



Projeto

Mestrado em Engenharia Mecânica – Produção Industrial

***Gestão de Projetos na cloud – caso de estudo com
3DEXPERIENCE***

João Miguel Fernandes Honório

Leiria, março de 2025



Projeto

Mestrado em Engenharia Mecânica – Produção Industrial

***Gestão de Projetos na cloud – caso de estudo com
3DEXPERIENCE***

João Miguel Fernandes Honório

Projeto de Mestrado realizada sob a orientação do Doutor Joel Oliveira Correia Vasco, Professor da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria.

Leiria, março de 2025

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Agradecimentos

Para que este trabalho tenha visto a luz do dia cabe-me agradecer a uma mão cheia de pessoas, sendo que posso começar pelo meu orientador, Professor Joel Vasco, que manteve a confiança na sua execução e não deixou de me incentivar e partilhar dicas para a sua execução. Iniciei o mestrado com o Professor como Coordenador do curso, faz-me todo o sentido que posso terminá-lo também como orientador, fechando, de certa forma, um ciclo algo longo.

Cabe-me também agradecer ao Professor Mário Correia, atual Coordenador do curso, que não me deixou esquecer a importância de terminar a tese e sempre fez por que eu a pudesse efetivar e chegar a bom porto.

À CADNEA, e em especial ao André Almeida, seu Diretor Geral, tenho também a agradecer em várias vertentes: desde logo por me facilitarem a utilização das licenças de *software* e, em determinadas fases, o *hardware*, mas também pelo acesso a muita da informação utilizada para a redação do trabalho. O conhecimento que adquiri ao longo dos longos anos de trabalho em prol da empresa também certamente que muito contribuiu para o conteúdo aqui incluído.

Um agradecimento muito especial à minha namorada, Joana, que me possibilitou o tempo e foco necessário para a conclusão da tese, algo que não é fácil especialmente quando existem duas pequenas a correr pela casa, a perguntar pelo pai e a serem as “chatas” do costume.

Por último, expandido um pouco o leque, é de agradecer aos meus colegas mais próximos e familiares que me foram perguntando pela tese e que, com isso, foram incentivando o seu desenvolvimento, mas que também acabaram por ser bombardeados com alguns dados sobre a investigação ao longo do tempo.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Resumo

Mais cedo ou mais tarde, as organizações acabam por concluir que é necessário implementar um sistema de gestão de ficheiros e de processos, principalmente à medida que a empresa cresce e que pretende ter um controlo efetivo dos seus processos internos.

Com este crescimento, é fundamental ter uma fonte única de informação, sendo que ter um sistema destes que possa ser colocado *online*, através de um fornecedor *cloud*, eleva ainda mais as suas capacidades. Existindo várias soluções no mercado, torna-se importante o foco numa específica, daí a utilização da plataforma 3DEXPERIENCE para os casos de estudo.

Foram estudadas duas organizações fictícias, com diferentes necessidades, para se perceber se a plataforma 3DEXPERIENCE se adequa às suas necessidades. Em paralelo foram também executados estudos de simulação estrutural e de impacto ambiental aos seus produtos.

As conclusões gerais foram de que a plataforma 3DEXPERIENCE corresponde às necessidades das duas organizações, dado que permite a gestão eficiente dos ficheiros, criação e atribuição de tarefas, seguimentos de vários tipos de processos internos das mesmas e comunicação com softwares externos.

No entanto, algumas questões relacionadas com a performance e estabilidade foram levantadas, dado que o tempo necessário para efetuar determinadas operações é mais elevado que em *softwares locais* e sentiram-se alguns problemas a gravar os ficheiros para a *cloud* privada.

Palavras-chave: gestão de ficheiros e processos, *cloud*, segurança, colaboração, 3DEXPERIENCE

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Abstract

Sooner or later, organizations come to the conclusion that it is necessary to implement a file and process management system, especially as the company grows and wants to have effective control of its internal processes.

With this growth, it's essential to have a single source of information, and having such a system that can be put online via a cloud provider further enhances its capabilities. Since there are several solutions on the market, it is important to focus on a specific one, hence the use of the 3DEXPERIENCE platform for the case studies.

Two fictitious organizations, with different needs, were studied to see if the 3DEXPERIENCE platform suits their needs. In parallel, structural simulation and environmental impact studies were also carried out on their products.

The general conclusions were that the 3DEXPERIENCE platform meets the needs of both organizations, as it enables efficient file management, the creation and assignment of tasks, the tracking of various types of internal processes and communication with external software.

However, some issues related to performance and stability were raised, since the time needed to carry out certain operations is higher than with local software and some problems were experienced when saving files to the private cloud.

Keywords: file and process management, cloud, security, collaboration, 3DEXPERIENCE

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Índice

AGRADECIMENTOS	III
RESUMO	V
ABSTRACT	VII
ÍNDICE	IX
LISTA DE FIGURAS	XI
LISTA DE TABELAS	XV
LISTA DE SIGLAS	XVII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Motivação	2
1.2. Estrutura da tese	3
2. ESTADO DA ARTE	5
2.1. O que é a Gestão de Projetos	5
2.2. Gestão de Projetos de Engenharia	5
2.2.1. Fases do ciclo de vida de um produto	6
2.2.2. O porquê da Gestão de Projetos na <i>cloud</i>	7
2.3. Sustentabilidade	7
2.3.1. Empresa sustentável	9
2.3.2. Design Sustentável	9
2.3.3. Sustentabilidade aplicada à gestão de projeto	10
2.4. Inteligência Artificial	11
2.4.1. Inteligência Artificial e o CAD	12
2.4.2. Inteligência Artificial e a Gestão de Projetos	13
	ix

2.5. Softwares PLM	14
2.5.1. Principais <i>softwares</i> PLM	15
2.6. A plataforma 3DEXPERIENCE	18
2.6.1. Segurança <i>cloud</i>	19
Ciber segurança e gestão de privacidade da plataforma 3DEXPERIENCE	19
As normas de ciber segurança	20
Principais funções de segurança	22
2.6.2. A 3DEXPERIENCE e os utilizadores SOLIDWORKS	25
2.6.3. Níveis de PLM da plataforma 3DEXPERIENCE	27
Cloud services	27
3DEXPERIENCE PLM Standard	29
3DEXPERIENCE PLM Professional	30
3DEXPERIENCE PLM Premium	30
2.7. PDM vs PLM	32
2.8. Licenciamento Saas	37
3. METODOLOGIA	39
4. CASOS DE ESTUDO SOBRE A APLICAÇÃO DA PLATAFORMA 3DEXPERIENCE	43
4.1. Análise de necessidades	43
4.2. Caso de Estudo: empresa MED	45
4.3. Caso de Estudo: empresa GRA	70
5. ANÁLISE DOS CASOS DE ESTUDO	83
6. CONCLUSÕES	87
REFERÊNCIAS	91

Lista de figuras

Figura 1.1 - Representação de Product Lifecycle Management, gerado por Inteligência Artificial	1
Figura 1.2 - Representação da ligação do CAD com a cloud, gerado por Inteligência Artificial	3
Figura 2.1 – Diagrama de Venn da sustentabilidade	8
Figura 2.2 - Logo 3DEXPERIENCE	18
Figura 2.3 - Que software CAD a sua empresa utiliza? (Fonte: The state of PDM & PLM, bild, (bild, 2024))	25
Figura 2.4 - Distribuição dos softwares PDM/PLM utilizados (Fonte: The state of PDM & PLM (bild, 2024))	33
Figura 2.5 - Sistema utilizado para a gestão dos ficheiros (Fonte: The state of PDM & PLM (bild, 2024))	33
Figura 2.6 - Grau de satisfação com as ferramentas disponibilizadas pelos sistemas PDM/PLM (Fonte: The state of PDM & PLM (bild, 2024))	34
Figura 2.7 - Satisfação com a inovação do sistema PDM/PLM (Fonte: The state of PDM & PLM (bild, 2024))	35
Figura 2.8 - Facilidade de acesso à informação (Fonte: The state of PDM & PLM (bild, 2024))	35
Figura 3.1 - Representação das necessidades da empresa “MED”	39
Figura 3.2 - Representação das necessidades da empresa “GRA”	40
Figura 3.3 - Modelo do grelhador da empresa MED	41
Figura 3.4 - Modelo da faca de trinchar da empresa GRA	41
Figura 4.1 - Matriz de produto da plataforma 3DEXPERIENCE aplicada ao PLM (Dassault Systèmes, Governance Overview - New offers, 2024)	43
Figura 4.2 - Imagem representativa do conceito de canivete suíço aplicado à 3DEXPERIENCE	45
Figura 4.3 - Cabeçalho da interface 3DEXPERIENCE	46
Figura 4.4 - Exemplo de comunidade 3DEXPERIENCE	47
Figura 4.5 - Vista de ficheiros e pré-visualização na plataforma 3DEXPERIENCE	48

Figura 4.6 - Esquema de relações entre ficheiros como apresentada pela aplicação	
Relations	50
Figura 4.7 - Visualização de propriedades de ficheiro no SOLIDWORKS	51
Figura 4.8 - Visualização de propriedades de ficheiro na 3DEXPERIENCE	51
Figura 4.9 - Janela de criação de projeto no Project Planner	52
Figura 4.10 - Página inicial de criação de tarefa	53
Figura 4.11 - Janela de detalhes de uma tarefa	53
Figura 4.12 - Janela de estados de tarefas	54
Figura 4.13 - Tarefas na interface do SOLIDWORKS	54
Figura 4.14 - Gráfico de Gantt das tarefas de um projeto	55
Figura 4.15 - Dashboard do Project Planner com o estado das tarefas	55
Figura 4.16 - Dashboard do Project Planner com tarefas em atraso	56
Figura 4.17 - Dashboard do Project Planner de Burn Down das tarefas	56
Figura 4.18 - Dashboard do Project Planner de tarefas atribuídas	56
Figura 4.19 - Formulário de propriedades na interface do SOLIDWORKS	57
Figura 4.20 - Informação sobre gravação assíncrona para a plataforma	
3DEXPERIENCE	58
Figura 4.21 - Interface de alteração do estado do ciclo de maturidade de um ficheiro	59
Figura 4.22 - Interface para criação de anotações com o 3DPlay	60
Figura 4.23 - Interface para criação de revisão de ficheiro	61
Figura 4.24 - Interface para partilha de ficheiro através de link	62
Figura 4.25 - Elementos estruturais a incluir na simulação estrutural do grelhador	63
Figura 4.26 - Representação da aplicação de força e constrangimentos para o estudo de simulação estrutural do grelhador	63
Figura 4.27 - Representação da malha utilizada no estudo de simulação estrutural do grelhador	64
Figura 4.28 - Detalhes da malha utilizada no estudo de simulação estrutural do grelhador	65
Figura 4.29 - Resultado de deslocamento do estudo de simulação estrutural do grelhador	65
Figura 4.30 - Resultados de tensões do estudo de simulação estrutural do grelhador	66

Figura 4.31 - Gráfico de variação de tensão e deslocamento para diferentes dimensões de malha do estudo de simulação estrutural do grelhador	67
Figura 4.32 - Localização da tensão máxima presente nos elementos não sujeitos a singularidades no estudo de simulação estrutural do grelhador	68
Figura 4.33 - Consulta de lista de materiais desmaterializada na plataforma 3DEXPERIENCE	69
Figura 4.34 - Filtro de cores aplicado aos utilizadores responsáveis por cada ficheiro	70
Figura 4.35 - Filtro de cores aplicado aos utilizadores responsáveis por cada ficheiro, em 3D	71
Figura 4.36 - Definição tridimensional de Issues	72
Figura 4.37 - Estados de um Issue	72
Figura 4.38 - Carnagem da faca de trinchar a ser estudada no estudo de impacto ambiental	73
Figura 4.39 - Parâmetros de material e produção da carnagem da faca de trinchar, para o estudo de impacto ambiental	74
Figura 4.40 - Parâmetros de transporte e fim de vida da faca de trinchar, para o estudo de impacto ambiental	75
Figura 4.41 - Resultados do estudo de impacto ambiental para o material ABS PC	75
Figura 4.42 - Resultados do estudo de impacto ambiental para o material PP	76
Figura 4.43 - Comparação dos resultados do estudo de impacto ambiental entre os materiais ABS PC e PP	77
Figura 4.44 - Lista de materiais exportada em Excel pela plataforma 3DEXPERIENCE	78
Figura 4.45 - Definição de Enterprise Numbers para interligação da 3DEXPERIENCE com um software ERP	78
Figura 4.46 - Definição de referência de produto standard na 3DEXPERIENCE	80
Figura 4.47 - Base de dados de fornecedores aprovados na 3DEXPERIENCE	81

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Lista de tabelas

Tabela 2.1 - Resumo de características dos principais sistemas PLM (parte 1) ...	15
Tabela 2.2 - Resumo de características dos principais sistemas PLM (parte 2) ...	16
Tabela 2.3 - Resumo das normas em cumprimento pelos vários sistemas PLM..	21
Tabela 4.1 - Forças resultantes nos apoios do estudo de simulação estrutural do gelhador	66
Tabela 4.2 - Resultados de tensão e deslocamento para diferentes dimensões de malha do estudo de simulação estrutural do grelhador.....	67

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Lista de siglas

AR	Augmented Reality (Realidade Aumentada)
BCP	Business Recovery Plan (Plano de Recuperação de Negócio)
BOM	Bill of Materials (Lista de Materiais)
BOR	Bill of Regulations (Lista de Regulamentos)
CAD	Computer Aided Design (Desenho Assistido por Computador)
CAM	Computer Aided Machining (Maquinação Assistida por Computador)
DDoS	Distributed Denial of Service (Ataque de Negação de Serviço Distribuído)
DRP	Disaster Recovery Plan (Plano de Recuperação de Desastres)
ERP	Enterprise Resource Planning (Planeamento de Recursos Empresariais)
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure (Protocolo de Transferência de Hipertexto Seguro)
IA	Inteligência Artificial
IEC	International Electrotechnical Commission (Comissão Eletrotécnica Internacional)
ISO	International Organization for Standardization (Organização Internacional para a Normalização)
ISPMS	Information Security and Privacy Management System (Sistema de Gestão de Segurança e Privacidade da Informação)
LCA	Life-Cycle Assessment (Análise de Ciclo de Vida)
MBD	Model Based Definition (Definição Baseada no Modelo)
NIST	National Institute of Standards and Technology (Instituto Nacional de Normas e Tecnologia)
OWASP	Open Web Application Security Project (Projeto Aberto de Segurança de Aplicações <i>Web</i>)

PaaS	Platform as a Service (Plataforma como Serviço)
PDM	Product Data Management (Gestão de Informação de Produto)
PII	Personally Identifiable Information (Informação de Identificação Pessoal)
PLM	Product Lifecycle Management (Gestão de Ciclo de Vida de Produto)
PME	Pequenas e Médias Empresas
QMS	Quality Management System (Sistema de Gestão de Qualidade)
R&D	Research and Development (Pesquisa e Desenvolvimento)
RGPD	Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados
RTO	Recovery Time Objective (Objetivo de Tempo de Recuperação)
SaaS	Software as a Service (<i>Software</i> como Serviço)
SGS-ICS	SGS International Certification Services (Serviços de Certificação Internacional SGS)
SIEM	Security, Incident and Event Management (Gestão de Segurança, Incidentes e Eventos)
SLA	Service Level Agreement (Acordo de Nível de Serviço)
SOC	Security Operations Center (Centro de Operações de Segurança)
TI	Tecnologias de Informação
TLS	Transport Layer Security (Segurança da Camada de Transporte)

1. Introdução

As empresas que têm necessidade de desenvolver projeto têm necessidade de ferramentas de gestão de projeto, nomeadamente quando o número de projetistas é relativamente grande, quando a complexidade dos projetos chega a níveis em que uma gestão puramente baseada numa gestão comum de ficheiros, como a realizada pelo sistema operativo *Windows*, se torna curta, ou quando os processos internos da empresa levam à necessidade de uma gestão mais profunda de todo o ciclo de vida do projeto (Tipu, Haider, & Imran, 2022).

Neste sentido, e ao longo dos anos, vários *softwares* foram aparecendo com o intuito de gerir estes projetos. Desde *softwares* mais generalistas de gestão de projeto, como o *Microsoft Project*, até *softwares* mais direccionados à gestão de projetos de engenharia, como o ENOVIA. Muitas das vezes, no caso de projetos de engenharia, acaba-se por denominar de PLM (*Product Lifecycle Management*) este tipo de *software*.

Geralmente, no caso de gestão de projeto de engenharia, existem, pelo menos, duas vertentes que se pretendem gerir. Estas são a gestão de ficheiros (e informação associada a estes) e gestão das atividades necessárias (que envolve a gestão das tarefas de cada pessoa, a evolução dos estágios do projeto, etc.).

Dada a necessidade de aceder à informação em qualquer lugar e dispositivo, as soluções *cloud* foram ganhando terreno, pelo que a sua aplicação à gestão de projetos também fará todo o sentido. Necessidade essa representada na imagem seguinte.



Figura 1.1 - Representação de Product Lifecycle Management, gerado por Inteligência Artificial

1.1. Motivação

A necessidade de uma ferramenta que consiga unir em si a gestão dos vários processos envolvidos no desenvolvimento, produção, comercialização e pós-vida de produtos é clara, e também é evidente que a adoção de ferramentas *cloud* está a ganhar uma tração muito elevada, também reforçada pelos próprios fornecedores dos serviços, que têm todo o interesse em que as organizações, de certa forma, fiquem dependentes dos seus serviços para as suas várias atividades (Lai & Hung, 2024).

Neste sentido, faz todo o sentido explorar que soluções existem disponíveis no mercado para esta gestão e aprofundar uma delas.

É esperado que, com o decorrer deste projeto, se possa perceber se realmente faz sentido gerir projetos na *cloud* e, em particular, a aplicabilidade da plataforma 3DEXPERIENCE às organizações que têm este tipo de necessidade.

O *software Computer Aided Design (CAD) SOLIDWORKS* é o *software CAD 3D* mais utilizado no Mundo (Cadalyt, 2021), como confirmado por várias fontes, por exemplo, as fornecedoras de estatísticas nestas áreas Cadalyt ou Statista. Também é verdade que a empresa que desenvolve o SOLIDWORKS é a mesma que desenvolve a plataforma 3DEXPERIENCE, pelo que, faz todo o sentido que seja esta a plataforma de eleição para esta comunidade de utilizadores.

Os objetivos passarão por analisar dois casos de estudo de duas empresas fictícias, uma de pequena/média dimensão e outra de dimensão maior, com as respetivas necessidades específicas de PLM e concluir se a plataforma 3DEXPERIENCE, foco principal do projeto, cumpre as necessidades destas empresas, que podem ser vistas como as mais representativas do mercado, e quais os seus pontos fortes e fracos.

A imagem seguinte representa conceitualmente a ligação entre o CAD e a *cloud*:



Figura 1.2 - Representação da ligação do CAD com a cloud, gerado por Inteligência Artificial

1.2. Estrutura da tese

Nos próximos capítulos deste documento poderá encontrar a descrição do estado-da-arte no que ao PLM, e, em concreto, o PLM na *cloud*, diz respeito, discutindo os vários *softwares* existentes, o tipo de licenciamento, um tópico sobre a segurança, ou uma comparação entre o mais implementado PDM (*Product Data Management*) e o PLM.

Existirá também a descrição da metodologia aplicada aos vários casos de estudo efetuados, a explanação dos resultados obtidos e, claro, a análise e discussão dos mesmos.

Por fim, retirar-se-ão conclusões sobre os resultados, nomeadamente, até que ponto faz sentido a gestão do ciclo de vida na *cloud*, pelo menos de acordo com a análise aprofundada daquilo que a plataforma 3DEXPERIENCE tem a oferecer.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

2. Estado da Arte

Sendo o tema da gestão de projeto algo tão em voga, existem vários *softwares* disponíveis, com diferentes tecnologias ou abordagens, diferentes tipos de licenciamento e mais uma panóplia de diferenciadores.

A abrangência da própria solução também varia de produto para produto, e da sua utilização. Muitas empresas entram no mundo da gestão pela mão do PDM, que se pode considerar uma parte de um PLM completo, no sentido em que apenas contempla a gestão de ficheiros e sua informação, não a gestão de pessoas/tarefas ou processos.

Sendo o PDM um tipo de ferramenta já com bastante utilização no mercado, será dado um foco principal também à comparação entre PDM e PLM neste capítulo.

2.1. O que é a Gestão de Projetos

Gestão de Projetos é a aplicação de conhecimentos, capacidades, ferramentas e técnicas para cumprir com os requisitos de determinado projeto. A gestão de projetos é essencial para garantir que os objetivos de um projeto são alcançados dentro dos parâmetros estabelecidos, como prazo, custo e qualidade. Este processo envolve o planeamento, execução, monitorização e controlo das atividades do projeto (Project Management Institute, 2021).

2.2. Gestão de Projetos de Engenharia

No âmbito da engenharia, e aqui englobam-se várias áreas, desde o desenvolvimento de produto, ao projeto de maquinaria, metalomecânica, etc., muitas vezes associa-se o termos PLM ao *software* gestor de projetos, como mencionado anteriormente.

O PLM foca-se na gestão de forma eficiente do desenvolvimento do produto de uma empresa, qualquer que este seja, ao longo dos vários estágios de evolução: desde a primeira ideia (conceito), até à sua produção, comercialização e, em alguns casos, ao seu fim de vida (Tipu, Haider, & Imran, 2022).

O PLM pode gerir desde o produto individual, até ao portefólio de produtos de uma organização, sendo que o seu objetivo final passa por maximizar as receitas, reduzir os custos relacionados com o produto, maximizando o seu valor e, por conseguinte, do portefólio da organização, tanto internamente, como para os seus clientes.

2.2.1. Fases do ciclo de vida de um produto

O ciclo de vida de um produto tem cinco fases. Primeiro, a idealização, onde surge a ideia inicial, muitas vezes motivada por uma necessidade. Em seguida, a definição, na qual a ideia é refinada e detalhada para viabilizar a sua produção. Depois vem a concretização, momento em que o produto é fabricado e se torna utilizável.

Na quarta fase, de utilização e suporte, o produto está nas mãos do cliente, com suporte disponível. Por fim, ocorre a descontinuação, quando o produto se torna inutilizável por desgaste, falha ou obsolescência.

Considerar todas as fases é essencial para garantir o sucesso do produto e o retorno financeiro da empresa (Tipu, Haider, & Imran, 2022). Focar apenas nas três primeiras fases do ciclo de vida de um produto pode levar a problemas futuros e fracasso financeiro. O conceito de *cradle to grave* defende que todo o ciclo de vida deve ser considerado.

Alguns desafios incluem a incerteza do futuro durante o desenvolvimento (mitigável com simulações computacionais) e a falta de controlo quando o produto está com o utilizador. Além disso, a responsabilidade pelo produto muda entre várias equipas ao longo do tempo, tornando a gestão integrada um desafio complexo (Stark, Product Lifecycle Management (Volume 2), The Devil is in the Details, 2016).

2.2.2. O porquê da Gestão de Projetos na *cloud*

A adoção de sistemas de gestão do ciclo de vida do produto (PLM) baseados na *cloud* está-se a tornar uma tendência. As principais vantagens incluem acesso global, escalabilidade, redução de custos, segurança e *backups* automáticos, atualizações sem intervenção do utilizador e ferramentas inovadoras (Lai & Hung, 2024).

No entanto, há desafios, como a dependência da Internet, preocupações com segurança e privacidade, custos a longo prazo, dificuldade na mudança de fornecedor, problemas de integração e possível perda de desempenho que devem ser considerados.

A decisão de adotar um sistema *cloud* depende das prioridades de cada organização, mas a tendência aponta para um futuro cada vez mais baseado na *cloud* (Dassault Systèmes, Three ways to renew your focus on design - Experience Cloud Services for SOLIDWORKS Today, 2023).

2.3. Sustentabilidade

O “Design Sustentável” é cada vez mais considerado no desenvolvimento de novos produtos, mas continua a ser um termo de definição complexa, devido aos vários fatores envolvidos (Honório, Ana Simões, & Galvão, 2022).

Para além da vertente de “poupança do ambiente”, a vertente financeira é, também ela, de relevante importância, no entanto, num estudo da Nielsen, de 2018, intitulado *Sustainable Shoppers* podemos ler que quase três quartos dos mais jovens, descritos pelas nomenclaturas *Millennials* e *Gen Z*, não se importam de pagar mais por produtos e serviços sustentáveis (Nielsen, 2018).

O “design sustentável” não tem uma definição simples, mas está ligado ao conceito de “desenvolvimento sustentável”, que procura atender às necessidades atuais sem comprometer as futuras gerações.

Para isso, é essencial evitar o aumento da extração de recursos, da produção de substâncias artificiais e da destruição ambiental, garantindo também condições justas para

a sociedade. O problema maior não está no uso dos recursos em si, mas no crescimento contínuo das práticas que degradam o meio ambiente.

A sustentabilidade é um equilíbrio entre ambiente, equidade social e economia, podendo ser representada como a interseção desses três elementos ou como uma hierarquia onde a economia depende da sociedade, e ambas do meio ambiente.

