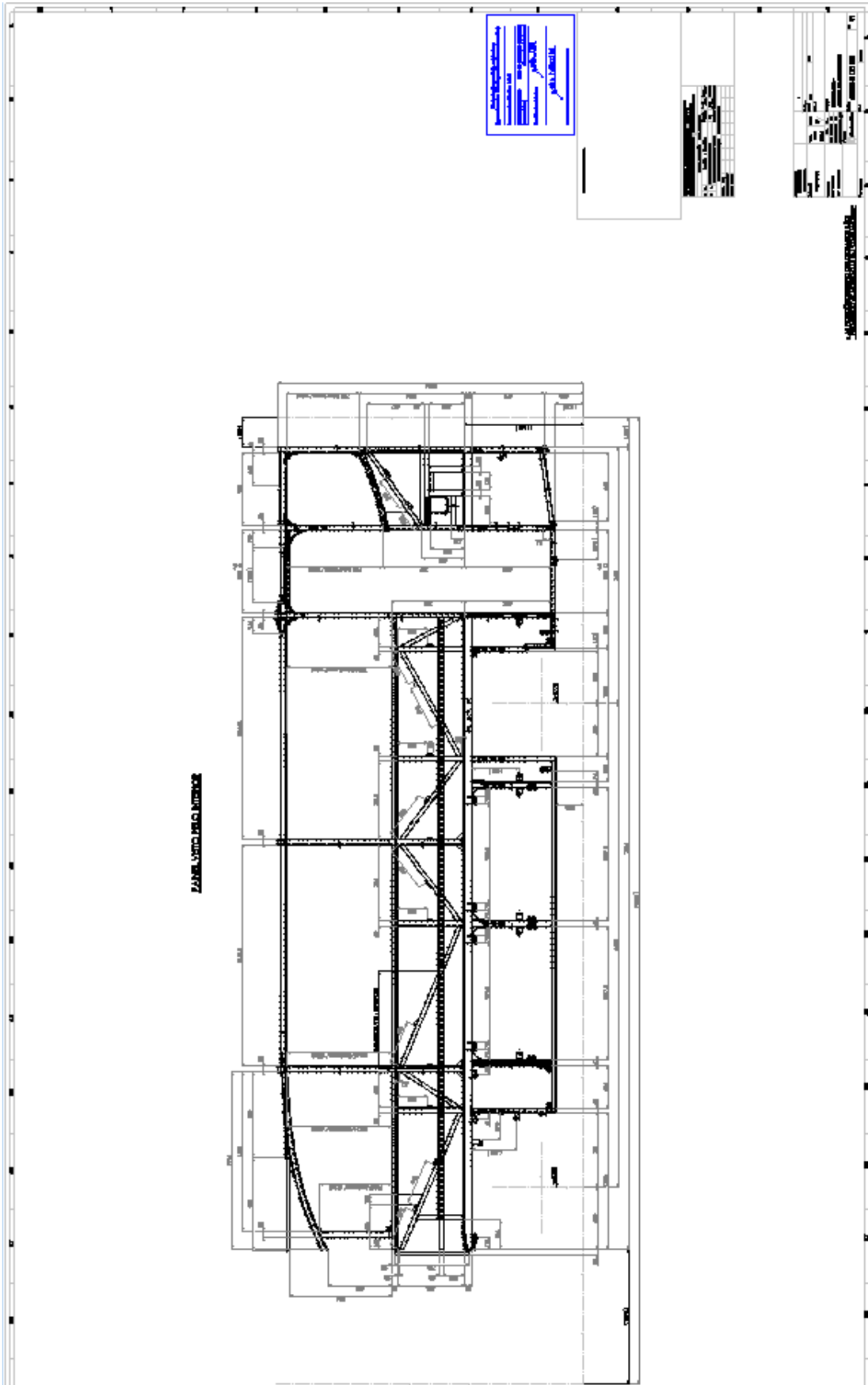
**Anexo A: Lista técnica WINNER MB OC500 RF 12.4M**

