

Projeto Integrador em Engenharia Mecânica II

Processo

Teardown

<https://youtu.be/XYBa8rWhXVY>

1. Introdução



Neste vídeo apresenta-se o **processo *teardown***, que é um dos métodos mais simples e eficazes de aplicar, quando se pretende **examinar** e **compreender** o **desenvolvimento de produtos**.

De uma forma genérica, o processo *teardown*, ou simplesmente ***teardown***, consiste em **desmontar** e **dissecar** um determinado **produto**, utilizando procedimentos adequados.

1. Introdução

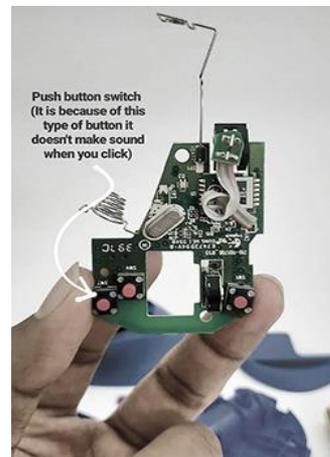


O *teardown* pode ser aplicado a **todo e qualquer produto**, independentemente da sua tipologia e da área de aplicação.

- ✓ Alfaias agrícolas,
- ✓ Aparelhos elétricos,
- ✓ Equipamentos informáticos,
- ✓ Dispositivos médicos,
- ✓ Códigos computacionais.

1. Introdução

A título de **exemplo**, nas figuras abaixo mostra-se, de forma simples e sumária, o processo *teardown* aplicado a um **rato de computador**.



Exemplo do *teardown* de um rato de computador

1. Introdução



Antes de um **produto** evoluir para uma **nova geração** é essencial fazer-se uma análise criteriosa e cuidada da **versão existente**, usando, para o efeito, o processo *teardown*.

O processo *teardown* pode ser aplicado a um produto de uma determinada **empresa** que deseja aprimorar o seu desenvolvimento, ou a um produto comercializado pela **concorrência**.

1. Introdução



Em geral, o *teardown* é aplicado a produtos que já se encontram no **mercado**, sendo, nestes casos, indispensável uma **análise comparativa das soluções concorrenciais**.

O *teardown* é uma ferramenta poderosa na recolha de informação relativa a um produto, no que diz respeito aos **materiais** utilizados, às **funcionalidades** existentes, aos processos de **fabrico** e às estratégias dos **competidores**, tendo como objetivo último **refinar o produto**.

1. Introdução



O *teardown* consiste na **desmontagem** e **dissecação** de um dado produto, com a finalidade de:

- ✓ Compreender o modo **como é feito**,
- ✓ Identificar como são realizadas as **funções**,
- ✓ Caracterizar a **produção, montagem e distribuição**,
- ✓ Identificar oportunidades de **redução de custos**,
- ✓ Introduzir **melhorias** no desenvolvimento de produto.

1. Introdução



Os principais **benefícios** associados à realização de um *teardown* prendem-se com:

- ✓ Redução do **número de componentes** necessários à montagem de produtos,
- ✓ Automatização das **técnicas de fabrico**,
- ✓ Simplificação do **processo de montagem**,
- ✓ Melhoria de todo o ciclo de **desenvolvimento de produto**.

1. Introdução



O *teardown* é bastante utilizado por **engenheiros** e *designers* no desenvolvimento de produtos.

De uma forma simples, pode dizer-se que um processo *teardown* inclui **três etapas** fundamentais, a saber:

- ✓ **Preparação** do *teardown*,
- ✓ **Realização** do *teardown*,
- ✓ **Análise** do *teardown*.

1. Introdução



São três os principais propósitos associados à realização de um *teardown*, a saber:

- ✓ **Dissecação e análise**, que visa o conhecimento do modo como funcionam e como são feitos os produtos,
- ✓ **Benchmarking competitivo**, que visa o estabelecimento de diretrizes no desenvolvimento de novos produtos,
- ✓ **Experiência e conhecimento**, que visa a transferência e aplicação de conhecimento a problemas similares.

1. Introdução



Desmontando e dissecando um produto para se analisar porque é que foi feito, e como foi feito, é possível aprofundar o grau de conhecimento do produto.

O *teardown* obriga a que a equipa de desenvolvimento investigue, em detalhe, os materiais, os componentes e as funções que estes desempenham no produto.

Em suma, o processo *teardown* promove a compreensão pormenorizada do projeto e da produção de produtos.

