



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS  
E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE  
ENGENHARIA MECÂNICA

## **Desenvolvimento de jogos didáticos para apoio ao ensino das ferramentas *Lean***

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e  
Gestão Industrial

**Autor**

**Joana de Almeida Rodrigues**

**Orientador**

**Cristóvão Silva**

**Júri**

<b>Presidente</b>	<b>Professor Mestre Pedro Miguel Fernandes Coelho</b> <b>Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra</b> <b>Professor Doutor Cristóvão Silva</b>
<b>Vogais</b>	<b>Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra</b> <b>Professor Doutor José Luís Ferreira Afonso</b> <b>Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra</b>

**Coimbra, Fevereiro, 2016**



“Cada sonho que deixas para trás, é um pedaço do seu futuro que deixa de existir.”

Steve Jobs



## Agradecimentos

Sendo este o espaço dirigido a todas as pessoas que contribuíram de alguma maneira para a realização desta dissertação, deixo o meu mais sincero agradecimento a todas elas.

Antes de mais, aos meus pais e irmã, porque sem eles nada disto seria possível. Por todo o apoio e compreensão que sempre me deram e acima de tudo, por estarem sempre do meu lado, um enorme obrigada.

Aos meus amigos que me acompanharam durante todo este percurso académico, que sempre me apoiaram, nos bons e nos maus momentos. Porque sem eles este percurso não teria sido o mesmo.

Ao meu namorado, por toda a força, motivação e colaboração que me deu. Por me ter ouvido e ajudado a superar os obstáculos que foram surgindo na realização da dissertação e por toda a paciência e disponibilidade que sempre teve comigo.

À Maria João e à Vera, porque me aturaram mais que todos, muito, muito, muito obrigada!

Ao meu orientador, Dr. Cristóvão Silva, por todo o apoio, orientação e tempo disponibilizado no realizar desta dissertação.

Ao Sr. Fernando Bernardes e ao Sr. Bartolo Pereira, por me terem ajudado na conceção dos jogos apresentados na dissertação.



## Resumo

O objetivo deste trabalho é a criação de jogos didáticos para complementar o ensino teórico de algumas ferramentas *Lean*, de modo a estimular o interesse dos alunos tornando a sua aprendizagem mais interativa, prática e realista. Desta forma, fazer com que os futuros engenheiros consigam dar uma melhor resposta ao mercado de trabalho e às suas exigências, que cada vez mais, tem em conta os conhecimentos de melhoria contínua e *Lean*. Para a apresentação desses jogos optou-se pela utilização de tabelas, gráficos, imagens e texto para conseguir uma explicação mais detalhada e objetiva.

**Palavras-chave:** *Lean*, Produção, Ensino, Jogos Didáticos, 5S, SMED, Takt time.





## Abstract

The main objective of this work is to create educational games in order to aid the theoretical learning of *Lean*. Furthermore, with these games we pretend to stimulate the interest of students, providing a more interactive approach since the learning experience will be more practical and realistic. Future engineers have to be able to give the best response in the market as its demands, which *Lean* is the perfect tool to allow gradual improvements in given any system. In order to simplify the learning process of *Lean*, our games are ideally composed by tables, graphs, images and complemented with text for more detailed explanation.

**Keywords** *Lean*, Manufacturing, Education, Educational Games, 5S, SMED, Takt time.



---

## Índice

Índice de Figuras .....	xi
Índice de Tabelas .....	xiii
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Estrutura da dissertação .....	2
2. REVISÃO DO ESTADO DA ARTE .....	3
2.1. A evolução do <i>Lean</i> .....	3
2.1.1. Ferramentas <i>Lean</i> .....	5
2.2. Jogos no ensino .....	10
2.2.1. Jogos <i>Lean</i> .....	12
3. DESCRIÇÃO DOS JOGOS REALIZADOS .....	15
3.1. Jogo do puzzle 5S .....	15
3.2. Jogo dos Legos .....	19
3.3. Jogo SMED .....	22
4. TESTES DOS JOGOS APRESENTADOS .....	31
4.1. Jogos relativos ao conceito 5S .....	32
4.1.1. Análise dos resultados dos questionários referentes aos jogos 5S .....	35
4.2. Jogo relativo ao conceito SMED .....	37
4.2.1. Análise dos resultados dos questionários referentes ao jogo SMED .....	42
5. CONCLUSÕES .....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	49
ANEXO A – JOGOS 5S .....	51
ANEXO B – JOGO SMED .....	89
APÊNDICE A – JOGO TAKT-TIME .....	107



---

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Esquema do Sistema de Produção da Toyota (fonte: <a href="http://sapientes.wordpress.com">sapientes.wordpress.com</a> )	4
Figura 3.1: Disposição da sala do jogo do puzzle 5S .....	16
Figura 3.2: Implementação da 1ª etapa do jogo do puzzle 5S.....	16
Figura 3.3: Implementação da 2ª etapa do jogo do puzzle 5S.....	17
Figura 3.4: Implementação da 3ª etapa do jogo do puzzle 5S.....	17
Figura 3.5: Implementação da 4ª etapa do jogo do puzzle 5S.....	18
Figura 3.6: Implementação da 1ª etapa do jogo dos legos.....	20
Figura 3.7: Implementação da 2ª etapa do jogo dos legos.....	20
Figura 3.8: Implementação da 3ª etapa do jogo dos legos.....	21
Figura 3.9: Implementação da 4ª etapa do jogo dos legos.....	21
Figura 3.10: Sequência das operações do jogo SMED.....	25
Figura 3.11: Disposição da sala na 1ª etapa do jogo .....	26
Figura 3.12: Disposição da mesa de trabalho na 2ª etapa do jogo SMED .....	27
Figura 3.13: Pré-aquecimento da placa central n.º 2 na 3ª etapa do jogo.....	28
Figura 3.14: Disposição da mesa de jogo na 4ª etapa com especial atenção para os “marcadores” de suporte: a) à placa de topo; b) às placas laterais.....	29
Figura 4.1: Análise dos tempos obtidos nos jogos 5S .....	34
Figura 4.2: Análise dos resultados da 1ª questão dos jogos 5S .....	36
Figura 4.3: Análise dos resultados da 2ª questão dos jogos 5S .....	36
Figura 4.4: Resultados dos tempos obtidos durante o jogo .....	39
Figura 4.5: Resultados dos inquéritos do jogo SMED .....	43



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1: Fordismo VS <i>Lean</i> .....	5
Tabela 3.1: Componentes que constituem a máquina do jogo .....	22
Tabela 3.2: Ferramentas e material necessário para o jogo SMED.....	24
Tabela 4.1: Resultados dos tempos obtidos nos jogos 5S .....	32
Tabela 4.2: Sequência das operações agrupadas .....	38





## 1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da oferta existe uma forte competitividade entre empresas de modo a que estas consigam satisfazer as exigências do mercado. Desta forma, as empresas devem destacar-se a nível nacional e mundial, para conseguir alcançar os seus objetivos.

A metodologia *Lean Manufacturing* é cada vez mais adotada pelas empresas através da aplicação das suas ferramentas, com o intuito de conseguirem alcançar respostas mais rápidas e eficientes que os mercados exigem. Estas ferramentas têm por base o conceito da melhoria contínua de todos os processos que geram ou não valor para a empresa através da remoção de desperdícios.

As ferramentas *Lean* podem ser aplicadas desde o chão de fábrica até à administração de uma empresa e sendo assim, todos os profissionais que entrarão em contato com elas deverão ter plena noção da sua importância de modo a que o objetivo da sua aplicação seja cumprido. Para que tal seja concretizado, uma boa aprendizagem e incorporação do *Lean Thinking* na rotina da empresa é fundamental.

Exatamente por estas razões é que o ensino das ferramentas *Lean* durante a formação dos futuros profissionais é tão importante para conseguirem dar resposta às exigências do mercado empresarial nos dias correntes.

Atualmente, para se conseguir motivar os alunos numa aula, não se pode optar simplesmente pelo material teórico. Estes não conseguem estar atentos durante muito tempo e acabam por perder um pouco o interesse no que é lecionado e por consequente, não têm a aprendizagem pretendida. Cada vez mais o ensino requiere novos mecanismos na aprendizagem dos conteúdos, novos materiais, novas formas de cativar os alunos. Nesse sentido, especialmente quando se refere à aprendizagem de adultos, é fundamental a busca por novas metodologias de ensino, por meio de técnicas de sensibilização e dinâmicas de grupo (Kolb, 1994; Honey e Mumford, 1986; Kirby, 1995). Uma dessas maneiras são os jogos didáticos que conseguem não só cativar mais os alunos como também proporcionar-lhes memórias das aulas, e por consequência conseguem um melhor desempenho no futuro.

Claramente, os jogos e as simulações não são substitutos da abordagem tradicional de ensino mas sim, complementares sendo este um modelo proposto por Nassar (2003) com isto, pretende-se a criação de jogos didáticos como forma de complementar o ensino das ferramentas *Lean* de uma maneira mais prática, eficaz e motivadora, sendo este o principal objetivo da dissertação.

### **1.1. Estrutura da dissertação**

Esta dissertação encontra-se estruturada em cinco capítulos.

Neste primeiro capítulo faz-se um enquadramento do tema abordado e define-se o objetivo do trabalho a desenvolver.

No segundo capítulo, “Revisão do estado da arte”, faz-se uma revisão da literatura acerca da evolução do *Lean*, o enquadramento dos jogos didáticos no ensino e a apresentação das ferramentas *Lean* com destaque para as que serão abordadas nos jogos.

No capítulo seguinte encontra-se a descrição dos jogos apresentados: o jogo do puzzle 5S, o jogo dos legos e o jogo SMED. O capítulo inicia-se com os jogos que correspondem ao conceito 5S, inicialmente o jogo do puzzle e posteriormente o jogo dos legos, sendo por último referido o jogo SMED. Algumas das informações reveladas neste capítulo são os objetivos dos jogos, o seu procedimento, disposição da sala de jogo, entre outras.

O quarto capítulo destina-se à análise dos testes que foram realizados aos jogos, sendo este o capítulo mais prático e onde se podem verificar os resultados que se atingiram nos testes realizados com os alunos.

Finalmente termina-se apresentando algumas conclusões que se podem retirar do trabalho realizado.

## 2. REVISÃO DO ESTADO DA ARTE

Neste capítulo serão abordados três tópicos fundamentais para uma boa compreensão da dissertação. Estes tópicos são:

- *Lean*: breve explicação da sua origem, evolução, definição do conceito e uma abordagem pormenorizada das ferramentas *Lean* que serão abordadas na dissertação;
- Jogos: abordar-se-á o conceito de jogo, a sua evolução, os jogos didáticos, a introdução dos jogos no ensino e a aplicabilidade destes no ensino superior;
- Jogos *Lean*: a sua implementação no ensino superior, vantagens e desvantagens da sua aplicabilidade.

### 2.1. A evolução do *Lean*

Por volta de 1913, Henry Ford cria o conceito “fordismo”. Este conceito baseia-se em dois pontos fundamentais: a produção e o consumo em massa. Para tal, Ford desenvolveu modelos de linhas de produção de modo a que conseguisse construir o modelo de um carro (mais concretamente o modelo Ford T) no menor tempo possível para que assim, conseguisse responder às exigências do mercado de uma maneira rápida, eficaz e de baixo custo.

Ford conseguiu introduzir na indústria automóvel a primeira linha de montagem, explorando conceitos como: a eliminação do movimento inútil, o objeto de trabalho era entregue ao operário, em vez de ser ele a ir buscá-lo, cada operário realizava apenas uma operação simples ou uma pequena etapa da produção e ainda, a existência de inspeções em cada atividade para que fosse garantida a qualidade do produto.

No término da segunda Guerra Mundial, por volta de 1950 este modelo entrou em declínio devido ao seu maior defeito: a rigidez administrativa em que se baseava isto é, Ford não permitia a existência de quaisquer alterações no modelo que produzia. Os modelos tinham que ser todos iguais, da mesma cor, exatamente com as mesmas características, sem exceções.

Nesta mesma época, um dos países a querer reerguer-se a nível mundial foi o Japão. Sendo assim, os engenheiros da Toyota foram visitar uma fábrica da Ford com o intuito de conseguirem alcançar a tão desejada, economia forte. Desta visita, chegaram à conclusão que teriam que aplicar os conceitos que Henry Ford aplicou. No entanto, teriam que fazer pequenas alterações a estes conceitos porque a Toyota fabricava poucas quantidades de vários modelos de carros e pretendia manter a qualidade do produto e os seus baixos custos.

Surge deste modo Sistema de Produção da Toyota (TPS, *Toyota Production System*) sendo que o principal responsável por este feito foi Taiichi Ohno, engenheiro responsável pela fábrica.

Este modelo baseia-se na eliminação de desperdícios e na produção de veículos com qualidade. Uma das influências de Ohno foi Willian Deming que era especialista em questões como a qualidade dos produtos, pelo que primava sempre pela excelência, tendo aplicado alguns métodos estatísticos como os testes de hipóteses e a análise de variância para a resolução de problemas industriais.

Algumas das técnicas mais importantes usadas no TPS são o JIT (*Just In Time* – esta técnica centra-se no conceito de fazer o que é necessário quando é necessário), *Kaizen* (tem como objetivo a melhoria contínua de modo a aumentar a produtividade) e *Jidoka* (saber detetar os erros que ocorrem e removê-los imediatamente). Na Figura 2.1 apresenta-se de forma esquemática o modelo TPS e as suas principais ferramentas.



Figura 2.1: Esquema do Sistema de Produção da Toyota (fonte: sapientes.wordpress.com)

O conceito TPS só foi renomeado para “*Lean Manufacturing*” por James Wormack por volta de 1990.

Na Tabela 2.1 encontram-se as principais diferenças entre o modelo de Henry Ford e o *Lean* (Almeida, 2013).

**Tabela 2.1: Fordismo VS *Lean***

<b>Fordismo</b>	<b><i>Lean</i></b>
Os defeitos do produto só são detetados no final da linha de produção.	Os erros que são detetados são logo reparados.
Produção em massa.	Só é produzido o necessário.
Grandes quantidades de <i>stock</i> .	Quantidades de <i>stocks</i> mínimos/nulos.
Produzir grandes lotes com um fluxo lento.	Produção de pequenos lotes com um fluxo rápido.
O bom operário é aquele que obedece às ordens que lhe dão.	O bom operário é aquele que realiza o seu trabalho bem, deteta erros e propõe soluções.
Existe um chefe.	Existe um líder.
Ignorar os problemas.	Tornar visíveis os problemas.
Produzir no menor tempo possível, a maior quantidade possível.	Planear – Fazer – Verificar – Ajustar (Ciclo PDCA)

### **2.1.1. Ferramentas *Lean***

Nesta dissertação são abordadas maioritariamente as seguintes ferramentas *Lean*: SMED, 5S e *Takt Time*.

#### 2.1.1.1. SMED

SMED é acrónimo de “*Single Minute Exchange of Die*”, que traduzido para português significa “troca de ferramentas num tempo inferior a dez minutos”, ou seja “Troca rápida de Ferramentas”.

Esta ferramenta consiste na redução do tempo de *setup* (ou troca de séries) que decorre entre o instante em que se termina a produção de uma peça em série, até ao instante em que se produz a primeira peça sem defeitos da série seguinte.

A metodologia surgiu entre os anos 1950 e 1960 e foi desenvolvida por Shigeo Shingo (engenheiro da Toyota) no Japão. Shigeo Shingo exerceu funções em três empresas: na Mazda Toyo Kogyo, no estaleiro da Mitsubichi Heavy Industries e finalmente, na Toyota Motors Compan (Araújo, 2011).

Na primeira, Mazda Toyo Kogyo, em Hiroshima no ano de 1950, Shingo realizou o estudo das trocas de moldes/matrizas das prensas. Shingo relata que naquela época, um operário demorava cerca de uma hora para obter um parafuso para uma matriz. Este dirigia-se a outra máquina, retirava um parafuso mais comprido, arranjava-o de acordo com a máquina em que estava a trabalhar e fazia uma nova rosca. Com isto, Shingo reparou que o operário perdia muito tempo numa atividade que era externa à atividade principal, a produção de moldes/matrizas.

Assim, Shingo separou as atividades desenvolvidas em duas categorias: atividades internas e atividades externas.

As atividades internas são aquelas que só podem ser desempenhadas quando as máquinas estão paradas, como por exemplo: a remoção/introdução de ferramentas/peças, o fazer *login* num programa, a substituição/troca de ferramentas/peças.

Pelo contrário, as atividades externas são as aquelas que podem ser desempenhadas enquanto as máquinas estão em funcionamento, como exemplos: fazer correr um *software*, o transporte de peças ou materiais necessários, fazer a documentação do *setup*.

Na segunda empresa Mitsubichi Heavy Industries em 1957, também em Hiroshima, Shingo tentou resolver o problema da baixa produtividade associada à produção dos motores *diesel*. Pensou que a solução seria a duplicação das ferramentas para que os tempos de espera de ferramentas fossem nulos. Esta solução apesar do seu êxito de

quarenta por cento no acréscimo da produção, não contribuiu diretamente para a composição da metodologia SMED.

Por fim, em 1969, a fábrica de carrocerias da Toyota Motor Company deparou-se com um grande problema: teria que reduzir o tempo de *setup* para um valor mínimo para que este deixasse de ser um problema pois, não era possível adquirir mais equipamentos ou aumentar a quantidade de *stock* porque não tinham capacidade financeira para tal.

Após várias observações, Shingo separou as atividades internas das externas e melhorou-as, separadamente, conseguindo uma redução de 98,75% do tempo inicial (diminuiu o tempo de quatro horas para três minutos).

Foi então que a Toyota implementou a ferramenta SMED em todas as suas fábricas, começando assim a sua expansão mundial.

O SMED é então uma metodologia focada na troca rápida de ferramentas de modo a que o tempo seja aproveitado ao máximo e resume-se em quatro etapas (Galego, 2014):

- 1ª Etapa: observar o trabalho realizado (consiste no estudo do trabalho e na classificação das atividades em internas e externas);
- 2ª Etapa: separar as atividades internas das externas (alterar as atividades internas para antes e/ou depois do tempo de *setup* para reduzir o tempo de paragem);
- 3ª Etapa: transformar as atividades internas em externas (alteração do método de como e quando o operador realiza certas atividades);
- 4ª Etapa: Simplificar, otimizar e racionalizar todas as atividades (tanto as atividades internas como as externas).

A implementação desta ferramenta nas fábricas tornou-se bastante vantajosa uma vez que permite obter uma redução do tempo de *setup* superior a 50% e ainda a redução do *stock* e dos defeitos das peças, aumentando a satisfação dos clientes e a produtividade da empresa.

#### 2.1.1.2. 5S

O nome da metodologia 5S provêm da primeira letra de 5 palavras japonesas: *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke*.

Esta metodologia consiste em manter o espaço de trabalho bem organizado, limpo, com uma boa gestão visual e padronizado. Deste modo conseguem-se obter as condições ótimas no local de trabalho, fazendo com que haja um aumento da produtividade.

Apesar de ser uma técnica bastante simples de se aplicar permite alcançar resultados muito satisfatórios.

Segundo um estudo da Toyota e da Honda, estima-se que cerca de 25 a 30% dos defeitos da qualidade estão relacionados com a segurança, limpeza e organização do local de trabalho. Com a implementação da metodologia 5S consegue-se uma redução destas percentagens.

Descreve-se de seguida o conceito de cada uma das cinco palavras que formam o 5S (Almeida, 2012):

- *Seiri*, em português “Seleção”: visa a separação dos materiais necessários dos desnecessários no espaço em questão e a eliminação destes últimos de modo a que haja uma melhor circulação de materiais, mais organização e menos *stock*;
- *Seiton*, em português “Organização”: aponta para a organização dos materiais, informações e objetos necessários de uma maneira funcional; os materiais devem ser etiquetados e classificados quanto à área a que pertencem para que se obtenha um acesso mais rápido e eficaz destes;
- *Seiso*, em português “Limpeza”: eliminação da sujidade tanto nos materiais e ferramentas como no próprio chão; requer-se também que sejam realizadas inspeções regulares ao posto de trabalho para que sejam detetadas anomalias ou erros mais rapidamente; ter um local de trabalho limpo expressa segurança e qualidade e ainda promove a imagem da empresa, tanto interna como externa;
- *Seiketsu*, em português “Normalização”: consiste na padronização e normalização dos bons resultados obtidos nos três S’s anteriores;



pretende-se a elaboração de regras e de auditorias qualitativas e quantitativas, de modo a fomentar a responsabilidade de cada trabalhador no seu local de trabalho de acordo com os pontos anteriores; se este ponto não for implementado, os postos de trabalho voltarão à forma que eram anteriormente por isso é que este “S” é um dos mais importantes desta metodologia;

- *Shitsuke*, em português “Disciplina”: baseia-se na continuação e implementação do trabalho realizado com os quatro S’s anteriores de modo a que com o tempo não seja necessário pensar para já estar a executar o trabalho com a metodologia 5S implementada; há que criar uma cultura do 5S desde os operários até à gestão de topo pois todos são importantes neste processo;

Em resumo, a ferramenta 5S permite a redução de tempos de procura de ferramentas, melhora o aproveitamento dos materiais, reduz a acumulação de *stocks*, melhora a qualidade dos produtos, materiais e ferramentas e reduz os acidentes de trabalho alcançando-se assim uma maior produtividade e segurança na empresa.