Lista Técnica Estruturada Multi-Nível										REFERÊNCIA: WINNER MB OC500 RF 12.4M						
CENTRO: 1000										UTILIZ.: 3						
MATERIAL: 50007201										ALTERN.: 1						
Últ.Mod.Estrut.: M10000112393										Válida Desde: 11.03.2008						
NV	ITEM	DENOMINAÇÃO	MATERIAL	LT	DS	CLASS	UM	QTD	NUM MODIFIC.	DATA N.MOD.	DOCUMENTO	LT	FORM	CLASS	FOL	VS
1	100	ESTRADO WINNER 12,4M S/WC	51960601	V	Z	501	PC	1	M10000112224	21.01.2008						
											51960600	D	G	501	3	2
											51960600	D	G	501	2	4
											51960600	D	G	501	5	5
											51960600	D	G	501	4	5
											51960600	D	G	501	1	6
2	1	ESTRADO LIGAÇÃO CHASSIS	59101564	N	Z	501	PC	2	M10000112257	29.01.2008						
											59101564	D	D	501	1	0
2	2	MONTE PARTES LIGAÇÃO PAINEL	51902901	V	Z	501	PC	1	M10000112257	29.01.2008						
											51902900	D	D	501	1	0
2	3	MONT PARTES - LIGAÇÃO PAINEL	51883802	V	Z	501	PC	1	M10000112257	29.01.2008						
											51883800	D	D	501	1	0
2	4	ESTRADO APOIO	49101504	N	Z	501	PC	3	M10000112257	29.01.2008						
											49101504	D	W	501	1	0
2	5	MONT PARTES - LIGAÇÃO PAINEL	51883901	V	Z	501	PC	2	M10000112257	29.01.2008						
											51883900	D	D	501	1	0
2	7	MONT PARTES - LIGAÇÃO PAINEL	51884001	V	Z	501	PC	2	M10000112257	29.01.2008						
											51884000	D	D	501	1	0
2	8	MONT PARTES - LIGAÇÃO PAINEL	51884002	V	Z	501	PC	4	M10000112257	29.01.2008						
											51884000	D	D	501	1	0
2	9	ESTRADO APOIO	49104271	N	Z	501	PC	2	M10000112257	29.01.2008						
											49104271	D	W	501	1	0
2	10	MONT PARTES - LIGAÇÃO PAINEL	51884201	V	Z	501	PC	2	M10000112257	29.01.2008						
											51884200	D	D	501	1	0
2	11	MONT PARTES - LIGAÇÃO PAINEL	51883801	V	Z	501	PC	2	M10000112257	29.01.2008						
											51883800	D	D	501	1	0
2	12	ESTRADO APOIO	49101513	N	Z	501	PC	2	M10000112257	29.01.2008						
											49101513	D	W	501	1	0
2	13	ESTRADO LIGAÇÃO CHASSIS	59101565	N	Z	501	PC	4	M10000112257	29.01.2008						
											59101565	D	D	501	1	0
2	14	ESTRADO LIGAÇÃO CHASSIS	59101568	N	Z	501	PC	2	M10000112257	29.01.2008						
											59101568	D	D	501	1	0
2	15	CHASSIS SUPORTE CORTE CORRE	59105709	N	Z	546	PC	1	M10000112337	28.02.2008						
											59105709	D	W	546	1	0
2	16	REFORÇO	42338622	V	Z	501	PC	1	M10000112257	29.01.2008						
											42338600	D	D	501	1	31
2	17	ESTRADO-TRAVESSA	59106377	N	Z	501	PC	2	M10000112375	07.03.2008						
											59106377	D	W	501	1	0
2	18	ESTRADO-PERFIL TUBO	51973202	V	Z	501	PC	1	M10000112314	15.02.2008						
											51973200	D	W	501	1	0
2	19	ESTRADO PERFIL TUBO	51653723	V	Z	501	PC	1	M10000112257	29.01.2008						
											51653700	D	W	501	2	2
2	20	ESTRADO PERFIL TUBO	51653724	V	Z	501	PC	1	M10000112257	29.01.2008						
											51653700	D	W	501	2	2
2	21	ESTRADO PERFIL TUBO	51653725	V	Z	501	PC	1	M10000112257	29.01.2008						
											51653700	D	W	501	2	2
2	22	ESTRADO-TRAVESSA	59106277	N	Z	501	PC	1	M10000112257	29.01.2008						
											59106277	D	W	501	1	0
2	23	ESTRADO-PERFIL TUBO	51648209	V	Z	501	PC	1	M10000112257	29.01.2008						
											51648200	D	W	501	1	1

Anexo B: Desenho complexo Winner



Anexo C: Desenho complexo Tourino




Anexo D: Lista de corte IPE

<b>KIT</b>	51875801 / 69102740
<b>I.A.L.C.</b>	00-07/10/03
<b>V.DES.</b>	0
<b>DESIGNAÇÃO</b>	ESTRADO MBCO500RF WINNER II CAETANOBUS
<b>QUANTIDADE</b>	1
<b>OF N°</b>	00/00000
<b>DATA ENTR.</b>	
<b>PREPAROU</b>	OS