2. Preparação do *Teardown*



Para a **preparação do *teardown***, em primeiro lugar, é indispensável fazer-se uma leitura atenta e cuidada das **normas de segurança**, no que à frequência e uso de laboratórios e oficinas diz respeito.

É evidente que as normas de segurança são especialmente importantes no processo *teardown*, quando as tarefas a realizar envolvem o **corte e arranque de componentes mecânicos**.

2. Preparação do *Teardown*

No capítulo da segurança, dois dos principais utensílios a usar num processo *teardown* são as luvas e os óculos de proteção, tal como se mostra nas figuras abaixo.



Luvas de proteção



Óculos de proteção

2. Preparação do *Teardown*



Em geral, o procedimento de **desmontagem** de produtos, no âmbito de um processo *teardown*, requer a utilização de **ferramentas** e **equipamentos** simples, tais como os que se mostram abaixo.



Chaves de fendas



Alicates



Aparafusadoras



Serras

2. Preparação do *Teardown*



Ainda na preparação do *teardown* é essencial identificar os instrumentos e equipamentos de recolha e registo de informação, nomeadamente, os que se mostram abaixo.



Régua



Paquímetro



Multímetro



Máquina fotográfica

2. Preparação do *Teardown*



A preparação do *teardown* pressupõe a clarificação dos seguintes aspetos:

- ✓ Adquirir o produto para estudo,
- ✓ Identificar o propósito do *teardown*,
- ✓ Recolher informação disponível do produto,
- ✓ Estabelecer os modelos resultantes do *teardown*,
- ✓ Criar folhas de registo da informação obtida no *teardown*.

2. Preparação do *Teardown*



No final da preparação do *teardown*, devem ser definidas as **tarefas** e os **papéis** a desempenhar pelos membros da equipa, no que diz respeito à **desmontagem**, **registo fotográfico** e demais **recolhas de informação**.

Os membros responsáveis pelo registo fotográfico devem **recolher informação** relativa a cada passo do *teardown*, devendo adquirir imagens **antes**, **durante** e **após** o processo de desmontagem.

2. Preparação do *Teardown*



Em suma, a **preparação do *teardown*** compreende, entre outros, a concretização dos seguintes pontos:

- ✓ **Seleção do produto** (e.g. dispositivo mecânico),
- ✓ **Acesso à informação técnica disponível** (e.g. desenhos técnicos),
- ✓ **Estudo de manuais** (e.g. utilizador, instalação),
- ✓ **Análise de processos de fabrico e montagem.**

3. Realização do *Teardown*



A realização do *teardown* consiste, fundamentalmente, na **desmontagem** e **dissecação**, **peça a peça**, do produto em análise.

Durante a realização do *teardown* é imprescindível observar e cumprir as **normas e regras de higiene e segurança** em laboratórios e oficinas, nomeadamente no que diz respeito a operações de **corte** e de **arranque de componentes**.

3. Realização do *Teardown*



Deve chamar-se a atenção para a importância da eficaz **coordenação das tarefas** de **desmontagem**, **dissecação**, **medição** e **modelação** no decorrer da etapa relativa à realização do *teardown*.

Um outro aspeto de capital relevância é o de **registar fotograficamente** o processo de desmontagem do produto em estudo.

3. Realização do *Teardown*

É importante fazer o registo fotográfico de **cada peça de individualmente**, assim como do **conjunto montado e desmontado**, tal como se mostra nas figuras abaixo.



Conjunto montado



Circuito eletrónico



Vista explodida

3. Realização do *Teardown*



Durante a realização do *teardown* deve evitar-se a **destruição de componentes**, sendo desejável que, após o término das tarefas de desmontagem, dissecação e medição, o produto possa ser reconstruído e mantenha a sua **funcionalidade original**.

Neste particular, especial atenção deve ser dada à desmontagem e montagem de componentes com **ligações ou juntas permanentes**.

3. Realização do *Teardown*



Aspetos a ter em conta na realização do *teardown* são:

- ✓ Quantidade de peças existentes no produto,
- ✓ Dimensões globais e locais,
- ✓ Espessuras máxima, mínima e média,
- ✓ Materiais utilizados no produto,
- ✓ Processos de fabrico e montagem,
- ✓ Funções básicas das peças e subconjuntos.

3. Realização do *Teardown*



Toda a **informação** recolhida no *teardown* deve ser **compilada e organizada** em formatos adequados, utilizando, por exemplo, **tabelas de listas de peças** e registos fotográficos.