#### **2.1.1.3. Takt Time**

O termo *Takt Time* deriva do termo alemão *Taktzeit*, em que “*Takt*” significa compasso, ritmo e “*Zeit*” significa tempo, período. Em português este termo é referido como Tempo de Ciclo.

Nos anos 30, o Japão adotou o termo no sentido de representar o ritmo de produção necessário para dar vazão aos pedidos de uma máquina ou linha de montagem.

Taiichi Ohno defende que o Tempo de Ciclo é calculado a partir da razão entre o tempo diário disponível para a produção e o número de unidades a serem produzidas num dia, tendo em conta que o tempo diário disponível para a produção é o período de trabalho subtraindo as paragens programadas (por exemplo, paragens por razões ergonómicas, manutenções preventivas), como definido na Equação 2.1.

$$\text{Tempo de Ciclo} = \frac{\text{tempo disponível para a produção}}{\text{número de unidades a produzir}}$$

**Equação 2.1: Tempo de Ciclo**

O objetivo do Tempo de Ciclo é justificar a produção conforme a procura, definindo um ritmo de processo.

Para que se consigam produzir lotes menores e aumentar a flexibilidade da produção, as áreas operacionais devem fornecer respostas rápidas aos problemas apontados, eliminar paragens não programadas, eliminar o tempo de troca de ferramentas e o material necessário terá que estar no local certo nas quantidades previstas e com boa qualidade.

## **2.2. Jogos no ensino**

A palavra “jogo” surge em diversas circunstâncias. Este termo possui várias definições mas no geral, baseia-se numa simples atividade lúdica que tem como objetivo o entretenimento e distração das pessoas. Mais recentemente os jogos são igualmente vistos como ferramentas educacionais, sendo caracterizados como jogos didáticos (Freitas, M., 2010).

Piaget defendia que os jogos são relevantes no desenvolvimento social de uma criança, referindo que “os jogos são admiráveis instituições sociais”. Ao brincar, a criança desenvolve as suas habilidades de liderança, cooperação, aprende a estar subordinada às regras do jogo e a perceber os seus limites ao mesmo tempo que acaba por recriar situações reais no próprio jogo.

Na época de 1995, Howard Gardner defendia que deviam existir alternativas para as práticas educacionais regulares de modo a abranger as diversas habilidades humanas, conseguindo um ambiente educacional mais amplo e variado e, deixando um pouco a dependência de um ensino privilegiado da lógica e da linguagem (Teoria das Múltiplas Inteligências). Uma boa solução para tal são os jogos didáticos.

Assim, verifica-se que houve uma evolução da aplicabilidade dos jogos. Inicialmente eram simples métodos de distração e entretenimento para as pessoas, em especial para as crianças, passando depois a ter uma outra utilidade, a aprendizagem. Atualmente, alguns dos jogos mais simples para as crianças já têm a sua componente educativa, ou para aprender as letras, os números ou para crianças com um pouco mais de idade, já são simulações da vida real (Delval, 1998).

É claro que nem todos os jogos se poderão incluir no percurso educacional do aluno. Para tal os jogos têm que ser avaliados quanto às suas características, quer educacionais quer sociais, aos seus objetivos e à influência que estes terão nos estudantes (Meij, et al., 2011). Um dos grandes riscos que existe na implementação dos jogos no ensino é o facto de os alunos não se conseguirem controlar de maneira a aprender e retirar conhecimentos como é pretendido e sejam simplesmente envolvidos pela euforia do jogo em si (Leemkuil, 2008).

A motivação dos estudantes para aprender é um dos fatores mais importantes para o seu processo educacional. Cada vez mais os jovens estudantes são mais exigentes com as metodologias utilizadas no ensino, querendo sempre algo mais, algo que os motive a estarem atentos e a aprenderem, algo que os cativa. Como tal, surge o uso de jogos didáticos no ensino superior de modo a motivar e cativar os alunos para a aprendizagem e interesse pelas disciplinas.

No entanto, no que se refere à utilização de jogos didáticos no ensino superior estes não são ainda um método privilegiado no ensino dos novos profissionais sendo vistos como um método experimental ainda precoce. Apesar de estarem disponibilizados inúmeros jogos educacionais para implementação no ensino superior, a sua adesão é bastante baixa (Kikot, et al., 2012). Tal deve-se à escassa flexibilidade das instituições na implementação de métodos mais modernos e à impossibilidade de um investimento monetário e de recursos materiais para que os jogos sejam implementados.

O mercado de trabalho exige aos novos engenheiros a capacidade de responder a vários desafios que são transversais ao que estes aprendem durante o seu percurso letivo. As competências transversais não se adquirem apenas pelo ensino, mas pelo desenvolvimento das competências sociais, orais e escritas pois, só assim é que os recém-graduados conseguirão dar respostas economicamente viáveis para os desafios multivariados que lhes são propostos (Chapman e Martin, 1995).

A resposta aos objetivos multivariáveis não é uma fórmula matemática organizada mas sim, uma resposta coerente que terá que ter em conta múltiplas restrições, naturais e científicas, e terá que ser, acima de tudo, uma resposta unanime da equipa de trabalho (Chapman e Martin, 1995).

Com isto, consegue-se que os estudantes desenvolvam o seu espírito crítico, que sejam mais pró-ativos, que se tornem mais responsáveis pelas suas opções e que cumpram os prazos estabelecidos. Uma outra vantagem da utilização dos jogos no ensino superior é o facto de os alunos resolverem os desafios que lhes são propostos com os recursos que têm disponíveis e de um modo intrínseco dos próprios, fazendo com que estes se sintam mais valorizados e independentes do professor.

Também o desenvolvimento do grupo de trabalho é ampliado neste tipo de jogos, o que para um futuro profissional é ótimo pois estes têm que estar disponíveis para trabalhar em grupo e conseguir chegar aos seus objetivos em conformidade com os seus colegas de trabalho (Chapman e Martin, 1995).

Todas estas características são competências transversais ao ensino regular que apesar de parecerem insignificantes são cada vez mais valorizadas no mercado de trabalho.

### **2.2.1. Jogos Lean**

Como foi referido anteriormente, os jogos didáticos são cada vez mais utilizados, de modo a complementar o ensino teórico no ensino superior.

O *Lean Manufacturing* não é uma exceção no que toca ao uso de jogos, quer no ensino universitário quer nas próprias empresas para a formação dos trabalhadores neste campo.

Muitas vezes o ensino teórico através da visualização de *PowerPoint*, vídeos, entre outros não é suficiente para que o conceito *Lean* seja compreendido. Assim começaram-se a implementar diversos jogos que facilitaram a aprendizagem das várias ferramentas *Lean*, quer com simulações virtuais, quer com jogos físicos que requerem a criação de um espaço físico envolvente com o jogo, objetos e pessoas.

“A realidade mostra que as mudanças comportamentais baseiam-se nas aprendizagens feitas através das vivências e experiências. Ou seja, a aprendizagem humana é resultado dinâmico de complexas relações entre as informações e relacionamentos

interpessoais” (Bianchini et al., 2009). Com isto, pode-se entender que a simples aprendizagem teórica do *Lean* é insuficiente, não que os alunos não aprendam os conceitos mas não terão a noção prática destes. Com a implementação dos jogos didáticos referentes a este tema, os alunos conseguirão entender muito mais rapidamente o seu intuito e perceber pequenas coisas tal como o facto da metodologia *Lean* não se aplicar só ao chão de fábrica, mas a toda a empresa.

Citando um provérbio chinês “Fala e eu esquecerei, mostra e eu lembrar-me-ei, envolve-me e eu perceberei”, quanto mais os alunos forem envolvidos no ambiente de sala de aula, quanto mais estiverem cativados e interessados, melhores resultados vão obter quando, posteriormente, tiverem que aplicar os conceitos dados.

Segundo Walters, Coalter e Rasheed (1997), com a envolvência dos alunos nos jogos didáticos realizados na sala de aula, estes conseguem perceber a sua importância na vida real.

A implementação destes jogos também transmite aos alunos as aptidões de gestão de tempo, trabalho em equipa, negociação, desenvolvimento social que serão sempre valorizadas num ambiente real de trabalho.

Existem vários autores que comprovaram a eficiência do uso dos jogos *Lean* em sala de aula tais como: Sun (1998) apresentou um jogo que simula os conceitos de *Just in Time* e de MRP; Roos, Victor e Statler (2004) utilizaram blocos da Lego para o desenvolvimento de novas estratégias num meio executivo; Ammar e Wright (1999) apresentaram oito simulações para lecionar na área de Gestão de Operações.

Como se pode constatar, diversos autores que apoiam o ensino de *Lean* com o recurso a jogos didáticos para que o aluno tenha um melhor desempenho.

Nesta dissertação serão apresentados quatro jogos que são descritos com mais pormenor no capítulo seguinte. Estes jogos expõem os conceitos de SMED, 5S e *Takt time*.



### **3. DESCRIÇÃO DOS JOGOS REALIZADOS**

O capítulo presente consiste na descrição dos três jogos desenvolvidos: jogo do puzzle 5S, jogo dos legos e o jogo SMED.

Será feita uma descrição pormenorizada de cada jogo. Esta incluirá os objetivos do jogo, a ideia de onde surgiu, o material e ferramentas necessárias, uma sugestão para a disposição do local de jogo, os seus constituintes, todas as observações importantes e uma descrição pormenorizada do procedimento do jogo.

O procedimento do jogo inclui as diversas etapas que o jogo contém, a sua explicação teórica e as alterações que o este sofrerá ao longo das etapas.

Inicia-se com a descrição dos jogos correspondentes à metodologia 5S e posteriormente à metodologia SMED.

#### **3.1. Jogo do puzzle 5S**

O jogo do puzzle 5S tem como objetivo a construção de um puzzle implementando as diversas fases do conceito 5S de modo a que os alunos consigam perceber a sua aplicabilidade em situações reais.

A ideia para a sua realização foi retirada de um vídeo visualizado na seguinte página do Youtube: [https://www.youtube.com/watch?v=tWvT\\_TXFq0](https://www.youtube.com/watch?v=tWvT_TXFq0), acedida no dia vinte e dois de abril de 2015.

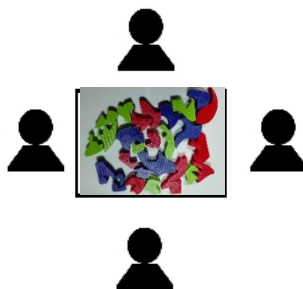
O jogo é composto por 29 peças sendo que, 23 dessas peças são necessárias para o produto final e as restantes 6 são desnecessárias (Anexo A.1.8).

A componente “5” do puzzle necessita de onze peças para a sua montagem (Anexo A.1.4) e a componente “S” necessita de doze (Anexo A.1.5).

Todas as peças do jogo foram executadas com recurso à impressora 3D do Departamento de Engenharia Mecânica e as suas dimensões encontram-se nos Anexo A.1.1 e A.1.2.

Para a realização deste jogo serão necessários, no mínimo, 4 alunos: uma pessoa constrói o puzzle, outra anota os tempos obtidos nas diferentes etapas do jogo e tira anotações relevantes e as restantes duas cronometram o tempo das tarefas.

Uma possível disposição da sala de jogo está representada na Figura 3.1.



**Figura 3.1: Disposição da sala do jogo do puzzle 5S**

O jogo irá decorrer em 4 etapas, das quais 3 estão incluídas na metodologia 5S e a restante baseia-se na simples construção do puzzle sem a aplicação do método referido.

É necessário relembrar que em todas as etapas, o tempo decorrido na construção da peça final tem que ser cronometrado e anotado na ficha de processo do jogo (Anexo A.3).

Na primeira etapa do jogo, o aluno deve construir o puzzle baseando-se na sua imagem final (Anexo A.1.6) que este deverá ter, tal como se pode verificar na Figura 3.2. Nesta fase são utilizadas todas as peças do jogo e não existe qualquer organização entre elas.

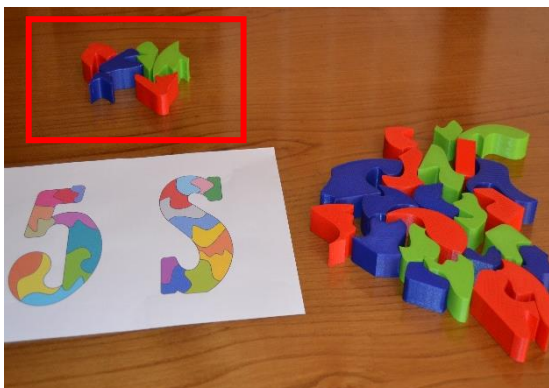


**Figura 3.2: Implementação da 1ª etapa do jogo do puzzle 5S**



Na segunda etapa implementa-se a primeira fase do método 5S, “seleção”. Esta fase consiste na separação dos materiais necessários ao jogo dos que não são utilizados, sendo estes últimos removidos.

No jogo são retiradas 6 peças desnecessárias à construção do puzzle, ficando na mesa só as peças utilizadas na elaboração final do puzzle. Na Figura 3.3 encontram-se assinaladas as peças retiradas do jogo.



**Figura 3.3: Implementação da 2ª etapa do jogo do puzzle 5S**

A etapa seguinte consiste na implementação da fase “organização” da ferramenta em questão. Esta fase prima pela organização dos materiais, ferramentas e objetos de uma maneira funcional.

Pretende-se que no jogo exista uma organização da mesa de trabalho e das peças utilizadas. Para tal, separam-se as peças em 2 grupos: um corresponde às peças que compõem o “5” e o outro, as peças que compõem o “S” como está representado na Figura 3.4.



**Figura 3.4: Implementação da 3ª etapa do jogo do puzzle 5S**

A quarta etapa tem por nome “normalização” e o pretendido é a normalização e padronização dos bons resultados obtidos nas fases anteriores. Esta etapa complementa ainda a elaboração de regras e auditorias, qualitativas e quantitativas, de modo a fomentar a responsabilidade dos trabalhadores.

No jogo predefinem-se a sequência de montagem de cada grupo de peças (Anexo A.1.4 e Anexo A.1.5) e colocam-se as peças junto a estas, por ordem e na posição correta, tal como se pode verificar na Figura 3.5.



**Figura 3.5: Implementação da 4ª etapa do jogo do puzzle 5S**

No jogo não são consideradas 2 fases do método 5S: a “limpeza” e a “disciplina”.

A primeira, tal como o próprio nome indica, consiste basicamente na eliminação da sujidade tanto nos materiais, ferramentas e objetos bem como do próprio chão e contempla ainda que sejam realizadas inspeções regulares ao posto de trabalho.

Se o local de trabalho estiver limpo e organizado existe menos propensão para acidentes de trabalho, perda ou dano de materiais necessários e é por isso que esta fase é tão importante no método em questão.

A segunda fase, “disciplina”, compreende a continuação da implementação do trabalho realizado nos S’s anteriores de modo a que, com o tempo, não seja preciso pensar para executar o trabalho com a metodologia aplicada.

Estas fases não foram aplicadas durante o jogo porque não se adequavam a este caso prático visto que, não é possível simular as aplicações que estas poderiam vir a ter.

### 3.2. Jogo dos Legos

O jogo dos legos tem como objetivo a construção de uma peça produzida por legos aplicando as diversas fases do conceito 5S de modo a que os alunos consigam perceber a sua aplicabilidade na vida real e que tenham a percepção de que muitas vezes, são as metodologias mais simples que permitem obter melhores resultados na produtividade de um trabalhador.

Mais uma vez, a ideia para a realização deste jogo surgiu na página do Youtube: [https://www.youtube.com/watch?v=RPE\\_rQyD44I](https://www.youtube.com/watch?v=RPE_rQyD44I), acessada no dia nove de abril de 2015.

O jogo é composto por 70 peças sendo que 39 dessas peças são necessárias para o produto final e as restantes são desnecessárias.

A peça final está dividida por 4 cores: azul (12 legos), vermelho (10 legos), amarelos (10 legos) e brancos (7 legos) tal como se pode verificar no Anexo A.2.3.

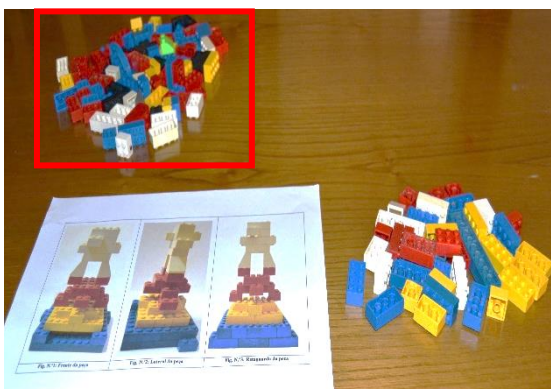
A disposição da sala, o número de pessoas que são necessárias e o procedimento do jogo são iguais ao jogo apresentado anteriormente. Este consta na realização das quatro etapas já referidas: uma etapa sem implementação da metodologia 5S e a implementação das fases “seleção”, “organização” e “normalização”. As restantes fases, “limpeza” e “disciplina”, não se aplicam novamente ao jogo realizado pelas mesmas razões apresentadas anteriormente. A cronometragem do tempo também é igualmente indispensável em todas as etapas do jogo, tal como a sua anotação no ficheiro correspondente (Anexo A.3).

Na primeira etapa, o pretendido é que o aluno construa a peça apoiado na sua imagem final (Anexo A.2.2). Nesta são apresentadas a parte frontal, lateral e da retaguarda da peça e os legos estão expostos aleatoriamente na mesa de jogo, como se pode ver na Figura 3.6.



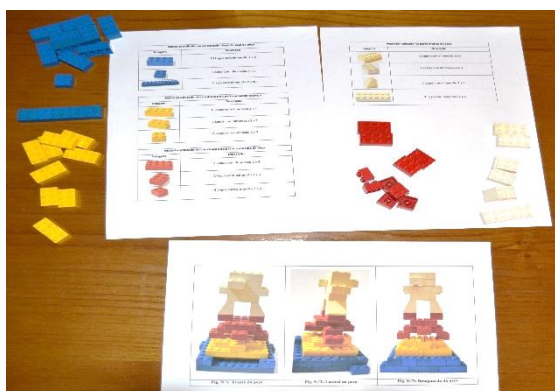
**Figura 3.6: Implementação da 1ª etapa do jogo dos legos**

Na etapa número 2 efetua-se a seleção das peças que são necessária ao jogo, excluindo as restantes. Estas últimas estão assinaladas na Figura 3.7.



**Figura 3.7: Implementação da 2ª etapa do jogo dos legos**

Na terceira etapa do jogo implementa-se a fase “organização” da metodologia em causa (Figura 3.8). Nesta etapa dividem-se as peças necessárias ao produto final por cores, número e tipos de legos, fornecendo-lhes como suporte o Anexo A.2.3.



**Figura 3.8: Implementação da 3ª etapa do jogo dos legos**

Por último, a fase “normalização” é executada, correspondendo à quarta etapa do jogo. Tal como se pode ver na Figura 3.9, nesta etapa os legos já estão separados por cores, tipos e quantidade. Para que exista uma organização e normalização do jogo fornece-se aos alunos as regras de montagem separadas pelas diferentes cores dos legos que constituem a peça final (Anexo A.2.4).



**Figura 3.9: Implementação da 4ª etapa do jogo dos legos**

Depois de realizar as 4 etapas acima descritas, dá-se por terminado o jogo dos legos.

### 3.3. Jogo SMED

O jogo SMED baseia-se no desenho exato de 2 figuras (circulo ou quadrado) em 2 moldes distintos (azul ou verde).







Os principais objetivos do jogo são a aprendizagem da metodologia SMED, a capacidade de distinção entre atividades internas e externas e a capacidade de resolução dos problemas que surgem no decorrer do jogo.



Este jogo tem por base um exemplo que se pode visualizar na página do Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=XorhcFmDpM>, acedida no 21 de maio de 2015.

O jogo é composto por uma máquina principal onde são efetuados os moldes e pelas ferramentas necessárias para o ajuste da máquina aos moldes requeridos.