Anexo D: Lista de corte IPE


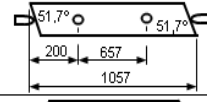
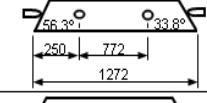
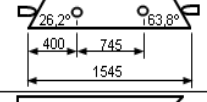
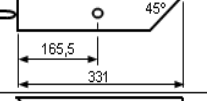
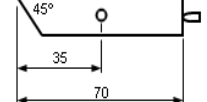
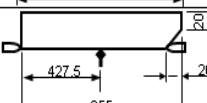
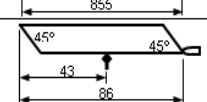
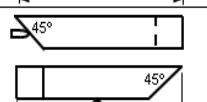
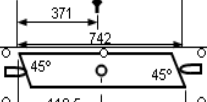
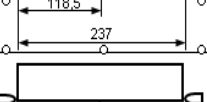
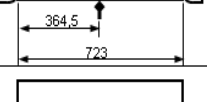
Guilhotina

 <b>LISTA DE OPERAÇÕES</b>																	
Designação												I.A. L.c		Prep.	Fol.		
ESTRADO MBCO500RF WINNER II CAETANOBUS												00- 07/10/03		OS			
KIT												V.Des.		Q. Kit	OF. nº		
51875801 / 69102740												0		1	00/00000		
Pos.	Q uni	Q tot	Dim / Croquis	Material	Peça	Conj.	Serr	Furar	Banc	Balan	Curv	GH	QN	TR	Rob	Bol	Trat
024	2		168 X 915	CH. RST37.2 2500X1250X3 (IP206710)	PFL 80X50X3	51875801						X	X				X
028	2	2	168 X 961	CH. RST37.2 2500X1250X3 (IP206710)	PFL 80X50X3	51875801						X	X				X
077	2	2	56 X 286	CH. RST37.2 2500X1250X2 (206778)	PFL 40X20X2	51875801						X	X				X
078	2	2	56 X 210	CH. RST37.2 2500X1250X2 (206778)	PFU 50X25X3	51875801						X	X				X
094	2	2	86 X 562	CH. RST37.2 2500X1250X3 (IP206710)	PFL 50X40X2	51875801						X	X				X
095	5	5	80 X 562	CH. RST37.2 2500X1250X2 (206778)	PFU 38X25X2	51875801						X	X				X
099	4	4	102 X 395	CH. RST37.2 2500X1250X3 (IP206710)	PFU 30X40X2	51875801						X	X				X
100	4	4	102 X 250	CH. RST37.2 2500X1250X3 (IP206710)	PFU 30X40X2	51875801						X	X				X
107	1	1	88 X 446	CH. RST37.2 2500X1250X3 (IP206710)	PFU 50X25X3	51875801						X	X				X
121	2	2	64 X 994	CH. RST37.2 2500X1250X3 (IP206710)	PFL 40X30X3	51875801						X	X				X
144	1	1	36 X 664	CH. RST37.2 2500X1250X2 (206778)	PFL 20X20X2	51875801						X	X				X
147	1	1	56 X 41	CH. RST37.2 2500X1250X2 (206778)	PFL 40X20X2	51875801						X	X				X
151	5	5	92 X 552	CH. RST37.2 2500X1250X2 (206778)	PFU 50X25X2	51875801						X	X				X
176	1	1	80 X 451	CH. RST37.2 2500X1250X2 (206778)	PFU 38X25X2	51875801						X	X				X
177	1	1	56 X 562	CH. RST37.2 2500X1250X2 (206778)	PFL 40X20X2	51875801						X	X				X