Peça	Quantidade	Descrição	Material	Fabrico	Massa
1	1	Tampa de segurança	ABS	Injeção	1,2 g
2	1	Caixa traseira	ABS	Injeção	3,8 g
3	1	Colar de libertação	ABS	Injeção	1,5 g
4	1	Mola para acionar a bainha	Aço temperado	Forjamento	6,6 g
5	1	Êmbolo	POM	Injeção	2,2 g
6	1	Vedante	Borracha	Injeção	0,5 g
7	1	Frasco de adrenalina	Vidro	Moldação	3,8 g
8	1	Cubo	Liga de alumínio	Fundição	0,4 g
9	1	Agulha	Aço inoxidável	Extrusão	0,1 g
10	1	Tampa da agulha	Borracha	Injeção	0,6 g
11	1	Bainha de proteção	ABS	Injeção	4,1 g
12	1	Mola para acionar a bainha	Aço temperado	Forjamento	1,6 g
13	2	Guias de controlo	POM	Injeção	0,1 g
14	1	Porta-injetor	PBT	Injeção	4,6 g
15	1	Invólucro	PP	Injeção	15,7 g
16	1	Embalagem de transporte	PP	Injeção	12,4 g

Exemplo de uma lista de peças

3. Realização do *Teardown*

Em suma, a realização do *teardown* propriamente dito, que é realizado em equipas alargadas de estudantes, compreende os seguintes aspetos:

- ✓ Desmontagem peça a peça e respetiva análise,
- ✓ Registo fotográfico dos componentes,
- ✓ Documentação do processo *teardown*,
- ✓ Realização de *brainstorming* de cada etapa do *teardown*.

4. Análise do *Teardown*



Uma vez realizado o processo *teardown* do produto, deve proceder-se à sua **análise cuidada e crítica**. Para a persecução desta finalidade, é imprescindível a obtenção de uma **lista de peças** tão completa quanto possível.

A lista de peças e as demais **informações recolhidas** durante a execução do *teardown* são de capital importância para a caracterização do **funcionamento do produto** e para a identificação da **estrutura de custos**.

4. Análise do *Teardown*



Um dos pontos centrais da etapa relativa à análise do *teardown* prende-se com a descrição dos **modelos funcionais do produto**, cujo foco se concentra no que o produto faz, e não no como é feito.

Na análise do *teardown* é muito importante que os modelos funcionais evidenciem, de forma cabal, as **transformações que acontecem no produto**, desde a fase inicial até ao seu fabrico.

4. Análise do *Teardown*



As **transformações de energia** e de **movimento** que ocorrem no produto devem também ser objeto de estudo detalhado no contexto da etapa relativa à análise do processo *teardown*.

Os aspetos supra-apresentados são de máxima relevância para o **estabelecimento de potenciais melhorias** a considerar em novas gerações do produto, ou eventuais novos produtos.

4. Análise do *Teardown*

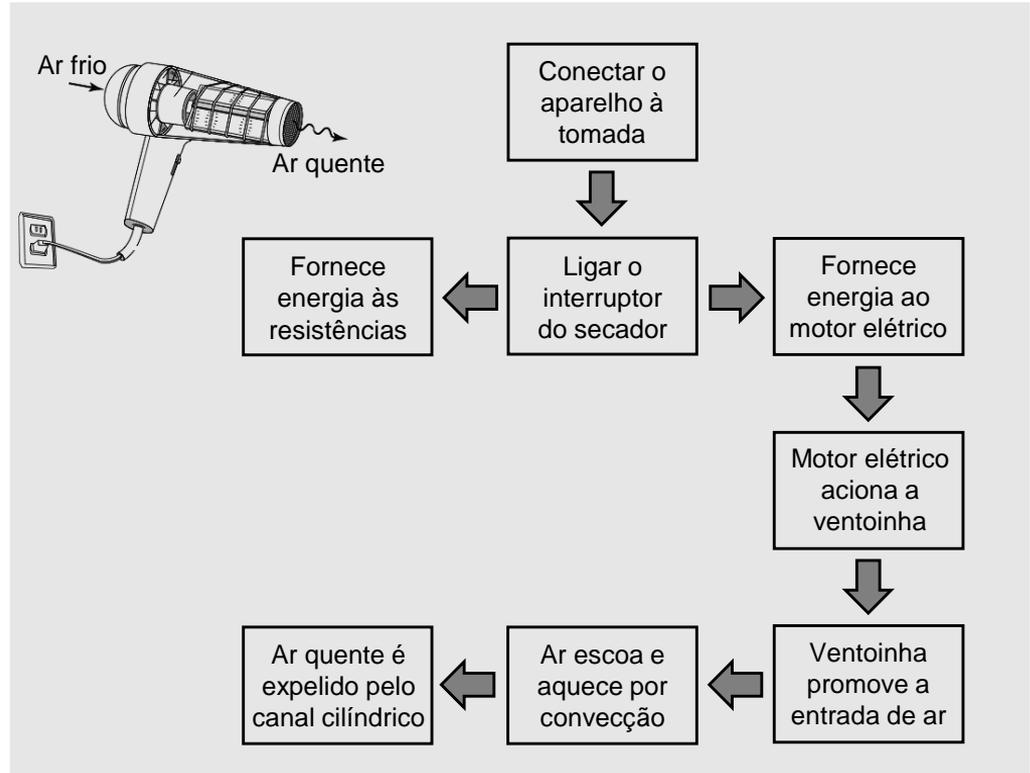
A análise do processo *teardown* é facilitada recorrendo a **vistas explodidas**, as quais podem ser apresentadas na forma de **diagramas**, **fotografias** ou **desenhos técnicos**.