Esta máquina é composta por uma base, por 2 placas laterais e 1 placa de topo, por 2 placas centrais removíveis (placas onde estão visíveis as figuras que se pretende obter no molde), por um simulador de um sistema de aquecimento das placas centrais e por um conjunto de parafusos e porcas de aperto de apoio aos ajustes das placas laterais e de topo. Todos estes componentes estão representados na tabela abaixo e as suas dimensões estão apresentadas nas subseções do Anexo B.1.

**Tabela 3.1: Componentes que constituem a máquina do jogo**

		
Placa base	Placa central n.º 1	Placa central n.º 2
		
Placas laterais	Placa de topo	Porcas M6, M8 e M10






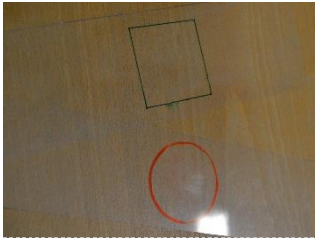


		
<p>Simulador de sistema de aquecimento</p>	<p>Parafusos M6, M8 e M10</p>	

Toda a estrutura do jogo, desde a conceção das placas (base, laterais e de topo) à sua montagem, foi realizada nas oficinas no Departamento de Engenharia Mecânica.

As ferramentas e materiais que são necessários para o decorrer do jogo são: luvas, chaves de bocas (M6, M8 e M10), cerca de 10 de fitas de cartolina azul (6 x 44,5 cm) e 10 de cartolina verde (7 x 44,5 cm) (durante o jogo estas fitas têm o nome de moldes), um marcador, porcas de orelhas (M6, M8 e M10), bandas de controlo (feitas com de papel de plastificar com cerca de 8 cm por 2,5 cm para as placas laterais e de 3cm por 1cm para a placa de topo), 2 acetados de verificação com cerca de 6 cm por 29,5 cm para o molde do círculo (a distância desde o centro do círculo à parte superior do acetato é de 11,2 cm e desde o centro do círculo às margens laterais do acetato é de 3 cm; o círculo tem de diâmetro 5 cm) e 7 cm por 29,5 cm para o molde do quadrado (onde a distância do centro do quadrado à parte superior do acetato é de 11,2 cm e a distância do centro do quadrado às margens laterais do acetato é de 3,5 cm; o quadrado apresenta dimensões de 5 x 5 cm) e um cronómetro.

Na Tabela 3.2 encontram-se as imagens das ferramentas e materiais necessários.

**Tabela 3.2: Ferramentas e material necessário para o jogo SMED**

		
<p>Luvas</p>	<p>Chaves de bocas</p>	<p>Fitas de cartolina azuis e verdes</p>
		
<p>Porcas de orelhas (M6, M8 e M10)</p>	<p>Bandas de controlo (lateral e de topo)</p>	<p>Acetatos de verificação</p>
		
<p>Marcador</p>	<p>Cronómetro</p>	

Para a realização deste jogo serão necessárias, no mínimo, 4 pessoas. Sendo as suas tarefas as seguintes: operador (pessoa que trabalha com a máquina), secretário (pessoa que toma nota dos tempos e regista a sequência das operações) e temporizadores (duas pessoas para cronometrar tempos para que se consigam tempos mais exatos).

Antes de iniciar o jogo é necessário ter em conta algumas questões:



- Antes das placas centrais serem colocadas na máquina é necessário que se efetue um pré-aquecimento destas; este tem uma duração de cerca de três minutos;
- É indispensável a utilização de luvas para mexer nas placas centrais visto que estas estão quentes;
- Para verificar se a figura foi bem desenhada no molde, é necessário comparar esse molde com o acetato que contém a figura correspondente já normalizada e segundo os critérios pretendidos;
- É necessário cronometrar todas as operações que são realizadas e anotar na ficha de processo (Anexo B.3);
- A afinação das placas laterais e de topo é realizada com a ajuda das chaves de bocas M6; esta afinação baseia-se na tentativa de que o molde fique no local correto através de deslocações horizontais (placas laterais) e verticais (placa de topo).

A sequência das principais operações do jogo é a seguinte:

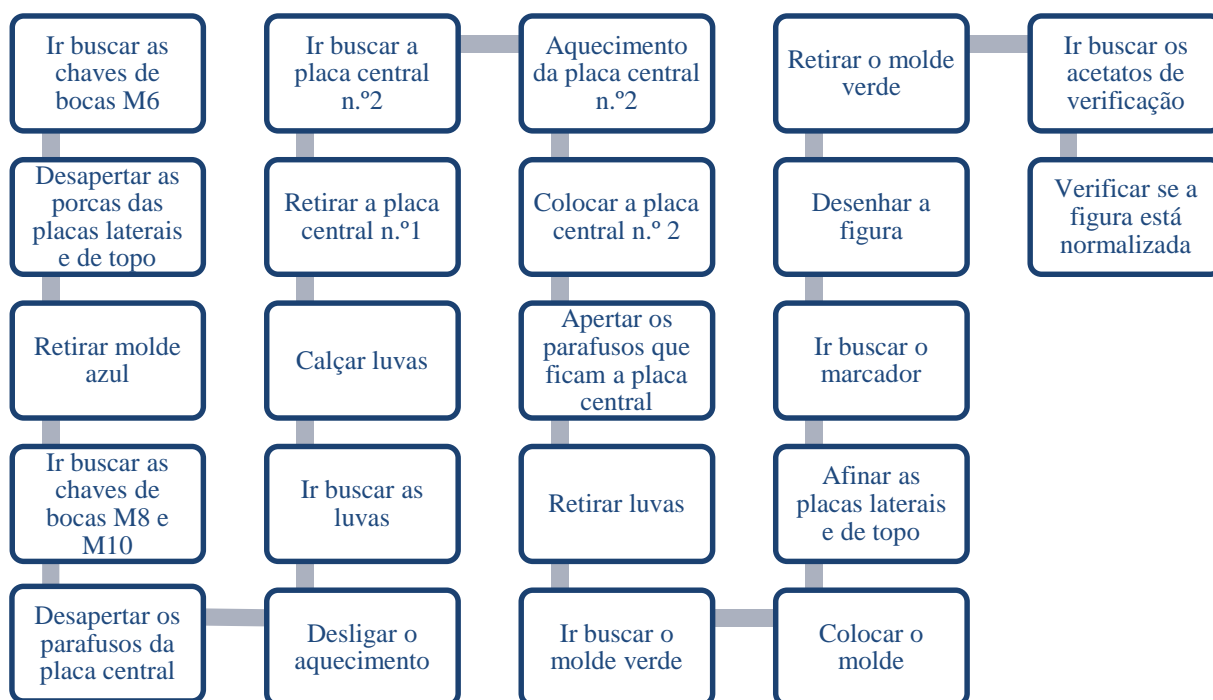


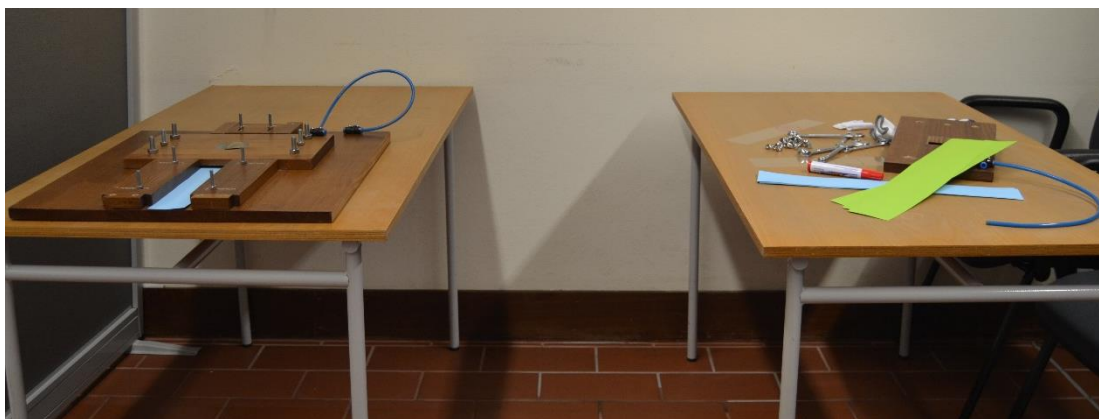
Figura 3.10: Sequência das operações do jogo SMED

O jogo irá incidir sobre as quatro etapas do conceito SMED: observação do trabalho realizado, separação das atividades internas e externas, converter as atividades internas em externas e por fim, simplificar, otimizar e racionalizar as atividades (quer internas quer externas).

A observação do trabalho realizado é bastante importante. É aqui que se conseguem identificar as atividades internas e externas, conseguindo também verificar que existem certas atividades que podem ser removidas, alteradas ou melhoradas.

Na situação inicial do jogo a máquina encontra-se ajustada para a produção de círculos, sendo os objetivos a mudança de ferramentas para a produção de quadrados e um novo ajuste da máquina a este tipo de produção.

Na primeira etapa do jogo os alunos realizam a sequência de operações exposta anteriormente e observam quais são as atividades que se caracterizam como internas e externas. Nesta situação, o previsto para a disposição da sala de jogo será a existência de uma mesa de trabalho e de uma mesa para o material que se encontrará desorganizado (Figura 3.11).



**Figura 3.11: Disposição da sala na 1ª etapa do jogo**

A etapa seguinte baseia-se na separação das atividades internas das atividades externas.

Esta etapa consiste na alteração das atividades internas para antes e/ou depois do início do procedimento de modo a que as paragens por transporte de materiais e ferramentas sejam nulas o que se traduz num menor tempo de paragem da máquina sendo este o seu principal objetivo.

As atividades internas identificadas que podem ser efetuadas antes do início do funcionamento da máquina são calçar as luvas e ir buscar o material necessário ao funcionamento da máquina para junto desta.

O tempo destas atividades não será contabilizado pois, este só começa a ser contabilizado a partir do momento em que a máquina entra em funcionamento isto é, a partir do momento em que se retira o molde que já está inserido na máquina para que depois se proceda à troca de ferramentas necessária e à nova produção.

Na Figura 3.12 vê-se a nova disposição da sala onde já não existe uma mesa para o material e este encontra-se organizado e junto da máquina. As luvas também já não se encontram no material exposto pois já devem estar calçadas pela pessoa que vai trabalhar com a máquina.

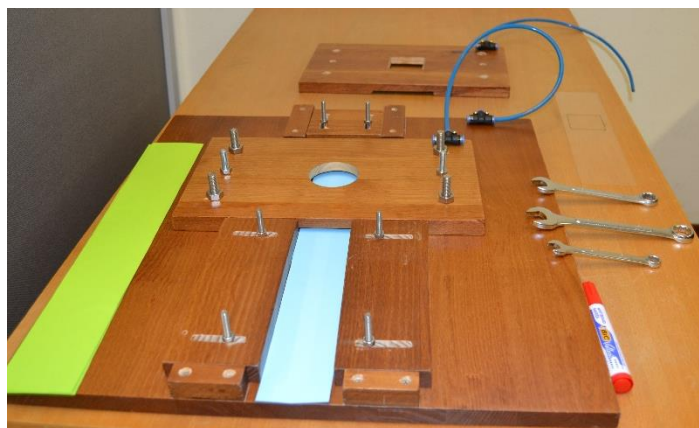


Figura 3.12: Disposição da mesa de trabalho na 2ª etapa do jogo SMED

Na terceira etapa do jogo dá-se a transformação das atividades internas em externas.

Nesta etapa existem atividades internas que podem converter-se em atividades externas pois podem ser realizadas enquanto que a máquina está a produzir, conseguindo assim diminuir o tempo de *setup* da máquina. Basicamente vão estar duas atividades a serem realizadas ao mesmo tempo conseguindo assim reduzir o tempo de paragem da máquina.

No jogo a única atividade interna que se pode converter em atividade externa é o aquecimento das placas centrais. O aquecimento tem que ser efetuado antes das placas centrais serem colocadas na máquina e tem uma duração de três minutos.

Em vez do aquecimento da placa número dois se dar durante o procedimento e ocorrer uma paragem da máquina, ocorrerá enquanto que outras operações são realizadas. Isto é, mal se inicie o procedimento pode-se colocar a placa central número dois a aquecer, conseguindo assim três minutos de vantagem comparando com a etapa anterior.

Na Figura 3.13 pode-se verificar o pré-aquecimento da placa central número dois, ao mesmo tempo que se vai iniciar o procedimento descrito anteriormente.



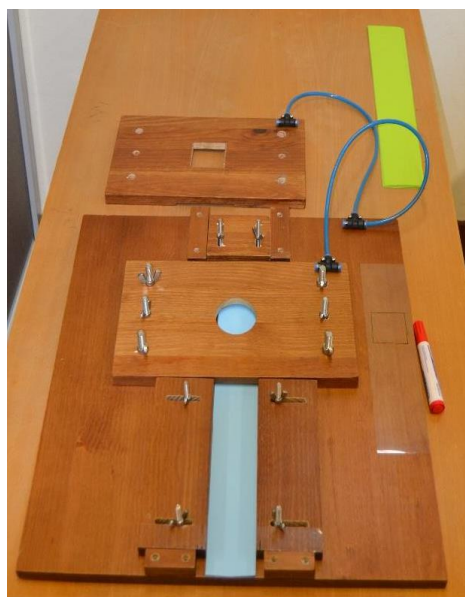
**Figura 3.13: Pré-aquecimento da placa central n.º 2 na 3ª etapa do jogo**

Na quarta e última etapa deste processo, pretende-se que haja uma simplificação, melhoria e otimização de todas as atividades, quer internas quer externas.

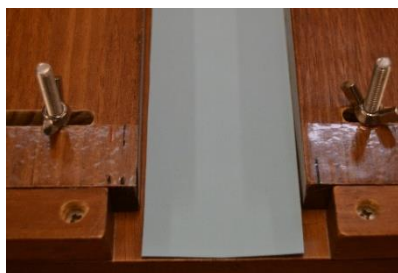
Todas as operações descritas no procedimento necessitam de recursos e do seu próprio tempo. Se se conseguir reduzir esses recursos ou até mesmo o seu tempo conseguem-se alcançar melhorias para a empresa, quer na redução de tempo de *setup*, quer na redução do uso de recursos, o que se traduz muitas das vezes numa redução dos custos que estas operações causam à empresa.

No caso do jogo em questão existem algumas alterações que podem ser feitas nesta etapa (Figura 3.14):

- Colocar as bandas de controlo nos suportes das placas laterais e de topo (tiras de papel de plastificar onde estão marcadas as posições que as placas laterais e de topo têm de ter para que a figura desenhada no molde fique conforme o pedido);
- Trocar as porcas por porcas de orelhas (assim consegue-se um aperto mais rápido);
- O uso das chaves de bocas foi dispensado (visto que houve a substituição das porcas, as porcas de orelhas não necessitam de chaves de bocas para o seu aperto/desaperto)



a)



b)

**Figura 3.14: Disposição da mesa de jogo na 4ª etapa com especial atenção para os “marcadores” de suporte: a) à placa de topo; b) às placas laterais.**

Depois de finalizar a quarta etapa, o jogo termina.

Pode-se verificar que desde a primeira etapa até à última existiram bastantes alterações, quer a nível de ferramentas e material, quer a nível das operações que ocorrem.



## 4. TESTES DOS JOGOS APRESENTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados dos testes realizados aos jogos apresentados no capítulo anterior.

Para dar seguimento ao que foi feito anteriormente, começar-se-á pela análise aos jogos relativos à metodologia 5S e posteriormente, ao jogo SMED.

De maneira a que os testes dos jogos sejam realistas e coerentes, estes foram realizados com a cooperação de alguns alunos do Departamento de Engenharia Mecânica do curso de Engenharia Mecânica.

Escolheram-se alunos de Engenharia Mecânica porque estes não têm qualquer formação em Lean. Tendo isto em conta, os alunos que realizaram os jogos não tinham quaisquer conhecimentos de *Lean* e com esta cooperação conseguiu-se que estes adquirissem um pouco desse conhecimento mais especificamente, sobre *Lean*, 5S e SMED.

Para complementar os testes realizados aos jogos, decidiu-se fazer um pequeno inquérito aos alunos que participaram nestes, para se conseguir retirar algumas informações relativamente ao jogo em si, à sua opinião sobre a implementação destes em salas de aula de modo a complementar o ensino teórico e ainda, algumas observações ou opiniões que quisessem dar.

Os testes realizados seguiram os procedimentos que estão apresentados no capítulo anterior tanto nos jogos 5S como no jogo SMED.

Para acompanhar a realização prática dos três jogos foram realizados “Guias do orientador” com as instruções de trabalho, o material necessário ao jogo e todo o seu procedimento tal como apresentações PowerPoint (os “Guias do orientador” encontram-se nos Anexos A.1.3, A.2.1 e B.2 e as apresentações PowerPoint nos Anexos A.1.7, A2.5 e B.4, sendo os primeiros para o jogo do puzzle 5S, seguidos do Jogo dos Legos e do Jogo SMED).

## 4.1. Jogos relativos ao conceito 5S

Optou-se por fazer uma análise conjunta dos resultados alcançados nos testes dos jogos 5S visto que estes são muito semelhantes.

Os testes foram realizados em simultâneo para rentabilizar o tempo disponível e tiveram a duração de cerca de quarenta e cinco minutos.

Estes foram realizados no dia 26 de novembro de 2015 por volta das catorze e trinta no Laboratório de Controlo e Gestão do DEM e tiveram a participação de oito alunos.

A disposição da sala de jogo seguiu a lógica apresentada no capítulo anterior, havendo uma distribuição aleatória dos alunos pelos dois jogos (quatro para cada jogo).

Um dos problemas que se reparou antes de iniciar os jogos foi o efeito “aprendizagem” que poderia surgir no decorrer do jogo. Isto é, as pessoas que constroem a peça de ambos os jogos não podem ter a prática na construção destas uma vez que desta forma os tempos obtidos seriam menores do que o que é suposto.

Para combater esta situação, a solução obtida foi a troca dos alunos que constroem a peça. Os alunos iam alternando pelos dois jogos: uma pessoa que estivesse a participar numa fase do jogo do puzzle 5S, na fase seguinte passava para o jogo dos legos para que cada jogo fosse sempre construído por uma pessoa diferente.

Na Tabela 4.1 apresentam-se os tempos obtidos nas quatro etapas de ambos os jogos.

Tabela 4.1: Resultados dos tempos obtidos nos jogos 5S

Jogo do puzzle 5S		Jogo dos legos	
Etapa do jogo	Tempo médio (min)	Etapas do jogo	Tempo médio (min)
1ª Etapa	8,1	1ª Etapa	6,44
2ª Etapa	18,02	2ª Etapa	10,26
3ª Etapa	3,19	3ª Etapa	5,42
4ª Etapa	2,29	4ª Etapa	2,27
<b>Tempo total</b>	<b>31,6</b>	<b>Tempo total</b>	<b>24,38</b>



Analisando a tabela, verifica-se que o tempo total do jogo do puzzle 5S foi de trinta e um minutos e seis segundos e do jogo dos legos foi de vinte e quatro minutos e trinta e oito segundos.

A etapa que obteve maior tempo foi a segunda para ambos os jogos, sendo que no primeiro representa cerca de 57% do tempo total com dezoito minutos e dois segundos e no segundo jogo, dez minutos e vinte e seis segundos (cerca de 42% do tempo total de jogo).

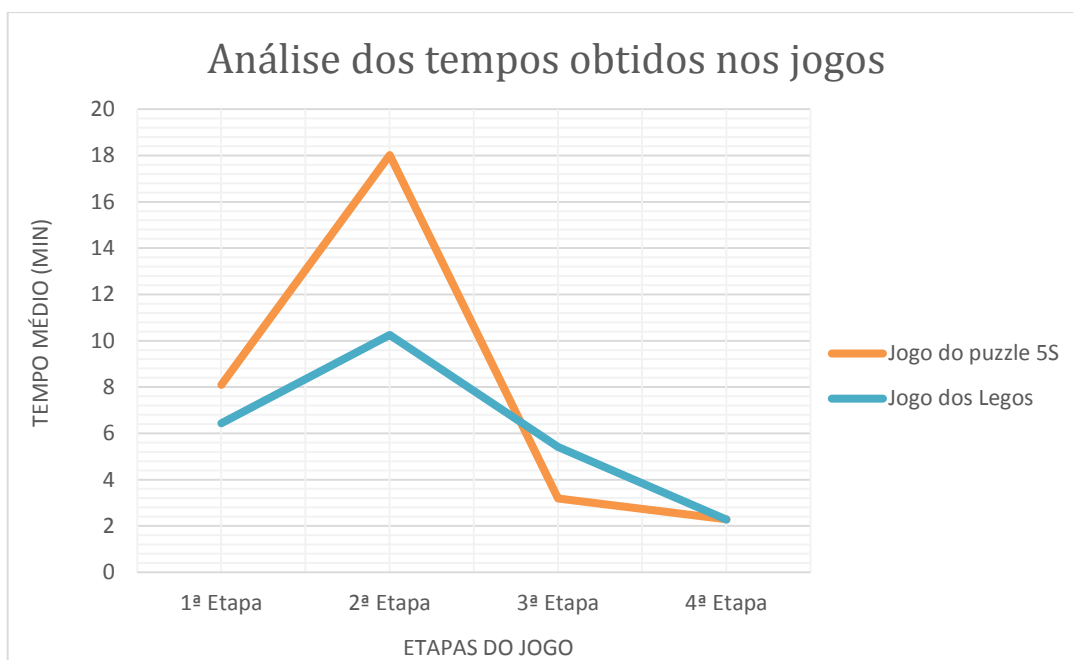
Em contrapartida, a etapa que alcançou o menor tempo registado foi a quarta, com dois minutos e vinte e nove segundos para o jogo do puzzle 5S e de dois minutos e vinte e sete segundos para o jogo dos legos. Esta etapa representa 7% e 9% para os jogos do puzzle e dos Legos, respetivamente.