Anexo D: Lista de corte IPE  
 Triumph

CaetanoBus			LISTA DE OPERAÇÕES										Designação	I.A. L.c	Prep.	Fol.	
													ESTRADO MBC0500RF WINNER II CAETANOBUS	00-07/10/03	OS		
													KIT	V.Des.	Q. Kit	OF. nº	
													51875801 / 69102740	0	1	00/00000	
Pos.	Q uni	Q tot	Dim / Croquis	Material	Peça	Conj	Ser	Fur	Banc	Bal	Curv	GH	QN	TR	Rob	Bol	Trat
055	1	1		CH. RST37.2 2500X1250X3 (IP206710)	PFL 40X20X2	51875801							X	X			X
096	1	1		CH. RST37.2 2500X1250X2 (206778)	PFU 50X25X2	51875801							X	X			X
097	1	1		CH. RST37.2 2500X1250X2 (206778)	PFU 50X25X2	51875801							X	X			X
104	1	1		CH. RST37.2 2500X1250X3 (IP206710)	PFL 45X45X3	51875801							X	X			X
135	1	1		CH. RST37.2 2500X1250X2 (206778)	PFU 50X25X2	51875801							X	X			X
141	1	1		CH. RST37.2 2500X1250X3 (IP206710)	PFL 20X20X2	51875801							X	X			X
143	1	1		CH. RST37.2 2500X1250X3 (IP206710)	PFL 20X20X2	51875801							X	X			X
145	1	1		CH. RST37.2 2500X1250X2 (206778)	PFU 50X25X2	51875801							X	X			X