Esta relação pode ser representada por um diagrama de Venn, como apresentado na imagem abaixo, em que a sustentabilidade é representada pela interseção dos três domínios, com os círculos que refletem a dependência entre eles: uma economia saudável depende de uma sociedade saudável, e ambas dependem de um ambiente saudável (Honório, Ana Simões, & Galvão, 2022).



Figura 2.1 - Diagrama de Venn da sustentabilidade

2.3.1. Empresa sustentável

Empresas sustentáveis são aquelas que demonstram o mesmo equilíbrio e responsabilidade entre as partes económica, social e ambiental. De uma forma simplista, uma empresa recebe *inputs*, processa-os (adicionando valor) e gera *outputs*. Esta ideia permite-nos idealizar uma empresa sustentável como aquela que:

- Utiliza os desperdícios de outros processos como o seu *input* e minimiza ou elimina a utilização de matérias virgens;
- Cria *outputs* que podem ser reutilizados por outros processos ou devolvidos ao seu estado natural e elimina desperdícios que não possam ser reaproveitados;
- Utiliza o mínimo de energia necessária para obter os *outputs* e a energia que utiliza deriva de fontes renováveis.

Tipicamente, o valor das empresas é medido apenas por métricas financeiras, mas começa a ser mais comum analisar este valor de acordo com uma *triple bottom line*, tripé da sustentabilidade, representando as pessoas, planeta e lucro (Investopedia, 2021).

2.3.2. Design Sustentável

Após se descrever o que é a sustentabilidade, é interessante entrar no domínio do “design sustentável”. Podemos entender o design sustentável como a aplicação “inteligente” dos princípios de sustentabilidade à engenharia e ao projeto.

Existe uma série de tópicos associados ao design sustentável e que serão importantes ter em conta para o cálculo posterior do impacto no ambiente dos produtos desenvolvidos:

- *Design for Disassembly (DfD)* – esta é uma abordagem ao design que permite a fácil recuperação de peças, componentes e materiais no final do ciclo de vida dos produtos, focando-se, por exemplo, na reciclagem e a reutilização;
- *Product stewardship* – também conhecido por responsabilidade estendida sobre os produtos; esta abordagem é baseada no princípio de que todos os intervenientes no ciclo de vida de um produto partilham a responsabilidade por reduzir o impacto ambiental;

- *Cradle to Cradle* – de forma a ser sustentável, todos os elementos de um produto que chegue ao final da sua vida útil devem ser projetados de forma a serem a entrada para um outro sistema;
- *Green marketing* – Muitas empresas veem a promoção das suas responsabilidades ambientais como uma poderosa ferramenta de marketing. As mensagens de algumas empresas, na verdade, estão longe da realidade, levando ao que geralmente é denominado “*greenwashing*” (Lewis, 2001).

2.3.3. Sustentabilidade aplicada à gestão de projeto

Segundo o artigo de (Anne Seegrün, 2024), “*Incorporating sustainability into product lifecycle management: a systematic literature review*”, podemos pensar em 6 áreas de aplicação da sustentabilidade à gestão de projeto:

- **Gestão de Modelo de Negócio Sustentável:** é uma abordagem estratégica para alinhar modelos de negócios com objetivos de sustentabilidade, tendo como objetivo integrar princípios sustentáveis em todas as operações empresariais, criando valor a longo prazo;
- **Desenvolvimento de Produto Sustentável:** integra princípios de sustentabilidade desde a fase inicial do design, garantindo que os impactos ambientais sejam considerados ao longo de todo o ciclo de vida do produto.
- **Gestão de Materiais Sustentáveis:** num contexto de Gestão de Projeto Sustentável, a gestão de materiais é crucial para a seleção e gestão de materiais ao longo do ciclo de vida do produto.

Em (Lin, Rohleder, & Nurcan, 2018), é destacada a importância da integração da análise de ciclo de vida (LCA) ao PLM para uma seleção de materiais mais sustentável, introduzindo o conceito de *Bill of Regulation (BOR)* para atualizações regulatórias em tempo real.

- **Produção Sustentável:** num contexto de Gestão de Projeto Sustentável, a Produção Sustentável abrange estratégias para minimizar impactos ambientais e otimizar a eficiência dos recursos na produção. Na perspetiva da Indústria 4.0, (Marcos De

Oliveira, Geraldí Andreatta, Stjepandić, & Canciglieri Junior, 2021) destacam a importância do processamento de dados em tempo real para sustentabilidade, uma vez que a obtenção de dados, em geral para o PLM, é fundamental. Claro que o avanço das tecnologias, e o aparecimento do conceito de *digital twin*, também fornece novas ferramentas e estratégias para se obterem sistemas produtivos mais eficientes e com foco na sua sustentabilidade (Vieira, Vieira, & Chain, 2016).

- **Gestão de Cadeias de Fornecimento Sustentáveis:** procura integrar a sustentabilidade ao longo do ciclo de vida do produto, otimizando fluxos de materiais e informações na cadeia de valor. Propõem-se uma metodologia para usar dados do PLM na melhoria da sustentabilidade da cadeia de fornecimento, selecionando indicadores e implementando ações corretivas. A importância da cadeia de fornecimento sustentável para a viabilidade de sistemas produtivos sustentáveis é fundamental para que todo o processo possa, de facto, ser sustentável (Vieira, Vieira, & Chain, 2016).
- **Gestão de Conhecimento Sustentável:** num contexto de Gestão de Projeto Sustentável, a Gestão de Conhecimento Sustentável envolve a gestão do conhecimento para promover a sustentabilidade ao longo do ciclo de vida do produto. (Ch., Holland, & Fathi, 2010) destacam a importância da gestão do conhecimento no PLM, especialmente na tomada de decisões e controle de qualidade.

2.4. Inteligência Artificial

A Inteligência Artificial, doravante denominada IA, é vista como uma área da ciência computacional que se concentra em criar sistemas que podem realizar tarefas que, normalmente, exigem algum nível de inteligência humana para ser efetuadas (Russell & Norvig, 2021). Neste sentido, ela aplica-se a inúmeras áreas, nomeadamente ao design e à gestão de projeto, temas importantes para este documento.

Num mundo em que a Indústria 4.0 converge em si várias tecnologias como a Internet das Coisas, a Inteligência Artificial, robótica avançada, métodos produtivos avançados, ou realidades virtual e aumentada, as empresas e economias mundiais serão profundamente afetadas e transformadas, sendo que a Indústria 4.0 altera a forma como trabalhamos, criamos valor e competimos. A escala a que as empresas e economias trabalharão será inimaginável (Heppelmann, 2018).

2.4.1. Inteligência Artificial e o CAD

Nos últimos anos o mundo do CAD tem-se mantido relativamente estático no que a novas tecnologias diz respeito, tendo implícito o facto destes *softwares* já se encontrarem “maduros” e com pouco espaço para desenvolvimento, pois já realizam as tarefas mais comumente necessárias (Tara, 2024).

Durante décadas, a dificuldade de uso do CAD foi aceite, em vez de serem desenvolvidas formas mais eficientes de desenhar. As tentativas das empresas de CAD de inovar foram pouco adotadas pelos utilizadores, como no caso do design generativo e da otimização topológica, que se mostraram difíceis de usar e produziram soluções pouco práticas (Tara, 2024).

No entanto, a complacência com tecnologias "maduras" é abalada quando, por exemplo, a Microsoft investe 10 mil milhões de dólares no ChatGPT (Forbes, 2023), ou a Google investe mil milhões numa das concorrentes do ChatGPT, Anthropic (Reuters, 2025), impulsionando uma revolução na inteligência artificial.

Esse movimento forçou grandes empresas a acelerar as suas próprias iniciativas em IA, desencadeando uma corrida para integrar inteligência artificial em *softwares* diversos. O impacto imediato foi a popularização das interfaces de linguagem natural, facilitando o uso de ferramentas antes complexas, como *softwares* empresariais e de desenvolvimento.

No setor de CAD, a IA pode finalmente trazer os avanços prometidos, como otimização de formas realmente utilizáveis, reconhecimento de peças em nuvens de pontos e geração automática de vistas 2D e 3D. Pela primeira vez, a visão de um verdadeiro "*computer-aided design*" pode estar a tornar-se realidade (Tara, 2024).

No evento mundial da Dassault Systèmes em 2025, o 3DEXPERIENCE World 2025, a inteligência artificial esteve em destaque, sendo que 3 áreas principais foram focadas (Techbriefs, 2025):

- uma assistente virtual, denominada Aura, que pretende melhorar a interação entre os utilizadores e a informação existente globalmente. Podem ser colocadas questões a esta assistente que, por sua vez, dará respostas e soluções para os problemas descritos, contém conceitos formativos e pode até gerar imagens realistas dos modelos em diferentes meios (Javelin, 2025);

- tecnologia de inteligência virtual que irá auxiliar os utilizadores a criarem conjuntos com os vários componentes modelados, que interpreta os modelos e a forma como estes podem “ser encaixados” entre si (Techbriefs, 2025);
- desenho guiado por inteligência artificial, que interpreta a situação e os requisitos de cada projeto e pode desenhar componentes tendo-os em conta, apesar de ser apresentado apenas em modo conceitual (Techbriefs, 2025).

Existem também já alguns *softwares* CAD que funcionam por inteligência artificial, com a opção de texto-para-CAD, como o Zoo CAD (CAD, 2025), que permitem ao utilizador descrever o que pretende obter, de forma escrita, e o modelo 3D é gerado de forma automática pelo *software*.

Apesar de já existirem algumas soluções no mercado, estas ainda se encontram em forma algo embrionária e deverão conhecer novos desenvolvimentos num futuro próximo.

É relativamente comum as *software houses* apresentarem algumas soluções como tendo base de inteligência artificial, mas, numa boa parte das situações, são ferramentas que apenas dependem do contexto específico, e que não “aprendem” com o utilizador, ou soluções que se aproximam muito de otimização topológica, e não inteligência artificial “real”, como é o caso do *Design Guidance* do *software* CAD *XDesign* (Polat, 2022).

2.4.2. Inteligência Artificial e a Gestão de Projetos

A IA fornece novas ferramentas nas mais diversas áreas de aplicação, mas a sua capacidade de aprender de forma autónoma, de se adaptar e de realizar tarefas complexas é particularmente útil à gestão de projetos, tarefas por si só complexas. A IA será bastante mais produtiva e eficiente do que o ser humano a realizar tarefas repetitivas, permitindo que os operadores se possam focar em atividades mais “criativas” (Agrawal, Gans, & Goldfarb, 2018).

Tal como mencionado no artigo de (Agrawal, Gans, & Goldfarb, 2018), as capacidades de análise preditiva oferecem previsões extremamente valiosas e precisas, que têm um valor incomensurável nas áreas das finanças, cadeias de fornecimento, entre outras.

A Inteligência Artificial surgiu como uma área potencialmente revolucionária, capaz de trazer uma nova dimensão à gestão de projetos. A IA pode ajudar a lidar com a complexidade e a incerteza dos projetos de Tecnologias de Informação (TI), melhorar a tomada de decisões, automatizar tarefas repetitivas e fornecer *insights* preditivos para a detecção precoce de problemas ou desvios nos projetos (Norvig & Russell, 2021).

As metodologias tradicionais de gestão de projeto muitas vezes não conseguem lidar eficazmente com a natureza dinâmica dos contextos modernos de desenvolvimento de *software*, resultando em atrasos nos projetos, orçamentos mal dimensionados e objetivos não cumpridos (Davenport, 2018).

Os avanços recentes na tecnologia de IA podem trazer soluções promissoras para superar alguns destes desafios, oferecendo a possibilidade de automatizar e simplificar certas tarefas de gestão de projetos e permitindo que o gestor de projeto e a equipa tomem decisões informadas com base em conhecimento orientado por dados. No entanto, com as ferramentas atualmente disponíveis para a gestão de projetos, este processo ainda é bastante trabalhoso e difícil de concretizar (Norvig & Russell, 2021).

2.5. Softwares PLM

A transição de um PDM para um PLM é um passo natural, mas o PLM é mais abrangente, complexo e dispendioso. Ele gere todo o ciclo de vida do produto, desde a conceção até ao fim de vida, incluindo processos como design, produção e manutenção.

Além da gestão de dados, o PLM envolve a administração de recursos e processos, como pedidos de alteração de produtos. A sua implementação, geralmente, exige integração com outros softwares, garantindo um fluxo de informação eficiente entre sistemas.

Dois exemplos típicos de indústrias que utilizam bastante este tipo de sistema, e que têm grandes capacidades em ter personalizações às suas necessidades, dada a sua dimensão, são as indústrias automóvel e aeroespacial (Stark, Product Lifecycle Management (Volume 1) - 21st Century Paradigm for Product Realisation, 2016).

2.5.1. Principais *softwares* PLM

Os *softwares* PLM, tal como a grande maioria dos *softwares*, podem ser divididos em vários níveis, mas podem-se considerar os *softwares* PLM de topo o PTC Windchill, da PTC, o Siemens Teamcenter, da Siemens, o Aras, da Aras Corporation, o Oracle Agile, da Oracle, ou o 3DEXPERIENCE, da Dassault Systèmes (Begg, 2024).

Para facilitar o conhecimento destas várias soluções, seguem duas tabelas de resumo das principais características dos vários *softwares* (Aras, 2024) (Autodesk, 2021) (Dassault Systèmes, 3DEXPERIENCE Platform Security & Privacy, 2022) (PTC, 2020) (Siemens, 2014) (Kelley, 2016):

CRITÉRIO	UPCHAIN (AUTODESK)	WINDCHILL (PTC)	TEAMCENTER (SIEMENS)
MODELO DE IMPLEMENTAÇÃO	Cloud (SaaS)	Local / <i>cloud</i>	Local / <i>cloud</i>
FOCO PRINCIPAL	PLM leve, Colaboração CAD	PLM, CAD integrado	PLM, Gestão de Engenharia
INTEGRAÇÃO COM CAD	Multi-CAD	PTC Creo, SOLIDWORKS, Multi-CAD	Siemens NX, SolidEdge, Multi- CAD
ESCALABILIDADE	Média (PMEs)	Alta	Alta
FACILIDADE DE PERSONALIZAÇÃO	Baixa	Média	Média-Alta
INTERFACE	Simple e moderna	Moderna, mas complexa	Completa, mas complexa
CAPACIDADE DE GESTÃO DE PROJETOS	Sim (foco na colaboração)	Sim (integração com PLM)	Sim
FOCO NA <i>CLOUD</i>	Sim (100% SaaS)	Sim (Windchill+)	Não totalmente
CUSTO	Baixo-Médio	Médio-Alto	Alto

Tabela 2.1 - Resumo de características dos principais sistemas PLM (parte 1)

CRITÉRIO	ARAS INNOVATOR	ORACLE AGILE PLM	3DEXPERIENCE (DASSAULT SYSTEMES)
MODELO DE IMPLEMENTAÇÃO	Local / <i>cloud</i>	Local / <i>cloud</i>	Local / <i>cloud</i>
FOCO PRINCIPAL	PLM flexível e personalizável	PLM empresarial	PLM, CAD, Simulação, Colaboração
INTEGRAÇÃO COM CAD	Multi-CAD (Arquitetura aberta)	Limitado a algumas soluções CAD	CATIA, SOLIDWORKS, Multi-CAD
ESCALABILIDADE	Muito alta	Média	Alta
FACILIDADE DE PERSONALIZAÇÃO	Alta	Média	Média-Alta
INTERFACE	Simples e flexível	Tradicional	Moderna, integrada e 3D
CAPACIDADE DE GESTÃO DE PROJETOS	Sim (nativo e flexível)	Sim, mas menos intuitivo	Sim
FOCO NA CLOUD	Sim (com Aras Enterprise SaaS)	Não totalmente	Sim (nativo)
CUSTO	Baixo-Médio (Licença <i>Open-Source</i> , mas com custos de suporte)	Alto	Baixo-Médio

Tabela 2.2 - Resumo de características dos principais sistemas PLM (parte 2)

Em resumo:

- **Upchain (Autodesk):** Melhor para pequenas e médias empresas que precisam de colaboração baseada em nuvem e integração leve com CAD;
- **Windchill (PTC):** Forte integração com CAD, boas opções em nuvem, mas interface pode ser complexa;
- **Teamcenter (Siemens):** Excelente para engenharia avançada, mas pode ser mais pesado e caro;

- **Aras Innovator:** Modelo open-source e altamente personalizável, ideal para empresas que querem flexibilidade;
- **Oracle Agile PLM:** Sólido para grandes empresas, mas menos intuitivo para engenharia;
- **3DEXPERIENCE (Dassault Systèmes):** Melhor experiência cloud e colaboração integrada com CAD.

Uma outra forma interessante de resumir as soluções passa pelo tipo de organização a que se aplicam mais diretamente:

1. Para pequenas e médias empresas (PME) que querem uma solução de rápida implementação:

- **Upchain (Autodesk):** dado o seu foco na colaboração e solução Multi-CAD baseada na *cloud*;
- **Aras Innovator:** com a sua flexibilidade e sistema *open-source*, mas exige mais personalização;
- **3DEXPERIENCE (Dassault Systèmes):** forte componente CAD e *cloud*, podendo ser uma solução simples chave-na-mão.

2. Para empresas de engenharia que precisam de forte integração com CAD:

- **Windchill (PTC):** Muito ajustado a utilizadores PTC Creo;
- **Teamcenter (Siemens):** Ideal para empresas que utilizam Siemens NX ou SolidEdge e que necessitam de um PLM robusto;
- **3DEXPERIENCE (Dassault Systèmes):** Perfeito para utilizadores CATIA ou SOLIDWORKS.

3. Para grandes empresas e áreas de negócio altamente reguladas (como automóvel, aeroespacial, farmacêutica, etc.):

- **Oracle Agile PLM:** Muito utilizado em indústrias com fortes requisitos de conformidade, menos focado em áreas especificamente de engenharia;
- **Teamcenter (Siemens):** Suporte para engenharia complexa e grandes volumes de dados;
- **Windchill (PTC):** Boa solução para gestão de produtos em larga escala.

4. Foco na *cloud*:

- **3DEXPERIENCE (Dassault Systèmes):** nativo na *cloud*, forte componente colaborativa e integração com área de engenharia;
- **Upchain (Autodesk):** PLM leve na *cloud*, ideal para PMEs;
- **Windchill+ (PTC):** versão SaaS do Windchill.

2.6. A plataforma 3DEXPERIENCE

A plataforma 3DEXPERIENCE, desenvolvida pela Dassault Systèmes, surgiu para integrar diversas ferramentas numa única interface baseada na *cloud*.

A Dassault Systèmes, fundada em 1981 como subsidiária da Dassault Aviation, lançou o CATIA, padrão nas indústrias automóvel e aeronáutica. Nos anos 1990, expandiu-se com soluções PLM (ENOVIA), manufatura (DELMIA) e simulação (SIMULIA). Em 1997, adquiriu o SOLIDWORKS, que popularizou o CAD 3D em computadores pessoais.

Em 2012, a 3DEXPERIENCE foi anunciada para integrar essas soluções, permitindo o desenvolvimento completo de um produto dentro de um único ambiente *cloud*, desde a concepção até à manutenção. A plataforma destaca-se pela interligação de ferramentas e pela centralização de dados, garantindo uma única fonte de informação. Desde 2018, expandiu-se para os utilizadores SOLIDWORKS, consolidando-se como um ecossistema completo e acessível. O logo apresentado abaixo reflete esta mesma interligação.

A partir de julho de 2023, passou a estar incluída com todas as novas licenças SOLIDWORKS, com os *cloud services* (Dassault Systèmes, <https://www.3ds.com/about/company/history>, acessido a 04/01/2025, 2025).



Figura 2.2 - Logo 3DEXPERIENCE

2.6.1. Segurança *cloud*

Um dos tópicos sempre abordados quando se fala da *cloud*, e, muito em especial, da colocação de informação importante em servidores disponíveis online e não controlados pela própria organização, é a segurança da informação.

Apesar daquilo que pode ser a ideia latente nos utilizadores, ou nas empresas em geral, a colocação dos ficheiros, e da informação associada aos mesmos, em servidores online devidamente protegidos torna-os bastante mais seguros do que tê-los num servidor da própria empresa, com a segurança mais tradicional que, geralmente existe (Singh & Misra, Exploring the Challenges for Adopting the Cloud PLM in Manufacturing Organizations, 2024).

Ciber segurança e gestão de privacidade da plataforma 3DEXPERIENCE

Esta certificação é garantida pela *SGS International Certification Services* (SGS-ICS), e o seu âmbito inclui:

1. O design, desenvolvimento, entrega, implementação, operações *cloud* e suporte à plataforma 3DEXPERIENCE;
2. Gestão da privacidade da informação.

Este Sistema de Gestão de Segurança e Privacidade da Informação (ISPMS) é administrado e sujeito a revisão por parte do comité executivo de Investigação e Desenvolvimento (R&D) da Dassault Systèmes. Está baseado num Sistema de Gestão de Qualidade (QMS) que é operado pela plataforma 3DEXPERIENCE, sendo certificado pela norma ISO 9001:2015, pela SGS-ICS.

Os critérios destas auditorias são, por sua vez, baseados nos requisitos de sistema de gestão e de controlo das normas ISO 9001, ISO 27001 e ISO 27701 (Dassault Systèmes, 3DEXPERIENCE Platform Security & Privacy, 2022).

As normas de ciber segurança

A ciber segurança roteia-se por uma série de normas da indústria. Vários especialistas independentes colaboram ativamente para estabelecer normas globais para fornecedores de *software*. O Open Web Application Security Project (OWASP), o National Institute of Standard and Technology (NIST) e a International Organization for Standardization/ International Electrotechnical Commission (ISO/IEC) são 3 corpos especialistas que guiam as boas práticas, controlos, testes e outras ferramentas em ciber segurança e privacidade para reduzir o risco e mitigar vulnerabilidades.

A **OWASP** dedica-se a possibilitar que empresas possam desenvolver e manter aplicações altamente seguras. A fundação OWASP é a principal fonte na pesquisa de última geração, *frameworks* prevalentes e informação vital associada a aplicações de segurança.

O (NIST) é a fonte proeminente de soluções de medidas críticas e normas equitativas em eletrónica, *software* e outras tecnologias. A publicação especial 800-53 do NIST define os controlos de segurança e privacidade para sistemas de informação e organizações (Viger, Diemert, & Foster, 2023).

As ISO e IEC formam um comité técnico que trabalha na promoção de normas em TI e tecnologias de comunicação.

Para além das normas já mencionadas, existe mais uma série delas que se aplicam a este tipo de software na *cloud*. Por forma a resumir quais são cumpridas pelos vários sistemas PLM mencionados, segue uma tabela de resumo:

NORMA/ CERTIFICAÇÃO	UPCHAIN (AUTODESK)	WINDCHILL (PTC)	TEAMCENTER (SIEMENS)
ISO 27001 (Segurança da informação)	Sim	Sim	Sim
SOC 2 TYPE II (Proteção de dados em <i>cloud</i>)	Sim	Sim	Sim
NIST 800-171 (Requisitos para Defesa e Indústrias EUA)	Sim	Sim	Sim
RGPD (Regulamento Geral de Proteção de Dados EU)	Sim	Sim	Sim
ITAR (Controlo para exportação dos EUA – Aeroespacial e Defesa)	Parcial	Sim	Sim
NORMA/ CERTIFICAÇÃO	ARAS INNOVATOR	ORACLE AGILE PLM	3DEXPERIENCE (DASSAULT SYSTEMES)
ISO 27001 (Segurança da informação)	Sim	Sim	Sim
SOC 2 TYPE II (Proteção de dados em <i>cloud</i>)	Não nativo	Sim	Sim
NIST 800-171 (Requisitos para Defesa e Indústrias EUA)	Depende do cliente	Sim	Sim
RGPD (Regulamento Geral de Proteção de Dados EU)	Depende do servidor	Sim	Sim
ITAR (Controlo para exportação dos EUA – Aeroespacial e Defesa)	Requer personalização	Sim	Sim

Tabela 2.3 - Resumo das normas em cumprimento pelos vários sistemas PLM

A maior parte dos sistemas PLM mencionados cumprem os requisitos base de certificação em segurança *cloud*, sendo exceção proeminente o Aras Innovator que, dada a sua estrutura *open source*, requer implementação ou personalização por parte do cliente ou servidor. De notar também que o Upchain tem algumas limitações no que à norma ITAR diz respeito.

Principais funções de segurança

Autenticação e autorizações

A plataforma 3DEXPERIENCE utiliza um sistema denominado *3D Passport*, que pode ser visto como o mecanismo de autenticação e autorização da plataforma.

Este é um login personalizado que fornece ao utilizador acesso às aplicações e serviços constantes da sua licença. Os administradores do sistema fazem a manutenção das políticas de segurança, como a atribuição/renovação de palavras-passe *fortes* e suas datas de validade. Também existem procedimentos para detetar tentativas de entrada inválidas, recorrendo, por exemplo, a estratégias de *força bruta* (Dassault Systèmes, 3DEXPERIENCE Platform Security & Privacy, 2022).

Encriptação

Toda a informação que é trocada com a plataforma 3DEXPERIENCE está protegida por protocolos de encriptação HTTPS/TLS de forma a proteger a integridade e confidencialidade de toda a informação (Dassault Systèmes, 3DEXPERIENCE Platform Security & Privacy, 2022).