Teoricamente, seria de esperar um decréscimo no tempo de jogo à medida que as diferentes fases da metodologia 5S iam sendo implementadas. Regra geral, pode-se verificar que houve um decréscimo desde a primeira etapa até à última em ambos os jogos, no entanto houve uma exceção à regra, a segunda etapa.

Nesta etapa era suposto o tempo ser inferior ao da primeira porque ocorre a implementação da primeira fase do conceito 5S, “seleção”. Por norma, esta é uma das etapas em que se consegue uma das maiores reduções de tempo, o que não se verificou.

A única explicação lógica para o acontecimento deve-se à troca de pessoas que existe em todas as fases do jogo. Como é normal, existem pessoas que tem mais aptidões para a construção de peças, visualização de imagens, trabalhos manuais que outras. Assim sendo, pode dizer-se que as capacidades intrínsecas de cada pessoa foram a causa para o sucedido, pois não houve mais nenhuma alteração no lugar onde se estava a realizar os testes.

A única maneira de contrariar o que aconteceu seria não ocorrer a troca das pessoas no entanto, o efeito “aprendizagem” iria surgir, o que não seria benéfico para os resultados e para a realização dos testes no geral.



**Figura 4.1: Análise dos tempos obtidos nos jogos 5S**

Na figura acima encontram-se a comparação de tempos obtidos nos dois jogos realizados. Consegue-se perceber que houve uma tendência semelhante para ambos.

Na Figura 4.1 seria de esperar duas linhas de tendência decrescente. No entanto, não foi o que se verificou devido à segunda etapa como anteriormente explicado.

Começando por falar no jogo do puzzle 5S, verifica-se que houve um aumento significativo no tempo da primeira para a segunda etapa. Esse crescimento está na ordem dos 122%.

Pelo contrário, da segunda etapa para a terceira houve um decréscimo abrupto de 82% dos tempos obtidos. Este decréscimo, teoricamente, seria menor se não tivesse ocorrido o imprevisto verificado na segunda etapa.

Seguindo o raciocínio, da terceira para a quarta e última etapa, o decréscimo apurado ficou na ordem dos 28%.

Por fim, analisando os tempos de jogo na sua generalidade, obteve-se um decréscimo de 72% desde a primeira etapa até à quarta (o tempo da última etapa é aproximadamente quatro vezes inferior ao tempo da primeira etapa).

Analisando a linha de tendência do jogo dos legos, verifica-se que é semelhante à linha do jogo do puzzle, no entanto não é tão saliente.

O crescimento que houve nos tempos da primeira para a segunda etapa foi de 37%.

Em contrapartida, seguiram-se dois decréscimos nos tempos obtidos: da segunda para a terceira etapa e da terceira para a quarta etapa, sendo eles de 47% e de 58%, respetivamente.

No geral, houve uma redução dos tempos de jogo como era pretendido. Analisando a redução que houve desde a primeira etapa até a quarta, consegue-se perceber que o tempo da última etapa é cerca de três vezes inferior ao da primeira, resultando num decréscimo de 65%.

Os testes aos jogos 5S descritos anteriormente mostram que os jogos cumpriram o objetivo para os quais foram desenvolvidos. Eles permitem demonstrar como o conceito 5S é implementado, dando uma ideia clara dos benefícios que podem ser alcançados com a sua implementação, essencialmente no que respeita à redução do tempo necessário à execução das tarefas. Assim, os jogos, devidamente complementados com uma apresentação teórica do conceito, serão um auxiliar precioso ao ensino do conceito 5S.

Como foi referido o aumento de tempo verificado na segunda etapa do jogo não era expectável. A sua repetição em ambiente sala de aula poderá permitir verificar se esta situação se repete ou se foi um caso isolado do teste conduzido. Com a repetição do jogo em ambiente de aula será possível afiná-lo de modo a garantir que a situação verificada não se repete.

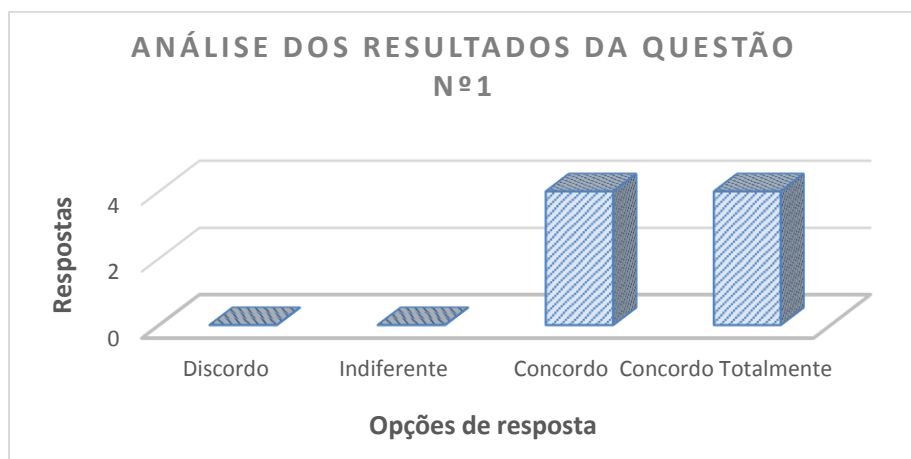
#### **4.1.1. Análise dos resultados dos questionários referentes aos jogos 5S**

Como ambos os jogos são relativos ao conceito 5S, o inquérito realizado foi exatamente igual para os dois.

Os questionários foram feitos para ter uma noção se os alunos conseguiram perceber os conceitos aplicados e se concordavam com a implementação de jogos didáticos como apoio complementar à teoria lecionada nas aulas.

As opções de resposta ao questionário são do género qualitativo e baseavam-se no seguinte padrão: um para “discordo”, dois para “indiferente”, três para “concordo” e quatro para “concordo totalmente”.

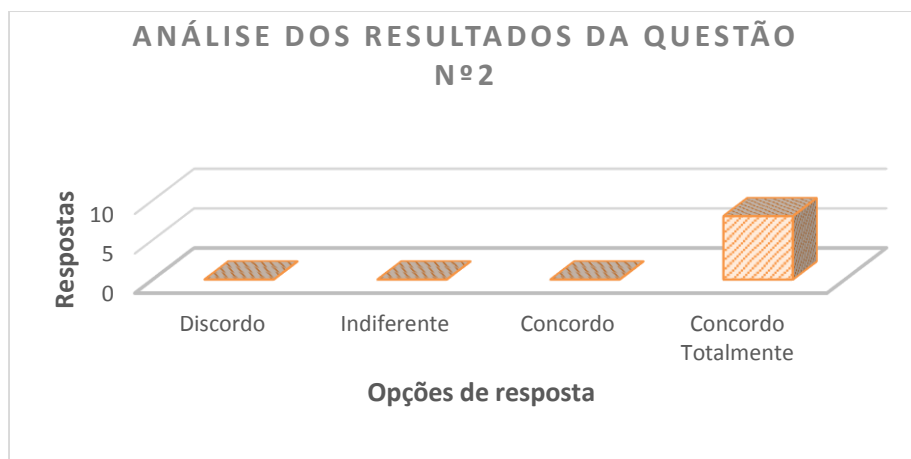
Assim sendo, a primeira questão foi: “Acha que a implementação de jogos didáticos nas aulas para complementar o material teórico é uma mais-valia para a aprendizagem do aluno?”.



**Figura 4.2: Análise dos resultados da 1ª questão dos jogos 5S**

Dos resultados da primeira pergunta (Figura 4.2) observa-se que os todos os alunos percebem a importância da implementação de jogos didáticos em sala de aula e que concordam com a sua implementação para complementar o estudo teórico lecionado.

A segunda questão foi: “Com a demonstração realizada, conseguiu entender o conceito 5S e compreender as suas diferentes etapas?”.



**Figura 4.3: Análise dos resultados da 2ª questão dos jogos 5S**

Como se pode observar na Figura 4.3, as respostas a esta questão foram todas “concordo totalmente”, o que é bastante positivo pois revelam que os testes correram bem e alcançou-se o objetivo de explicar aos alunos o conceito 5S e fazer com que estes o percebessem.

Quanto às observações que os alunos deixaram, foram simplesmente de ter atenção para quando os jogos forem realizados em sala de aula, criar grupos de trabalho para que todos pudessem trabalhar com os jogos e também para a realização de jogos mais complexos.

Apesar de a amostra ser muito pequena, apenas os oito alunos que participaram nos testes, os resultados dos questionários foram muito favoráveis. Os participantes reconhecem a importância dos jogos como complemento do ensino de metodologias utilizadas em engenharia e reconhecem que os jogos lhes permitiram compreender o conceito que se pretendia transmitir.

## **4.2. Jogo relativo ao conceito SMED**

Os testes que foram realizados ao jogo decorreram no dia 26 de novembro de 2015 por volta das catorze e trinta no Laboratório de Controlo e Gestão do DEM.

Para a realização deste teste contou-se com a participação de 4 alunos do curso de Engenharia Mecânica e teve a duração de cerca de uma hora. O lugar de operador de máquina ia alternando pelos alunos para que todos pudessem ter a oportunidade de trabalhar na máquina.

A disposição da sala de jogo seguiu a lógica apresentada no capítulo anterior, tal como o procedimento que foi utilizado.

Na primeira etapa do jogo (“observação do trabalho realizado”) obteve-se um tempo total de aproximadamente doze minutos e quarenta e oito segundos.

Na primeira etapa foram necessárias 3 tentativas para que se chegasse a uma concordância perfeita entre o desenho realizado no molde e o desenho normalizado nos acetatos de verificação. Para se conseguir finalizar a etapa com sucesso realizaram-se trinta e sete operações.

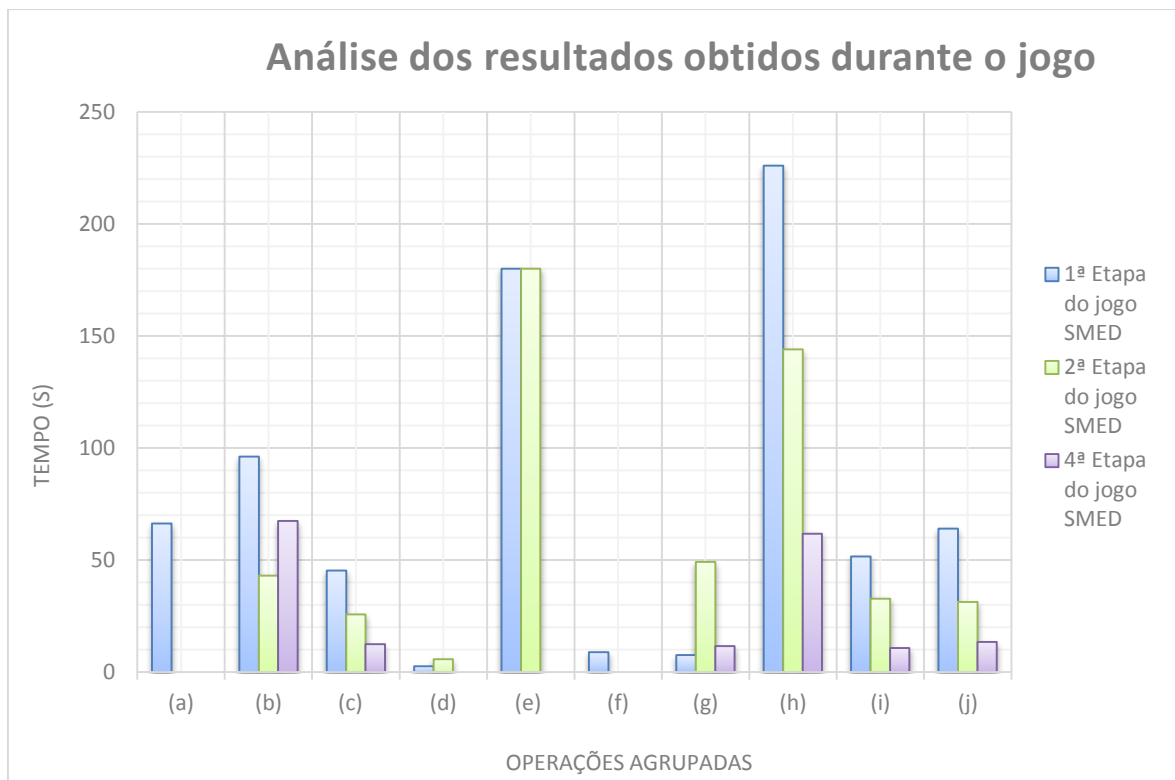
Para uma análise mais fácil dos tempos obtidos, agruparam-se as operações pela finalidade para a qual eram realizadas.

Na Tabela 4.2 faz-se uma correspondência entre as operações agrupadas e uma sequência alfabética para que a análise destas seja mais facilitada.

**Tabela 4.2: Sequência das operações agrupadas**

<b>Operações agrupadas</b>	<b>Sequência</b>
<b>Ir buscar o material</b>	(a)
<b>Desapertar parafusos</b>	(b)
<b>Retirar/colocar molde</b>	(c)
<b>Desligar o aquecimento</b>	(d)
<b>Aquecimento</b>	(e)
<b>Calçar/retirar luvas</b>	(f)
<b>Retirar/colocar placa central</b>	(g)
<b>Afinar as placas laterais e de topo</b>	(h)
<b>Desenhar a figura</b>	(i)
<b>Verificação</b>	(j)

Na Figura 4.4 encontra-se o gráfico com os tempos obtidos em cada uma das etapas do jogo para cada operação agrupada.



**Figura 4.4: Resultados dos tempos obtidos durante o jogo**

Fazendo a análise da Figura 4.4, na primeira etapa, as operações que ocuparam mais tempo foram a afinação das placas laterais e de topo (ocupando cerca de trinta por cento do tempo total) seguida do aquecimento da placa central. Pelo contrário, as operações que demoraram menos tempo na sua realização foram o “desligar do aquecimento” e o “calçar/retirar as luvas” (as duas operações em conjunto compõem cerca de um por cento do tempo total de jogo).

A segunda etapa do jogo consiste na separação das atividades internas e das atividades externas.

Com as alterações efetuadas no jogo (calçar das luvas antes de iniciar o jogo e trazer o material necessário para perto da máquina) atingiu-se uma redução de tempo para oito minutos e cinquenta e três segundos realizando-se três tentativas para que o desenho ficasse como era suposto, envolvendo para tal 23 operações.

Assim sendo, as operações “calçar/retirar das luvas” e “ir buscar o material” adquiriram um tempo nulo.

As operações mais duradoras foram então a (e), “aquecimento”, e a (h), “afinar as placas laterais e de topo”, sendo que a primeira corresponde a cerca de 35% do tempo total de jogo e a segunda, 28%.

Consegue-se ainda perceber que nas operações que envolviam a utilização de ferramentas houve uma redução do tempo da primeira para a segunda etapa devido ao facto dos materiais nesta última estarem a disposição do operador e nos locais indicados para tal, não havendo a necessidade de procura da ferramenta correta e troca de ferramentas. Por exemplo, na operação “desapertar parafusos”, (b), verificou-se um decréscimo de 55% no tempo da operação, tal como na operação (j) houve um decréscimo de 51%.

Os tempos mais reduzidos nesta etapa do jogo foram nas operações (c) e (d), com cerca de seis segundos e vinte e seis segundos respetivamente. Estas operações preenchem cerca de 1% e 5% do tempo total da segunda etapa.

As únicas anomalias que se verificaram nesta etapa foram na operação “retirar/colocar placa central” e na “desligar o aquecimento” em que se verificou um aumento dos seus tempos comparando com a etapa anterior. Uma das possíveis causas dessas anomalias poderá ser o facto de os alunos alternarem o posto de operador de máquina. Cada pessoa tem capacidades diferentes e assim sendo, a pessoa que realizou o jogo na primeira etapa poderia estar mais à vontade para as operações em causa que a pessoa que realizou a segunda etapa do jogo.

A terceira etapa do jogo não está demonstrada na Figura 4.4. O objetivo desta etapa é a conversão das atividade internas em externas onde se concluiu que a única operação existente no procedimento que poderia ser convertida em atividade externa seria o aquecimento das placas centrais.

Para que o tempo de jogo não se prolongasse, optou-se por não realizar esta etapa na prática pois chegou-se à conclusão que a única diferença em termos de tempos seria a redução de 3 minutos no tempo total do jogo comparando com a etapa anterior.

Logo, caso esta etapa tivesse sido realizada praticamente, o tempo total de jogo passaria a ser aproximadamente de cinco minutos e meio e as operações que iriam ocupar uma maior percentagem de tempo seriam a afinação das placas laterais e de topo e o “retirar/colocar a placa central”. Já as operações com menor tempo seriam iguais às da segunda etapa. Isto tudo se o procedimento e os tempos obtidos fossem exatamente iguais aos da etapa anterior e se não ocorresse qualquer anormalidade.



Para a última etapa do jogo, “simplificar, otimizar e racionalizar todas as atividades”, foram feitas as três alterações referidas no capítulo anterior: colocar bandas de controlo nos suportes das placas laterais e de topo, trocar as porcas por porcas de orelhas e dispensar o uso das chaves de bocas.

Nesta etapa desenvolveram-se 16 operações onde se alcançou o objetivo final à segunda tentativa e obteve um tempo total de jogo de três minutos e trinta e seis segundos.

As operações que demoraram mais tempo na sua realização foram a (b) e a (h), “desapertar parafusos” e “afinar as placas laterais e de topo”, respetivamente. Cerca de 38% do tempo total de jogo é despendido para a primeira operação referida anteriormente e 35% para a segunda.

Com aproximadamente onze segundos, a etapa “desenhar a figura” foi a que alcançou um menor tempo de operação bem como a operação “retirar/colocar placa central” que obteve um tempo de aproximadamente 12 segundos. Cada uma das operações referidas obteve uma percentagem de 6% do tempo total de jogo.

As principais operações em que seria de esperar uma melhoria, isto é, um decréscimo de tempo de operação, seriam a (b) e a (h) pois foram aquelas onde se implementaram as alterações propostas.

Quanto à operação (b), “desapertar parafusos”, optou-se pela troca das porcas para porcas de orelhas pois supostamente, o tempo de aperto/desaperto destas seria menor, o que não se verificou. Muito provavelmente, pelos mesmos motivos que se explicaram nas anomalias da etapa número dois, da segunda para a quarta etapa houve um aumento de cerca de 25 segundos no tempo de operação.

Na operação “afinar as placas laterais e de topo” verificou-se um decréscimo de 52% no seu tempo de operação. Tal facto demonstra que a proposta de colocar bandas de controlo nas placas laterais e de topo obteve o efeito positivo desejado. Um outro facto que o comprova é a passagem das 3 tentativas que eram realizadas nas etapas anteriores de modo a obterem o desenho pretendido, para as 2 tentativas realizadas nesta fase.

No geral, pode-se verificar claramente que na maioria das operações realizadas existe um decréscimo no tempo de operação desde a primeira etapa até à quarta, como era suposto acontecer.

Comparando os tempos totais das etapas, da primeira para a quarta houve um decréscimo de 76%.

No jogo apresentado conseguiram-se atingir alguns dos principais objetivos da metodologia SMED, tal como a redução dos tempos de *setup*, a minimização dos defeitos das peças, o aumento da produtividade e a diminuição do tempo em que a máquina se encontrava parada.

As maiores dificuldades encontradas com o decorrer do jogo foram o registo dos tempos e das atividades e alguns defeitos na construção da máquina. Estes últimos só poderão ser corrigidos caso a máquina seja reconstruída.