Vista explodida de um automóvel

4. Análise do *Teardown*

A estrutura de funções é um dos aspetos centrais da análise de um *teardown*, uma vez que aquela informação possibilita a clarificação do modo de funcionamento do produto.



Modelo funcional de um secador de cabelo

4. Análise do *Teardown*



Na análise do *teardown*, a **equipa estuda as ideias** que foram geradas e estabelece diferentes níveis de prioridade entre elas, em função da sua **viabilidade** e do seu **impacto** no produto.

Assim, quando a ideia é **tecnologicamente viável** e leva a uma **redução de custos**, aquela é considerada **altamente prioritária**.

4. Análise do *Teardown*



Quando a ideia é viável do ponto de vista tecnológico, mas **implica modificações significativas no produto**, então aquela ideia é de **prioridade média**.

Ideias que exijam **novas tecnologias** para a sua concretização, são consideradas como **pouco prioritárias**.

Após a conclusão do *teardown*, a equipa de trabalho elabora e apresenta um **documento de todo o processo**.

4. Análise do *Teardown*



Em suma, realizado o *teardown*, os estudantes devem:

- ✓ Discutir as ideias resultantes de todo o processo,
- ✓ Seriar as ideias, desde as prioritárias até às mais secundárias,
- ✓ Desenvolver ações tendo em vista a melhoria do produto,
- ✓ Apresentar um relatório do *teardown* efetuado.

5. Exemplo de Aplicação

De seguida, apresenta-se um breve e simples *teardown* relativo ao **afiador de lápis elétrico** Westcott E-55040, tal como o que se mostra nesta figura.

Este dispositivo permite afiar, de **forma automática**, os lápis, os quais são introduzidos num orifício.

As aparas resultantes são armazenadas num depósito concebido para o efeito.



Afiador de lápis elétrico

5. Exemplo de Aplicação



As lâminas que fazem o desbaste dos lápis são acionadas através de um trem de engrenagens, que, por sua vez, é ativado por um motor elétrico.

O afiador é alimentado por duas pilhas do tipo AA.

Este afiador tem dimensões reduzidas, é bastante fácil de manusear e de transportar, e tem uma massa total de 90 g.

O preço de venda do afiador é de cerca de 12 €.

5. Exemplo de Aplicação

As figuras abaixo mostram **três perspectivas** distintas do afiador de lápis elétrico, onde se podem observar alguns dos seus principais **elementos constituintes**.



Diferentes perspectivas do afiador de lápis elétrico

5. Exemplo de Aplicação



A **estrutura principal** do afiador de lápis elétrico inclui:

- ✓ **Carcaça**, que cobre e protege os demais componentes do afiador, sendo fabricada em material polimérico,
- ✓ **Depósito para as aparas**, que serve para armazenar as aparas e resíduos, sendo fabricado em polímero,
- ✓ **Suporte interior**, que funciona como base de apoio das peças internas do afiador, sendo fabricado em polímero.

5. Exemplo de Aplicação



O sistema de acionamento do afiador, que é alimentado por duas pilhas do tipo AA, inclui:

- ✓ Um minimotor elétrico de corrente contínua (DC),
- ✓ Duas pilhas do tipo AA,
- ✓ Diversos fios elétricos,
- ✓ Diversos suportes para os fios elétricos,
- ✓ Diversas placas para conectar o interruptor e pilhas.