Garantia de disponibilidade e segurança contra *DDoS*

Todos os serviços encontram-se protegidos por um serviço de *proxy* de alta disponibilidade e performance que balanceia a carga no sistema e que integra mecanismos contra ataques *DDoS* e de *blacklisting* (Dassault Systèmes, 3DEXPERIENCE Platform Security & Privacy, 2022).

Segurança operacional

As soluções da Dassault Systèmes são construídas e funcionam baseadas num sistema estruturado de 3 níveis. As ameaças são identificadas, monitorizadas e mitigadas em cada um destes níveis, utilizando normas da indústria no que toca a priorizar e considerar os riscos (Dassault Systèmes, 3DEXPERIENCE Platform Security & Privacy, 2022).

Disponibilidade do sistema - SLA (Service Level Agreement)

O objetivo da Dassault Systèmes é garantir que os sistemas online estão operacionais 99.5% do tempo, à exceção dos tempos de paragem para intervenções planeadas ou devido a interrupções resultantes de pedidos de clientes (Dassault Systèmes, Service Level Agreement for Online Services, 2023).

Gestão de risco ao nível das aplicações

De forma a ter sistemas SaaS e PaaS que funcionam de forma segura requer a identificação e mitigação contínuas de vulnerabilidades. Na 3DEXPERIENCE são integradas várias medidas de identificação de vulnerabilidades e de validação dos controlos de segurança existentes. Estas medidas incluem verificações estáticas e dinâmicas em vários níveis do desenvolvimento, bem como testes manuais de tentativa de penetração.

Os testes estáticos avaliam o código fonte durante o processo de desenvolvimento de forma a corrigir problemas antes deste serem passados aos testes seguintes. O fornecedor deste tipo de testes é a Gartner – fornecedor líder neste tipo de análise.

Os testes dinâmicos avaliam a interface visível da plataforma de forma a identificar vulnerabilidade de arquitetura e potenciais vulnerabilidades de segurança. Este tipo de teste é realizado recorrendo a várias ferramentas de segurança.

Os testes manuais de tentativa de penetração são realizados por profissionais externos que simulam manualmente ataques à plataforma 3DEXPERIENCE ou a um conjunto selecionado de aplicações de forma a confirmar a segurança das mesmas (Dassault Systèmes, 3DEXPERIENCE Platform Security & Privacy, 2022).

Processos de resposta a incidentes

A equipa SOC monitoriza de forma contínua e avalia riscos identificados pela solução SIEM baseando-se na natureza do incidente. De acordo com esta avaliação, os riscos são tratados imediatamente, seguindo os procedimentos de gestão de incidentes, de acordo com as linhas guia NIST SP 800-61. Estas contêm as fases principais de contenção, erradicação, recuperação e notificação.

Como parte do processo de gestão de correções, estas podem ser disponibilizadas numa questão de horas (Dassault Systèmes, 3DEXPERIENCE Platform Security & Privacy, 2022).

Plano de recuperação de negócio e Plano de recuperação de desastres

Os Plano de recuperação de negócio (BCP) e Plano de recuperação de desastres (DRP) são críticos para qualquer *software* com base *cloud*. O BCP da plataforma 3DEXPERIENCE foca-se no planeamento para o restauro dos serviços computacionais, de *software*, de ligações e de informação a um estado de total funcionalidade no caso de um evento de segurança. O DRP foca-se nos procedimentos para limitar ou reverter as perdas em caso de eventos de maior dimensão (Dassault Systèmes, 3DEXPERIENCE Platform Security & Privacy, 2022).

Backup e recuperação de informação

De forma a cumprir o SLA, os *backups* diários da informação dos clientes e dos utilizadores estão garantidos. Estes *backups* são feitos, quer durante o funcionamento do sistema, quer durante pausas do mesmo, por forma a minimizar o tempo de paragens.

A informação dos clientes permanece disponível na plataforma 3DEXPERIENCE por um período de tempo especificado no SLA, que é de 15 dias após o término do licenciamento (Dassault Systèmes, Service Level Agreement for Online Services, 2023).

Proteção de informação e privacidade

A plataforma 3DEXPERIENCE respeita a privacidade dos seus utilizadores e clientes. São seguidas normas de forma a garantir que as informações que permitem uma

identificação pessoal (PII) são armazenadas e tratadas de forma segura, de acordo com as leis e normas vigentes, como o RGPD 2016/679 (Dassault Systèmes, 3DEXPERIENCE Platform Security & Privacy, 2022).

2.6.2. A 3DEXPERIENCE e os utilizadores SOLIDWORKS

Tal como mencionado na introdução, sendo o SOLIDWORKS o *software* CAD 3D mais utilizado (52% segundo o estudo “*The state of PDM & PLM*”), faz sentido que uma abordagem mais profunda seja feita à ferramenta PLM associada a ele, ou desenvolvida pela mesma empresa, a Dassault Systèmes (bild, 2024).

A imagem seguinte representa a distribuição de utilizadores CAD pelos vários softwares:

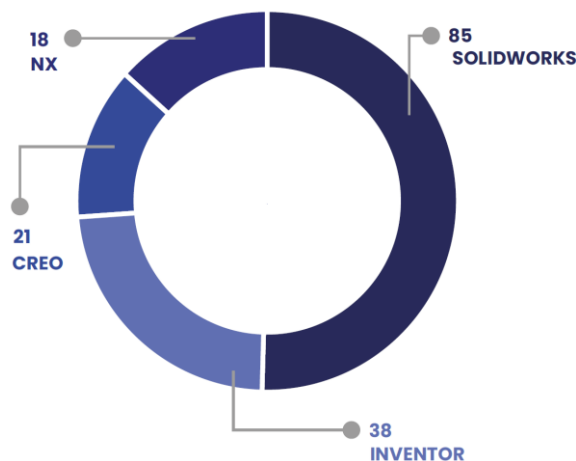


Figura 2.3 - Que software CAD a sua empresa utiliza? (Fonte: *The state of PDM & PLM*, bild, (bild, 2024))

Um conceito muito interessante dos *softwares cloud*, para além da mais óbvia relacionada com o armazenamento, é a possibilidade de colocar o processamento do lado dos servidores dos fornecedores das soluções, libertando os computadores locais para outras atividades, ao mesmo tempo que possibilita a utilização de *hardware* menos especializado, ou dispendioso, para o processo. A simulação de elementos finitos ou a criação de imagens foto realísticas são dois bons exemplos da utilização do processamento *cloud* em tarefas intensivas. Esta foi, também, uma grande alteração de paradigma para os utilizadores SOLIDWORKS, que sempre utilizaram a computação local para os seus processos.

Segundo a própria Dassault Systèmes, a abordagem em termos de PLM associado aos utilizadores SOLIDWORKS, passa por lhes garantir uma ferramenta completa, mas a um preço acessível e sem necessidade de grandes implementações. É importante notar que os *softwares* PLM mais completos podem ser extremamente caros, chegando uma implementação a mais 100k€ (Dassault Systèmes, Governance Overview - New offers, 2024).

Democratização do PLM

Os sistemas PLM tradicionais de ligação entre os *clients* e os servidores ainda são a norma na indústria. No entanto, soluções PLM *cloud* como a 3DEXPERIENCE (e outras mencionadas ao longo do capítulo) ganham tração no mercado devido à facilidade de utilização, preço baixo (algumas) e a simplificação do sistema de gestão em geral.

A plataforma 3DEXPERIENCE tem como propósitos base a conexão entre pessoas, aplicações e informação em tempo real, vindas dos mais variados departamentos de uma organização, de forma a melhorar a produtividade, aumentar a colaboração e incentivar a inovação.

Os sistemas PLM *cloud* permitem uma colaboração rápida ao fornecer uma plataforma única onde toda a informação reside, com acessos seguros. Isto significa que fornecedores, clientes e membros de equipa remotos podem participar a partir de qualquer localização, a qualquer altura e em qualquer dispositivo, facilitando a gestão de todas as complexidades associadas a um produto, incluindo os vários processos necessários.

Uma vez que a colaboração é crítica para otimizar o processo de desenvolvimento, o envolvimento de intervenientes externos à equipa de desenvolvimento é fundamental. A atribuição de recursos a cada projeto é também uma necessidade, saber se o projeto se encontra dentro das datas previstas e, eventualmente, o porquê de estar atrasado é também um ponto crítico. Em determinadas situações, a requisição e seguimento de alterações também será um processo a gerir por este tipo de sistema.

Como ideia base neste campo está a não necessidade de exportação de informação de uma fonte para outra, *printscreens* de informação, folhas de Excel, ou toda uma miríade de ferramentas que tradicionalmente são utilizadas. A plataforma mantém um histórico de todas as comunicações efetuadas entre os seus membros, minimizando erros e falhas de

comunicação (Dassault Systèmes, Worry-free cloud-based PLM for SOLIDWORKS users, 2022).

Crescimento de acordo com as necessidades

Sendo um sistema de gestão baseado na *cloud*, a plataforma 3DEXPERIENCE pode acompanhar o crescimento de cada organização. Muitas organizações podem começar “apenas” com as capacidades de gestão básica de ficheiros: repositório de informação, controlo de revisões, colaboração entre intervenientes e ferramentas de gestão de tarefas.

À medida que as necessidades crescem, a plataforma é escalável de forma a responder às novas necessidades, fornecendo mais capacidades PLM de forma perfeitamente interligada com todas as capacidades já existentes, tais como a gestão de listas de materiais de construção e de produção, por exemplo (Dassault Systèmes, Worry-free cloud-based PLM for SOLIDWORKS users, 2022).

2.6.3. Níveis de PLM da plataforma 3DEXPERIENCE

Tal como já foi abordado, a plataforma 3DEXPERIENCE, tal como os sistemas PLM avançados, preveem a gestão do ciclo de evolução de um produto, desde a sua conceção, passando pelo desenvolvimento, produção, venda, pós-venda e fim de vida. Por forma a se adaptar às necessidades de cada organização, quer em termos de necessidades imediatas, quer em termos da escalabilidade já mencionada, existem 3 níveis de PLM na plataforma 3DEXPERIENCE, sendo que todos eles partilham a mesma base, facilitando o *upgrade*, ou passagem para outro nível (Dassault Systèmes, Governance Overview - New offers, 2024).

Cloud services

Os *cloud services*, incluídos de base com as licenças SOLIDWORKS compradas a partir de 1 de julho de 2023, conectam a informação do CAD com a plataforma 3DEXPERIENCE, fornecendo ferramentas de partilha e *markup* dos documentos com

quem se desejar, uma plataforma onde guardar de forma segura e aceder aos designs, e a possibilidade de gerir alterações efetuadas ao design.

É de referir que, apesar desta tese se focar na vertente de gestão da plataforma, esta tem mais uma enorme panóplia de ferramentas, como soluções de simulação, produção, renderização, entre muitas outras.

Os *cloud services* da plataforma 3DEXPERIENCE oferecem capacidades avançadas de partilha, colaboração e gestão de dados:

1. Partilha e Anotações

A plataforma permite partilhar designs, sem necessidade de transferir ficheiros ou enviar e-mails, por exemplo. O destinatário pode visualizar e analisar o modelo 3D diretamente no *browser*, criar vistas explodidas, medir e adicionar anotações, gerando um canal de comunicação eficiente. Essa interação pode ocorrer dentro do SOLIDWORKS, eliminando a necessidade de alternar entre aplicações.

2. Armazenamento e Revisões

A plataforma centraliza os ficheiros num ambiente *cloud* seguro, garantindo acesso à última versão e evitando problemas como duplicação ou perda de referências. Ao contrário de diversas drives *cloud* genéricas, a 3DEXPERIENCE compreende as relações entre ficheiros CAD, mantendo as dependências intactas.

3. Gestão de Tarefas e Controlo de Projetos

Os utilizadores podem criar tarefas, definir responsáveis e acompanhar prazos. A interface permite um *workflow* simplista, com ações como "em trabalho" ou "concluído" via *drag and drop*. Além disso, membros sem software CAD podem visualizar as estruturas dos conjuntos no *browser*.

4. Gestão e Controlo de Alterações

A plataforma facilita a formalização e acompanhamento de pedidos de alteração, aprovação e reporte de problemas (*issues*), garantindo a rastreabilidade e eficiência na resolução.

5. Ciclo de Vida dos Ficheiros

A 3DEXPERIENCE implementa um sistema de aprovações com estados predefinidos, permitindo que ficheiros passem por etapas de desenvolvimento, revisão e validação. Além disso, é possível criar fluxos paralelos (*Routes*) para processos mais complexos (Dassault Systèmes, Three ways to renew your focus on design - Experience Cloud Services for SOLIDWORKS Today, 2023).

3DEXPERIENCE PLM Standard

A adicionar às funcionalidades presentes nos *cloud services*, o PLM Standard traz duas funcionalidades principais: gestão integrada de listas de materiais e planeamento de projeto.

A ideia principal deste nível é a colaboração entre disciplinas para criar e gerir a definição dos produtos, com a lista de materiais, desde a fase inicial, até à validação final. Isto é promovido pela fonte única de informação que é partilhada entre os vários departamentos de forma a que a estrutura do produto possa ser validada, tendo sempre um acesso à informação devidamente atualizada.

Por outro lado, também incluído neste nível de PLM, encontra-se o planeamento de projeto. Se os *cloud services* já trazem funcionalidades de criação e atribuição de tarefas, o PLM Standard organiza e gere estas tarefas em projetos.

Permite o planeamento de tarefas, suas interdependências, datas importantes ao longo do projeto e previsão de data final.

Possui um motor de cálculo que, automaticamente, ajusta as datas de objetivos e final de acordo com as alterações feitas em tempo real às tarefas atuais, quer estas sejam adiantadas ou estejam atrasadas.

Para os gestores, existe um sistema de *dashboards* que fornece informação sobre o estado das tarefas e do projeto. Esta informação pode ser sobre o estado das tarefas, quantas tarefas cada participante tem atribuídas, quantas e quais tarefas estão atrasadas ou em risco, entre outras métricas úteis (Dassault Systèmes, Governance Overview - New offers, 2024).

3DEXPERIENCE PLM Professional

O nível PLM Professional vem adicionar capacidades de gestão de estrutura de conjuntos multi-CAD e gestão de pedidos de alterações a efetuar.

A capacidade de ter acesso à árvore, ou estrutura, de um conjunto e ao seu 3D em simultâneo, a partir de um *browser* de internet, e de a alterar, é uma das funcionalidades principais do nível PLM Professional.

Esta funcionalidade funciona com diversos tipos de ficheiros CAD, daí se denominar multi-CAD, e permite a utilizadores sem qualquer *software* CAD instalado, ou conhecimentos nesse mesmo CAD, explorar e editar a árvore do produto, adicionando ou removendo artigos, alterando propriedades, entre outras alterações.

A criação e gestão de pedidos de alterações é também um ponto de foco do PLM Professional, fornecendo a capacidade de criação de processos de alterações em *loop* fechado, desde a sua criação, implementação das alterações e aprovação das mesmas, mapeando todas as decisões e impactos ao longo do processo.

O controlo sobre estas alterações é, assim, maximizado, tal como o rastreio de todas as atividades associadas ao pedido de alterações. Dado que existe um processo bem implementado e regulamentado, é possível trabalhar em alterações paralelas, sem que hajam “atropelos” por parte das várias equipas (Dassault Systèmes, Governance Overview - New offers, 2024).

3DEXPERIENCE PLM Premium

O nível superior do PLM da 3DEXPERIENCE, Premium, adiciona aos anteriores, três funcionalidades principais: gestão de propriedade intelectual e sua classificação, integração com sistemas ERP (Enterprise Resource Planning) e gestão de cadeias de fornecimento.

A capacidade de organizar, de forma flexível, os esquemas de classificação das biblioteca e operações facilita a obtenção da informação e proteção de propriedade intelectual desejadas. Desta forma, estabelece-se e nutre-se um processo eficiente de gestão e reutilização de propriedade intelectual ao longo de toda a organização com os devidos níveis dentro da organização, e atribuídos a cada equipa que necessita desta informação.

Podem ser criadas hierarquias, de forma a que determinados itens herdem as propriedades dos itens da mesma classe, garantindo uma consistência em termos de definição e especificação dos produtos. Esta organização também facilita a pesquisa e reutilização de propriedade intelectual, aumentando a confiança e reduzindo o tempo, custo e risco do desenvolvimento, pelo que promove esta mesma reutilização.

Frequentemente, existe a necessidade de envolver sistemas terceiros, como ERPs, que necessitam de ser alimentados por informação de engenharia.

Nesse sentido, o PLM Premium oferece a capacidade de ter uma continuidade entre processos cujas fontes de informação são heterogéneas, definindo um *framework* de troca de informação entre sistemas, para que o utilizador não necessite de efetuar procedimentos manuais de exportação/importação, sempre propensos a falhas e erros.

Por último, a gestão de fornecedores é uma capacidade fundamental neste nível de PLM. Esta gestão começa pela rede de fornecedores, que é gerida de forma a melhorar e maximizar a qualidade dos processos de aprovisionamento.

A definição e processamento da informação dos fornecedores e as relações tidas com estes é centralizada, tais como a informação de moradas, tipos de indústria, contactos ou localização.

De forma a que toda organização utilize os produtos e serviços aprovados, é necessário que seja feita uma qualificação e definição dos componentes aprovados para uso, de forma a *standardizar* a utilização destes mesmos produtos ou processos. Sendo que é também possível uma definição de itens equivalentes, para que, na falta de um item se possa utilizar um equivalente.

Do ponto de vista do projetista, este processo permite-lhe ter garantias ao utilizar determinado componente nos seus projetos de que este se encontra aprovado para uso por parte da organização, melhorando as tomadas de decisão ao longo do processo de desenvolvimento. Na falta de determinado item, também tem garantias na escolha de um substituto (Dassault Systèmes, Governance Overview - New offers, 2024).

2.7. PDM vs PLM

Uma distinção importante a fazer, e que gera alguma confusão, é a diferença entre sistemas PDM e PLM. De uma forma muito simplificada, o PDM gere ficheiros e a informação associada a estes; o PLM tem também essa função, mas gere também processos.

Aprofundando um pouco a questão, o PDM foca-se na gestão de dados associados ao produto, por norma, nas fases de design e engenharia. Esta gestão envolve o armazenamento seguro dos ficheiros e a gestão das versões destes mesmos ficheiros, possibilitando o registo das alterações efetuadas e eventual recuperação de versões antigas (LaCourse, 2004).

O acesso aos ficheiros é controlado através de permissões de forma a que apenas determinados intervenientes possam realizar determinadas ações, ou mesmo que possam sequer ter acesso aos ficheiros.

As listas de material também podem ser geridas por estes sistemas, quer seja lendo as listas criadas nos próprios ficheiros CAD, quer seja criando as suas próprias listas, de acordo com *templates* previamente definidos.

Os ficheiros podem seguir ciclos definidos pela empresa, por exemplo, um ciclo de aprovação. Após alterações de estado, podem-se seguir outros estados ou mesmo tarefas, que podem ser despoletadas por determinada alteração.

Por norma, estes sistemas PDM são implementados por organizações cujas necessidades se focam na gestão “apenas” dos ficheiros, que necessitam rastrear o histórico e gerir as alterações efetuadas. A garantia de que os intervenientes trabalham com a última versão dos documentos é um dos pontos fulcrais que o PDM garante.

O SOLIDWORKS PDM e o Autodesk Vault são dois exemplos de PDM amplamente utilizados no meio industrial, entre outros, claro (bild, 2024).

Resumindo um pouco as capacidades dos sistemas PLM, estes permitem gerir todo o ciclo de vida de um produto, não apenas dos ficheiros associados a ele, desde a sua conceção até ao seu fim de vida, envolvendo toda a organização em torno desta gestão, integrando processos, como atribuição de tarefas, processos de pedidos de alteração, gestão de fornecedores, entre muitos outros.

Concluindo, normalmente, os sistemas PLM são utilizados por organizações que pretendem uma abordagem integrada a todos os seus processos e a gestão de produtos ao longo de todo o seu ciclo de vida e/ou empresas que necessitam de cumprir apertadas regulamentações, como a indústria aeroespacial ou farmacêutica.

De acordo com um estudo de 2024, “*The state of PDM & PLM*” (bild, 2024), realizado a 137 organizações (num total de 162 entrevistados), com faturação entre os 5M\$ e 5mM\$, em áreas como a aeroespacial, automóvel, produtos de consumo, equipamentos médicos e automação industrial, 43% dos inquiridos utilizam uma solução PDM (35% SOLIDWORKS PDM e 8% Autodesk Vault), ao passo que apenas 12% utilizam uma solução PLM (Windchill ou Teamcenter), como apresentado na imagem seguinte.

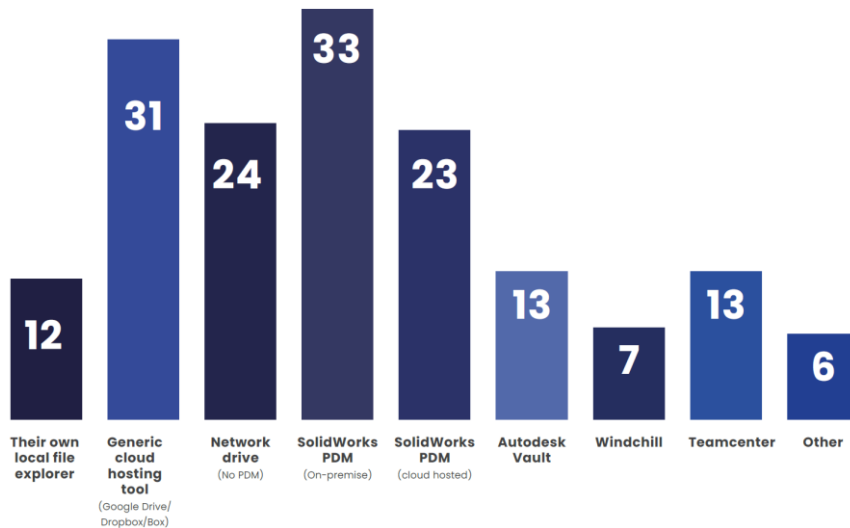


Figura 2.4 - Distribuição dos softwares PDM/PLM utilizados (Fonte: *The state of PDM & PLM* (bild, 2024))

Segundo o mesmo estudo, a gestão dos ficheiros destas empresas é feita em 54% dos casos localmente, enquanto que é efetuada na *cloud* em 38% das organizações, tal como ilustra a imagem abaixo:

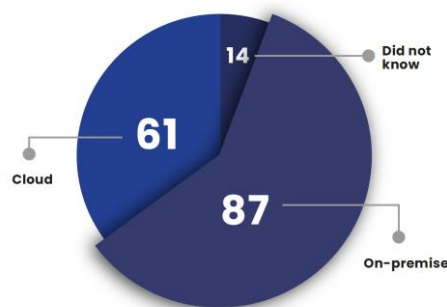


Figura 2.5 - Sistema utilizado para a gestão dos ficheiros (Fonte: *The state of PDM & PLM* (bild, 2024))

A adoção de sistemas PDM e PLM está fortemente ligada aos softwares CAD, já que as principais marcas que dominam esse mercado – SOLIDWORKS, Autodesk, PTC e Siemens – também oferecem soluções integradas de gestão.

Mesmo que de forma não intencional, as organizações tendem a permanecer dentro do ecossistema de uma única marca, evitando custos elevados de personalização ao integrar diferentes sistemas CAD e de gestão.

Além disso, há uma forte migração para soluções *cloud*, impulsionada pela redução das diferenças de performance entre plataformas locais e baseadas na nuvem. No entanto, o estudo revelou que empresas que utilizam múltiplos softwares CAD preferem sistemas de gestão independentes, não vinculados a uma única marca.

Sobre o PDM em particular, é interessante notar que, no mesmo estudo, a maior parte os entrevistados, 47%, “apenas” se sentem neutros em relação às ferramentas disponibilizadas por estes sistemas, enquanto que 27% se sentem descontentes ou muito descontentes e apenas 26% se sentem satisfeitos ou muito satisfeitos.

Estes resultados podem ser consultados na imagem seguinte:

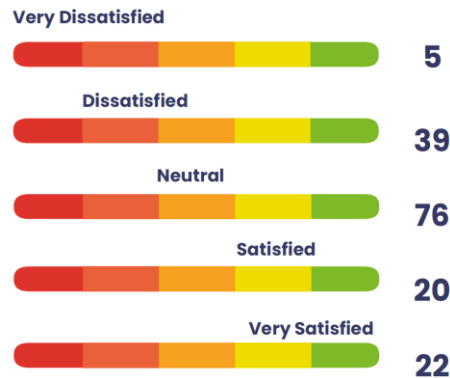


Figura 2.6 - Grau de satisfação com as ferramentas disponibilizadas pelos sistemas PDM/PLM (Fonte: *The state of PDM & PLM (bild, 2024)*)

Em termos técnicos, a satisfação com a velocidade/performance, robustez e inovação dos sistemas é também muito baixa. A inovação é mesmo listada como a questão técnica mais insatisfatória, sendo que para estes casos, a adoção de soluções *cloud* poderá, muito provavelmente, fornecer novidades e atualizações mais prontas do que os sistemas PDM/PLM locais já perfeitamente estabelecidos. Esta insatisfação é representada na imagem abaixo:



Figura 2.7 - Satisfação com a inovação do sistema PDM/PLM (Fonte: *The state of PDM & PLM (bild, 2024)*)

A facilidade de acesso à informação em qualquer localização foi também analisada, sendo que mais de metade dos entrevistados refere que não consegue este acesso de forma fácil, mais um ponto a favor das soluções *cloud*, que têm como uma das bandeiras o facilitar deste acesso em qualquer lugar, em qualquer dispositivo e a qualquer hora.