O facto de ser uma só pessoa a registar as atividades e os tempos obtidos acabou por dar alguma confusão inicial pois, não se conseguiam retirar corretamente alguns tempos de operações. Para resolver a situação, fez-se uma estimativa desses mesmos tempos comparando com os tempos que foram retirados das operações semelhantes.

Uma maneira de ultrapassar este inconveniente seria um esclarecimento mais detalhado de como fazer os registos, ou até mesmo o fornecimento de um “modelo” para a pessoa que estará encarregue dessa função tenha algo em que se basear.

Em algumas etapas, a sequência de operações realizada não era exatamente igual ao procedimento descrito no capítulo anterior, na parte referente a esta metodologia. No entanto, este facto não alterou em nada os tempos obtidos pois as operações realizadas foram as mesmas, mas por uma ordem diferente.

#### **4.2.1. Análise dos resultados dos questionários referentes ao jogo SMED**

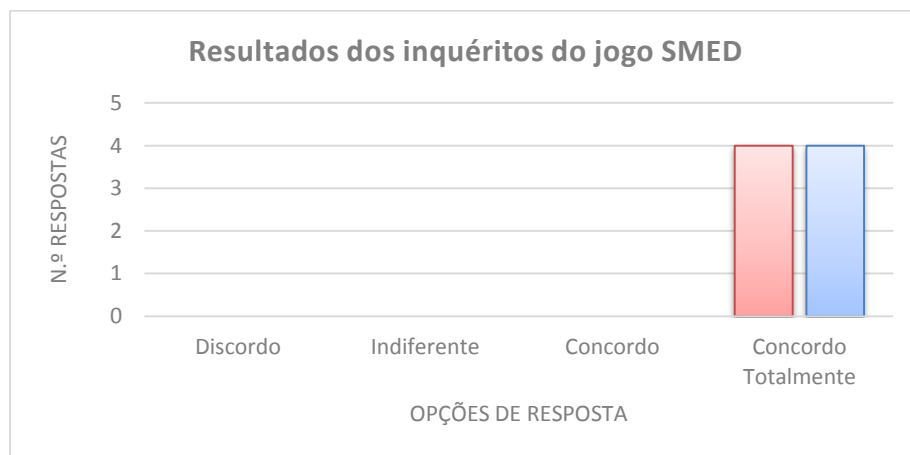
Os questionários realizados aos alunos que participaram nos testes SMED têm como objetivo perceber se os alunos conseguiram entender os conceitos expostos durante o jogo, se estes concordam com a implementação dos jogos didáticos em âmbito de sala de aula e se tinham alguma nota ou sugestão a apontar sobre o assunto ou sobre o desenvolvimento do jogo.

É um questionário qualitativo na primeira e na segunda pergunta, em que o número um corresponde ao “Discordo”, o dois ao “Indiferente”, o três ao “Concordo” e o quatro ao “Concordo completamente” e na terceira pergunta é de resposta aberta.

A primeira questão colocada foi: “A implementação de jogos didáticos nas aulas para complementar o material teórico é uma mais-valia para a aprendizagem do aluno?” e a segunda foi: “Com a demonstração realizada, conseguiu entender os conceitos SMED e atividades internas e externas?”.

Na Figura 4.5 a barra azul corresponde à primeira questão e a barra vermelha à segunda questão.

Em ambas as perguntas, as respostas foram exatamente iguais, sendo todas positivas o que demonstra que os alunos conseguiram entender o que era suposto e que a implementação deste jogo em sala de aula seria bem aceite.



**Figura 4.5: Resultados dos inquéritos do jogo SMED**



## 5. CONCLUSÕES

O principal objetivo da dissertação seria conseguir captar a atenção dos alunos para o estudo das ferramentas *Lean* através de jogos didáticos. Este objetivo só será alcançado quando os jogos que foram apresentados na dissertação forem realmente implementados em sala de aula. Posteriormente, conseguirão perceber se estes foram uma ajuda para os alunos na compreensão das ferramentas.

Uma das sugestões propostas para próximos trabalhos sobre este mesmo assunto ou mesmo para o professor ter noção dos resultados que se poderão obter com a implementação dos jogos, seria a elaboração de um questionário à turma sobre as melhorias ou agravamentos que estes tiveram no estudo e aprendizagem das metodologias trabalhadas.

Contudo, durante a realização da dissertação e tendo em conta o objetivo desta, foram realizados e analisados os questionários feitos aos alunos que ajudaram na realização dos testes destes jogos e consegue-se perceber que a adoção de jogos didáticos à sala de aula é uma opção muito aceite.

Todos os alunos que foram solicitados para participarem nos testes destes jogos demonstraram-se bastante curiosos e motivados para perceber o que realmente se pretendia do jogo e quais os seus objetivos.

Quando perceberam que os jogos eram uma maneira de aprender conceitos que desconheciam, mostraram-se bastante interessados e é certo que o resultado dos inquéritos revelou que estes conseguiram entender as noções que eram pretendidas. Tal facto comprova o que foi referido no início desta dissertação, que os alunos ficam muito mais motivados, interessados e conseguem recordar melhor o que é lecionado quando as aulas são práticas, realistas e onde existe uma maior interação entre o aluno e a matéria lecionada.

Quanto à concretização prática dos jogos pode-se verificar que foram realizados com sucesso. Os três jogos foram feitos conforme o estipulado e os seus testes correram bem, conseguindo-se alcançar os objetivos pretendidos.

Pelos aspetos analisados nos jogos relativos à ferramenta 5S, concluiu-se que com a implementação da ferramenta obtiveram-se resultados muito positivos, conseguindo cerca de 70% na redução do tempo total de jogo para o jogo do puzzle 5S e 65% para o jogo dos legos.

Assim, os alunos conseguiram ter a noção que apesar de esta metodologia ser subvalorizada e muitas vezes tida como insignificante, consegue-se alcançar uma melhoria nos tempos obtidos bastante grande e que o ambiente de trabalho a que um trabalhador está sujeito afeta a sua produtividade.

Por coincidência, em ambos os jogos ocorreu o mesmo problema. Supostamente, na segunda etapa do jogo, quando é aplicada a primeira fase da metodologia 5S, “Seleção”, deveria de haver uma redução do tempo total de construção da peça/puzzle comparando com a primeira etapa do jogo, onde este conceito não é aplicado. Tal como foi esclarecido, o único motivo para ao sucedido foi a mudança de pessoa que construía a peça, visto que há pessoas que têm mais aptidões para a visualização das peças, a sua construção que outras.

A única maneira de solucionar este problema é manter a mesma pessoa na realização das várias etapas do jogo. No entanto esta solução pode influenciar os resultados obtidos devido ao efeito “aprendizagem”, que não é de todo vantajoso para a compreensão do conceito. Assim sendo, ou a realização do jogo é sempre sujeita à mudança de pessoa em todas as etapas ou fica sujeita ao efeito “aprendizagem”.

O jogo SMED é um jogo mais complexo, com mais conceitos para aprender e com operações mais complexas.

Neste jogo conseguiu-se uma redução de 76% do tempo de paragem da máquina e conseqüentemente uma minimização dos defeitos que surgiam.

Os problemas e dificuldades encontradas durante a realização do jogo foram o registo das atividades e tempos de jogo e alguns defeitos na construção da máquina. Um esclarecimento e/ou uma pequena demonstração de como fazer o registo das atividades e tempos antes de se iniciar o jogo seria uma boa solução para o problema exposto.

Quanto aos defeitos encontrados na máquina não há uma solução imediata. A única alternativa seria uma nova construção da máquina de jogo em que as medidas especificadas fossem cumpridas rigorosamente e com exatidão.

Relativamente ao jogo Takt-time, não houve possibilidade de se realizarem os testes práticos, no entanto o “guia do orientador” e as restantes informações que são necessárias ao jogo encontram-se em apêndice.

Em termos de conclusão, verificou-se que a realização destes jogos em sala de aula é uma mais-valia para a aprendizagem dos estudantes e é uma maneira de desenvolver as suas capacidades de trabalho, de arranjar soluções para os problemas propostos e para fomentar o trabalho de equipa.

Algumas propostas para trabalhos futuros relacionados com o tema seriam o desenvolver de jogos um pouco mais complexos e para todas as ferramentas *Lean* na área de Gestão de Produção. Também seria interessante aplicar esta metodologia de ensino a outras áreas.





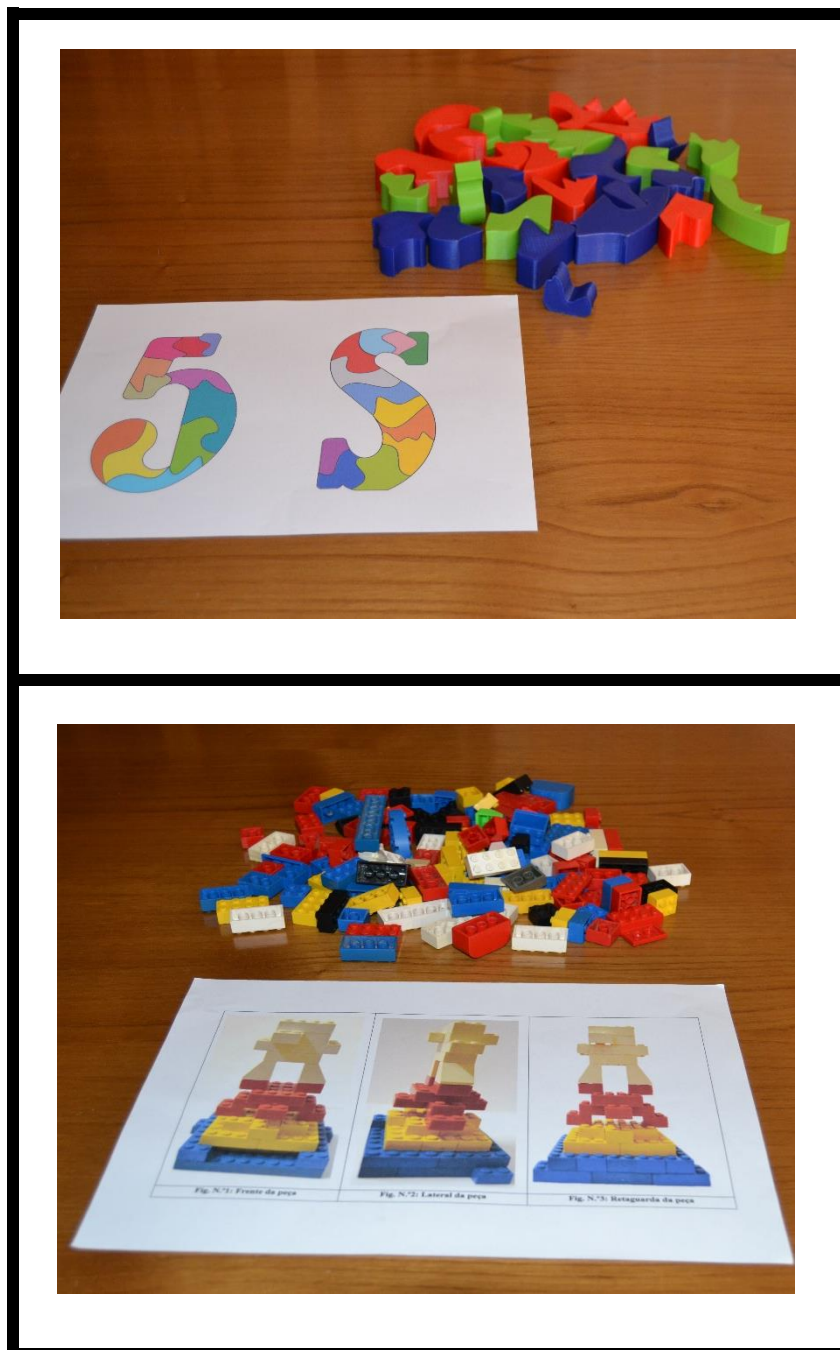
---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, F., (2012), “Implementação de princípios e ferramentas de produção Lean a seção de acabamentos de uma empresa de peças metálicas para automóveis”. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Departamento de Produção e Sistemas – Escola de Engenharia – Universidade do Minho, Guimarães.
- Almeida, R.F.M. (2013), “Desenvolvimento de jogos para o auxílio ao processo de ensino/aprendizagem de ferramentas Lean”. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Alvarez, R.R., Antunes Jr, J.A.V. (Abril, 2011). “Takt-time: conceitos e contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção”, Revista Gestão & Produção, Vol. 8, nº.1,1-18.
- Araújo, M., (2011), “Redução tempos de setup (SMED)”, acedido em 22 de Setembro de 2015, em <http://melhoriacontinua.blogs.sapo.pt/tag/smed+lean+setup>.
- Baranita, I.M.C., (2012), “A importância do jogo no desenvolvimento da criança”, Tese de Mestrado em Educação Especial e Domínio Cognitivo e Motor. Escola Superior de Educação Almeida Garret, Lisboa.
- Chapman, G.M., Martin, J.F., (1995), “Computerized business games in engineering education”, Journal Computers&Education, Vol.25, nº1/2, 67-73.
- Depexe, M.D., Dorneles, J.B., Costa, A.C.F., Santos, D.G., Heineck, L.F.M., (2006), “Apresentação de um jogo didático como ferramenta de apoio ao ensino de produção enxuta”, Revista Gestão Industrial, 4, 140-151.
- França, S.V.S. (2013), “Implementação de ferramentas de Lean Manufacturing e Lean Office – Indústria metálica, plástica e gabinete de contabilidade”. Tese de Mestrado em Engenharia industrial e Gestão. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Freitas, M.L.L.C, (2010), “A educação do jogo simbólico na criança”, Revista Ciências & Cognição, vol. 15, 145-163.
- Galego, V.S.B. (2014), “Estudo e implementação da metodologia SMED-Up na empresa Britefil,S.A.”. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- Kikot, T. N., Costa, G.J.M., Fernandes, S.C.P.B., (2014), “Business Simulators And Lecturer’s Perception! The Case Of University Of Algarve”, Conference ETHICOMP – Liberty and Security in an Age of ICTs, 1-12.
- Longstreet, C.S., Cooper, K.L., (Maio de 2011), “Using Games in Software Engineering Education to Increase Student Success and Retention”, Conference on Software Engineering Education and Training, 554.
- Luiz, J.M.M., Santos, A.C.B., Rocha, F.F., Andrade, S.C., reis, Y.G. (2014) “As concepções de jogo para Piaget, Wallon e Vygotsk”, acedido em 18 de Outubro de 2015, em <http://www.efdeportes.com/efd195/jogos-para-piaget-wallon-e-vygotski.htm>.

- Meij, H., Albers, E., Leemkuil, H., (2011) “Learning from games: Does collaboration help?”, *British Journal of Educational Technology*, Vol. 42, N° 4, 655–664
- Pieper, J., (2012), “Learning Software Engineering Processes through Playing Games - Suggestions for Next Generation of Simulations and Digital Learning Games”, *Proceeding GAS’12: Proceedings of the Second International workshop on Games and Software Engineering: Realizing User Engagement with Game Engineering Techniques*, 1-4.
- Silva, I.A.M.C (2011), “Desenvolvimento de soluções de simulação de Lean Management”. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Departamento de Economia, Gestão e engenharia Industrial – Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Souza, C.L.M., Pinheiro, P.C., Mataragi, R., Martins, S.C., Sabino, M.A., Roque, A.S.S., (2007), “Jogos didáticos-pedagógicos como ferramentas para o ensino de línguas estrangeiras”, *Revista Eletrónica dos Núcleos de Ensino da Unesp*, 1.ª Ed., 668-681, São Paulo.
- Suzaki,K. (2010), “Gestão de Operações Lean – Metodologias Kaizen para Melhoria Contínua”, 1ªEd., *LeanOp*, Unipessoal Lda.

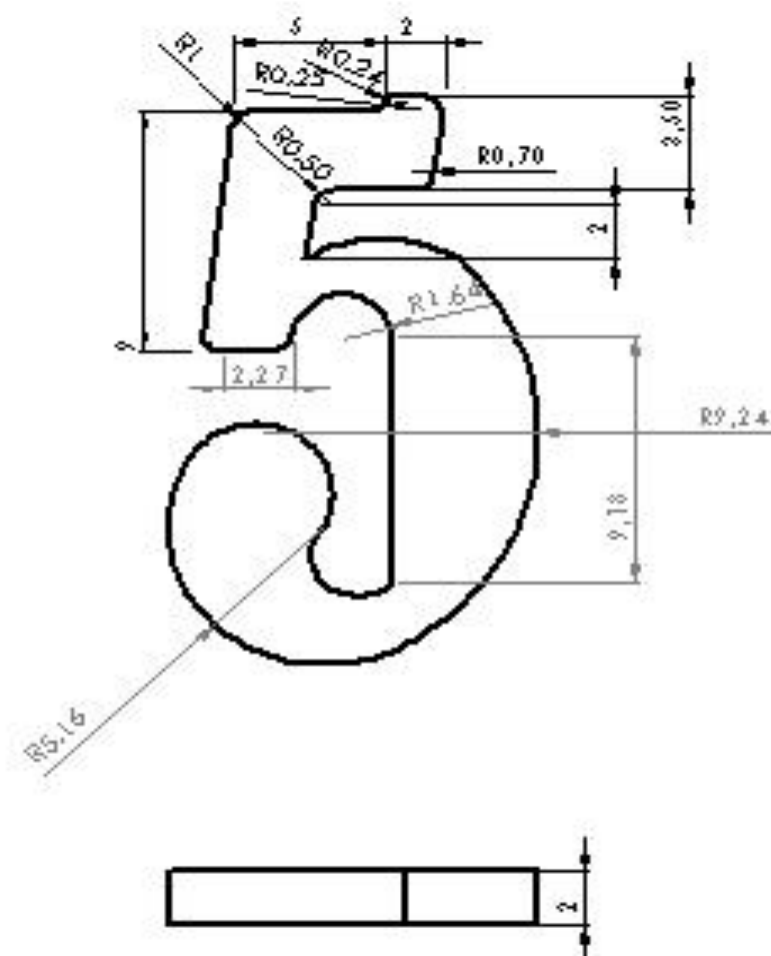
## ANEXO A – JOGOS 5S



Nas páginas seguintes encontram-se expostas as informações necessárias para a construção e realização dos jogos relativos à ferramenta 5S.

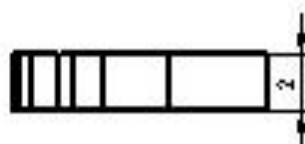
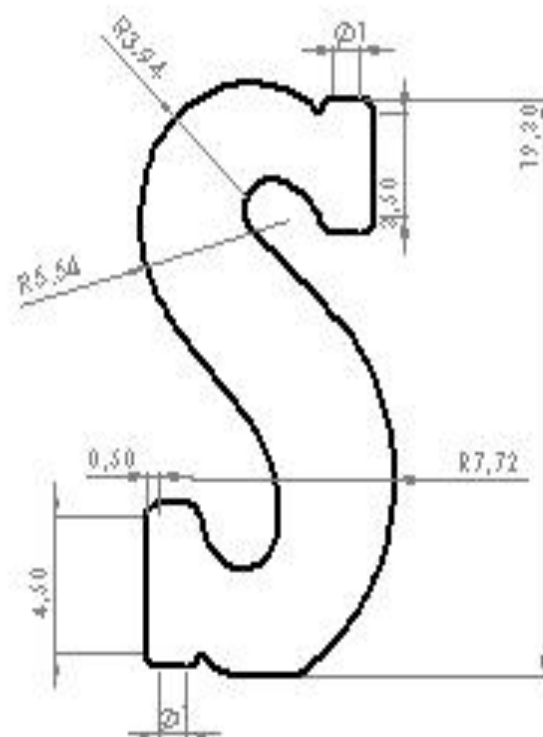
## ANEXO A.1 – Jogo do puzzle 5S

### ANEXO A.1.1 – Dimensões do PUZZLE 5S: peça “5”



**VIEW**  
**SCALE 1 : 2**

ANEXO A.1.2 – Dimensões do PUZZLE 5S: peça “S”



VIEW  
SCALE 1:2

ANEXO A.1.3 – Guia do orientador do puzzle 5s

## **1. Apresentação do jogo**

O jogo proposto tem o intuito de complementar o estudo da ferramenta 5S englobada no conceito LEAN. Trata-se do estudo da influência que o local de trabalho tem nos tempos de processamento numa linha de produção, passando pela limpeza e pela organização do local.

No mínimo serão necessárias quatro pessoas para a realização do jogo durante cerca de quarenta e cinco minutos.

O jogo terá sempre uma componente teórica que será apresentada durante o jogo nas diferentes etapas deste que se encontra disponível no anexo A.1.7.