5. Exemplo de Aplicação

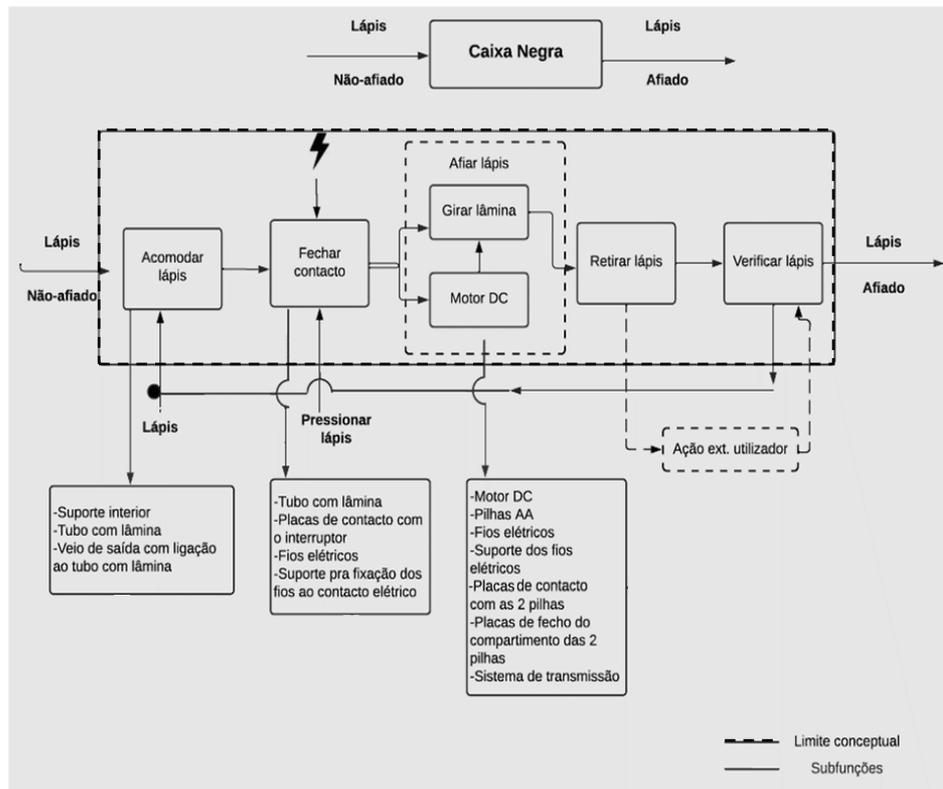


O sistema de afiação deste dispositivo é constituído pelos seguintes componentes:

- ✓ Um tubo com lâmina onde se faz a afiação do lápis,
- ✓ Um conjunto porca-parafuso do tipo M2,
- ✓ Diversos fios elétricos,
- ✓ Uma lâmina inserida num tubo e fixada com parafuso.

5. Exemplo de Aplicação

Na figura do lado apresenta-se um **modelo funcional** do afiador de lápis elétrico, que resultou do processo *teardown*, o qual possibilita uma **perceção geral do seu funcionamento**.



Modelo funcional do afiador de lápis elétrico

5. Exemplo de Aplicação



O afiador de lápis elétrico inclui um sistema de **transmissão de potência por engrenagens**, cuja relação de transmissão é igual a **74**.

Este sistema, de **três andares de transmissão**, visa reduzir a frequência de rotação do motor elétrico.

Uma **melhoria a introduzir no afiador** passaria por alterar os suportes para fixação dos fios ao contacto elétrico, uma vez que tendem a deslocar-se com o uso.

5. Exemplo de Aplicação



Este exemplo de *teardown* foi adaptado do trabalho realizado pelos estudantes do **grupo 14 de PIEM II**, do ano letivo 2022/2023, nomeadamente:

- ✓ Ana Fernandes,
- ✓ Jorge Teixeira,
- ✓ Manuel Amaral,
- ✓ Rodrigo Ferreira,
- ✓ Vítor Sá.

6. Questões de Revisão



Defina processo *teardown*.

Liste **três propósitos** do *teardown*.

Apresente **um exemplo** de um processo *teardown*.

Quais são as **principais etapas** de um *teardown*?

Apresente os aspetos da **preparação** de um *teardown*.

Diga como deve ser realizado um processo *teardown*.

7. Bibliografia



Sugestões de leitura complementar.