A imagem abaixo apresenta os resultados à questão sobre esta facilidade, ou falta dela, de acesso à informação:

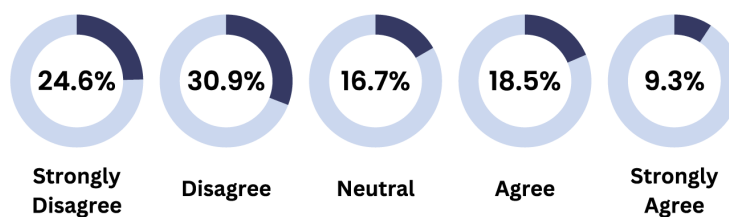


Figura 2.8 - Facilidade de acesso à informação (Fonte: *The state of PDM & PLM (bild, 2024)*)

Sendo que a colaboração entre membros da equipa é também um ponto fulcral das soluções *cloud*, é interessante confirmar que, neste estudo, onde a maioria das soluções são *on-premise*, ou seja, locais, 94.5% dos intervenientes não concordam que os seus sistemas promovem esta colaboração, ou, no melhor dos casos, estão neutros em relação à questão. Estes resultados podem ser consultados na imagem seguinte:

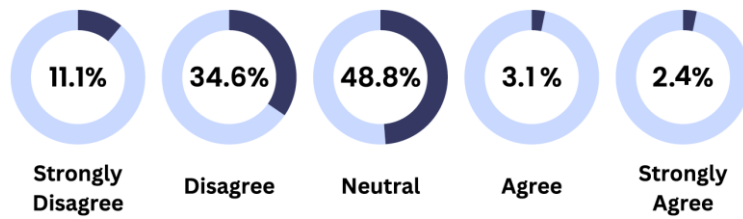


Figura 2.9 - Promoção da colaboração pelos sistemas PDM/PLM (Fonte: *The state of PDM & PLM (bild, 2024)*)

Em tom de conclusão acerca destes dados, é fácil concluir que a maioria se encontra insatisfeita até determinado nível com a solução atual, quer seja por ter pouca performance, por ser pouco robusta, por não promover a colaboração entre os vários departamentos, entre outras questões, o que leva à conclusão que existe bastante a melhorar nestes sistemas, que estas organizações têm necessidade de mais ferramentas, levando a apontar para o interesse em sistemas PLM, e que as soluções *cloud* podem aqui também ter um impacto muito valioso.

2.8. Licenciamento SaaS

Historicamente, os *softwares* CAD, funcionavam à base de licenças vitalícias: a organização comprava a licença por um valor X e a licença era sua de forma permanente. Poder-se-iam adicionar custos anuais de manutenção, que dariam acesso a atualização suporte, etc., mas, por norma, seriam opcionais.

Este paradigma foi-se alterando ao longo dos anos e, hoje, uma boa parte dos *softwares* estão disponíveis num modelo *SaaS (Software as a Service)*: as licenças são “de aluguer” e as organizações só as têm disponíveis por um período contratualizado, passado o qual podem renová-las para manter o acesso, ou escolher não renovar e ficam sem *software*.

Este modelo apresenta-se como sendo mais flexível, principalmente, por dois motivos:

- o valor de compra inicial é mais baixo do que a compra de licenças vitalícias equivalentes;
- anualmente, ou após o período contratualizado, a organização pode escolher manter ou não o *software*, sendo que o valor pago por esse período foi inferior ao investimento em licença vitalícia. Um caso prático desta vantagem tem a ver com organizações que possam ter um número variável de colaboradores, sendo, assim, possível ir ajustando a quantidade de licenças ao número de colaboradores em cada altura (Lai & Hung, 2024).

A plataforma 3DEXPERIENCE, e muitos outros *softwares* semelhantes, apenas fornecem esta possibilidade de licenciamento, já não existindo a possibilidade de adquirir licenças vitalícias (Dassault Systèmes, Unlock the value of software as a service, 2022).

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

3. Metodologia

Na parte analítica deste documento, serão analisados dois casos de estudo que representam duas necessidades diferentes em termos de gestão de projeto:

- uma empresa “mais pequena”, com necessidades ao nível da gestão documental, principalmente associada à gestão de versões de ficheiros, necessidades de partilha de informação de forma simples com parceiros externos, atribuição e gestão de tarefas aos vários envolvidos no processo de desenvolvimento e gestão de listas de materiais desmaterializadas. Estas necessidades são esquematizadas na imagem abaixo:



Figura 3.1 - Representação das necessidades da empresa “MED”

Esta empresa será de agora em diante denominada MED e será composta por um gestor de projeto, que também fará parte de desenvolvimento, e mais dois designers/projetistas. A aceder às listas de materiais estará ainda uma pessoa externa ao projeto, mas que tem a incumbência de encomendar artigos de compra;

- uma empresa “maior”, na qual acrescem necessidades de gestão de problemas detetados em projetos já existentes, interligação com *softwares* externos, nomeadamente para importação de listas de materiais e gestão de informação de fornecedores.

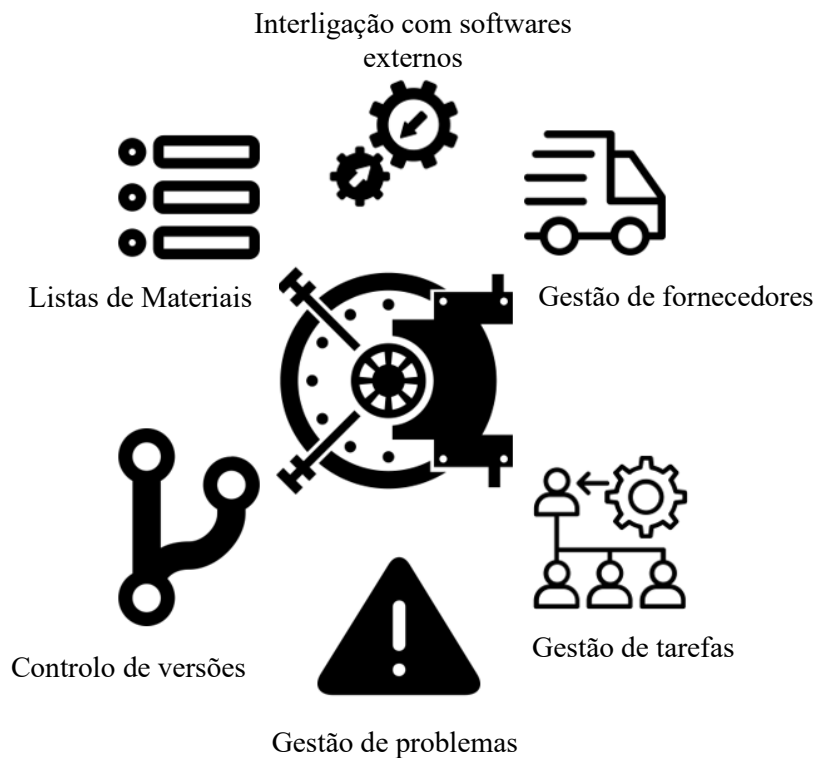


Figura 3.2 - Representação das necessidades da empresa “GRA”

Esta empresa será de agora em diante denominada GRA e contará com um gestor de projeto, quatro designers/projetistas e um administrativo que trata da ligação com fornecedores.

Por forma a estudar ambas as realidades, será efetuado um procedimento de teste das várias ferramentas à disposição no portefólio PLM da plataforma 3DEXPERIENCE para clientes SOLIDWORKS.

A empresa MED tem como produto a produzir um grelhador a gás, com carrinho e duas mesas de apoio laterais, composto por 237 peças, como mostrado na imagem seguinte:



Figura 3.3 - Modelo do grelhador da empresa MED

A empresa GRA irá desenvolver um aparelho eletrônico, neste caso, uma faca de trinchar, apresentada na imagem abaixo:

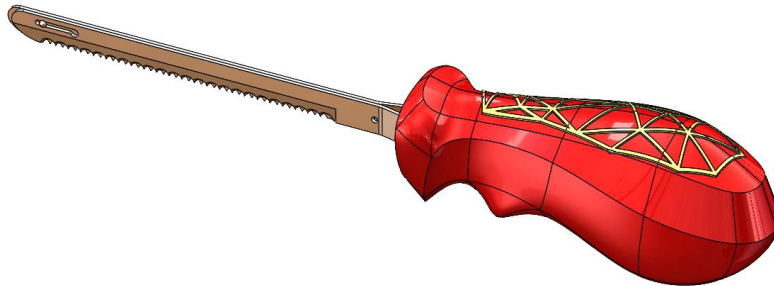


Figura 3.4 - Modelo da faca de trinchar da empresa GRA

Estes ficheiros 3D são ficheiros de exemplo facultados pela Dassault Systèmes, em contexto de formação e/ou apresentação pública.

Será utilizada a plataforma 3DEXPERIENCE de demo do revendedor CADNEA, à qual se acederá utilizando o browser de Internet Firefox. Dado que o processamento é efetuado do lado dos servidores da Dassault Systèmes, o *hardware* específico do computador não será o mais relevante, no entanto, o computador utilizado para correr os testes será um portátil MSI CreatorPro M16 HX, com um CPU Intel i7 14700HX, placa gráfica NVIDIA RTX 3000 Ada Generation e 32Gb de memória RAM.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

4. Casos de estudo sobre a aplicação da plataforma 3DEXPERIENCE

Neste ponto será descrito o procedimento experimental realizado em torno dos dois casos de estudo introduzidos no ponto anterior, estudando as ferramentas que melhor se aplicam a cada caso.

4.1. Análise de necessidades

Pela descrição das necessidades das duas empresas, é possível definir um plano de necessidades de *software*, recorrendo à matriz de produto da plataforma 3DEXPERIENCE para esta área, já apresentada em detalhe na secção 2.6.3, mas esquematizada na imagem seguinte:

OFFER	Capability	Key Components
CLOUD Services	Connecting SW Desktop to 3DEXPERIENCE platform : <ul style="list-style-type: none"> • SHARE & MARKUP • STORE & REVISE • MANAGE & CONTROL 	<ul style="list-style-type: none"> • 3DSwymer • Collaborative Industry Innovator • Collaborative Designer for SOLIDWORKS
COLLAB Packs (5) (10) (25)	TOP Floor to SHOP Floor <ul style="list-style-type: none"> • COLLABORATION • ALL STAKEHOLDERS 	<ul style="list-style-type: none"> • Collaborative Business & Industry Innovator (PCS-OC)
CLOUD PLM Standard	<ul style="list-style-type: none"> • BOM MANAGEMENT • PROJECT PLANNING 	<ul style="list-style-type: none"> • Product Release Engineer • Project Planner
CLOUD PLM Pro	<ul style="list-style-type: none"> • BOM MANAGEMENT • PROJECT PLANNING • MULTI-CAD MOCK-UP • CHANGE MANAGEMENT 	<ul style="list-style-type: none"> • Product Release Engineer • Project Planner • 3D Product Architect • Change Manager
CLOUD PLM Premium	<ul style="list-style-type: none"> • BOM MANAGEMENT • PROJECT PLANNING • MULTI-CAD MOCK-UP • CHANGE MANAGEMENT • IP MANAGEMENT • ERP INTEGRATION • SUPPLY MANAGEMENT 	<ul style="list-style-type: none"> • Product Release Engineer • Project Planner • 3D Product Architect • Change Manager • Classification Manager • Enterpriser Integration Architect • Supply Network Manager • Supplier Item Manager

Figura 4.1 - Matriz de produto da plataforma 3DEXPERIENCE aplicada ao PLM (Dassault Systèmes, Governance Overview - New offers, 2024)

Para a empresa MED, será necessário ter acesso às ferramentas base, os *cloud services*, que darão resposta à questão documental e da partilha de informação com terceiros e o PLM Standard, que dará resposta às necessidades de criação e gestão de tarefas, com o *Project Planner*, e a gestão de listas de materiais com o *Product Release Engineer*.

De salientar que, se a ideia for apenas criar tarefas, atribuí-las a um colaborador e seguir o seu estado, as ferramentas dos *cloud services* são suficientes, no entanto, se a ideia passar por gerir as dependências entre tarefas, poder ter gráficos de *Gantt* para seguir o planeamento/estado de um projeto e para agrupar as próprias tarefas num projeto, então já será necessário o *upgrade* para o PLM Standard, contemplando o tal *Project Planner*.

Seguindo um pouco a mesma ideia, apenas com os *cloud services* é possível aceder à estrutura dos componentes de um conjunto e, de certa forma, perceber as listas de peças, mas fica em falta a informação da quantidade de cada peça necessária para completar o conjunto, sendo, por isso, necessário o *upgrade* para o PLM Standard, contemplando o *Product Release Engineer*.

Por estas duas afirmações, é fácil de entender que a estrutura de produtos que a Dassault Systèmes desenhou para o seu PLM fornece uma série de ferramentas interessantes logo a partir dos *cloud services* que, como foi explanado anteriormente, atualmente vêm incluídos com as licenças SOLIDWORKS, mas deixa de fora algumas funcionalidades chave para quem pretende efetuar a gestão mais aprofundada do seu ciclo de vida, levando ao natural *upgrade* para a versão Standard do PLM.

Para a empresa GRA, será necessário o nível Premium do PLM 3DEXPERIENCE. A necessidade de gestão de problemas detetados pode ser colmatada pelos *cloud services*, no entanto, para a exportação e interligação com *softwares* externos já serão necessárias ferramentas apenas disponíveis no nível Premium, nomeadamente a *Enterprise Integration*, e as ferramentas associadas aos *Suppliers* para fazer a gestão de fornecedores.

4.2. Caso de Estudo: empresa MED

Apesar de não ser exatamente um requisito da empresa MED, a entrada na plataforma 3DEXPERIENCE tem sempre por base a vertente colaborativa, em que os intervenientes da empresa podem comunicar entre si diretamente ou tirar partido de uma série de ferramentas ao estilo *rede social* para partilhar conteúdo entre os intervenientes.

Dado que a plataforma funciona por *Roles*, que representam uma série de ferramentas agrupadas de uma forma lógica de acordo com as necessidades de determinado interveniente, mas que se encontram todas numa plataforma única, fala-se com frequência numa fonte única de informação, algo fundamental para que a informação não se perca e para que aceder-lhe seja tão simples quanto possível.

No caso da plataforma 3DEXPERIENCE, todas estas ferramentas encontram-se disponíveis através de um *browser* de Internet, podendo ser acedidas através de um computador, telemóvel, tablet, ou qualquer outro dispositivo com capacidade de aceder à Internet e ter um *browser* instalado.

Uma imagem associada a este tipo de plataforma é a do canivete suíço, pois contém nele uma série de ferramentas, que até podem existir em separado, mas que se tornam muito mais acessíveis ao estarem todas juntas numa única ferramenta agrupadora:



Figura 4.2 - Imagem representativa do conceito de canivete suíço aplicado à 3DEXPERIENCE

Em termos de interface dentro do *browser*, aceder a estas ferramentas passa por utilizar a “bússola” do canto superior esquerdo para aceder à lista completa de *Roles*/aplicações.

De forma a não se ter de aceder sempre às aplicações através deste ícone, é ainda possível organizar as aplicações mais utilizadas em diversos ambientes de trabalho, denominados *Dashboards*, que podem ter vários separadores de acordo com a organização individual do colaborador, como se pode observar na imagem abaixo:



Figura 4.3 - Cabeçalho da interface 3DEXPERIENCE

As conversas diretas são efetuadas num chat, sendo possível enviar mensagens diretamente, criar *posts*, partilhar ficheiros *media* e criar tarefas a realizar, com o nome *WeDo*. Estas tarefas são tarefas *simples*, apenas criadas no âmbito da conversa, por forma a evitar que determinada ação fique esquecida.

De notar que é ainda possível realizar chamadas entre intervenientes, com a possibilidade de ver o outro participante, partilhar o ecrã, ou mover o rato do outro computador.

Ainda neste *Role*, existe a possibilidade de criar comunidades nas quais conteúdo variado pode ser partilhado. Estas comunidades são muito flexíveis, no sentido em que se podem criar por departamento, por projeto, ou com uma série de intervenientes sempre à escolha. Dentro de cada comunidade podem então ser criados *posts* de vários tipos, daí a denominação de “rede social profissional”.

Existem várias opções ao criar a comunidade, como por exemplo, se a comunidade é visível a membros externos a ela, ainda que não possam ver o seu conteúdo, ou se é secreta, e apenas os convidados podem entrar nela.

A aparência genérica de uma comunidade pode ser vista na imagem seguinte:

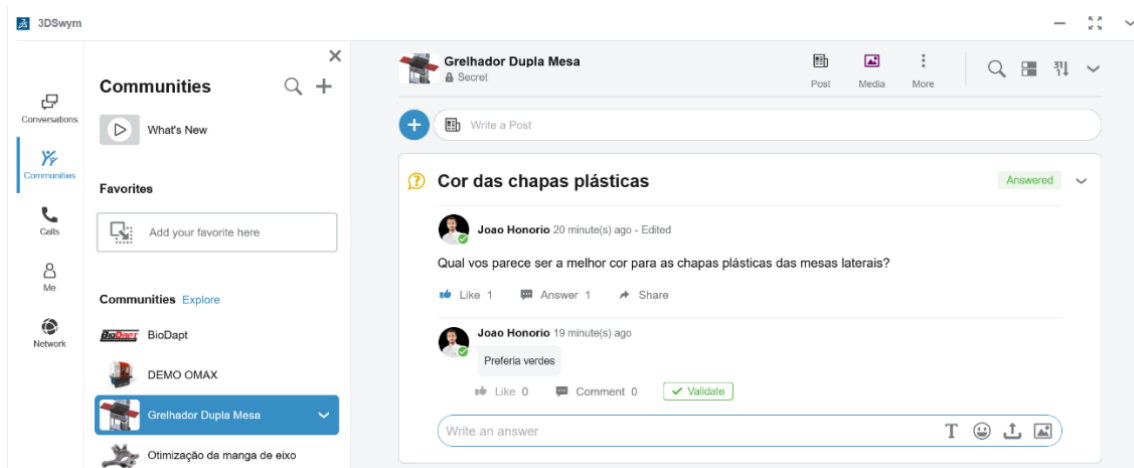


Figura 4.4 - Exemplo de comunidade 3DEXPERIENCE

O tipo de *posts* que podem ser criados também é extenso, desde *posts* “simples” apenas para partilhar algum conteúdo, podendo ter feedback do tipo *like* ou comentários, passando por partilha de ideias que podem ter um ciclo de evolução, questões, uma base de conhecimentos do tipo *Wiki*, criação de tarefas simples *WeDo*, ou inquéritos sobre determinado tópico.

Esta aplicação torna a partilha de informação entre membros da equipa extremamente simples, sendo que existem sempre notificações associadas à adição de informação às comunidades, principalmente graças à possibilidade de utilizar os @ pessoais para chamar a atenção dos intervenientes.

Existe ainda um visualizador integrado que permite visualizar uma grande quantidade de formatos de ficheiros, mais uma vez, diretamente no *browser* de Internet. Graças a esta aplicação, deixa de ser necessário instalar visualizadores específicos para determinados formatos, podendo o conteúdo dos ficheiros ser consultado em qualquer dispositivo. Esta aplicação denomina-se *3DPlay*.

Uma das vertentes fundamentais da plataforma 3DEXPERIENCE para a empresa MED é a possibilidade de gerir os seus ficheiros através da mesma. A plataforma 3DEXPERIENCE tem dois repositórios diferentes de informação, a *3DDrive* e o *3DSpace*.

A ideia da *3DDrive* é a colocação de ficheiros que não serão controlados através de revisões e estados de maturidade, sendo um repositório simples de ficheiros, um pouco

como a grande maioria das *webdrives* existentes no mercado. Por cada licença que uma organização possui, tem acesso a 5Gb de espaço de armazenamento.

Apesar de ser um repositório simples de ficheiros, os ficheiros aqui colocados podem ser partilhados com outros utilizadores, quer dentro da mesma comunidade, quer com utilizadores externos, através um *link* específico. Esta capacidade é também um requisito importante para a empresa MED.

É ainda possível instalar a *3DDrive* no próprio computador para que possa funcionar como uma pasta sincronizada entre o computador e a *cloud*.

Por sua vez, o *3DSpace* é um espaço de colocação de ficheiros que tem todo o controlo de revisões e/ou estados de maturidade dos próprios ficheiros. Mais à frente será discutido como alterar a revisão e/ou o estado de maturidade destes mesmos ficheiros. Por cada licença que uma organização possui, tem acesso a 20Gb de espaço.

Com a aplicação *3DSpace* é possível criar vários espaços colaborativos onde os ficheiros poderão ser armazenados. Isto cria a possibilidade de organizar os ficheiros em diferentes subespaços e gerir permissões de acesso/edição de cada um desses subespaços.

É possível organizar o *Dashboard* para que contenha a lista de ficheiros e a pré-visualização dos mesmos em paralelo, como ilustrado na imagem abaixo:

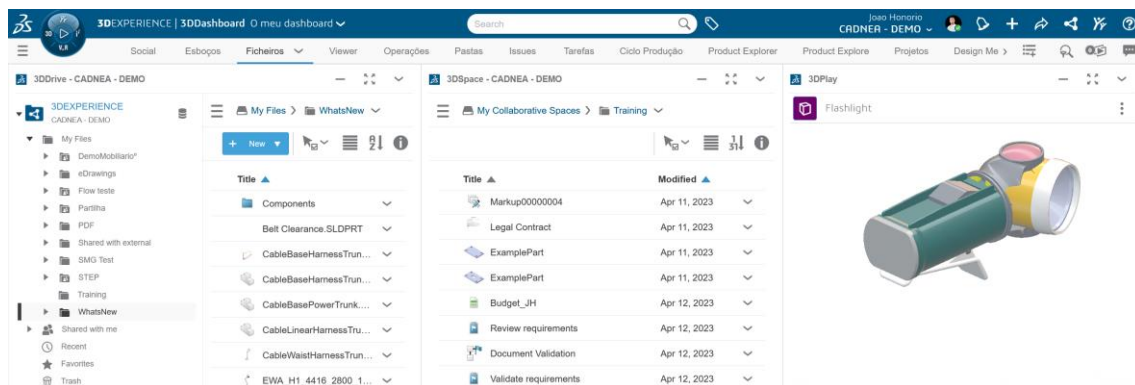


Figura 4.5 - Vista de ficheiros e pré-visualização na plataforma 3DEXPERIENCE

A organização dos ficheiros dentro da *3DDrive* e do *3DSpace* é também diferente. Na *3DDrive*, sendo um espaço de armazenamento *simples*, podendo até ser um espelho de uma pasta *Windows*, é possível criar subpastas ou arrastar ficheiros para o seu interior de forma muito direta.

Quanto ao *3DSpace*, por ser um espaço “mais controlado”, a colocação de ficheiros pode-se considerar menos direta. É possível fazer *upload* de ficheiros para o seu interior, mas apenas de alguns formatos, sendo que, para alguns formatos, será necessário ter um aplicativo de comunicação com a plataforma. No próprio SOLIDWORKS é possível ter instalado o *add-in* da plataforma para que a gravação de ficheiros seja efetuada diretamente para determinado espaço colaborativo.

Dentro destes espaços colaborativos não existe o conceito de pastas; os ficheiros encontram-se todos ao mesmo nível, sendo possível organizá-los por *Bookmarks*, que funcionam como uma catalogação que é dada aos ficheiros para que se possa aceder a estes de uma forma estruturada. Em muitos cenários, no entanto, pode-se utilizar a pesquisa da plataforma que é muito eficiente, quer seja porque os ficheiros estão todos catalogados e indexados, tornando a pesquisa muito rápida e profunda, quer porque se pode pesquisar numa série de parâmetros dos ficheiros, não apenas pelo seu nome.

Esta pesquisa recorre a um sistema denominado *6WTags* que permite pesquisar por várias informações associadas aos ficheiros, como quando foi criado, por quem foi criado, onde foi criado, etc. Na verdade, o termo *6WTags* refere-se a 6 filtros de pesquisa: *What*, *Who*, *When*, *Where*, *How* e *Why*, sendo que dentro de cada filtro existem *N* sub-filtros como o estado de maturidade dos ficheiros, o *software* onde foram criados, a data de criação ou de modificação, as propriedades que possam ter associadas, o espaço colaborativo onde estão armazenados, etc..

Sendo um gestor de ficheiros orientado para utilizadores CAD, a plataforma 3DEXPERIENCE tem a capacidade de “entender” as referências entre ficheiros CAD, garantindo que um conjunto não perde as referências aos ficheiros de peça nele contidos, por exemplo.

Nesse sentido, é possível também consultar todas as dependências de determinado ficheiro recorrendo à aplicação *Relations*. Esta aplicação apresenta de forma muito visual as referências, quer a jusante, quer a montante, de determinado ficheiro. Esta informação, muitas vezes denominada de *Where Used*, no sentido de perceber onde é que determinado ficheiro é utilizado/referenciado, e *Contains*, no sentido de perceber que ficheiros estão contidos/são referenciados por determinado ficheiro, é o tipo de informação muito importante, quer em fase de desenvolvimento, quer em fase de gestão/planeamento, para perceber que impacto pode ter no esquema geral de um projeto as alterações que

eventualmente sejam feitas e é algo que com uma gestão apenas com *Windows* é bastante difícil de ter.