### **a. Introdução ao jogo**

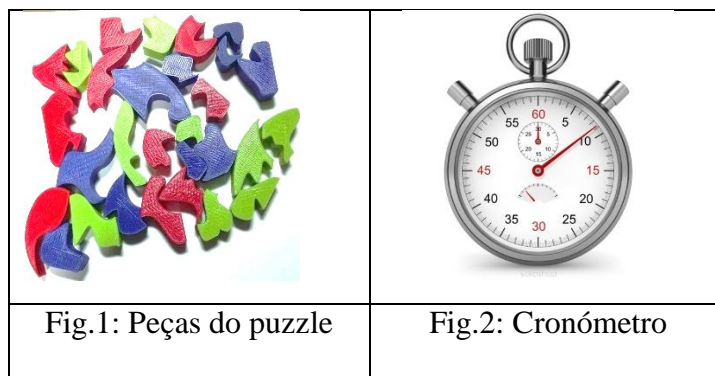
O orientador inicia o jogo explicando os objetivos do jogo que passam pela aprendizagem do conceito 5S, perceber a sua importância prática, conseguir distinguir as diferentes fases do jogo e a construção da peça no menor tempo possível.

### **b. Papel dos participantes:**

- Operador A: contruir a peça;
- Temporizador A e B: controlar os tempos do posto de montagem;
- Secretário: anotar todos os tempos obtidos e notas necessárias.

### **c. Material necessário:**

- Peças do puzzle;
- Cronómetro;



## 2. Instruções do jogo

Antes de iniciar as instruções do jogo ter sempre em conta que é necessário tomar nota de todos os tempos dos postos de trabalho correspondentes durante o processo e anotá-los na ficha de processo número um (Anexo A.3).

De seguida encontram-se descritas as instruções do jogo:

I. Montar o puzzle só com a imagem final do puzzle (Anexo A.1.6);

II. Cronometrar o tempo de montagem do puzzle e anotar na ficha de processo número um encontrada em anexo;

III. Explicar no que consiste a primeira fase do 5S, Seleção e aplicá-la ao jogo (nesta fase, é suposto retirar-se as peças que estão “a mais” para o jogo).

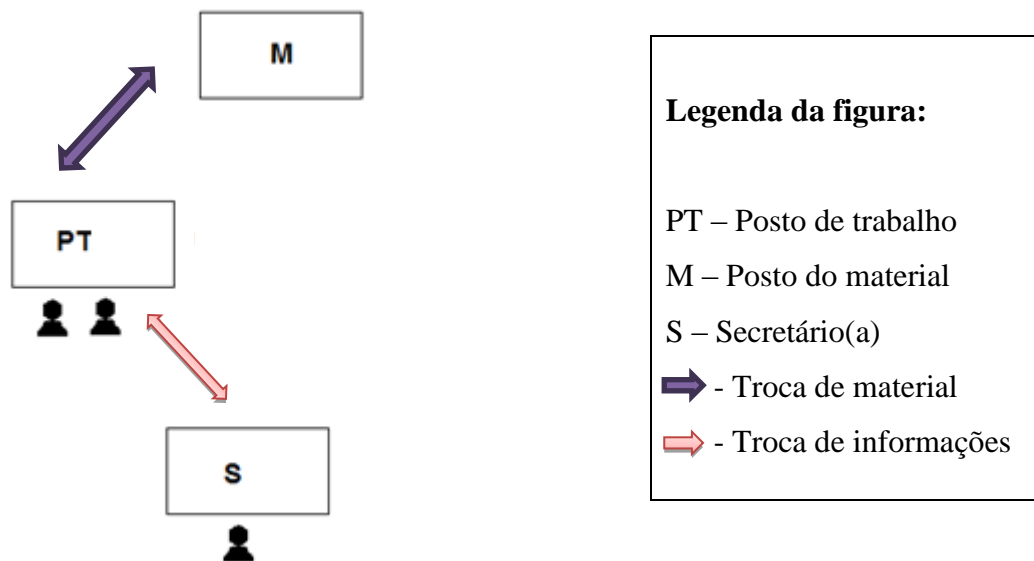
IV. Realizar novamente o jogo, já com a primeira fase implementada e cronometrar a tarefa e registar;

V. Voltar a realizar os passos III e IV para as próximas quatro fases do 5S, Organizar, Limpeza, Normalização e Disciplina (na segunda fase do jogo é suposto separar as peças em dois grupos, “5” e “S”; na fase “Normalização” é suposto disponibilizar aos alunos as fichas encontradas nos anexos A.1.4 e A1.5, “Material utilizado na construção da parte “5” do puzzle” e “Material utilizado na construção da parte “S” do puzzle”, correspondentemente).

VI. Comparar os tempos e fazer uma análise para verificar as melhorias que se obtiveram.

### 3. Disposição da sala de jogo

A sala de jogo poderá se dispor em diversas maneiras consoante o número de jogadores e o número de jogos que se realizem em simultâneo. Uma dessas hipóteses seria a seguinte disposição:



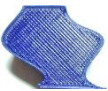




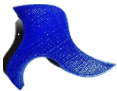





### 4. Organização



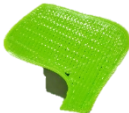
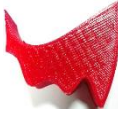


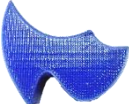
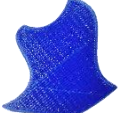




Por uma questão de organização antes de iniciar o jogo serão fornecidas aos participantes a ficha de processo que se encontra em anexo para que estes possam anotar os desenvolvimentos do processo, alterações, tempos e as notas que acharem necessárias e as instruções de jogo para as diversas fases.



ANEXO A.1.4 – Material utilizado na construção da parte “5” do puzzle

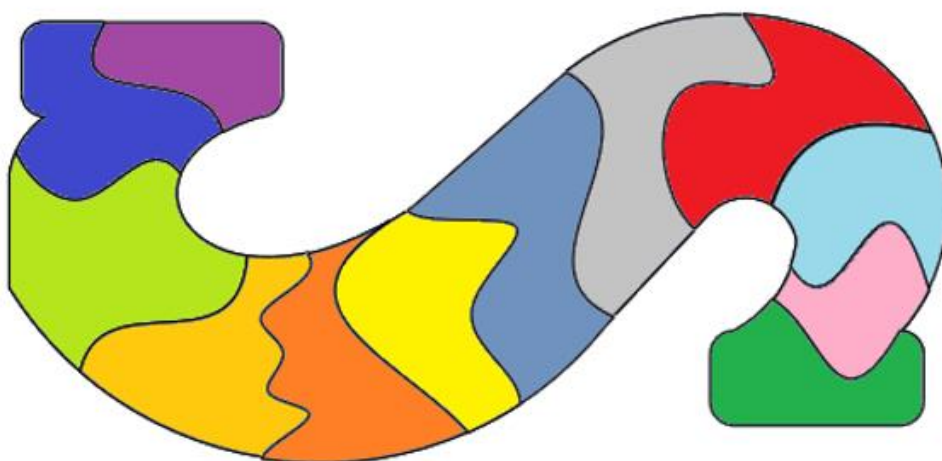
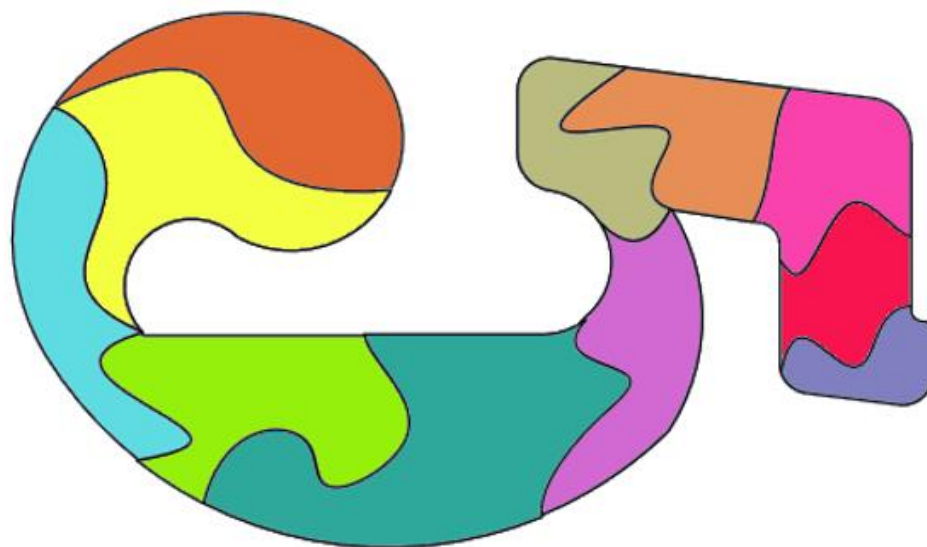
<b>Imagem</b>	<b>Descrição</b>	<b>Imagem</b>	<b>Descrição</b>
	Peça n.º 1		Peça n.º 7
	Peça n.º 2		Peça n.º 8
	Peça n.º 3		Peça n.º 9
	Peça n.º 4		Peça n.º 10
	Peça n.º 5		Peça n.º 11
	Peça n.º 6		

ANEXO A.1.5 – Material utilizado na construção da parte “S” do puzzle

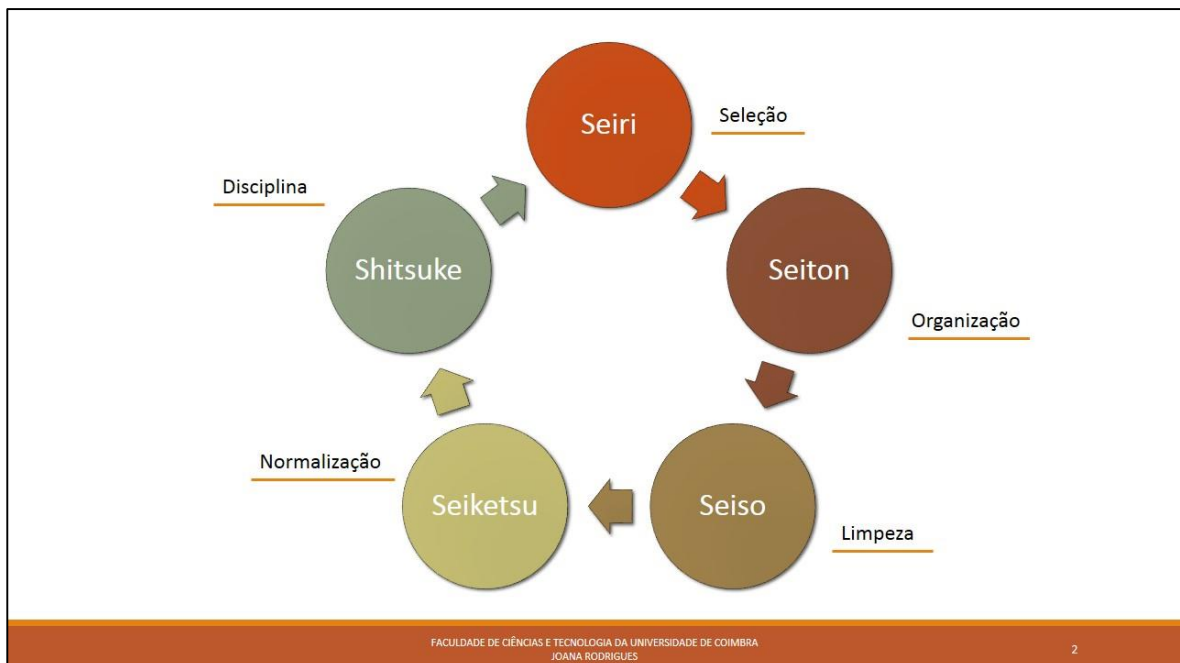
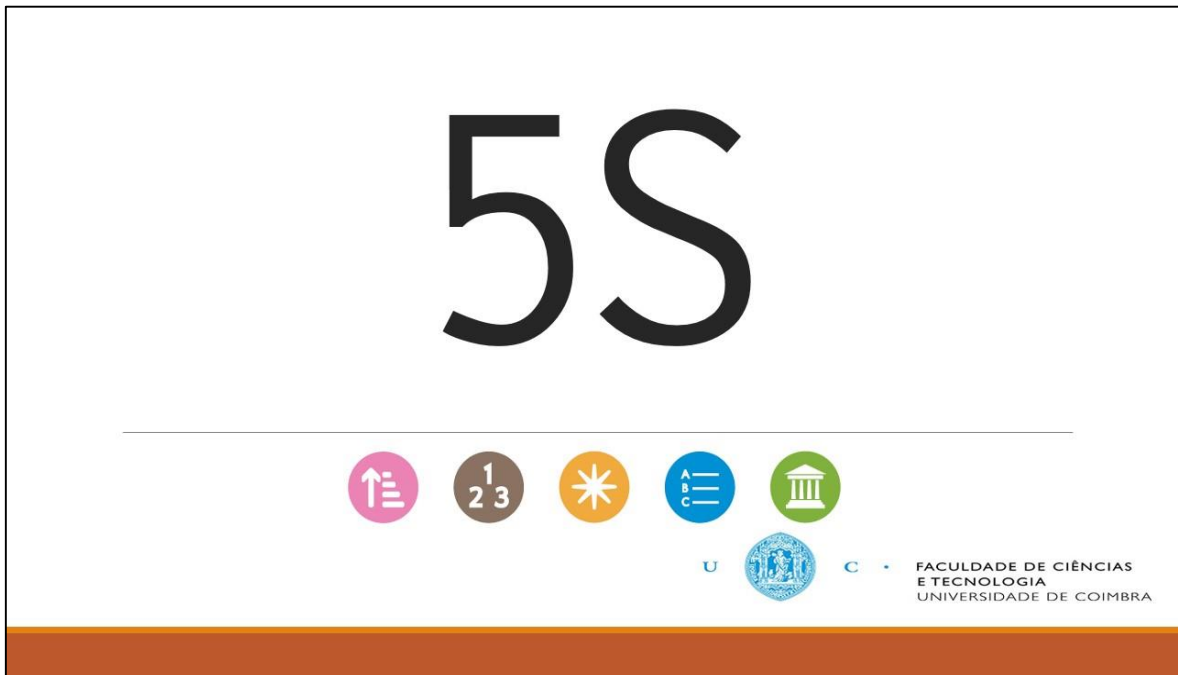
<b>Imagem</b>	<b>Descrição</b>	<b>Imagem</b>	<b>Descrição</b>
	Peça n.º 1		Peça n.º 7
	Peça n.º 2		Peça n.º 8
	Peça n.º 3		Peça n.º 9
	Peça n.º 4		Peça n.º 10
	Peça n.º 5		Peça n.º 11
	Peça n.º 6		Peça n.º 12

ANEXO A.1.6 – Imagem final do puzzle 5S

—



ANEXO A.1.7 – Apresentação PowerPoint



Referir que o conceito 5S surge da inicial de 5 palavras japonesas e mencionar a sua tradução para português.



## PUZZLE 5S

Material teórico para complementar o guia do orientador do jogo.

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA  
JOANA RODRIGUES

3

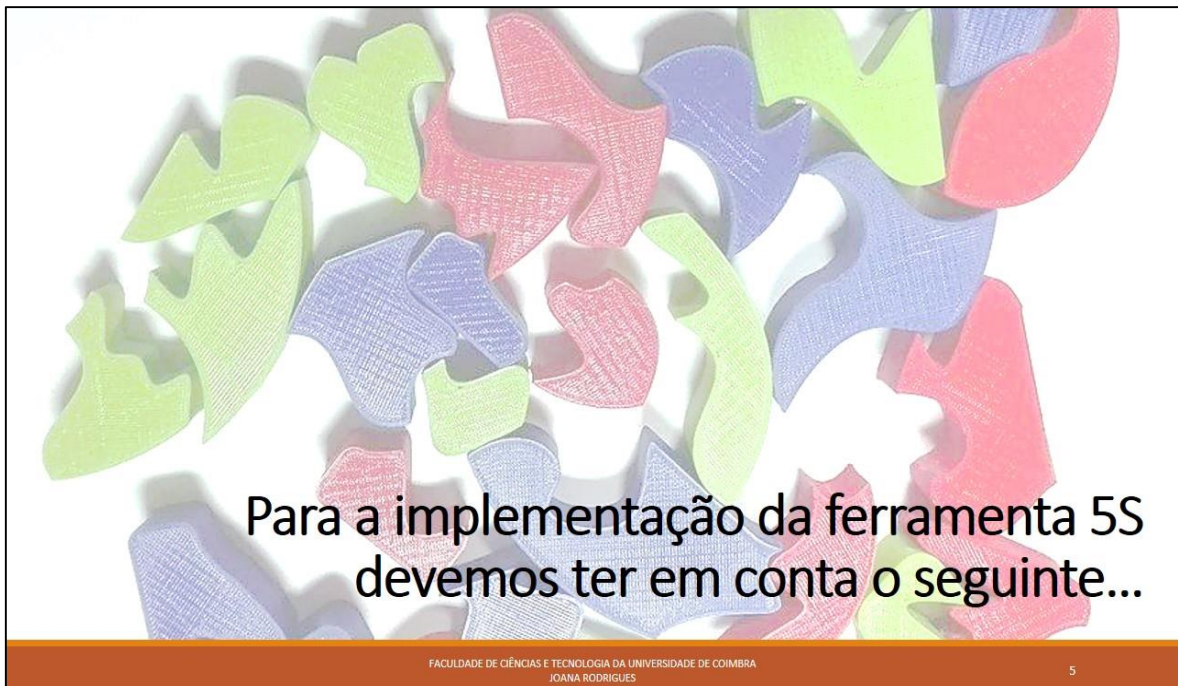
## Situação inicial do jogo

Objetivo: construção da peça sem a implementação da ferramenta 5S no posto de trabalho.



FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA  
JOANA RODRIGUES


4



Para a implementação da ferramenta 5S  
devemos ter em conta o seguinte...

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA  
JOANA RODRIGUES

5

 **Seiri (Seleção)**

- Separação dos materiais necessários dos desnecessários;
- Eliminação dos materiais desnecessários.

Melhor circulação de materiais, mais organização e menos stocks

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA  
JOANA RODRIGUES

6

## Implementação da etapa “Seleção”

- ❖ Separação do material necessário para a construção do puzzle do que não é necessário.



FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA  
JOANA RODRIGUES

7

## 1 2 3 Seiton (Organização)

- Organização dos materiais, informações e objetos necessários de uma maneira funcional;
- Os materiais devem ser etiquetados e classificados quanto à área a que pertencem.



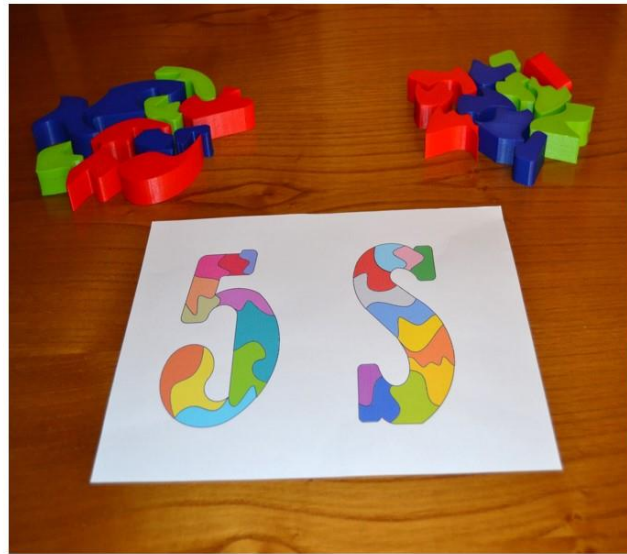
**Acesso mais rápido e eficaz dos materiais que são necessários nesse posto de trabalho**

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA  
JOANA RODRIGUES

8

## Implementação da etapa “Organização”

- ❖ Separação por grupos, “5” e “S”, das peças que os constituem.



FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA  
JOANA RODRIGUES

9

## Seiso (Limpeza)

- Eliminação da sujidade tanto nos materiais, ferramentas como no próprio chão;
- Realização de inspeções regulares ao posto de trabalho.
- ✓ Detetadas anomalias ou erros mais rapidamente;
- ✓ Local de trabalho limpo expressa segurança e qualidade;
- ✓ Promove a imagem da empresa (interna e externamente);



FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA  
JOANA RODRIGUES

10

Mencionar que esta fase não é realizada no jogo em causa porque não tem aplicações práticas que possam ser realizadas para a exemplificar.





## Seiketsu (Normalização)

- Consiste na padronização e normalização dos bons resultados obtidos nos três S's anteriores;
- Elaboração de regras e de auditorias qualitativas e quantitativas de modo a fomentar a responsabilidade de cada trabalhador no seu local de trabalho.