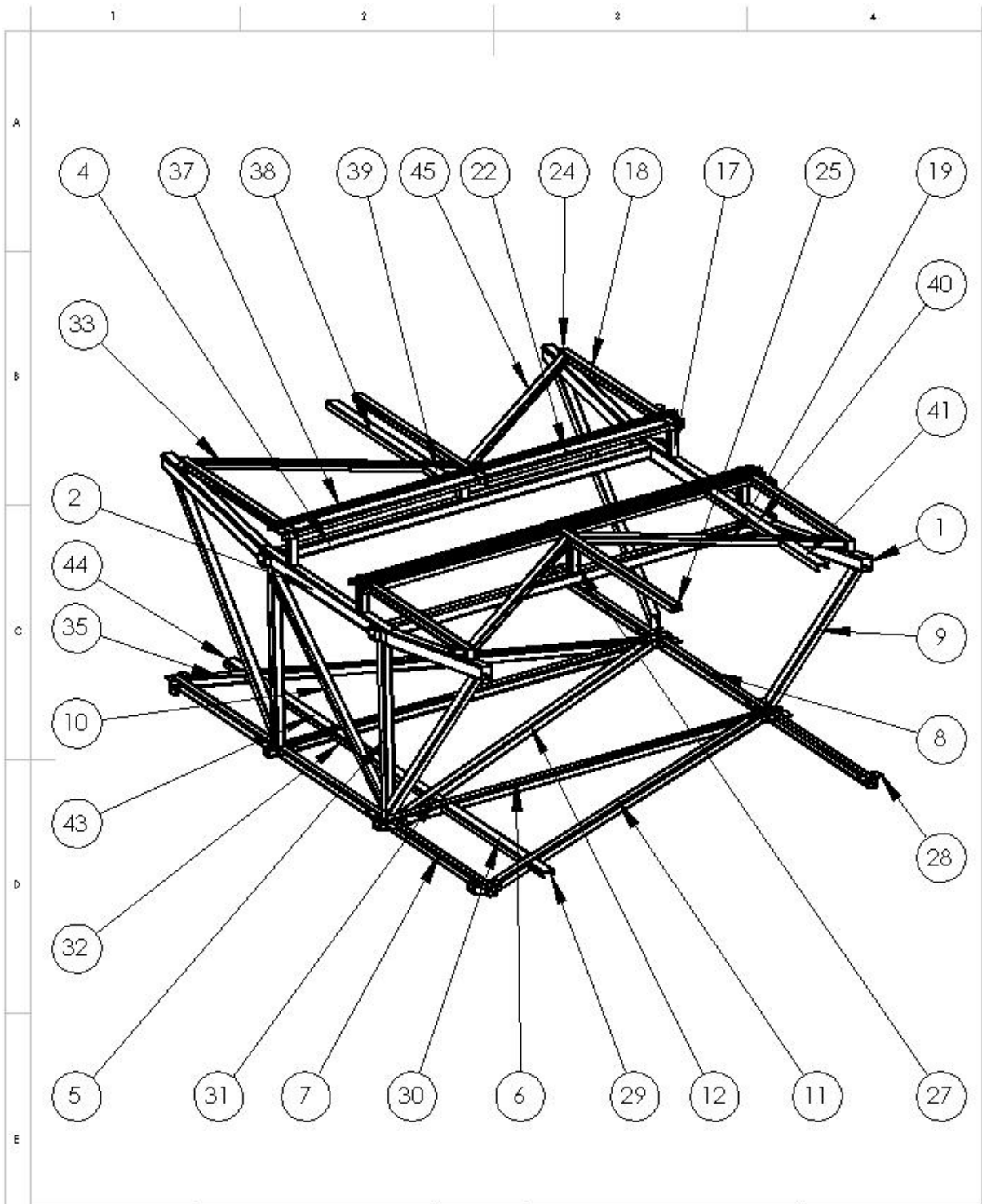
Anexo D: Lista de corte IPE  
Serrote

CaetanoBus			Designação											IA. L.C	Prep.	Fol.	
 <b>LISTA DE OPERAÇÕES</b>			ESTRADO MBC0500RF WINNER II CAETANO											00-07/10/03	OS		
			KIT											v.Des.	Q. Kit	of. nº	
CaetanoBus			51875801 / 69102740											0	1	00/00000	
Pos.	Q uni	Q tot	Dim / Croquis	Material	Peça	Conj	Ser	Fur	Banc	Bal	Curv	GH	QN	TR	Rob	Bol	Trat
064	1	1		PFO RST37.2 40X40X2 (206590)	51875801		X	X		X							X
065	1	1		PFO RST37.2 40X40X2 (206590)	51875801		X	X		X							X
066	1	1		PFO RST37.2 40X40X2 (206590)	51875801		X	X		X							X
067	1	1		PFO RST37.2 40X40X3 (206591)	51875801		X	X		X							X
068	1	1		PFO RST37.2 40X40X3 (206591)	51875801		X	X		X							X
069	1	1		PFO RST37.2 40X40X3 (206591)	51875801		X	X		X							X
070	1	1		PFO RST37.2 40X40X3 (206591)	51875801		X	X		X							X
071	1	1		PFO RST37.2 40X40X3 (206591)	51875801		X	X		X							X
072	1	1		PFO RST37.2 40X40X3 (206591)	51875801		X	X		X							X
073	1	1		PFO RST37.2 40X40X3 (206591)	51875801		X	X		X							X
074	1	1		PFO RST37.2 40X40X3 (206591)	51875801		X	X		X							X

**Anexo E: Cut List fornecida automaticamente pelo SolidWorks**

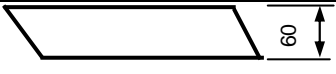

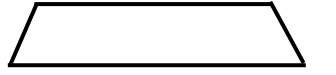
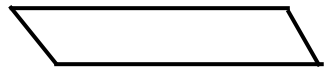

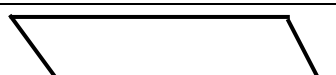


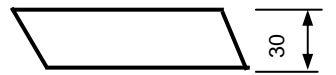
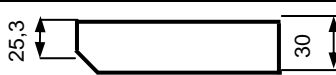

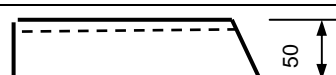


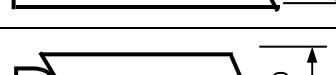
Cut List Item	ITEM NO.	QTY.	DESCRIPTION	ANGLE1	ANGLE2	LENGTH
1	1	4	Tubo 60x50x3	-	4,9	741,36
2	2	2	Tubo 60x50x3	4,9	4,9	960,24
5	3	2	# 50x3	0	-	21
6	4	2	# 50x3	0	0	1708
14	5	2	# 40x2	0	0	780
17	6	2	# 40x3	-	-	1856
22	7	4	# 40x3	0	0	762,5
23	8	2	# 40x3	0	0	790
31	9	4	# 40x2	50,7	49	1130,56
32	10	1	# 40x2	41	41	1081,71
35	11	1	# 40x2	66,4	23,6	1853,24
36	12	1	# 40x2	63,6	63,6	1854,23
37	13	2	# 40x2	-	57,5	7,11
38	14	1	# 40x2	-	53,8	7,44
39	15	2	# 50x3	-	0	27
43	16	2	# 40x3	41,9	-	78,85
50	17	4	Tubo 50x25x2	0	0	120
51	18	4	Tubo 50x25x2	0	45	830,6
55	19	1	Tubo 40x30x2	37,3	37,3	1085,93
56	20	2	Tubo 40x30x2	36,4	-	69,31
77	21	2	U 110x25x3	-	0	32
78	22	4	U 110x25x3	0	0	839
79	23	2	U 110x25x3	0	-	26
96	24	2	Tubo 40x30x2	9,8	45	51,05
100	25	2	Tubo 40x30x2	0	0	950,6
101	26	1	Tubo 40x30x2	32,3	-	56,03
105	27	2	# 40x2	0	0	120
123	28	24	Chapa 50x25x1.6			
125	29	1	U 50x25x2	0	23,6	135
126	30	1	U 50x25x2	23,6	0	605,7
127	31	1	U 50x25x2	0	26,4	76,2
128	32	1	U 50x25x2	26,4	0	694
131	33	1	Tubo 50x25x2	37,3	37,3	1085,93
136	34	1	Tubo 50x25x2	32,3	-	56,03
141	35	1	# 40x2	66,4	23,6	1853,24
143	36	1	PFO 40x40x2	-	43,6	17,4
149	37	2	PERFIL FIX BANCOS FAINSA 32x16x3x10	-	-	1856
184	38	1	PFU 50x25x2	37,3	0	714,19
185	39	1	PFU 50x25x2	0	37,3	114,25
192	40	1	PFU 50x25x2	0	37,3	539,32
193	41	1	PFU 50x25x2	37,3	0	289,37
216	42	2	Tubo 60x40x2	9,8	45	51,05
217	43	1	UF 60x3	0	23,6	605,7
218	44	1	UF 60x3	23,6	0	135
225	45	2	Tubo 50x25x2	37,3	37,3	1085,93