Estas dependências e relações são apresentadas de forma bastante “visual”, tal como se pode observar na imagem abaixo:

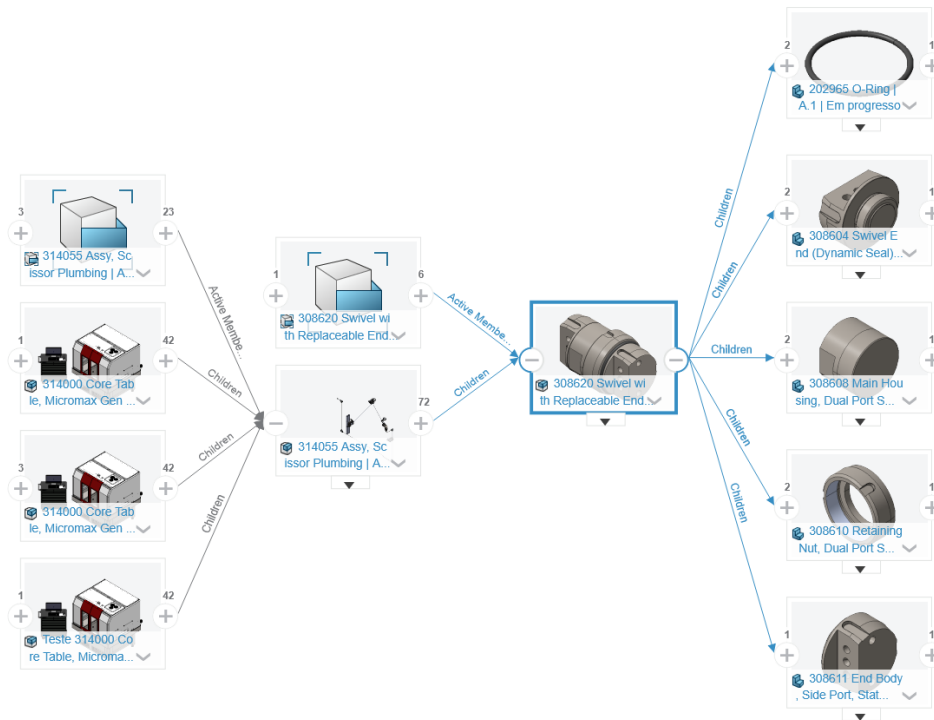


Figura 4.6 - Esquema de relações entre ficheiros como apresentada pela aplicação Relations

Também é importante ter em mente a comunhão entre a informação presente nos ficheiros CAD “fora” do sistema de gestão documental e “dentro” do sistema. Isto requer que os sistemas sejam capazes de ler informações/propriedades intrínsecas aos ficheiros.

No caso da plataforma 3DEXPERIENCE, esta comunhão pode ser feita através das *Custom Properties* do SOLIDWORKS. Nesse sentido, é possível popular os ficheiros CAD com todas as informações necessárias às etapas adjacentes, como a criação de listas de materiais e futuras encomendas, e ler essa informação nas variadas aplicações *cloud*.

Nas imagens seguintes é possível perceber como as propriedades presentes nos ficheiros CAD (no SOLIDWORKS) são acessíveis no sistema de gestão de ficheiros:

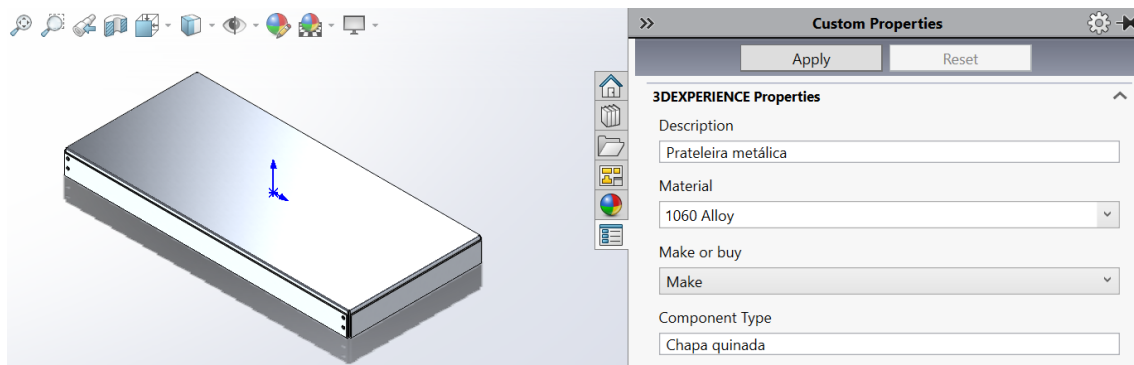


Figura 4.7 - Visualização de propriedades de ficheiro no SOLIDWORKS

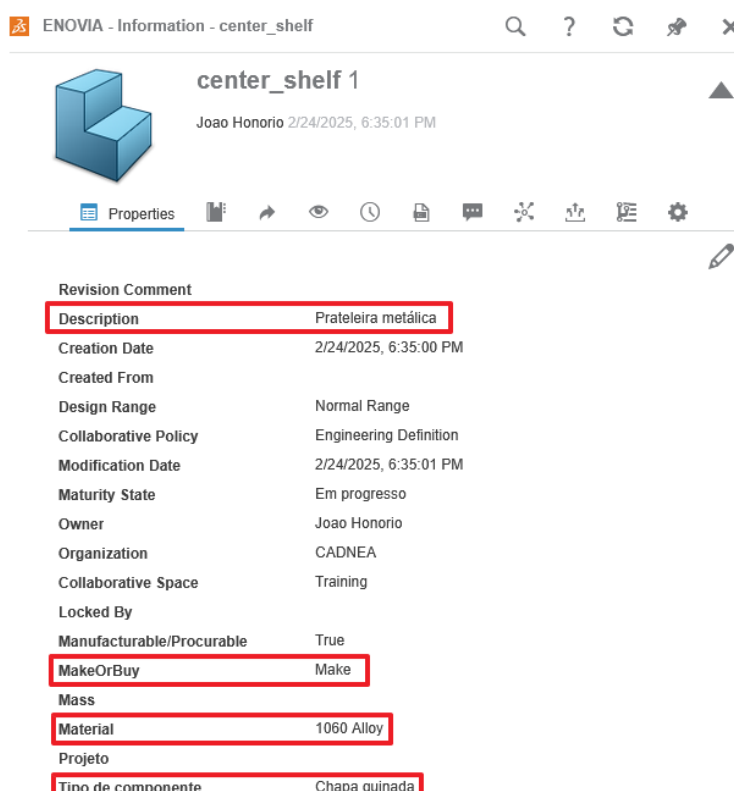
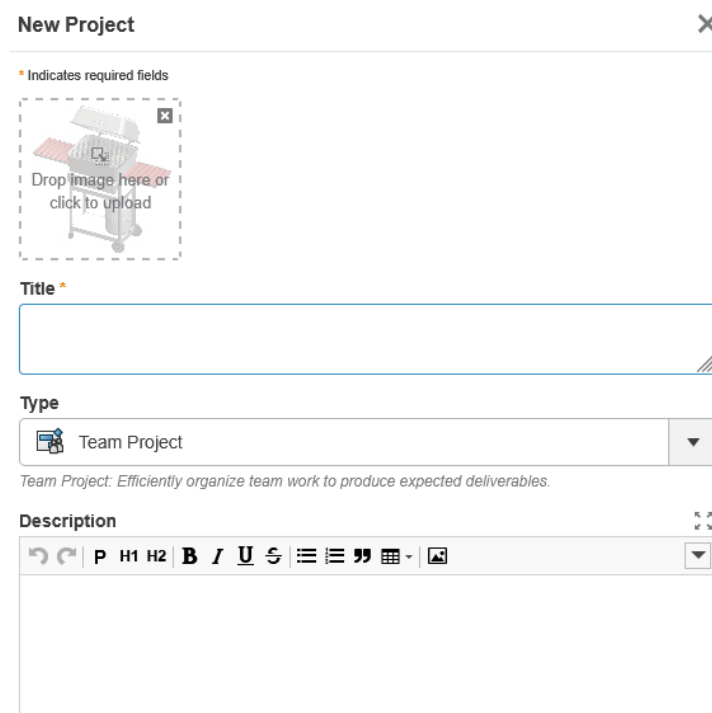


Figura 4.8 - Visualização de propriedades de ficheiro na 3DEXPERIENCE

As propriedades a serem mapeadas pelo sistema são personalizáveis na configuração do sistema, o que permite a incorporação das propriedades desejadas de acordo com a forma de trabalhar interna de cada organização. Isto é verdade não só para ficheiros CAD, mas também para ficheiros noutros formatos; a verdade é que a plataforma 3DEXPERIENCE, como a grande maioria dos sistemas gestores de ficheiros, não é exclusivo para a gestão de ficheiros CAD, mas tem um foco grande nesta área.

Se pensarmos num *workflow* típico, e tendo em conta os requisitos da empresa MED, podemos assumir que numa fase inicial do projeto se possa realizar algum tipo de planeamento e atribuição de trabalho. Para isto, faz sentido que o gestor de projeto tenha acesso à aplicação *Project Planner*. Algo que já foi explanado é que a criação e atribuição de tarefas é algo presente nos *cloud services*, mas para a gestão encadeada do projeto já se necessita de algo mais.

O ponto inicial passa por criar o projeto em si, dando-lhe um nome, eventual descrição e imagem de rosto. Propriedades estas preenchidas num formulário como o seguinte:

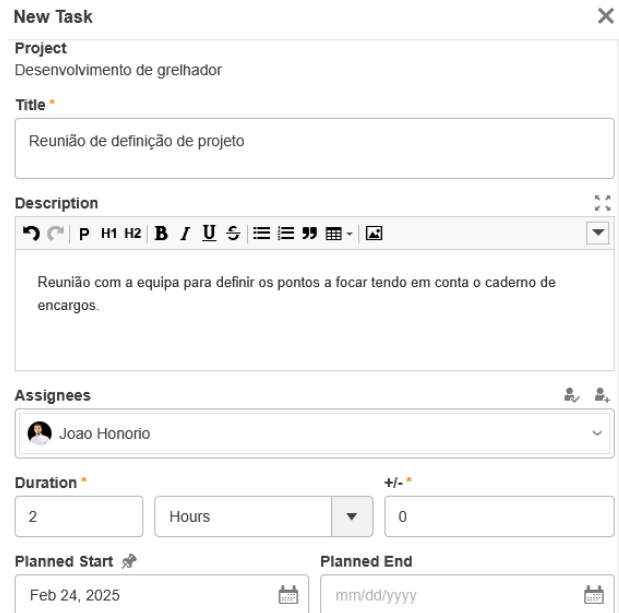


The screenshot shows a web form titled "New Project" with a close button (X) in the top right corner. Below the title, there is a note: "* Indicates required fields". The form contains three main sections:

- Image Upload:** A dashed box containing a placeholder image of a printer and the text "Drop image here or click to upload".
- Title:** A text input field with a red asterisk indicating it is required.
- Type:** A dropdown menu currently showing "Team Project". Below it, a tooltip reads: "Team Project: Efficiently organize team work to produce expected deliverables."
- Description:** A rich text editor with a toolbar containing icons for undo, redo, bold, italic, underline, link, list, quote, table, and image.

Figura 4.9 - Janela de criação de projeto no Project Planner

Na criação da tarefa existem uma série de informações que podem ser preenchidas, como o título e descrição, quem são as pessoas encarregues pela tarefa. A duração prevista e as datas de início/fim também são indicadas, como se pode observar na imagem seguinte:

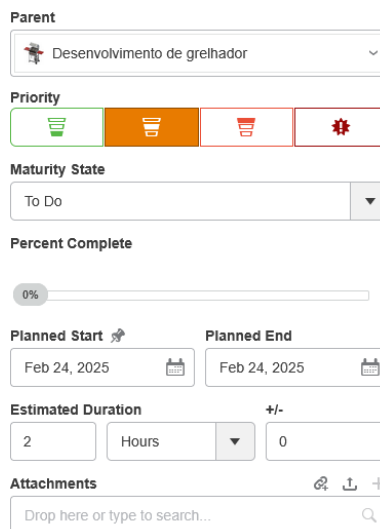


The image shows a 'New Task' form with the following fields and values:

- Project:** Desenvolvimento de grelhador
- Title:** Reunião de definição de projeto
- Description:** Reunião com a equipa para definir os pontos a focar tendo em conta o caderno de encargos.
- Assignees:** Joao Honorio
- Duration:** 2 Hours
- Planned Start:** Feb 24, 2025
- Planned End:** mm/dd/yyyy

Figura 4.10 - Página inicial de criação de tarefa

É de referir que, após a criação inicial, é possível ainda definir a prioridade, o estado inicial da tarefa, ou colocar anexos, entre outras opções, como se pode ver na imagem abaixo:



The image shows a 'Task Details' window with the following fields and values:

- Parent:** Desenvolvimento de grelhador
- Priority:** To Do
- Maturity State:** To Do
- Percent Complete:** 0%
- Planned Start:** Feb 24, 2025
- Planned End:** Feb 24, 2025
- Estimated Duration:** 2 Hours
- Attachments:** Drop here or type to search...

Figura 4.11 - Janela de detalhes de uma tarefa

As tarefas são geridas de uma forma simplista, no sentido que estas se encontram num de 3 estados a cada altura: por fazer, em trabalho ou completas, sendo que para lhes alterar o estado basta arrastá-las entre as 3 colunas, como apresentado de seguida:

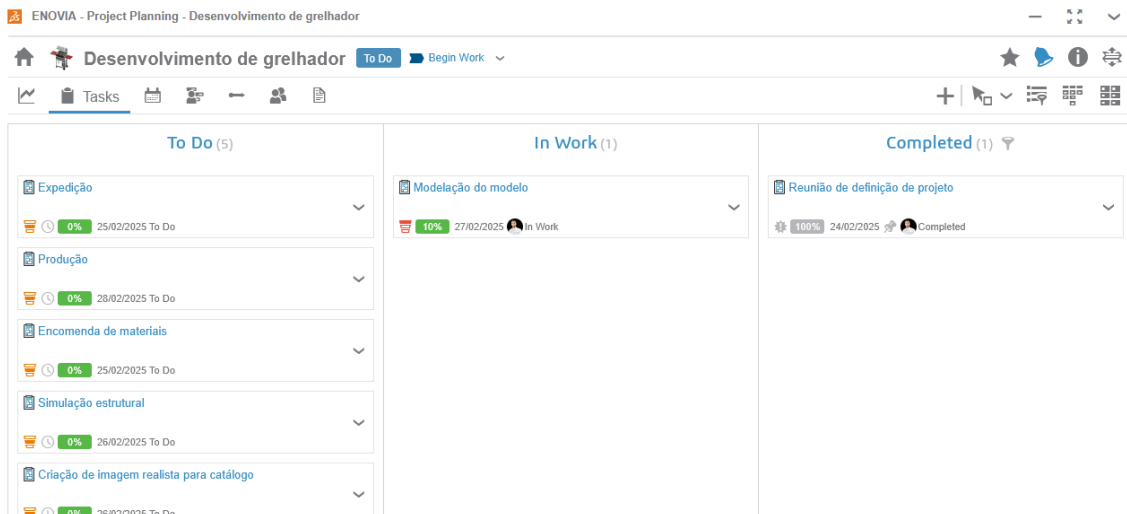


Figura 4.12 - Janela de estados de tarefas

Uma das vantagens já mencionada de ter acesso a uma plataforma *cloud* é que esta gestão e alteração de estado pode ser realizada em qualquer dispositivo com acesso à Internet, dado que pode acontecer determinado interveniente não ter um computador disponível para lhe aceder. Para além disso, uma vez que o SOLIDWORKS tem também um *add-in* de ligação à plataforma, é também possível aceder a estas tarefas a partir da sua interface, como mostrado na imagem seguinte:

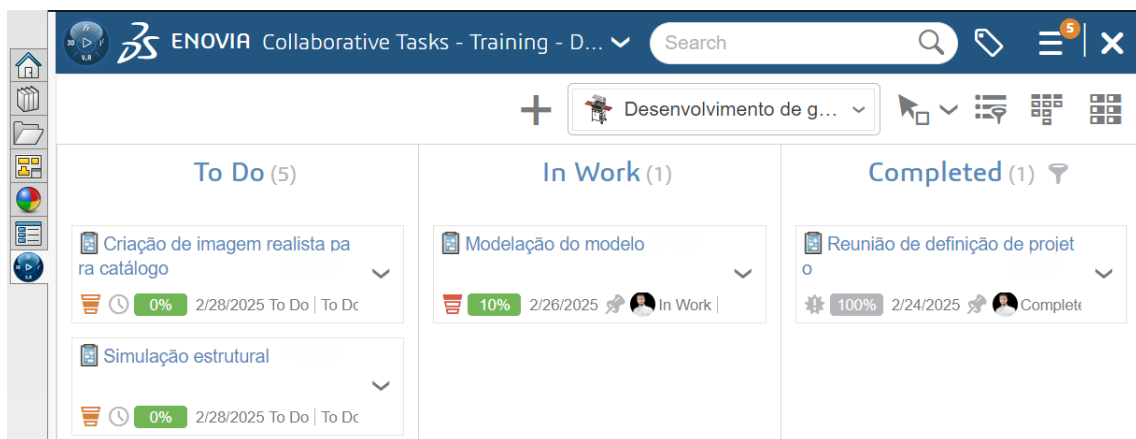


Figura 4.13 - Tarefas na interface do SOLIDWORKS

Com a aplicação *Project Planner* é depois possível criar dependências entre as tarefas para que apenas seja possível iniciar uma após o término de outra específica. Para além disso, dada a duração esperada de cada tarefa, é possível estimar a duração do projeto, tendo tarefas em sequência ou definindo-as como paralelas (como é o caso das tarefas de “criação de imagem realista para catálogo” e “simulação estrutural”).

O aspeto visual destas tarefas e suas dependências é apresentado de seguida:

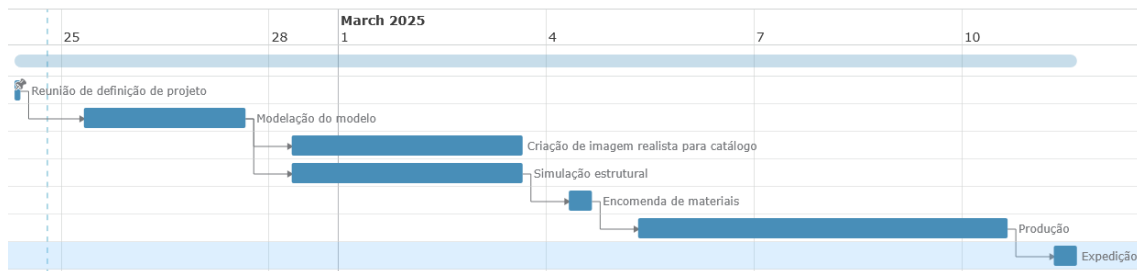


Figura 4.14 - Gráfico de Gantt das tarefas de um projeto

No decorrer do projeto, é possível ter uma visão global do mesmo acedendo a várias métricas, como a quantidade de tarefas e o estado de cada uma. Na imagem seguinte é apresentado o gráfico tipo para o estado das tarefas:

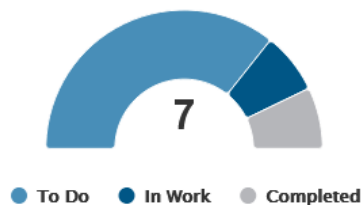


Figura 4.15 - Dashboard do Project Planner com o estado das tarefas

Com a evolução das datas de finalização de cada tarefa, que podem atrasar ou adiantar, também é possível ter uma data final atualizada sempre de acordo com estas datas. Desta forma, é possível perceber como a evolução do projeto impactará a data final, comparando-a, eventualmente, com a estimada inicialmente.

A análise de risco de incumprimento, em que as tarefas que já deveriam ter sido terminadas (e não se encontram completas) estão atrasadas, aquelas cuja data esperada de conclusão for o dia atual estão em risco e fora de risco estão todas as atividades cuja data de finalização se encontra no futuro é apresentada como na imagem abaixo:

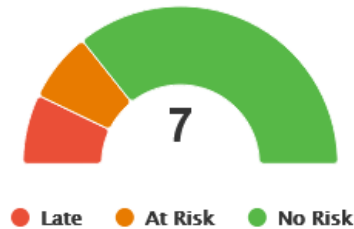


Figura 4.16 - Dashboard do Project Planner com tarefas em atraso

Outro gráfico interessante está relacionado com o *task burn down*, ou seja, com a quantidade de tarefas por realizar em dada data. Assim é possível ter uma ideia visual da diminuição gradual de tarefas a realizar, como exemplificado na seguinte imagem:

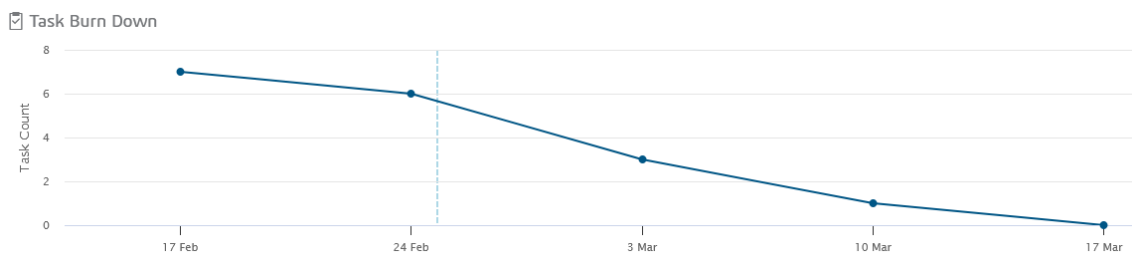


Figura 4.17 - Dashboard do Project Planner de Burn Down das tarefas

Para a gestão de recursos humanos, a informação da quantidade de tarefas atribuídas a cada pessoa, e por completar, também pode ser acedida através da informação do projeto, de forma semelhante à da imagem abaixo:

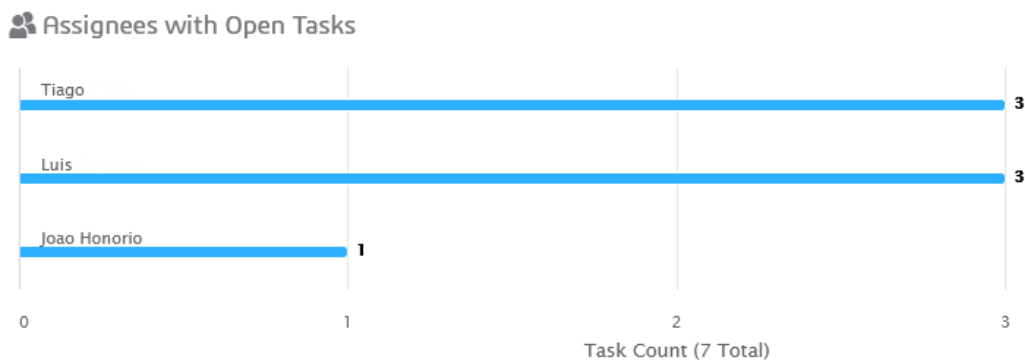


Figura 4.18 - Dashboard do Project Planner de tarefas atribuídas

O próprio projeto também tem um estado associado, estando à espera de ser iniciado, em trabalho, em espera ou completo. Esta informação de nível superior é interessante quando a organização tem vários projetos a decorrer e é necessária uma visão de nível superior sobre os vários projetos.

Após se terminar a atribuição de tarefas, pode-se passar à fase de desenvolvimento do projeto CAD. Utilizando o SOLIDWORKS para simular o desenho do grelhador, é interessante, não só, desenhar o modelo, mas também incluir as várias informações que serão interessantes para os processos seguintes, como o preenchimento das propriedades já mencionadas anteriormente.