Se este ponto não for implementado, os postos de trabalho voltarão à forma que eram anteriormente não compensando a implementação da ferramenta 5S.

## Implementação da etapa "Normalização"

- ❖ Fornece-se aos alunos uma ficha de processo de montagem do puzzle já separada nos grupos de peças que se elaboraram na etapa "organização";



## Shitsuke (Disciplina)

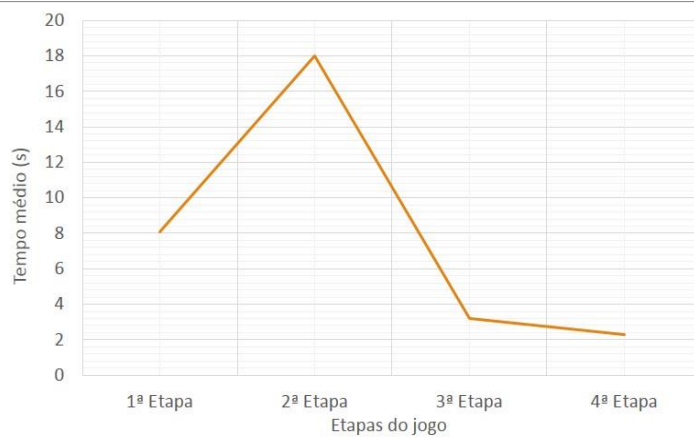
- Continuação e implementação do trabalho realizado com os quatro S's anteriores;
- Criar uma cultura do 5S desde os operários até à gestão de topo pois todos são importantes neste processo;

O objetivo é que com o decorrer do tempo, os trabalhadores consigam implementar o 5S sem se quer estarem a pensar em o fazer.

A fase "Disciplina" do conceito 5S não é aplicável ao jogo pois não existe maneira de a transmitir aos alunos com o jogo que está a ser apresentado, no entanto ficam algumas imagens para demonstrar como seria aplicada esta fase num ambiente industrial/empresarial.

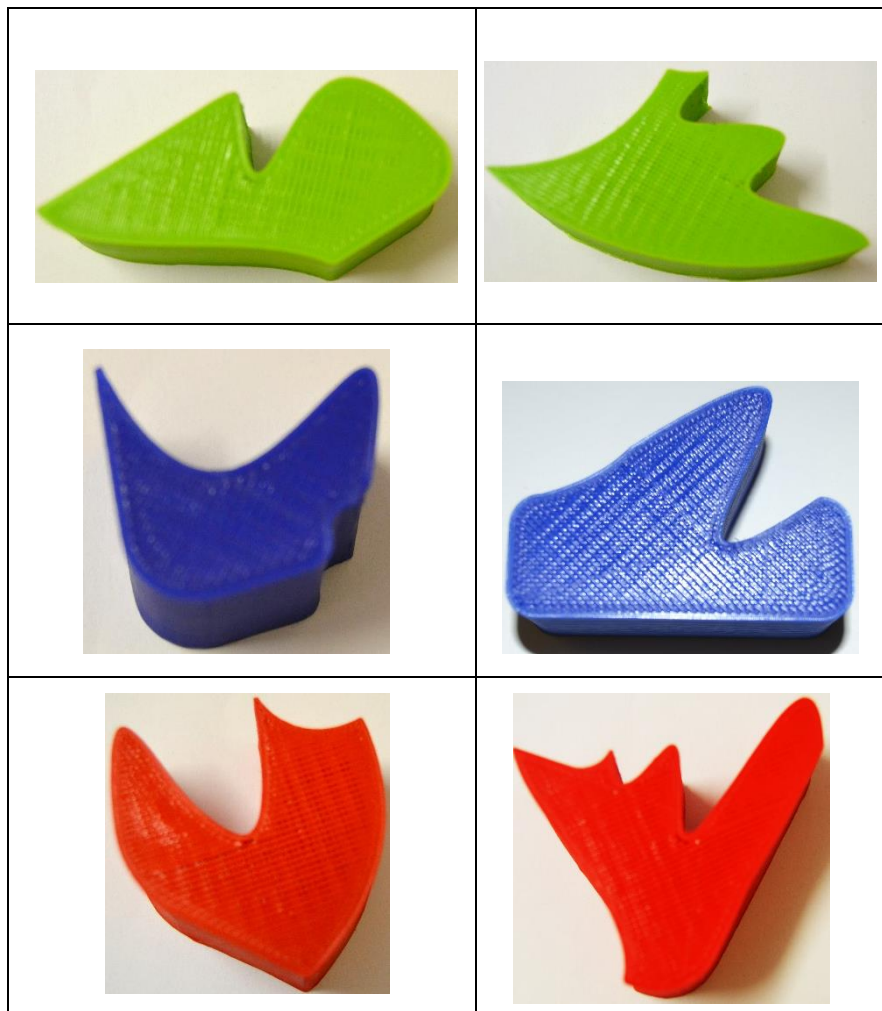


## Análise dos tempos obtidos no jogo 5S



Os resultados obtidos apresentados neste slide são relativos ao teste que foi realizado para complementar a dissertação.

ANEXO A.1.8 – Peças desnecessárias ao jogo do puzzle 5S



# ANEXO A.2 – Jogo dos legos

## ANEXO A.2.1 – Guia do orientador do jogo dos legos

### 1. Apresentação do jogo

O jogo proposto tem o intuito de complementar o estudo da ferramenta 5S englobada no conceito LEAN. Trata-se do estudo da influência que o local de trabalho tem nos tempos de processamento numa linha de produção, passando pela limpeza e pela organização do local.

Serão necessárias no mínimo quatro pessoas para a realização do jogo durante cerca de quarenta e cinco minutos.

O jogo terá sempre uma componente teórica que será apresentada durante o desenvolvimento do jogo nas suas diferentes etapas encontrada no anexo A.2.5.

#### a. Introdução ao jogo:

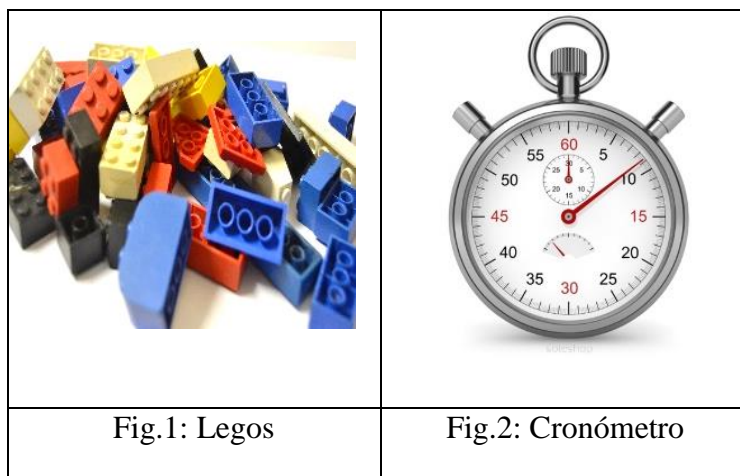
O orientador inicia o jogo explicando os objetivos do jogo que passam pela aprendizagem do conceito 5S, perceber a sua importância prática, conseguir distinguir as diferentes fases do jogo e a construção da peça no menor tempo possível.

#### b. Papel dos participantes:

- Operador A: contruir a peça;
- Temporizador A e B: controlar os tempos do posto de montagem;
- Secretário: Anotar os tempos obtidos e as notas que sejam pertinentes no desenrolar do jogo;

#### c. Material necessário:

- Legos
- Cronómetro;



## 2. Instruções do jogo

Antes de iniciar as instruções do jogo, ter sempre em conta que é necessário tomar nota de todos os tempos dos postos de trabalho correspondentes durante o processo e anotá-los na ficha de processo encontrada no Anexo A.3.

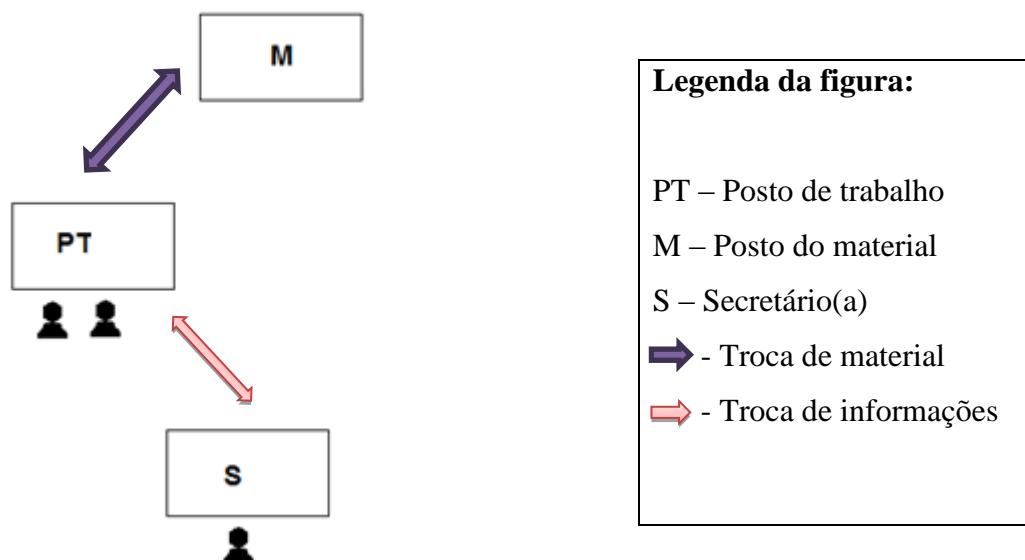
Na situação inicial do jogo não se encontra aplicado o conceito 5S. Os jogadores terão simplesmente acesso à imagem final da peça (Anexo A.2.2).

- I. Seguindo a imagem final fornecida aos alunos, uma pessoa inicia o jogo construindo todos os constituintes da peça;
- II. Cronometrar a tarefa;
- III. Verificar se a peça se encontra de acordo com o pedido;
- IV. Anotar o tempo obtido na ficha de processo (Anexo A.3);
- V. Explicar a primeira etapa do 5S (Seleção), fazer as alterações necessárias e contruir a peça (nesta etapa o pretendido no jogo é a separação dos legos que serão necessários para a construção da peça dos que não são);
- VI. Retirar o tempo da tarefa e anotar na ficha de processo;
- VII. Verificar se a peça está conforme o pretendido;

VIII. Repetir os passos V, VI e VII até que se complete as cinco etapas do 5S (na segunda etapa do 5S, “Organização”, fornece-se aos alunos as informações que se encontram no Anexo A.2.3 e na quarta etapa fornecem-se as informações do Anexo A2.4);

### 3. Disposição da sala de jogo

Uma das lógicas que se pode optar para a disposição da sala de jogo é a seguinte:

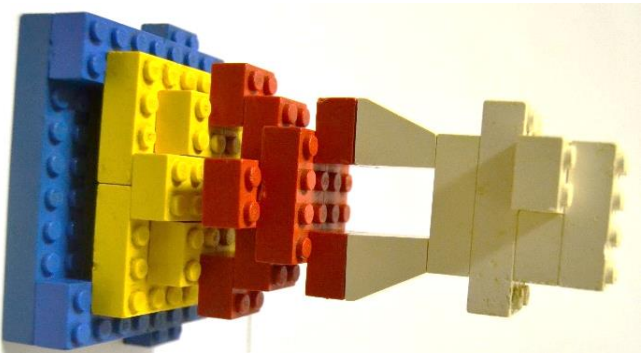
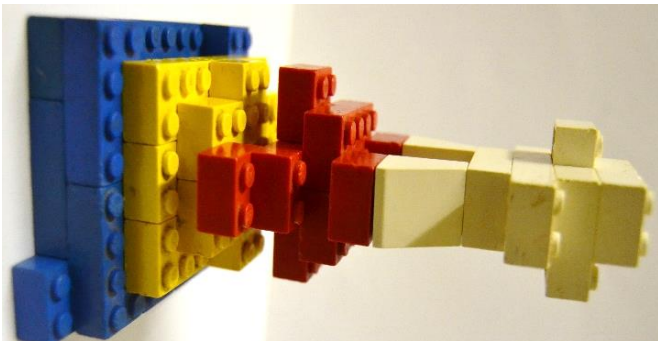
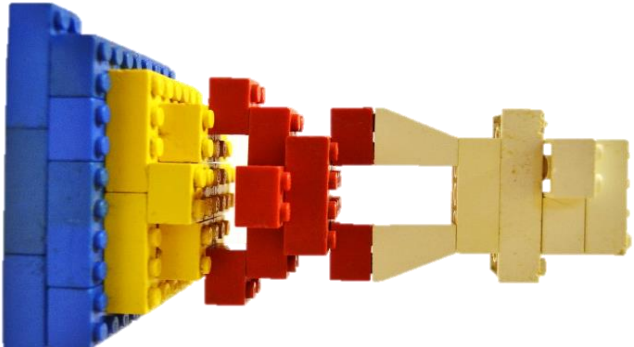


### 4. Organização

Por uma questão de organização antes de iniciar o jogo serão fornecidas aos participantes a ficha de processo que se encontra em anexo para que estes possam anotar os desenvolvimentos do processo, alterações, tempos e as notas que acharem necessárias.




Também se encontra em anexo as diferentes instruções para cada etapa do 5S.




ANEXO A.2.2 – Instruções para a construção da peça



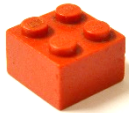
<p>Figura 1 : vista de frente da peça</p>	 A photograph showing the front view of a LEGO assembly. The base is a 2x4 grid of blue bricks. On top of this base, there are two rows of yellow bricks, followed by two rows of red bricks, and finally a white structure on top consisting of a 2x2 grid of white bricks with a central gap.
<p>Figura 2: vista de perfil da peça</p>	 A photograph showing the profile view of the LEGO assembly. It shows the side of the blue base, the yellow and red bricks, and the white structure on top, highlighting the height and depth of the construction.
<p>Figura 3: vista da retaguarda da peça</p>	 A photograph showing the rear view of the LEGO assembly. It shows the back of the blue base, the yellow and red bricks, and the white structure on top, providing a different perspective of the construction.

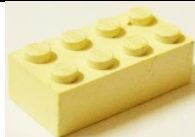





ANEXO A.2.3 – Instruções para a etapa “organização”

<b>Material utilizado na construção da parte azul da peça</b>	
<b>Imagem</b>	<b>Descrição</b>
	10 Legos com dimensão 2 x 4
	1 Lego com dimensão 2 x 2
	1 Lego com dimensão 2 x 10

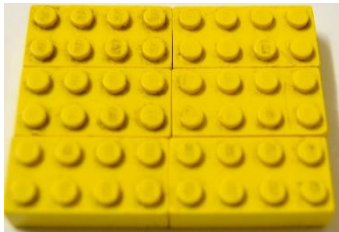
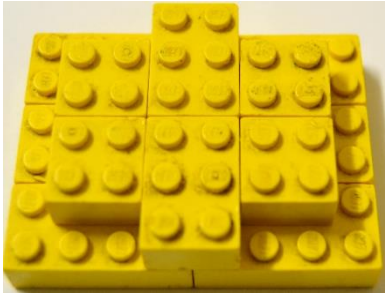
<b>Material utilizado na construção da parte amarela da peça</b>	
<b>Imagem</b>	<b>Descrição</b>
	6 Legos com dimensão 2 x 4
	2 Legos com dimensão 2 x 3
	2 Legos com dimensão 2 x 2

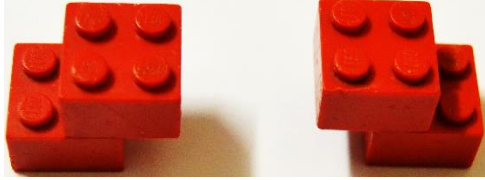
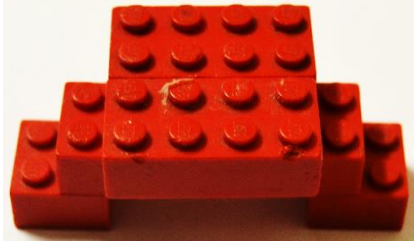
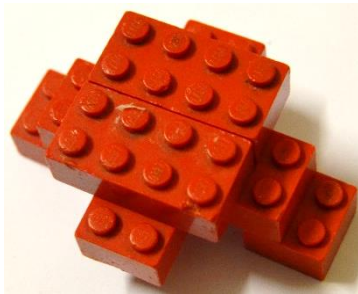
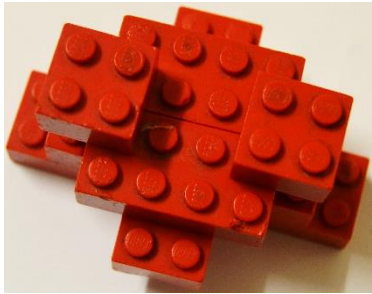
<b>Material utilizado na construção da parte vermelha da peça</b>	
<b>Imagem</b>	<b>Descrição</b>
	2 Legos com dimensão 2 x 4
	2 Legos com dimensão 2 x 3
	6 Legos com dimensão 2 x 2


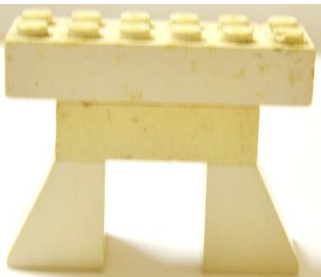
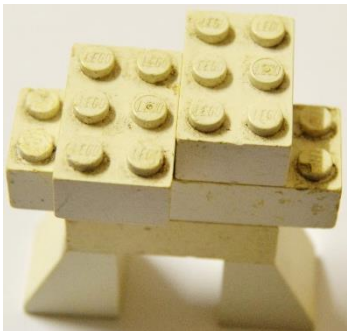
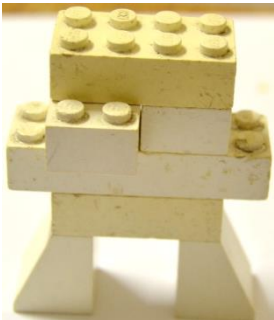
<b>Material utilizado na construção parte branca da peça</b>	
<b>Imagem</b>	<b>Descrição</b>
	2 Legos com dimensão 2 x 4
	2 Legos com dimensão 2 x 3
	2 Legos com dimensão 2 x 1
	1 Lego com dimensão 2 x 6