Anexo F: Vista isométrica com números de posição





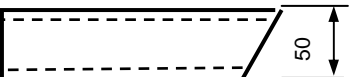





UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:									
TOLERANCES:									
LINEAR:									
ANGULAR:									
DRAWN		SIGNATURE		DATE		TITLE:			
CHK'D									
APP'D									
MTC									
Q.A.				MATERIAL:		DWG. NO.		3	
						Estrado winner relatorio			

**Anexo G: Lista de corte do estrado**

Cut List Name	ITEM NO.	QTY.	DESCRIPTION	Ang1	Ang2	LENGTH	Entalhes	Furos	Desenho
1	1	4	Tubo 60x50x3	80,2	85,1	741,36	-	-	
2	2	2	Tubo 60x50x3	85,1	85,1	960,24	-	-	
6	4	2	# 50x3	90	90	1708	-	-	--
14	5	2	# 40x2	90	90	780	-	-	--
17	6	2	# 40x3	90	90	1856	-	-	--
22	7	4	# 40x3	90	90	762,5	-	-	--
23	8	2	# 40x3	90	90	790	-	-	--
31	9	4	# 40x2	39,3	41	1130,6	-	-	
32	10	1	# 40x2	49	49	1081,7	-	-	
35	11	1	# 40x2	23,6	66,4	1853,2	1	3	
36	12	1	# 40x2	26,4	26,4	1854,2	-	-	
50	17	4	Tubo 50x25x2	90	90	120	-	-	--
51	18	4	Tubo 50x25x2	90	45	830,6	-	-	
55	19	1	Tubo 40x30x2	52,7	52,7	1085,9	1	2	
78	22	4	U 110x25x3	90	90	839	-	-	--
96	24	2	Tubo 40x30x2	80,2	45	51,05	-	-	
100	25	2	Tubo 40x30x2	9,8*	90	950,6	-	-	
105	27	2	# 40x2	90	90	120	-	-	--
123	28	24	Chapa 50x25x1.6	90	90		-	-	--
125	29	1	U 50x25x2	90	66,4	135	-	-	
126	30	1	U 50x25x2	66,4	90	605,7	-	-	
127	31	1	U 50x25x2	90	63,6	76,2	-	-	
128	32	1	U 50x25x2	63,6	90	694	-	-	
131	33	1	Tubo 50x25x2	52,7	52,7	1085,9	1	2	

*Optimização da Documentação e das Bases de Dados de Projecto*

141	35	1	# 40x2	23,6	66,4	1853,2	-	-	
149	37	2	PERFIL FIX BANCOS FAINSA 32x16x3x10	90	90	1856	-	-	--
184	38	1	PFU 50x25x2	52,7	90	714,19	-	-	
185	39	1	PFU 50x25x2	90	52,7	114,25	-	-	
192	40	1	PFU 50x25x2	90	52,7	539,32	-	-	
193	41	1	PFU 50x25x2	52,7	90	289,37	-	-	
216	42	2	Tubo 60x40x2	80,2	45	51,05	-	-	
217	43	1	UF 60x3	90	66,4	605,7	-	-	
218	44	1	UF 60x3	66,4	90	135	-	-	
225	45	2	Tubo 50x25x2	52,7	52,7	1085,9	-	-	