Para este fim, é possível ter um formulário com as propriedades a incluir para auxiliar o seu preenchimento. Este procedimento pode ser efetuado com as ferramentas “tradicionais” do SOLIDWORKS, ou recorrendo ao separador de informações da 3DEXPERIENCE, que é visível na imagem seguinte:

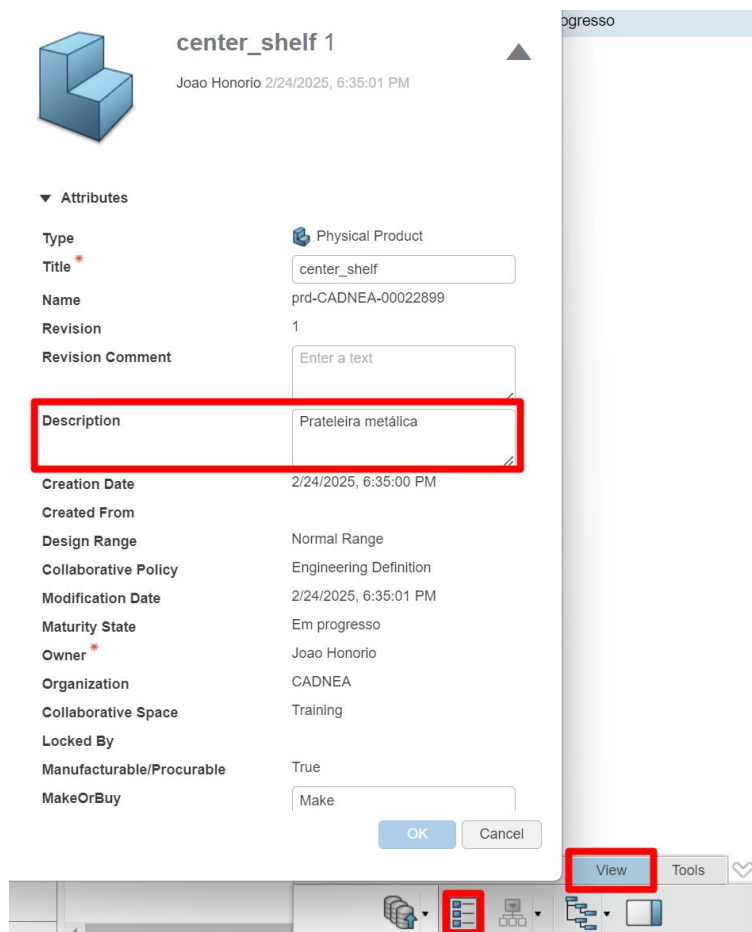


Figura 4.19 - Formulário de propriedades na interface do SOLIDWORKS

Na prática da criação de ficheiros, e sua gravação, estes podem ser gravados localmente, ou para a *cloud*, sendo que, existe o conceito de *cache* local enquanto se trabalha localmente com os ficheiros. A 3DEXPERIENCE faz uma gestão automática desta *cache* de forma a que, quando se abre um ficheiro diretamente da *cloud*, este seja colocado num local físico do computador e aberto, na realidade, a partir dessa localização.

Ao gravar para a *cloud*, é possível seleccionar o *Bookmark* onde se quer colocar o(s) ficheiro(s) para um acesso facilitado ao(s) mesmo(s). Como foi mencionado anteriormente, a plataforma 3DEXPERIENCE funciona com os ficheiros todos ao mesmo nível, sem o conceito de pastas e subpastas; no entanto, estes *Bookmarks* funcionam como sistema de catalogação e, portanto, organização dos ficheiros, podendo, nesse sentido, ser vistos como um sistema de pastas que tradicionalmente se utiliza.

A operação de gravação para a 3DEXPERIENCE, naturalmente, é algo mais demorada que a gravação local. Isto deve-se, principalmente a dois fatores:

- a necessidade de fazer *upload* dos ficheiros para a *cloud*, o que, dependendo da velocidade de Internet, pode ter um peso grande no tempo necessário;
- a “conversão” de toda a informação presente nos ficheiros para informação que a plataforma “entenda”. Um exemplo desta “conversão” está no facto já mencionado da 3DEXPERIENCE tomar a informação de propriedades presentes nos ficheiros e poder apresentá-la na sua interface, quer seja nas suas próprias propriedades, quer seja, por exemplo, numa lista de materiais.

Para ajudar com este tempo, o SOLIDWORKS tem uma funcionalidade que permite efetuar a gravação de forma assíncrona, permitindo iniciar o processo de gravação e continuar a trabalhar normalmente nos ficheiros. No caso do conjunto do grelhador, que é composto por 48 ficheiros, entre peças e conjuntos, e que representam 14Mb, a gravação demorou 1min:11s, como se pode observar na imagem abaixo.

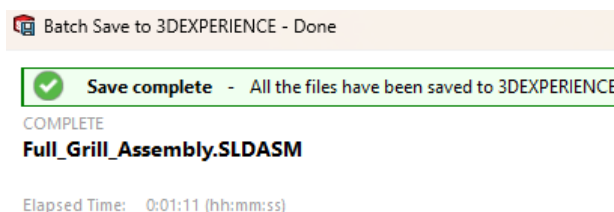


Figura 4.20 - Informação sobre gravação assíncrona para a plataforma 3DEXPERIENCE

Após ter os ficheiros na *cloud*, o acesso a estes é bastante fácil, podendo ser efetuado a partir de qualquer dispositivo, mediante autenticação, por forma, a preservar a segurança do projeto. Uma das questões interessante é a possibilidade de pré visualizar os ficheiros utilizando o visualizador *standard* da plataforma, o *3DPlay*.

A ferramenta *3DPlay* fornece ainda a capacidade de criar anotações ao modelo que podem gerar notificações aos intervenientes para que sejam efetuadas alterações.

Tendo terminado a modelação e gravado os modelos para a plataforma, chega a altura de alterar o estado de maturidade dos ficheiros, deixando de se encontrar em trabalho e passando para o estado “à espera de aprovação”.

Para isto, basta aceder ao ícone “*Maturity State*” e alterar o estado dos ficheiros para um estado intermédio, denominado “*Frozen*”, ou “Congelado”. Neste estado, deixa de ser possível efetuar alterações aos ficheiros.

A apresentação gráfica destas alterações de estado, efetuadas a partir da interface do SOLIDWORKS, é a que se apresenta na imagem seguinte:

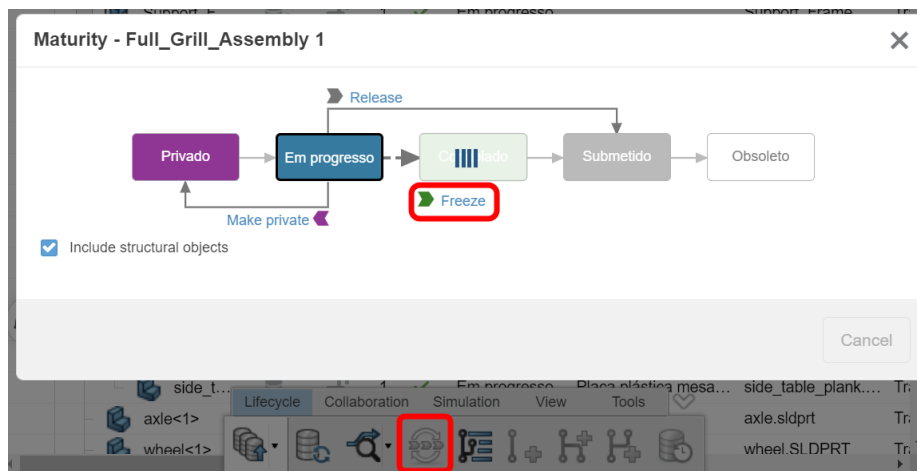


Figura 4.21 - Interface de alteração do estado do ciclo de maturidade de um ficheiro

Dependendo das permissões de cada utilizador, caberá agora ao Gestor de Projeto rever a modelação. O *3DPlay* pode, então, ser utilizado para rever o projeto, sem que o utilizador necessite de ter instalado qualquer *software*, e pode fazer anotações ao modelo.

Neste caso, pode criar uma anotação a pedir que seja alterada a altura da estrutura, que será posteriormente partilhada com o projetista responsável para que possa implementar as alterações necessárias. Estas anotações podem ser efetuadas através de um visualizador 3D, como o exemplo da imagem seguinte:



Figura 4.22 - Interface para criação de anotações com o 3DPlay

Ao partilhar esta visualização, e respetivo comentário, com o desenhador, garante-se que a informação passa a quem de direito.

Sendo que, mesmo na interface do SOLIDWORKS, aparece uma notificação da conversa:

Para que o utilizador possa efetivar a alteração de design, entra em ação a gestão de ficheiros entre membros de equipa, o que significa que o utilizador tem de se tornar “dono” do ficheiro para poder trabalhar nele. Este conceito é intrínseco à gestão documental, quer em PLM, quer em PDM.

No caso da 3DEXPERIENCE, este procedimento passa por fazer um *Lock* ao(s) ficheiro(s) a ser(em) editado(s). Não esquecendo de alterar o estado de maturidade dos ficheiros de volta ao estado inicial, para que as alterações possam ser efetuadas.

Após a alteração ao modelo, simulando um incremento de revisão, é também possível incrementar o parâmetro da revisão, segundo um esquema de revisões definido pela organização. No caso da 3DEXPERIENCE, este processo de alteração de revisão é extremamente simples, até mais simples que no caso do SOLIDWORKS PDM.

Para alterar a revisão dos ficheiros, basta seleccioná-los, clicar em *New Revision* e, eventualmente, colocar um comentário sobre o que foi alterado no projeto. Esta interface é também ela bastante simples, como mostrado na imagem seguinte:

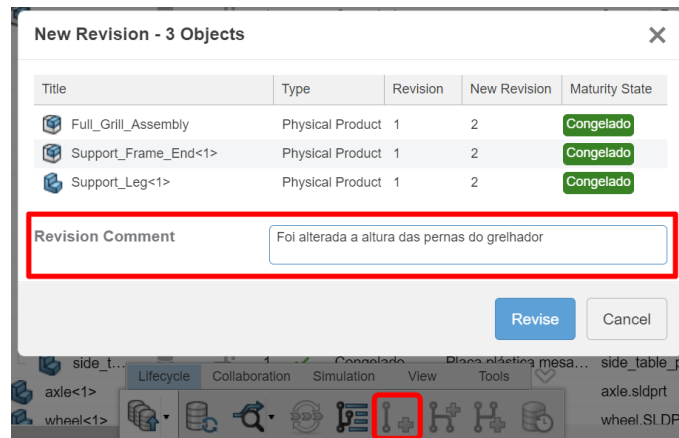


Figura 4.23 - Interface para criação de revisão de ficheiro

Os ficheiros encontram-se, novamente, a aguardar aprovação por parte do Gestor de Projeto que, nesta fase, e tendo em conta as alterações efetuadas, pode aprovar o projeto, alterando o estado de maturidade dos ficheiros.

Ao passo que o designer efetuou as alterações de estado e revisão na interface do SOLIDWORKS, o Gestor pode fazer as suas alterações diretamente no *browser* de Internet. Para facilitar este processo, existe uma aplicação denominada *Collaboration Lifecycle* que permite gerir as revisões dos ficheiros, alterar-lhes o estado, entre outras possibilidades.

Uma ferramenta aqui disponível, e que no caso de comparação de revisões, ou alterações em geral, é muito válida, é a ferramenta *Compare*, que permite então comparar diferentes variantes de um ficheiro.

Agora que a modelação foi aprovada, o projetista pode dar como terminada a tarefa de modelação do grelhador, permitindo que os restantes membros da equipa possam dar início às tarefas de renderização e de simulação, que tinham dependências no planeamento de projeto.

Tendo a modelação terminada, algo que também era fundamental para a empresa MED passava pela possibilidade de partilhar os seus designs de forma simples e direta com

terceiros, eventualmente até externos à organização. Esta partilha pode ser efetuada, por exemplo, a partir do SOLIDWORKS.

Uma questão importante é que a partilha com terceiros externos à organização apenas pode ser efetuada para ficheiros presentes na *3DDrive*, e não no *3DSpace*, o que faz com que o SOLIDWORKS faça um *upload* do conjunto para a *3DDrive* para poder efetuar a partilha.

Esta partilha pode ser feita através de um *link*, que qualquer pessoa pode utilizar para visualizar o conjunto (desde que tenha um login na plataforma 3DEXPERIENCE, podendo ser gratuito), ou diretamente para um endereço de e-mail, sendo que, com esta segunda opção, apenas o login associado a esse endereço de e-mail pode aceder à visualização.

No exemplo utilizado, a partilha é efetuada através de um *link* “aberto”, pelo que, qualquer pessoa que tenha acesso ao *link* pode aceder à visualização. De notar que, também neste tipo de partilha, os comentários podem ser efetuados por terceiros e partilhados “de volta” para a organização, levando a colaboração também para fora da própria organização.

Esta partilha pode ser criada diretamente a partir da interface do SOLIDWORKS, como mostrado na imagem seguinte:

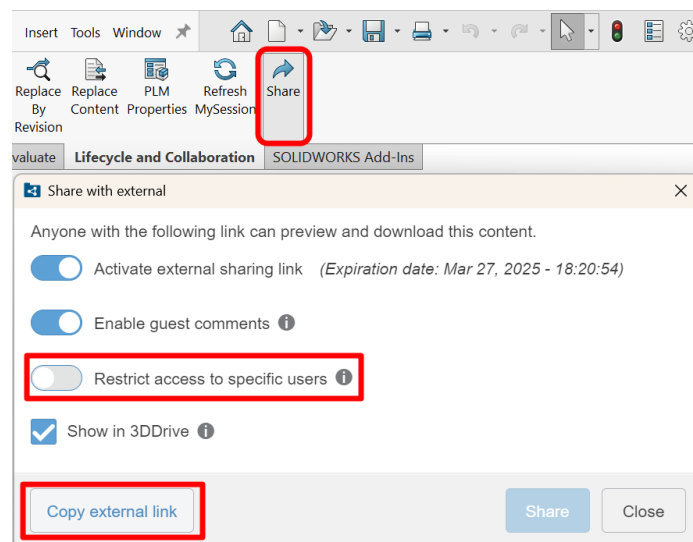


Figura 4.24 - Interface para partilha de ficheiro através de link

Tendo a modelação terminada, o passo seguinte passa por fazer a simulação estrutural linear estática do grelhador, utilizando o SOLIDWORKS Simulation. Para esse efeito, considera-se o material aço inoxidável AISI 304 para a estrutura, apresentada na imagem abaixo, sendo que esta é simplificada para incluir apenas os elementos estruturais “importantes”: as pernas da estrutura, os tubos horizontais de suporte, as prateleiras e os reforços em chapa.



Figura 4.25 - Elementos estruturais a incluir na simulação estrutural do grelhador

Por segurança, considerou-se uma força de 1000 N aplicada e dividida pelos tubos onde apoia a base do grelhador; apoios simples nos pés que apoiam no chão e restrições de articulação nos furos onde são fixos o veio e as rodas, que, para efeitos de simulação, se assumem rígidos. Estas condições do estudo são representadas na seguinte imagem:

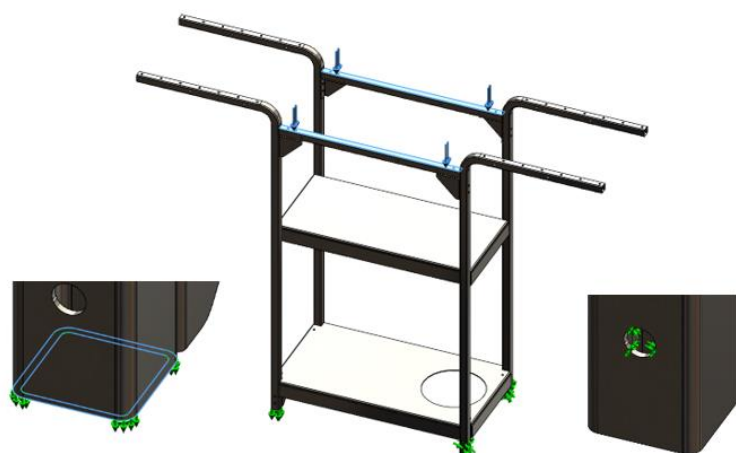


Figura 4.26 - Representação da aplicação de força e constrangimentos para o estudo de simulação estrutural do grelhador

Foi considerada uma malha sólida para os tubos, principalmente por causa dos tubos dobrados, que invalidam a utilização de malha do tipo viga. Foi garantido que existem dois elementos de malha ao longo da espessura do tubo para garantir resultados fidedignos. Para as chapas metálicas, foi utilizada uma malha de casca. O resultado da criação da malha é o seguinte:

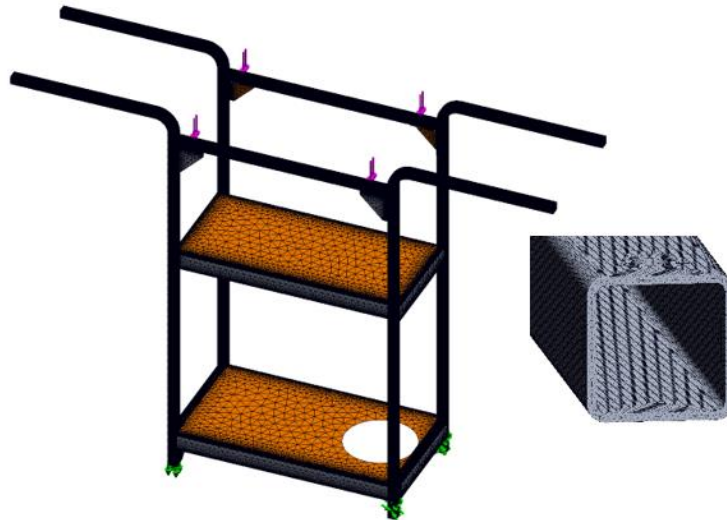


Figura 4.27 - Representação da malha utilizada no estudo de simulação estrutural do grelhador

Dada a pequena espessura dos elementos sólidos, e a necessidade de ter dois elementos de malha ao longo desta espessura, o número de nós para o cálculo de simulação foi de 17.251.180, divididos entre os dois tipos de malha.

Este estudo foi executado em 1h15min07s.

Os detalhes sobre o estudo são apresentados na imagem seguinte:

Study name	Static 1 (-Simulation-)
DetailsMesh type	Mixed Mesh
Mesher Used	Blended curvature-based mesh
Jacobian points for High quality mesh	16 points
Jacobian check for shell	On
Mesh Control	Defined
Max Element Size	29,98 mm
Min Element Size	1,499 mm
Mesh quality	High
Total nodes	17251181
Total elements	10365218
Remesh failed parts independently	Off
Reuse mesh for identical bodies	Off
Number of bodies that have reused mesh	0
Time to complete mesh(hh:mm:ss)	00:06:07
Computer name	TECJHONORIOMSI

Figura 4.28 - Detalhes da malha utilizada no estudo de simulação estrutural do grelhador

Com este *setup*, a deformação máxima do grelhador foi de 0.339 mm, na zona das mesas de apoio laterais, devido à deflexão dos tubos de apoio, que suportam o peso, tal como mostra a representação abaixo:

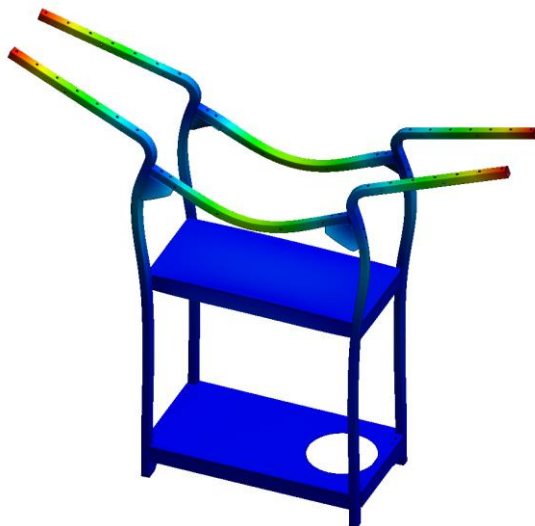


Figura 4.29 - Resultado de deslocamento do estudo de simulação estrutural do grelhador

Na zona dos próprios tubos de suporte, a deflexão foi de 0.225 mm.

As forças resultantes são relativamente simétricas, 501.497 N nos apoios simples esquerdos, e 498.505 N nos apoios ao veio do lado direito (ambas verticais). As forças nas restantes direções são negligenciáveis. Estas forças encontram-se listadas na tabela abaixo:

Resultant Forces				
Components	X	Y	Z	Resultant
Reaction force(N)	0	501,497	0	501,497

Resultant Forces				
Components	X	Y	Z	Resultant
Reaction force(N)	0,000591993	498,505	0,00119685	498,505

Tabela 4.1 - Forças resultantes nos apoios do estudo de simulação estrutural do gelhador

E uma tensão máxima aplicada de 147.457 Mpa, abaixo da tensão de cedência do material, que é de 206.807 MPa. Esta tensão máxima está aplicada nos suportes em chapa que estão colocados por baixo dos tubos de apoio do gelhador. De referir que estas chapas têm uma espessura de 1 mm. A distribuição de tensões pode ser observada na imagem abaixo:

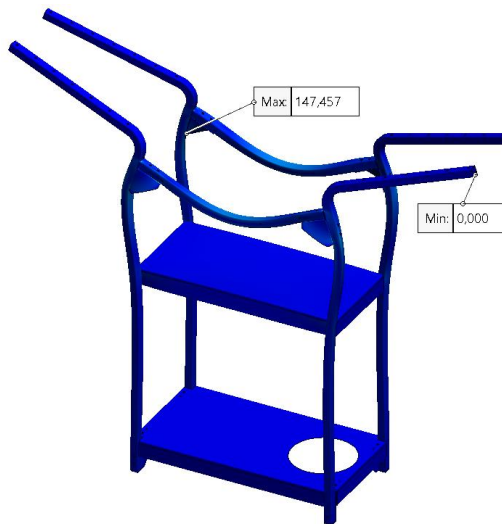


Figura 4.30 - Resultados de tensões do estudo de simulação estrutural do gelhador

No entanto, correndo uma análise de concentrações de tensões/singularidades, é possível detetar que, de facto, existem singularidades nas extremidades das chapas, sendo, portanto, zonas a descartar do estudo.

O facto de existirem singularidades foi confirmado por um teste de convergência, em que é possível ver o crescimento exponencial do valor da tensão nestes elementos de reforço com esquinas vivas. Os dados são apresentados na tabela seguinte e a sua tendência é apresentada na imagem abaixo:

Tamanho da malha	Tensão Máxima (MPa)	Deslocamento (mm)
10mm	90.478	0.339
5mm	121.292	0.334
1mm	217.733	0.331
0.2mm	277.553	0.330

Tabela 4.2 - Resultados de tensão e deslocamento para diferentes dimensões de malha do estudo de simulação estrutural do grelhador

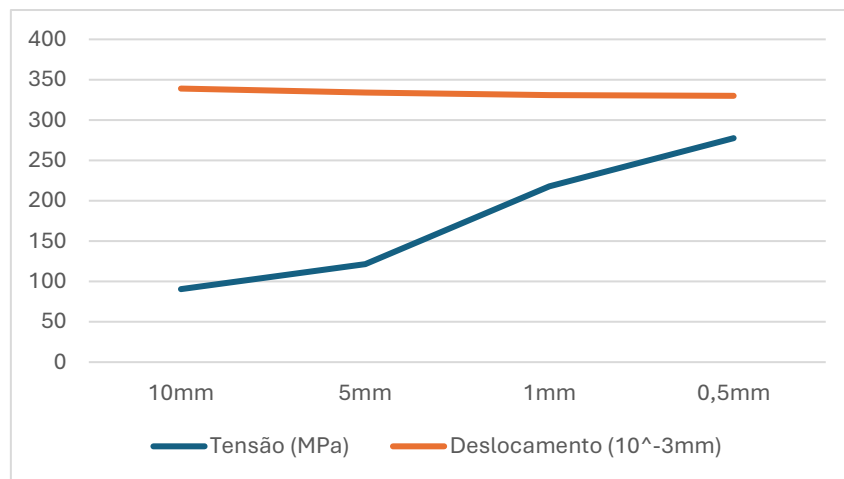


Figura 4.31 - Gráfico de variação de tensão e deslocamento para diferentes dimensões de malha do estudo de simulação estrutural do grelhador

Se excluirmos as zonas das singularidades, a tensão máxima encontrada é de 49.447MPa, presente na junção das chapas de reforços com as pernas verticais. A imagem seguinte apresenta estes resultados:

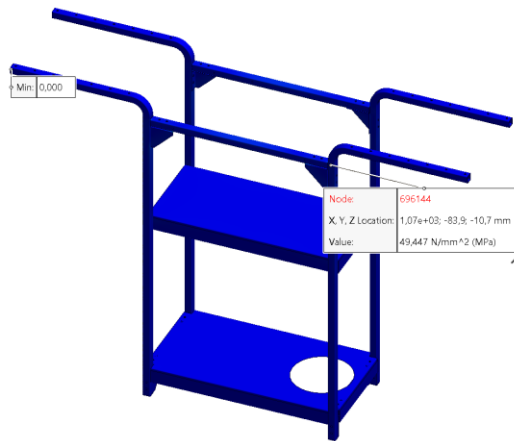


Figura 4.32 - Localização da tensão máxima presente nos elementos não sujeitos a singularidades no estudo de simulação estrutural do grelhador

Com esta tensão aplicada, obteve-se um fator de segurança mínimo de 4.38, podendo-se confirmar que a estrutura suporta a carga aplicada sem que exista deformação plástica dos seus componentes. De referir que o fator de segurança é muito elevado, mesmo considerando a força de teste utilizada já é em si exacerbada.

Após a simulação, chega-se à tarefa de encomenda de materiais, o que leva à restante grande necessidade da empresa MED: capacidade de aceder às listas de material desmaterializadas por parte de elementos externos à equipa de projeto.

A aplicação *Engineering Release*, permite, entre outras capacidades, aceder à lista de materiais, incluindo as propriedades preenchidas no SOLIDWORKS e as várias quantidades. Uma capacidade interessante desta aplicação reside na possibilidade de adicionar elementos à lista que não estão presentes na modelação, mas que pode ser necessário encomendar, como tinta, lubrificante, etc.

O formato em que é apresentada a informação pode ser consultado na imagem seguinte:

29 Items

	Title	Quantity	Description	Material	Make Or Buy?	Tipo de componente
1	Support_Frame_End	1				
2	Support_Leg(Long Arm)	2	Perna da mesa lateral	1060 Alloy	Make	Tubo dobrado
3	side_table_plank(pvc)	7	Placa plástica mesa ...	PP Copolymer	Buy	Peça plástica
4	Brace_Corner	2	Chapa reforço base	1060 Alloy	Make	Chapa quinada
5	Brace_Cross_Bar(Plain)	1	Barra suporte	1060 Alloy	Make	Tubo metálico
6	Leg&Wheels	1				
7	axle	1	Eixo rodas	Plain Carbon Steel	Buy	Hardware genérico
8	wheel	2	Roda plástica	PP Copolymer	Buy	Hardware genérico
9	Support_Frame_End	1				
10	Support_Leg(Long Arm)	2	Perna da mesa lateral	1060 Alloy	Make	Tubo dobrado
11	Brace_Corner	2	Chapa reforço base	1060 Alloy	Make	Chapa quinada
12	side_table_plank(pvc)	7	Placa plástica mesa ...	PP Copolymer	Buy	Peça plástica
13	Brace_Cross_Bar(Plain)	1	Barra suporte	1060 Alloy	Make	Tubo metálico

Figura 4.33 - Consulta de lista de materiais desmaterializada na plataforma 3DEXPERIENCE

Após a pessoa responsável fazer as alterações que, eventualmente, tenha de efetuar à lista, pode exportá-la para Excel de forma a ser integrada em algum outro *software* ou para dar origem a uma encomenda de alguma forma. Esta exportação é efetuada em formato csv que pode, *a posteriori*, ser convertido em Excel ou importado, como mencionado, num qualquer outro *software* externo.

Considerando que as restantes tarefas são apenas de execução, não se enquadrando no caso de estudo de forma direta, termina neste ponto o caso de estudo da empresa MED. O caso de estudo deu resposta às necessidades que a empresa tinha:

- gestão documental, efetuada com a gravação dos ficheiros para o *3DSpace*, alterando os donos dos ficheiros com o *Lock/Unlock*, alteração de estado de maturidade e revisões dos ficheiros;
- necessidades de partilha de informação de forma simples com parceiros externos, conseguida graças à ferramenta *Share*, presente na interface do SOLIDWORKS;
- atribuição e gestão de tarefas aos vários envolvidos no processo de desenvolvimento, conseguido graças às *Collaborative Tasks* e ao *Project Planner*;
- gestão de listas de materiais desmaterializadas, com a aplicação *Engineering Release*.

4.3. Caso de Estudo: empresa GRA

Tudo o que foi descrito para o caso de estudo da empresa MED se aplica à empresa GRA, potenciando até algumas das soluções pelo facto da sua dimensão ser maior, pelo menos em termos de quantidade de colaboradores. Empiricamente, é fácil de perceber que quanto maior for uma organização, maior é a necessidade de colaborar entre os vários intervenientes e, regra geral, também maior será a necessidade de seguir procedimentos e processos bem estabelecidos – é exatamente nestes pontos que os sistemas PLM, e a 3DEXPERIENCE em particular, podem ajudar bastante.

Um exemplo de aplicação que auxilia, principalmente nos projetos em que existem vários intervenientes, é o *Product Explorer*, que permite consultar a informação referente a determinado conjunto, como quem são as pessoas envolvidas no desenvolvimento de determinado componente, o estado de cada ficheiro, entre uma panóplia bastante extensa de propriedades.

Para além da consulta de forma direta desta informação, é ainda possível aplicar um código de cores para distinguir os componentes que possuem cada valor em termos destas propriedades. Por exemplo, colorir cada componente consoante o colaborador responsável pelo seu desenvolvimento, como apresentado nas imagens seguintes:

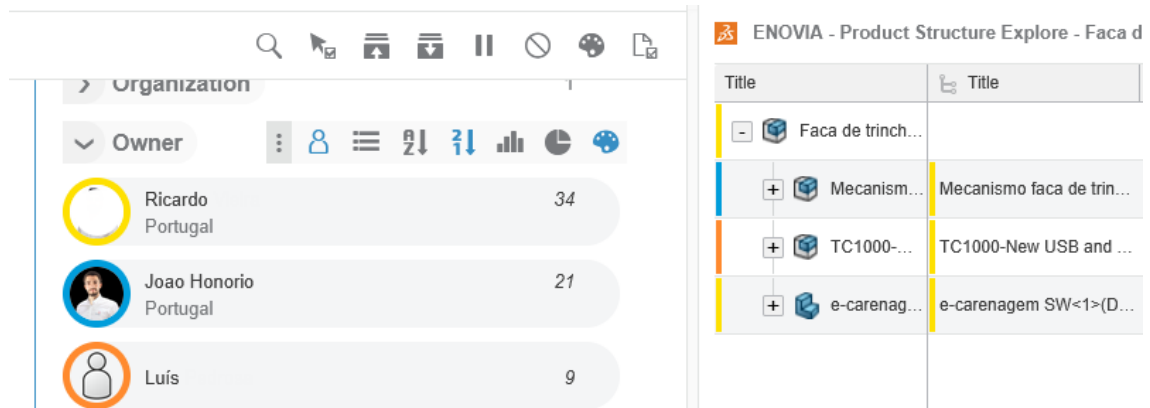


Figura 4.34 - Filtro de cores aplicado aos utilizadores responsáveis por cada ficheiro

Que se aplica também ao 3D:

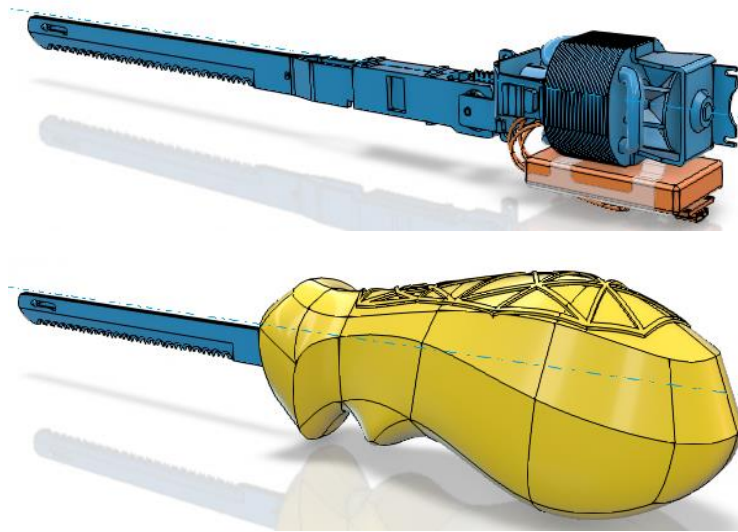


Figura 4.35 - Filtro de cores aplicado aos utilizadores responsáveis por cada ficheiro, em 3D

No caso da empresa GRA, acrescentam algumas necessidades face à empresa MED, sendo estas: gestão de problemas detetados em projetos já existentes, interligação com *softwares* externos, nomeadamente para importação de listas de materiais, e gestão de informação de fornecedores.

A gestão de problemas detetados em projetos já existentes é algo de que as maiores empresas podem necessitar, dada a sua maior estrutura organizacional e necessidade de gerir mais um processo interno: em vez de haver apenas um pedido de alteração “informal”, ou até verbal, com a 3DEXPERIENCE, e o *Issue Management*, é possível criar um pedido “formal” de correção que segue todo um processo de atribuição da alteração a um colaborador, que trabalha sobre esse pedido e reporta de volta as alterações efetuadas, sendo de seguida aprovada, ou não, a alteração efetuada.

A partir do *browser* de Internet pode-se colocar um *pin* na zona do problema detetado e que terá de ser tratado. A aplicação *Issue 3D Review* permite exatamente isto: abrir o modelo 3D e colocar o *pin* na zona desejada, como mostrado na imagem seguinte:

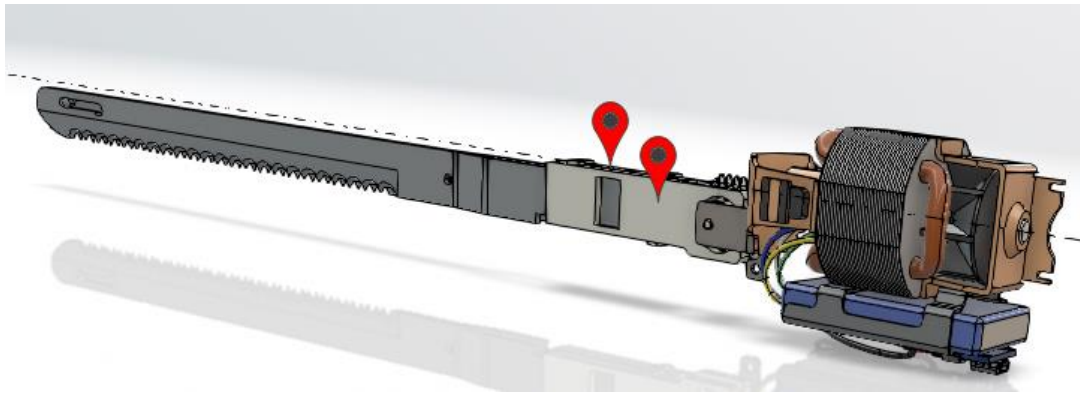


Figura 4.36 - Definição tridimensional de Issues

Para além da “simples” colocação do(s) *pin(s)*, é adicionada uma descrição do problema e, eventualmente, uma possível solução. É feita uma atribuição do problema a um colaborador para que trate da sua correção. Existe mais uma série de atributos que podem ser preenchidos, por exemplo, a prioridade, datas de início ou fim, entre outras.

Com a aplicação *Issue Management*, é possível fazer o seguimento dos problemas reportados, que, como mencionado anteriormente, seguem o seu próprio ciclo de maturidade para garantir que são tratados e corrigidos. Naturalmente que ao longo do tempo deverão ser adicionadas todas as informações associadas às várias correções efetuadas para que possa existir um seguimento fidedigno de tudo o que é efetuado. Os vários estágios de evolução do procedimento de correção são apresentados na imagem abaixo:

+ [Icon]	Verificar folga entre as fixações das lâminas	ISS-CADNEA-0000051	To Do	Open	Já tivemos problemas por a folga ser dema...	Low	2	0	[User Icon]
+ [Icon]	Verificar folga entre as fixações das lâminas	ISS-CADNEA-0000051	In Work	Open	Já tivemos problemas por a folga ser dema...	Low	2	0	[User Icon]
+ [Icon]	Verificar folga entre as fixações das lâminas	ISS-CADNEA-0000051	In Approval	Open	Já tivemos problemas por a folga ser dema...	Low	2	0	[User Icon]
+ [Icon]	Verificar folga entre as fixações das lâminas	ISS-CADNEA-0000051	Completed	Resolved	Já tivemos problemas por a folga ser dema...	Low	2	0	[User Icon]

Figura 4.37 - Estados de um Issue

Por forma a ter uma estimativa do impacto ambiental da carnagem da faca de trinchar, e para testar alternativas de material, foi efetuado um estudo de impacto ambiental com o SOLIDWORKS Sustainability.

Este tipo de estudo tem em conta parâmetros do material, do processo de fabrico, das zonas geográficas de produção e utilização, e de parâmetros de fim de vida para calcular o impacto ambiental do produto, em 4 áreas distintas: pegada carbónica, energia consumida, acidificação do ar e eutrofização das águas.

Na imagem abaixo pode-se ver a peça utilizada para o estudo:

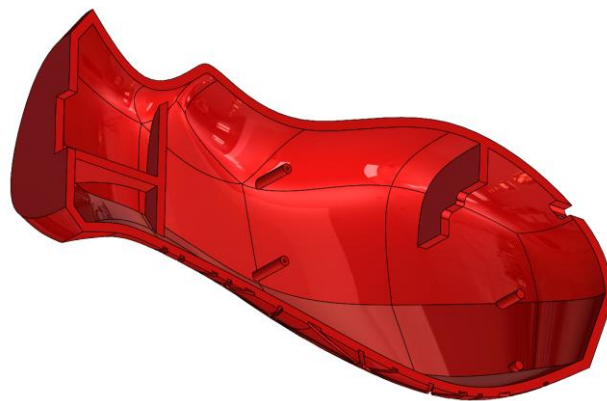


Figura 4.38 - Carnagem da faca de trinchar a ser estudada no estudo de impacto ambiental

Para o estudo inicial foi considerado o material ABS PC, o que dá a esta metade da carnagem 138.39g, com produção na Europa, fabricada para um tempo esperado de vida de 3 anos pelo processo de moldação por injeção, sem pintura posterior.

Nas várias imagens seguintes são apresentados os vários parâmetros utilizados para o estudo, bem como a explanação dos valores utilizados, iniciando pelos parâmetros do material, zona e método de produção:

Material ^

Class:
Plastics

Name:
ABS PC


Recycled content: 0 %

Weight: 138.39 g

Find Similar Set Material

Manufacturing ^

Region:
Europe



Built to last:
3.00 Year

Process:
Injection Molded

1.85 kWh/g
(Total electricity: 255.35 kWh)

0.00 BTU/g
(Total natural gas: 0.00 BTU)

0.00 %

No Paint
(Surface Area: 97012.73 mm²)


Figura 4.39 - Parâmetros de material e produção da carnação da faca de trinchar, para o estudo de impacto ambiental

Foi ainda considerado que a utilização seria também na Europa, com um transporte de 1931 km, e parâmetros de fim de vida *standard*, indicados pelo software e que dependem da zona geográfica de utilização.

(Surface Area: 97012.73 mm²)

Use ^

Region:
Europe



Transportation ^

1931 km

End of Life ^

25.00 %

24.00 %

51.00 %

Figura 4.40 - Parâmetros de transporte e fim de vida da faca de trinchar, para o estudo de impacto ambiental

Os cálculos foram efetuados utilizando o método de análise CML, de acordo com a norma EN 15804, e os resultados para este material foram os seguintes:

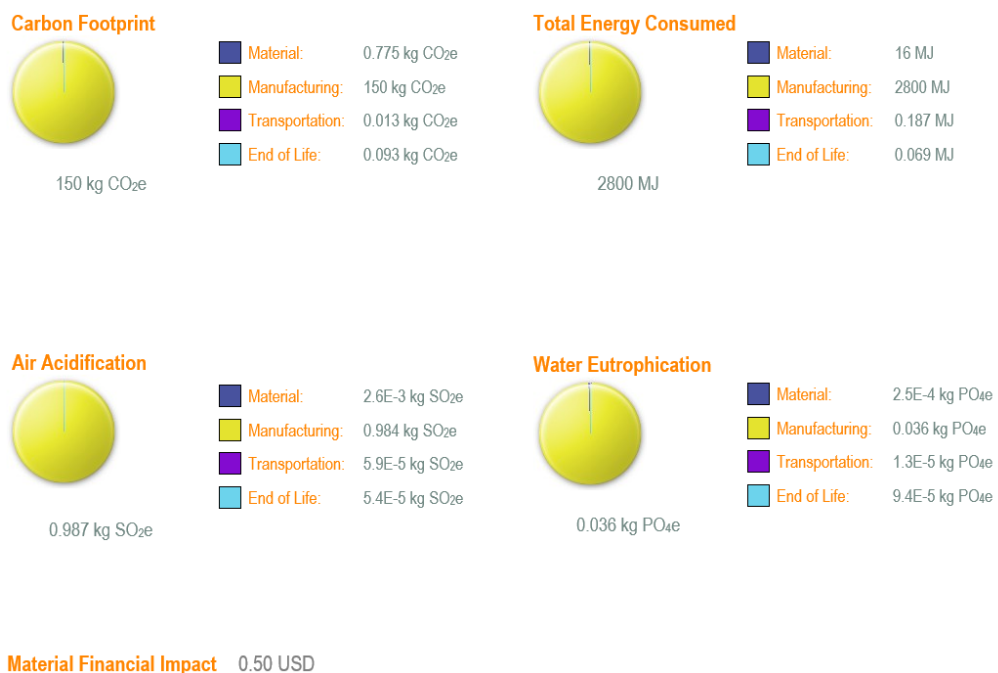


Figura 4.41 - Resultados do estudo de impacto ambiental para o material ABS PC

Utilizando exatamente os mesmos parâmetros de produção, utilização e descarte do produto, foi realizado um estudo semelhante para o material PP, tendo uma massa de 120.67g, cujos resultados foram os seguintes:



Figura 4.42 - Resultados do estudo de impacto ambiental para o material PP

Numa comparação direta entre os dois materiais, em termos puramente de impacto ambiental, o PP apresenta melhores resultados em todos os campos de análise:

- A pegada carbónica é de 130 kg CO₂e, *versus* 150 kg por parte do ABS PC;
- A energia consumida é de 2500 MJ, *versus* 2800 MJ do ABS PC;
- A acidificação do ar é de 0.861 kg SO₂e, *versus* 0.987 kg do ABS PC;
- A eutrofização das águas é de 0.032 kg PO₄e, *versus* 0.036 kg do ABS PC;
- O custo de material é de 0.30 \$, *versus* 0.50 \$ do ABS PC.

Na imagem seguinte é possível comparar estes resultados sob a forma de gráficos:

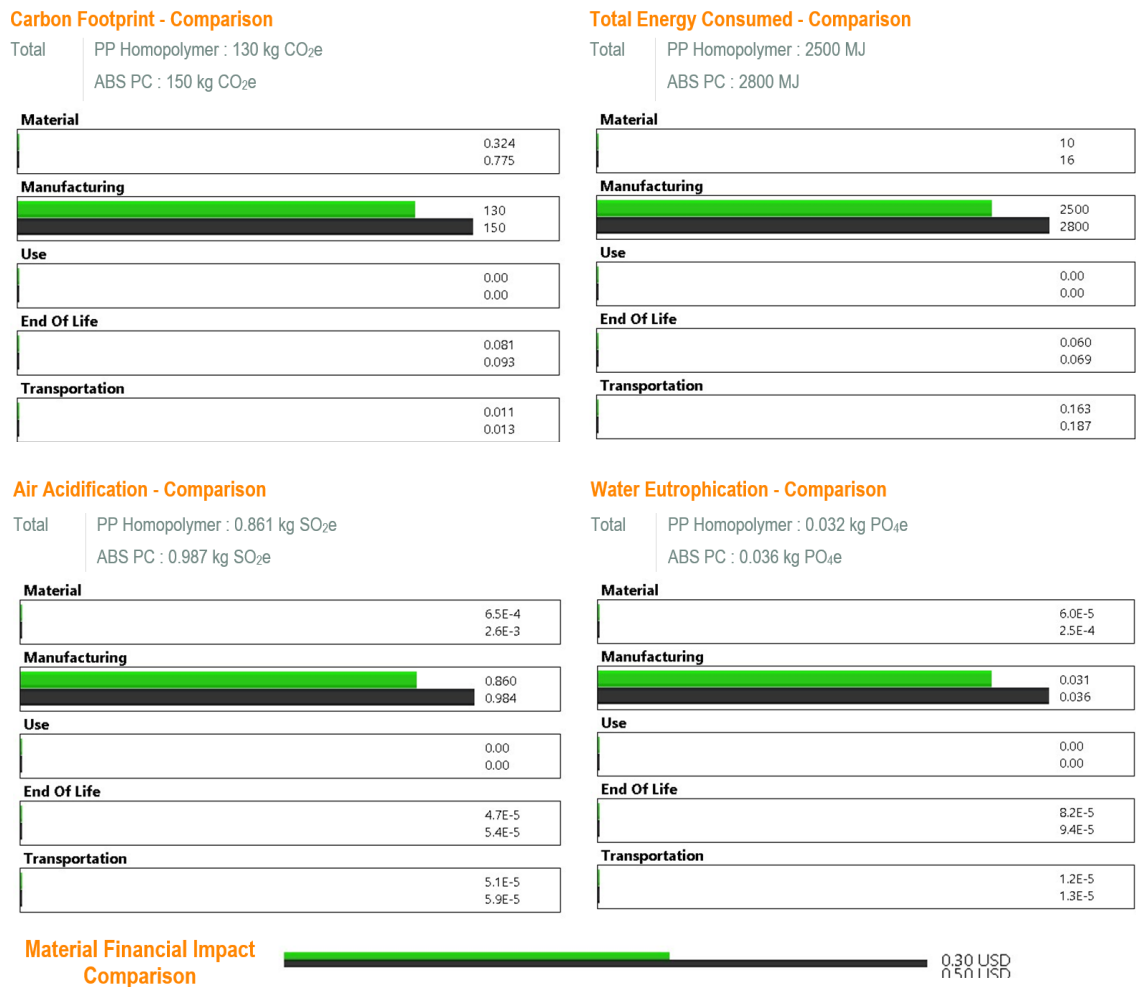


Figura 4.43 - Comparação dos resultados do estudo de impacto ambiental entre os materiais ABS PC e PP

Sobre a interligação com *softwares* externos, esta vai depender da informação que será necessário exportar para estes. O mais comum passa por exportar a lista de materiais num formato que seja “legível” por um *software* externo.

A aplicação *Engineering Release*, já abordada na secção referente à empresa MED, permite a exportação direta da lista de materiais para um formato *.csv, comumente aceite por *softwares* externos que necessitam de ler informação a partir de ficheiros intermédios. Este formato de ficheiro exporta as colunas presentes na lista de materiais, separador por vírgula, para que o *software* “importador” possa distinguir os valores das propriedades para os vários componentes.

A imagem abaixo representa a exportação dos dados, neste caso visualizados no Excel para exemplo:

Title	Enterprise Item Number	Revision	Structure Level	Title (Instance)
Faca de trinchar	ID-000052-Montar na empresa	A.3.1	0	
Title	Enterprise Item Number	Revision	Structure Level	Title (Instance)
Mecanismo faca de trinchar(Default)	ID-000029-Montar na empresa	A.1	1	Mecanismo faca de trinchar<1>(Default)
Left Blade(Default)	ID-000036-Maquinagem	A.1	2	Lamina esquerda<1>(Default)
shaft(Default)	ID-000031-Perfil	A.1	2	Eixo<1>(Default)
Right Knife Sleeve(Default)	ID-000035-Puncionadora	A.1	2	Casquilho faca direita<2>(Default)
Retaining Ring 3 Tab(B27.7M - 3CM1-3)	ID-000039-Stock	A.1	2	Anel de retenção 3<1>(B27.7M - 3CM1-3)
motor(Default)	ID-000030-Compra	A.1	2	motor<1>(Default)
Right Blade(Default)	ID-000037-Maquinagem	A.1	2	Lamina Direita<1>(Default)
Gear Rod(Default)	ID-000038-Perfil	A.1	2	Varao engrenagem<1>(Default)
Gear(Default)	ID-000032-Maquinagem	A.1	2	Engrenagem<1>(Default)
Gear Mount(Default)	ID-000033-Laser+Quinagem	A.1	2	Encaixe Engrenagem<1>(Default)
Left Knife Sleeve(Default)	ID-000034-Puncionadora	A.1	2	Casquilho faca esquerda<1>(Default)
TC1000-New USB and BATTERY(Default)	ID-000040-Stock	A.1	1	TC1000-New USB and BATTERY<1>(Default)
TC1000-USB Type C Port (SMD Type)(Default)	ID-000043-Compra	A.1	2	TC1000-USB Type C Port (SMD Type)<1>(Default)
TC1000-LIPO Battery(Default)	ID-000041-Compra	A.1	2	TC1000-LIPO Battery<1>(Default)
TC1000-Battery and Charge Port bracket(Default)	ID-000044-Compra	A.1	2	TC1000-Battery and Charge Port bracket<1>(Default)
TC1000-Lipo Charger - TP4056.stp(Default)	ID-000042-	A.1	2	TC1000-Lipo Charger - TP4056.stp<1>(Default)
e-caretagem SW(Default)	ID-000051-Injeção	A.1	1	e-caretagem SW<1>(Default)

Figura 4.44 - Lista de materiais exportada em Excel pela plataforma 3DEXPERIENCE

Dependendo do *software* terceiro, deverá ser necessário o desenvolvimento de alguma “inteligência” de importação para saber que parâmetro importar para que local da sua base de dados.

Caso a necessidade de integração vá para além da exportação de listas de materiais da plataforma 3DEXPERIENCE para futura importação num *software* terceiro, é possível utilizar as aplicações do *Role Enterprise Integration Architect* para criar as ligações necessárias entre *softwares*.

Este processo passa pela criação de *agents* que “trocam” informação entre sistemas. Uma destas ligações pode ser a obtenção de um número identificador, como o *Enterprise Item Number*, a partir de um ERP interno da empresa. Esta importação é representada pela imagem abaixo:

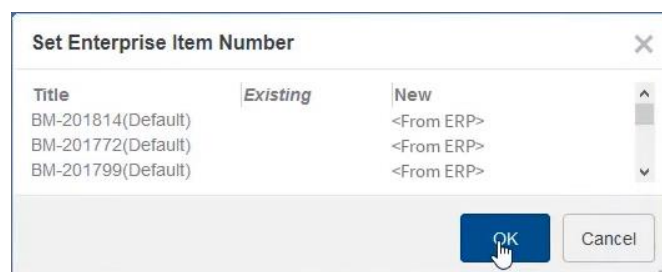


Figura 4.45 - Definição de Enterprise Numbers para interligação da 3DEXPERIENCE com um software ERP

Por outro lado, ao aprovar determinado documento, pode ser despoletada a tarefa de exportação de determinada informação para o ERP, sendo, assim, um sistema bidirecional de troca de informação. Este tipo de implementação, por norma, necessita do envolvimento de equipas de TI e de desenvolvimento ou implementação destes *softwares* externos com os quais é necessário haver comunicação.

Outro tipo de informação/processo que a empresa GRA pretende ter no seu sistema PLM é a gestão de informação de fornecedores e componentes aprovados para utilização. A plataforma 3DEXPERIENCE fornece dois *Roles* para tratar desta ligação: o *Supplier Item Manager* e o *Supply Network Manager*.

O *role Supplier Item Manager* permite que se faça uma gestão de quais os itens aprovados para utilização durante o projeto e quais os componentes equivalentes, uniformizando desta forma o processo de seleção de componentes a utilizar no projeto. Com esta uniformização é garantida a reutilização apenas de componentes aprovados por um gestor de fornecedores, facilitando as decisões na altura de seleção de referências e garantindo que nenhum colaborador utiliza referências não aprovadas.

Com este sistema é também possível fazer pedidos de componentes com determinada finalidade. Por exemplo, para a faca de trincar, pode ser necessário fazer um pedido sobre qual a bateria a utilizar, quer seja porque é a primeira vez que se necessita de determinado tipo de bateria, quer seja por indisponibilidade da referência utilizada frequentemente.

Este pedido e respetivo seguimento do processo de definição dos componentes *standard* é efetuado na interface representada na imagem seguinte:

🏠 > Battery Block 48V

Battery Block 48V

Maturity State : Under Implementation

Name : CQR-100007

Properties Documents Related Components Members Approval Workflow

Submitted Under Review Request Approval Under Implementation

5. Under Implementation Step 5 of 7

Activities	Activity Type	Actions	Related Data
Assess Component Quality Due Date :Apr 22	Mandatory	👍 🗑️	🔗
Assess Engineering Equivalence Due Date :Apr 22	Mandatory		🔗
Assess Business Risk Due Date :Apr 22	Mandatory		🔗

Figura 4.46 - Definição de referência de produto standard na 3DEXPERIENCE

Segue-se um processo de aprovação, definido pela organização, até que a referência é aprovada para utilização e, desta forma, disponibilizada aos projetistas, juntamente com eventuais referências equivalentes que poderão também ser utilizadas em alternativa.

Enquanto que o *Role Supplier Item Manager* controla as referências passíveis de serem utilizadas, o *Supply Network Manager* controla e gere toda a informação dos seus fornecedores, como moradas, tipo de indústria, contactos, localização, etc.

Ao criar uma lista de fornecedores aprovados, é possível filtrá-los por vários parâmetros, como a área de atuação, e ter uma visão global de qual(is) o(s) fornecedor(es) certo(s) para determinado componente. É ainda possível definir filtros favoritos, para que mais facilmente se encontre fornecedores com determinadas características, e fornecedores preferenciais, para que lhes possa ser dada primazia.

A avaliação de cada fornecedor pode ser efetuada através da atribuição de um *rating* em estrelas, como se pode observar na imagem seguinte:

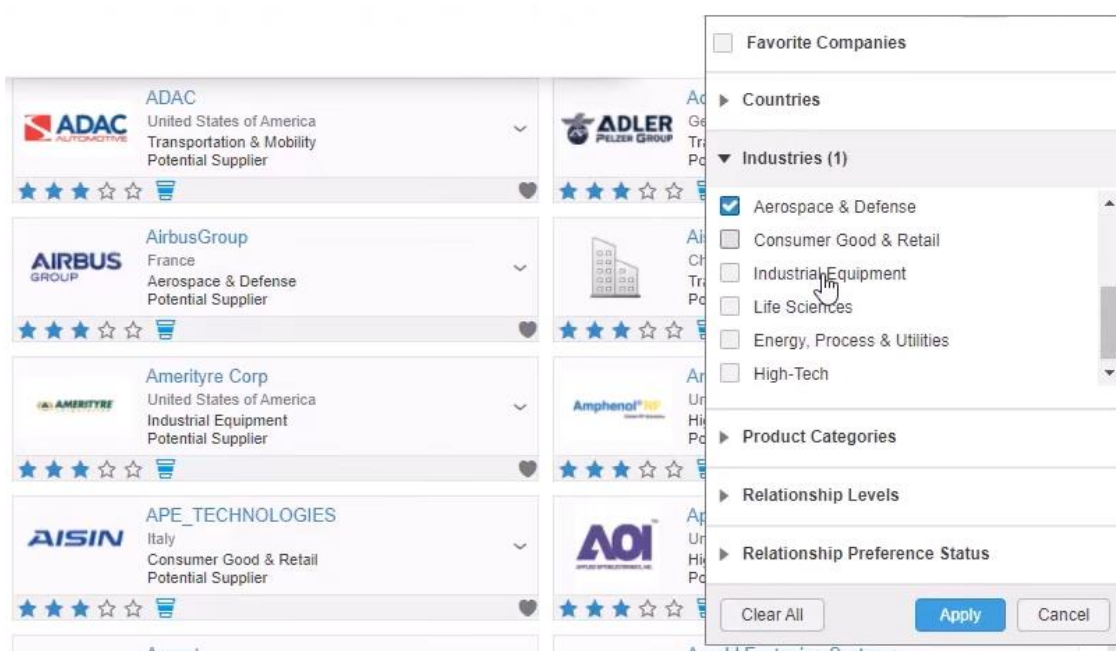


Figura 4.47 - Base de dados de fornecedores aprovados na 3DEXPERIENCE

Este caso de estudo deu resposta às 3 principais necessidades da empresa GRA:

- gestão de problemas detetados em projetos já existentes. Com os *Roles Issue 3D Review* e *Issue Management* é possível criar um item para cada problema detetado, a partir do 3D, ou apenas em formato documental, que depois pode seguir um processo de correção e aprovação até que seja, de facto, corrigido, sendo que todo o processo e informação ficam documentados;
- interligação com *softwares* externos, nomeadamente para importação de listas de materiais. A aplicação que a empresa MED utiliza para consultar as listas de materiais desmaterializadas também tem a capacidade de exportar as listas de material para *.csv, que pode posteriormente ser importado por estes *softwares* externos, e a aplicação *Enterprise Integration Architect* possibilita a criação de rotinas de exportação/importação que permitem a troca de informação entre sistemas;
- gestão de informação de fornecedores. Com os *roles Supplier Item Manager* e *Supply Network Manager* a empresa GRA pode ter a sua base de dados de fornecedores, com a informação associada aos mesmos, e filtrá-los pelas suas características, e gerir as referências aprovadas para utilização em projeto, garantindo que os colaboradores não utilizam componentes fora dos aprovados pelos gestores.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

5. Análise dos casos de estudo

Um dos pontos importantes passa por ter ferramentas conectadas; é, portanto, fácil de perceber que ter uma ferramenta sempre online, em qualquer lugar, dispositivo ou hora é uma ideia aliciante, e a plataforma 3DEXPERIENCE cumpre esses requisitos, no entanto, a interação efetuada permitiu perceber que a sua interface não é tão responsiva quanto outras soluções semelhantes, mas locais. Isto prende-se com as características da Internet, mas é geral o “sentimento” de que a responsividade não é a mesma.

Por outro lado, talvez por ser uma plataforma que só relativamente recentemente se abriu a largos milhares de utilizadores (principalmente com a introdução dos *cloud services* em 2023), foi possível sentir alguma instabilidade. Esta instabilidade foi latente na dificuldade em gravar ficheiros para a plataforma, que, a determinada altura, se tornou verdadeiramente impossível, sendo necessário reiniciar todo o sistema, quer no acesso aos ditos ficheiros a partir do *browser* de Internet, que também bloqueou.

A gravação dos ficheiros em si a partir do SOLIDWORKS também foi bastante demorada. Como mencionado no caso de estudo, a gravação da montagem do grelhador demorou 1min e 11s, quando a sua gravação local, mesmo que para um sistema de gestão PDM, deveria demorar poucos segundos. É verdade que a implementação do sistema de gravação assíncrono, que permite continuar a trabalhar no ficheiro enquanto este é guardado para a *cloud*, ajuda bastante, mas a verdade é que, mesmo para se chegar ao processo de gravação propriamente dito, são sempre precisos alguns segundos/minutos, enquanto a plataforma, aparentemente, “lê” toda a informação presente nos ficheiros, em preparação para a gravação propriamente dita.

Por outro lado, a possibilidade de criar comunidades para partilha de informação é muito interessante, para que o conteúdo nunca se perca por múltiplas soluções. Um exemplo é o registo das iterações necessárias a um projeto, garantindo que estas estejam facilmente disponíveis a todos os intervenientes e numa localização centralizada.

A partilha de ficheiros com intervenientes externos sem necessidade de qualquer exportação e futura instalação de visualizadores é uma opção também muito viável. Claro que “obriga” quem vai consultar o ficheiro a ter uma conta 3DEXPERIENCE, mas esta pode ser gratuita. Mesmo tendo isso em consideração, a capacidade de comentar o

ficheiro e garantir que a informação chega de volta aos seus criadores tem potencial para ser disruptiva, principalmente dada a centralização de toda a informação.

Após a colocação dos ficheiros na plataforma, toda a gestão destes é feita de forma simples, quer na gestão do ciclo de maturidade dos ficheiros, quer na criação de novas revisões. Para os utilizadores que estejam habituados à utilização de sistemas de PDM/PLM mais rígidos, esta forma de abordar estas alterações pode até parecer demasiado simplificada e de fácil “usurpação”. De qualquer forma, a configuração de permissões ajuda certamente a garantir que não são efetuadas alterações não pretendidas aos ficheiros.

A consulta de listas de materiais a partir do *browser* de Internet também é uma ideia interessante, não só porque permite consultar essa informação em qualquer lugar, mas também porque permite a consulta a utilizadores que não têm qualquer ligação com o projeto, sem a necessidade dos projetistas exportarem eles a informação.

Dada a visualização tridimensional, ou não, dos ficheiros presentes na plataforma, também se torna bastante fácil a elementos externos ao projeto visualizarem os componentes, fazerem as suas anotações e identificarem problemas que necessitem de correção; sendo um sistema PLM, que gere vários processos, estes problemas são depois seguidos até à sua resolução, garantindo que nada fica esquecido no processo.

O estudo de simulação estrutural de elementos finitos permitiu concluir computacionalmente que a estrutura suporta a força estabelecida, aportando valor ao desenvolvimento de produto.

A simulação de impacto ambiental tem uma grande vantagem na comparação de diferentes variantes. A opção por um material com menor impacto ambiental pode ser guiada exatamente por este estudo. Esta mais valia enquanto “guia” de escolhas de projeto é um ponto interessante deste tipo de ferramenta.

A possibilidade de definir fornecedores ou referências *standard* a serem utilizadas também é uma mais valia interessante, pois permite “forçar” os projetistas a utilizar nos seus projetos componentes bem definidos, evitando a utilização de componentes fora de catálogo, quer pelo preço proibitivo, dificuldade em ter fornecedor, ou escassez no mercado, para nomear algumas possibilidades.

Uma vez que existem processos que escapam ao âmbito do PLM, a possibilidade da plataforma 3DEXPERIENCE exportar informação para outros *softwares* é também uma

mais valia. A sua configuração pode ser algo complexa, como comumente é este tipo de integração, mas será algo fundamental para uma boa parte das empresas que optam por uma solução de gestão como um PLM.

Do lado dos utilizadores SOLIDWORKS, é ótimo poder ter ferramentas deste tipo já incluídas com as suas licenças, sendo que os *cloud services* já permitem fazer alguma gestão interessante, no entanto, como explanado nos casos de estudo, para se ter ferramentas realmente de PLM, é necessário a aquisição de pacotes específicos para estas funcionalidades.

Um caso que facilmente saltou à vista foi o da gestão de tarefas: é verdade que se podem criar, atribuir e seguir tarefas apenas com as ferramentas disponíveis nos *cloud services*, no entanto, para que estas possam ser agrupadas em projetos, ou ter dependências entre si, por exemplo, já é necessário ter licença de PLM Standard para se poder aceder ao *role* do *Project Planner*.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

6. Conclusões

Ao interagir com o nosso tecido empresarial tornam-se óbvias as necessidades de organização de informação, quer seja porque esta está, de facto, desorganizada, quer porque está organizada em diversos silos de informação, não havendo comunicação entre eles. Neste sentido, o conceito de fonte única de informação é fundamental.

Começar pela gestão puramente de ficheiros é um início importante, com a implementação de sistemas PDM que se têm vulgarizado nos últimos anos, tendo, necessariamente, crescido a sua aplicação com a crescente quantidade de informação.

Estes sistemas PDM são ótimos naquilo que fazem: gerir ficheiros. No entanto, também é óbvio que existem mais processos a serem controlados e que estes sistemas não gerem. Um exemplo típico é a gestão de tempos e de tarefas. Este tipo de gestão é algo que faz sentido em muitas organizações, mas acaba por não ser efetuado, ou é registado em ferramentas que em nada se interligam com as ferramentas de trabalho diárias dos utilizadores, fugindo, mais uma vez, ao conceito de fonte única de informação.

Dada esta necessidade de cada vez mais controlo e sobre cada vez mais processos, a implementação de sistemas PLM parece uma necessidade importante e premente.

O caso da 3DEXPERIENCE é o espelho da necessidade de ter sistemas PLM de implementação simples e rápida.

A questão da escalabilidade destes sistemas é também fundamental nos dias flexíveis que correm: a realidade de uma organização hoje pode ser bastante diferente da realidade de amanhã. E para acompanhar esta flexibilidade existe um fator que tem ganho bastante tração ultimamente, as licenças de aluguer, ou *term licenses*. Este sistema SaaS permite que as organizações possam fazer um investimento inicial inferior e ir pagando a solução todos os anos, permitindo assim uma grande flexibilidade na quantidade de licenças disponíveis a cada altura, podendo sempre adquirir mais licenças, ou deixar algumas “para trás”, de acordo com as necessidades atuais.

Este tipo de licenciamento acarreta um custo maior a médio/longo prazo do que as soluções de licenciamento vitalício, mas a sua flexibilidade e custo inicial mais reduzido podem ser pontos fortes a favor. Por outro lado, o baixo custo associado à criação de

infraestruturas e sistemas internos de vários tipos, dado que a gestão, processamento, armazenamento e segurança são efetuados do lado do fornecedor do serviço, também tendem a compensar estes custos.

O salto para as ferramentas *cloud* é algo que também está bastante em voga. Esta alteração de paradigma tem-se efetivado em muitas áreas, não só, de todo, no da engenharia, ou da gestão em geral. A segurança torna-se uma preocupação mais presente, mas estes sistemas tendem a ser bastante mais seguros que os servidores locais, cumprindo com uma série de normas explanadas ao longo da tese.

O nível de segurança de cada sistema de armazenamento pode variar bastante, sendo, por isso, importante perceber o quão seguro é um sistema antes de optar pela sua utilização. No caso da maioria dos sistemas PLM abordados, os níveis de segurança são bastante elevados, sendo garantidos não só pelas equipas internas das marcas, mas também por vários parceiros externos dedicados às várias áreas de ciber segurança.

Outro ponto fundamental quando se fala de soluções *cloud* tem a ver com a dependência de ligação à Internet e o correto funcionamento dos fornecedores do serviço. Com um sistema local, a ligação à Internet não é, muitas das vezes, um entrave, mas, a partir do momento em que toda a informação é colocada na *cloud*, uma ligação aos servidores do fornecedor do serviço torna-se imperativo.

A questão da dependência do correto funcionamento do sistema que funciona do lado do fornecedor é certamente algo a ter em conta também, porque, mesmo que a ligação à Internet e os sistemas de *hardware* internos estejam a funcionar corretamente, pode-se dar o caso de também não ser possível trabalhar com o sistema por falha remota. Os fornecedores deste tipo de serviço têm cláusulas de salvaguarda, tanto para o seu lado, como para o lado do cliente, mas será sempre um contratempo importante quando o sistema deixa de funcionar. No caso da 3DEXPERIENCE, de acordo com o seu SLA, é garantido pelo fornecedor que o sistema tem de funcionar em 99.5% do tempo.

Outro ponto que ficou latente desta investigação prende-se com o facto de a IA ainda se encontrar num estado algo embrionário, tanto aplicada ao CAD, como ao PLM. Existem alguns sistemas que já incluem algum tipo de assistente virtual baseada em texto que, dependendo do que lhe é pedido, efetua determinadas tarefas, mas são, na sua maioria, apenas respostas textuais e não tarefas realmente efetuadas por IA.

A plataforma 3DEXPERIENCE parece, no entanto, ficar um pouco aquém do esperado tecnicamente, quer por alguma falta de performance, quer por alguns *bugs* no seu funcionamento, quer por ser uma solução algo básica em alguns aspetos, acabando por ter um foco grande numa solução “chave na mão”, o que, por um lado é ótimo pois não necessita de uma configuração muito longa e complexa, mas, por outro lado, significa que pode ficar aquém das necessidades de organizações com necessidades mais “evoluídas”. Dito isto, sendo uma solução que, até determinado nível, está completamente ao dispor dos utilizadores de SOLIDWORKS, faz todo o sentido que possa ser explorada por estes, porque as ferramentas de comunicação, de partilha de informação, de consulta em qualquer altura dos conteúdos, a facilidade de utilização, entre outras características, fazem dela uma aposta certa para uma boa parte das organizações, até porque muitas delas não têm necessidades muito avançadas ou complexas de gestão.

De futuro, é esperado que a adoção deste tipo de ferramenta de gestão possa crescer, à medida que as organizações de pequeno e médio tamanho tendem também a perceber que necessitam de um conjunto de ferramentas que permitam gerir o correto funcionamento de vários processos internos. Da mesma forma que os sistemas PDM foram crescendo em implementações no seio deste tipo de empresa nos últimos anos, é de esperar que a expansão para sistemas mais completos, PLM, também corra o mesmo caminho, e a 3DEXPERIENCE será certamente uma das plataformas que fará por democratizar o acesso e a utilização destas soluções.

Em termos de trabalhos futuros, uma abordagem não tida em conta foi a comparação prática entre os vários *softwares* PLM mencionados. A comparação realizada neste projeto focou-se maioritariamente nas funcionalidades gerais principais e nas normas de segurança que estes *softwares* cumprem.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Referências

- Agrawal, A., Gans, J., & Goldfarb, A. (2018). *Prediction Machines: The Simple Economics of Artificial Intelligence*. Boston: Harvard Business Review Press.
- Anne Seegrün, L. H. (2024). *Incorporating sustainability into product lifecycle management*. Proceedings of the Design Society.
- Aras. (2024). *Shape your product lifecycle management*. Aras.
- Autodesk. (2021). <https://adsknews.autodesk.com/en/pressrelease/autodesk-to-acquire-upchain/>, acedido a 21/01/2025.
- Ayyadi, I., & Oulhadj, B. (2024). *ISO 9001 Certification and Organizational Performance Among Manufacturing Companies*. Business Strategy & Development.
- Begg, R. (2024). *CAD/CAM Roundup: Engineering Software Productivity Tools and Services: Overcome complicated processes with the use of agile, flexible CAD/CAM and PLM solutions that streamline workflow automation*. Endeavor Business Media LLC.
- Bibi, S., Azam, F., & Anwar, M. W. (2024). *Implementing ISO 27001 Security Measures in Educational Open-Source ERP Systems*. 14th International Conference on Software Technology and Engineering (ICSTE) .
- bild. (2024). *The state of PDM & PLM*. bild.
- CAD, Z. (2025). <https://zoo.dev/text-to-cad>, acedido a 14/01/2025. Zoo CAD.
- Cadalyst. (2021). *2020 CAD Software Survey*. Cadalyst.
- Ch., F., Holland, A., & Fathi, M. (2010). *Advanced knowledge management concept for sustainable environmental integration*. Reading, UK: IEEE 9th International Conference on Cybernetic Intelligent Systems.
- CIMdata. (2023). *Conexión de personas, procesos y datos con Autodesk PLM*. CIMdata.
- Dassault Systèmes, D. (2021). *Continuous Product Development in the cloud*. Dassault Systèmes.

- Dassault Systèmes, D. (2022). *3DEXPERIENCE Platform Security & Privacy*. Dassault Systèmes.
- Dassault Systèmes, D. (2022). *Unlock the value of software as a service*. Dassault Systèmes.
- Dassault Systèmes, D. (2022). *Worry-free cloud-based PLM for SOLIDWORKS users*. Dassault Systèmes.
- Dassault Systèmes, D. (2023). *Service Level Agreement for Online Services*. Dassault Systèmes.
- Dassault Systèmes, D. (2023). *Three ways to renew your focus on design - Experience Cloud Services for SOLIDWORKS Today*. Dassault Systèmes.
- Dassault Systèmes, D. (2024). *Governance Overview - New offers*. Dassault Systèmes.
- Dassault Systèmes, D. (2025). <https://www.3ds.com/about/company/history>, *acedido a 04/01/2025*.
- Dassault Systèmes, D. (s.d.). *Introduction to 3DEXPERIENCE PLM Collaboration Services*. Dassault Systèmes.
- Davenport, T. H. (2018). *Artificial Intelligence for the Real World*. Harvard Business Review.
- Forbes. (2023). *Microsoft Confirms Its \$10 Billion Investment Into ChatGPT, Changing How Microsoft Competes With Google, Apple And Other Tech Giants*. Forbes.
- Hasmukh, H. (2024). *Application of Artificial Intelligence in Project Management*. ISCTE.
- Heppelmann, J. (2018). CEO da PTC.
- Honório, J., Ana Simões, F. N., & Galvão, J. (2022). *Design Sustainable Products in a Circular Economy Context*. ICoWEFS2022.
- Investopedia. (2021). <https://www.investopedia.com/terms/t/triple-bottom-line.asp>, *acedido a 18/12/2024*.
- Javelin. (2025). <https://www.javelin-tech.com/blog/2025/02/3dexperience-world-2025-day-two-recap/>, *acedido a 07/03/2025*. Javelin.
- Kafle, S. (2024). *History: The Delays That Made The Airbus A380 Late To Market*.

- Kelley, J. (2016). *Oracle PLM Strategy - Idea to Commercialization*.
- LaCourse, D. (2004). *PDM Manages MCAD Data*. Cadalyst.
- Lai, W.-C., & Hung, W.-H. (2024). *Cloud PLM adoption: a multiple perspectives approach*.
- Lewis, H. G. (2001). *Design + Environment: A Global Guide to Designing Greener Goods*. Greenleaf Publications.
- Lin, J., Rohleder, C., & Nurcan, S. (2018). *Material management in LCA integrated PLM*. International Conference on Engineering, Technology and Innovation.
- Marcos De Oliveira, M., Geraldi Andreatta, L., Stjepandić, J., & Canciglieri Junior, O. (2021). *Product lifecycle management and sustainable development in the context of Industry 4.0: A systematic literature review*. Bath, UK: Proceedings of the 28th ISTE International Conference on Transdisciplinary Engineering.
- McCarthy, J. (2007). *What is artificial Intelligence?* Stanford University.
- Nilsen. (2018). *Sustainable Shoppers*.
- Norvig, P., & Russell, S. (2021). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson.
- Polat, R. (2022). <https://blogs.solidworks.com/tech/2022/08/user-blog.html>, *acedido a 17/12/2024*. SOLIDWORKS.
- Project Management Institute, P. (2021). *PMBOK Guide - A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. Project Management Institute.
- PTC. (2020). *Windchill - PLM as the Foundation for Digital Transformation*. PTC.
- Reuters. (2025). *Google to invest fresh \$1 bln in OpenAI rival Anthropic*. Reuters.
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach*. Pearson.
- Siemens, P. S. (2014). *Teamcenter document management*. Siemens PLM Software.
- Singh, S., & Misra, S. C. (2024). *Exploring the Challenges for Adopting the Cloud PLM in Manufacturing Organizations*. IEEE Transactions on Engineering Management.
- Singh, S., Misra, S. C., & Kumar, S. (2023). *Institutionalization of Product Lifecycle Management in Manufacturing Firms*. IEEE.
- SOLIDWORKS. (2023). *Cloud Services for SOLIDWORKS Explained*.

- Stark, J. (2016). *Product Lifecycle Management (Volume 1) - 21st Century Paradigm for Product Realisation*. Suiça: Springer International Publishing.
- Stark, J. (2016). *Product Lifecycle Management (Volume 2), The Devil is in the Details*. Suiça: Springer International Publishing.
- Tara, R. (2024). *Will AI finally put the aid in computer-aided design?* engineering.com.
- Techbriefs. (2025). <https://www.techbriefs.com/component/content/article/52658-3dexperience-world-2025-unleashes-generative-ai-power-for-design>. Techbriefs.
- Tipu, W. A., Haider, F., & Imran, M. (2022). *Product Life Cycle Management: Relationship between Product*. Journal of Managerial Sciences.
- Vieira, D., Vieira, R., & Chain, M. (2016). *Elements of managerial integration for sustainable product lifecycle management*. International Journal of Product Lifecycle Management.
- Viger, T., Diemert, S., & Foster, O. (2023). *Patterns for Integrating NIST 800-53 Controls into Security Assurance Cases*. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH.
- West, M. (2014). *SolidWorks World 2014: General Session Recap*. Dassault Systèmes.
- World Commission on Environment and Development, W. (1987). *Our Common Future*. World Commission on Environment and Development.