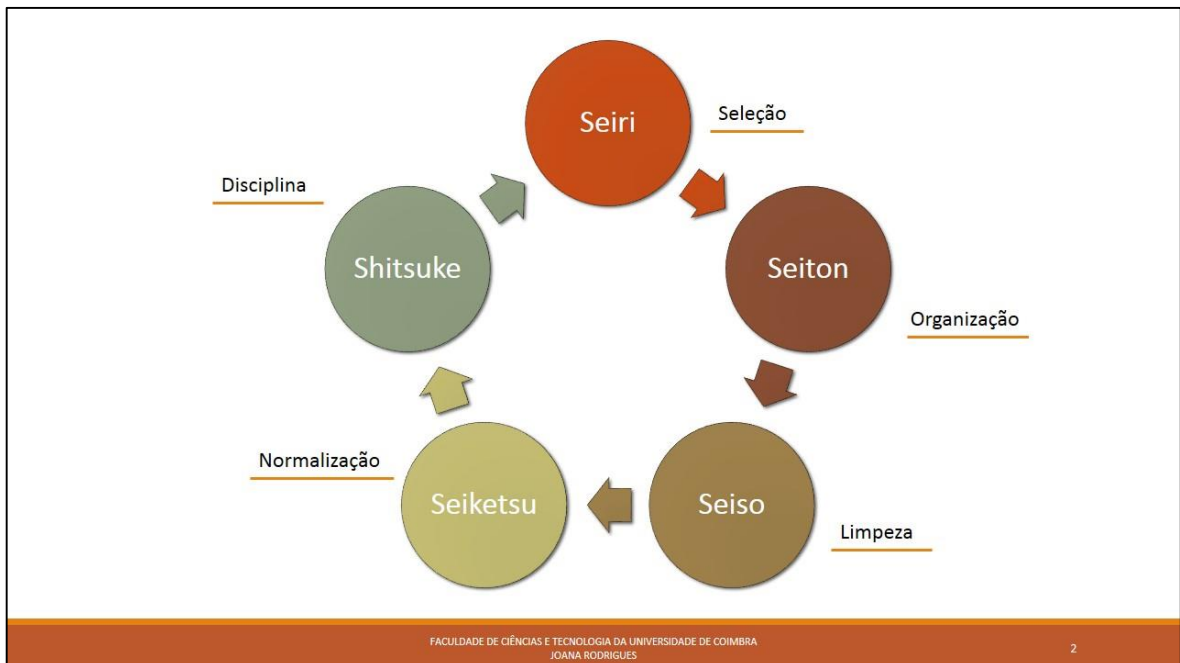
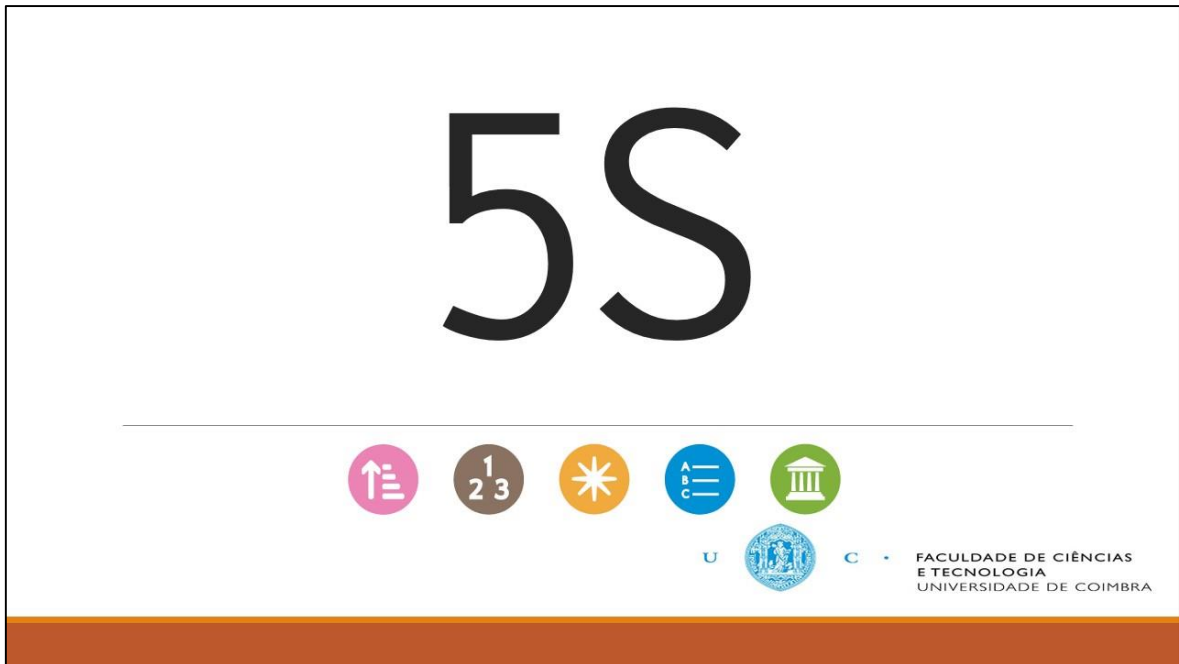
ANEXO A.2.4 - Instruções para a etapa “Normalização”

<b>Standard da construção da parte azul da peça</b>		
<b>Nº</b>	<b>Imagem dos legos</b>	<b>Descrição</b>
1		Inicia-se por colocar três legos com a dimensão de 2 x 4 na parte superior; Seguidamente colocam-se dois legos com dimensões de 2 x 4 verticalmente e um lego de 2 x 10 na parte inferior tal como está demonstrado na figura ao lado.
2		Na junção da primeira e da segunda peça da parte superior da base elaborada no passo anterior, colocar um lego com dimensão 2 x 4 sendo que o seu início será o mais perto possível da junção referida; Centrada na junção da segunda peça e da terceira da parte superior da base estará uma lego com dimensão 2 x 2.
3		Colocar dois legos com dimensões de 2 x 4 nas junções dos legos verticais que existem na base da peça, tanto no lado direito como do esquerdo.

<b>Standard da construção da parte amarela da peça</b>		
<b>Nº</b>	<b>Imagem dos legos</b>	<b>Descrição</b>
1		Construir duas colunas com três linhas de legos com dimensões 2 x 4.
2		Na junção da primeira e da segunda coluna colocar dois legos com dimensões de 2 x 3; Tanto do lado esquerdo como no direito dos legos colocados no centro, colocar dois legos com dimensões de 2 x 2 de modo a ficarem centrados na peça.

<b>Standard da construção da parte vermelha da peça</b>		
<b>Nº</b>	<b>Imagem dos legos</b>	<b>Descrição</b>
1		Colocar dois legos com dimensões de 2 x 2 na base; Nestes dois encaixar mais dois legos idênticos aos anteriores.
2		Para unir as duas partes construídas no ponto anterior, colocar dois legos com dimensões de 2 x 4.
3		Colocar dois legos com dimensões 2 x 3 na parte de baixo dos legos colocados anteriormente e perpendicularmente a estes.
4		Colocar dois legos com dimensões de 2 x 2 nas extremidades dos legos que estão no poço da peça construída tal como está na figura do lado.

<b>Standard da construção da parte branca da peça</b>		
<b>Nº</b>	<b>Imagem dos legos</b>	<b>Descrição</b>
1		Colocar, paralelamente, dois legos com dimensões de 2 x 1.
2		Para unir os dois legos construídos no ponto anterior, colocar um lego com dimensão de 2 x 4; Seguidamente colocar um lego com dimensão de 2 x 6 em cima do anterior.
3		Colocar dois legos com dimensões de 2 x 3 perpendicularmente ao último lego colocados de modo a que o lego da esquerda fique apoiado em 4 casas e as duas sem apoio fiquem voltadas para a parte frontal da peça e o lego da esquerda fique de maneira oposta.
4		Colocar um lego com dimensão de 2 x 4 no topo da peça contruída de maneira horizontal.





## JOGO DOS LEGOS

Material teórico para complementar o guia do orientador do jogo.

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA  
JOANA RODRIGUES

3

## Situação inicial do jogo

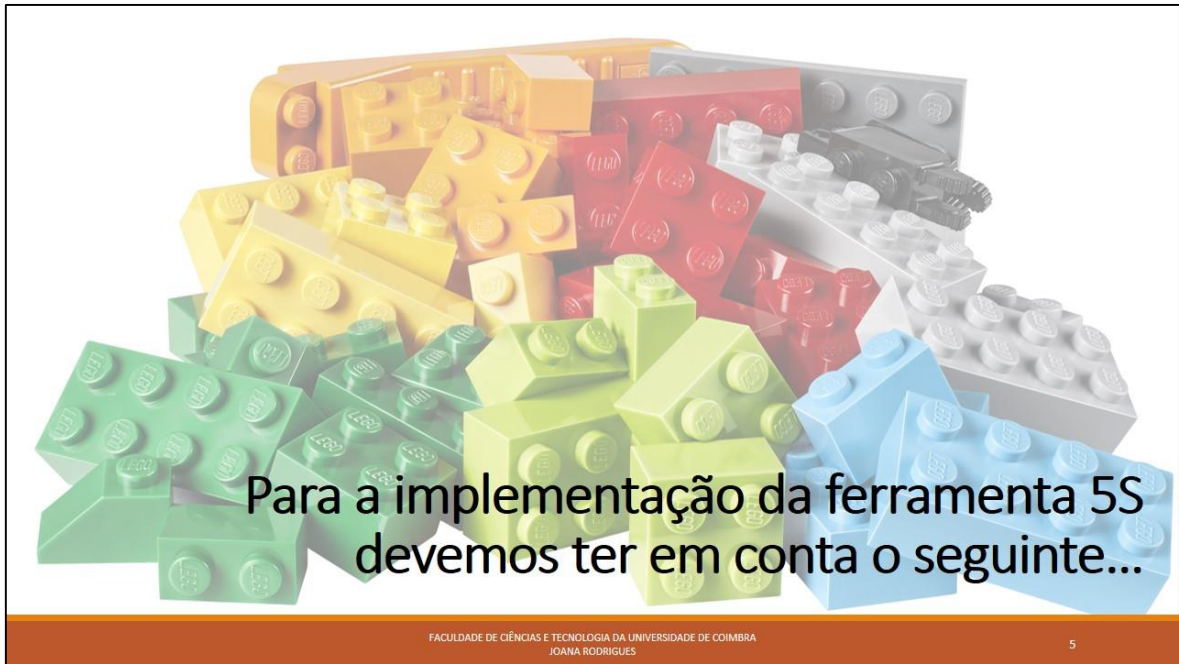
Objetivo: construção da peça sem a implementação da ferramenta 5S no posto de trabalho.



FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA  
JOANA RODRIGUES

4





## Seiri (Seleção)

- Separação dos materiais necessários dos desnecessários;
- Eliminação dos materiais desnecessários.

Melhor circulação de  
materiais, mais  
organização e menos  
stocks

## Implementação da etapa “Seleção”

- Selecionar as peças que são necessárias ao jogo e retirar as restantes;



FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

7

## 1 2 3 Seiton (Organização)

- Organização dos materiais, informações e objetos necessários de uma maneira funcional;
- Os materiais devem ser etiquetados e classificados quanto à área a que pertencem.



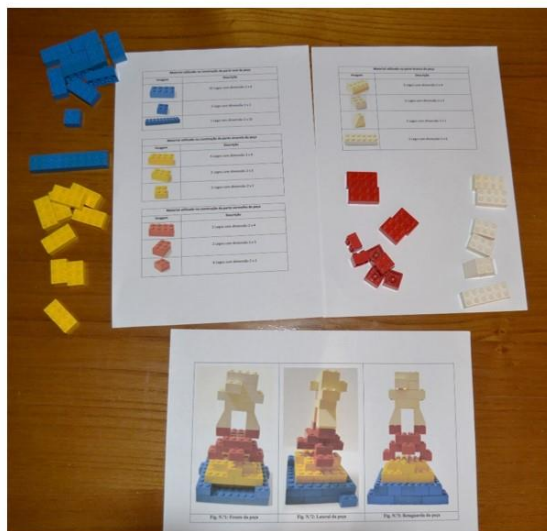
**Acesso mais rápido e eficaz dos materiais que são necessários nesse posto de trabalho**

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

8

## Implementação da etapa “Organização”

- ❖ Fornecimento aos alunos de uma ficha onde constam o número e o tipo de legos necessários para a construção da peça;
- ❖ Separam-se os legos pelos grupos de cores utilizados;



FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

9

## Seiso (Limpeza)

- Eliminação da sujidade tanto nos materiais, ferramentas como no próprio chão;
- Realização de inspeções regulares ao posto de trabalho.
- ✓ Detetadas anomalias ou erros mais rapidamente;
- ✓ Local de trabalho limpo expressa segurança e qualidade;
- ✓ Promove a imagem da empresa (interna e externamente);



FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

10

Mencionar que esta fase não é realizada no jogo em causa porque não tem aplicações práticas que possam ser realizadas para a exemplificar.

## Seiketsu (Normalização)

- Consiste na padronização e normalização dos bons resultados obtidos nos três S's anteriores;
- Elaboração de regras e de auditorias qualitativas e quantitativas de modo a fomentar a responsabilidade de cada trabalhador no seu local de trabalho;

Se este ponto não for implementado, os postos de trabalho voltarão à forma que eram anteriormente não compensando a implementação da ferramenta 5S.

## Implementação da etapa "Normalização"

- ❖ Fornecem-se aos alunos instruções de montagem da peça separando-as pelas quatro partes coloridas que possui;





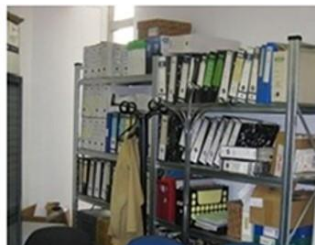
## Shitsuke (Disciplina)

- Continuação e implementação do trabalho realizado com os quatro S's anteriores;
- Criar uma cultura do 5S desde os operários até à gestão de topo pois todos são importantes neste processo;

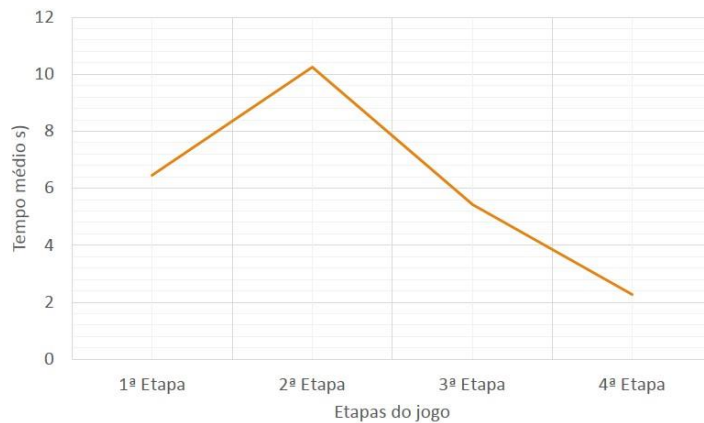


O objetivo é que com o decorrer do tempo, os trabalhadores consigam implementar o 5S sem se quer estarem a pensar em o fazer.

A fase "Disciplina" do conceito 5S não é aplicável ao jogo pois não existe maneira de a transmitir aos alunos com o jogo que está a ser apresentado, no entanto ficam algumas imagens para demonstrar como seria aplicada esta fase num ambiente industrial/empresarial.



## Análise dos resultados obtidos



Os resultados obtidos apresentados neste slide são relativos ao teste que foi realizado para complementar a dissertação.

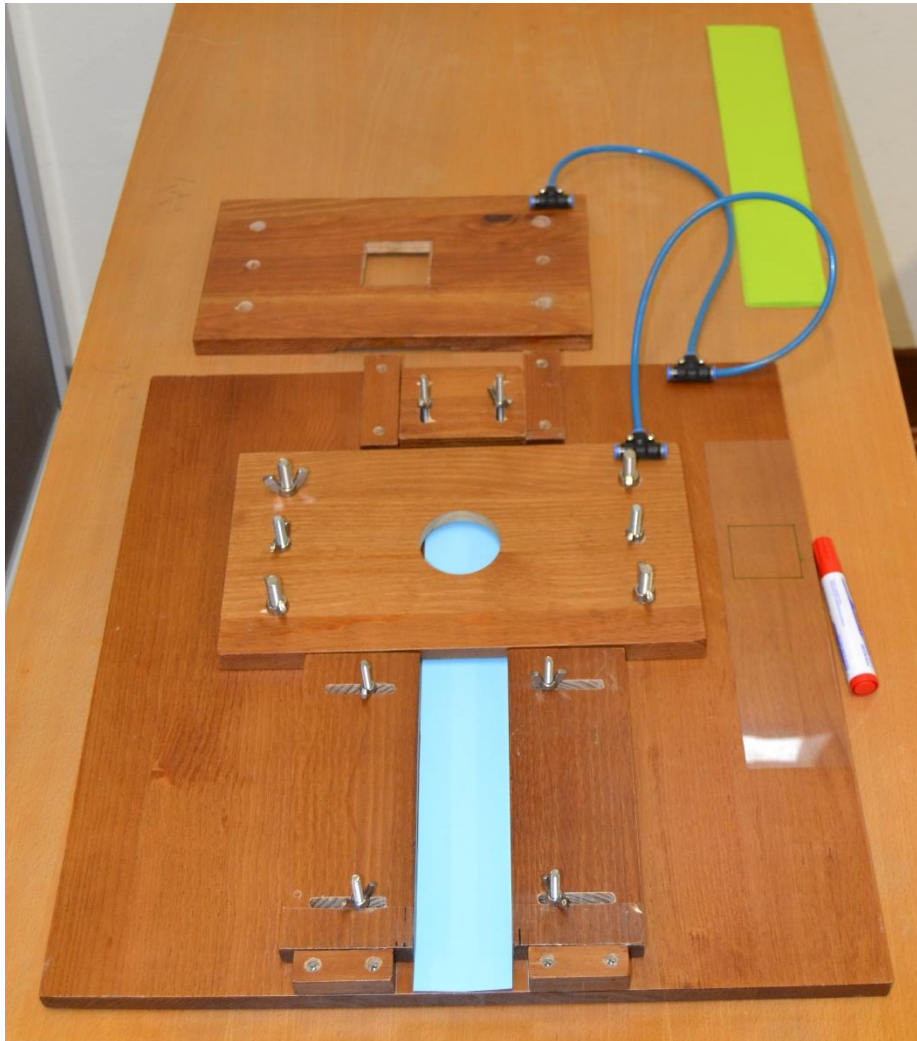
# ANEXO A.3 – Ficha de processo: Registo dos tempos obtidos nos jogos 5S

<b>Ficha de processo N.º1: Registos dos tempos recolhidos das diversas fases de implementação da ferramenta 5S</b>	
	<b>Tempo</b>
<b>1ª Etapa</b> (S/ implementação do conceito 5S)	
<b>2ª Etapa</b> (Seleção)	
<b>3ª Etapa</b> (Seleção + Organização)	
<b>4ª Etapa</b> (Seleção + Organização + Limpeza)	
<b>5ª Etapa</b> (Seleção + Organização + Limpeza + Normalização)	
<b>6ª Etapa</b> (Seleção + Organização + Limpeza + Normalização + Disciplina)	





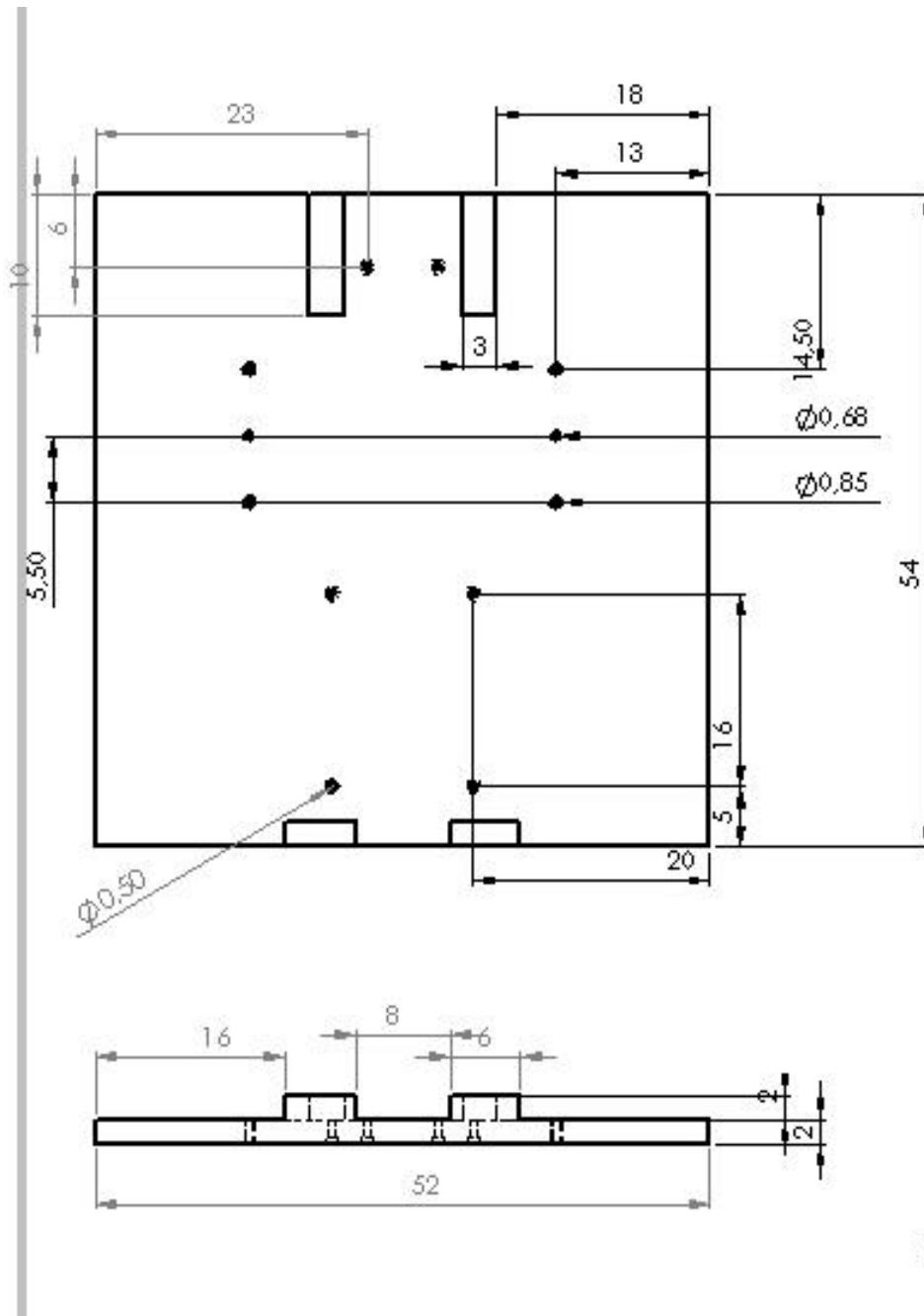
## ANEXO B – JOGO SMED



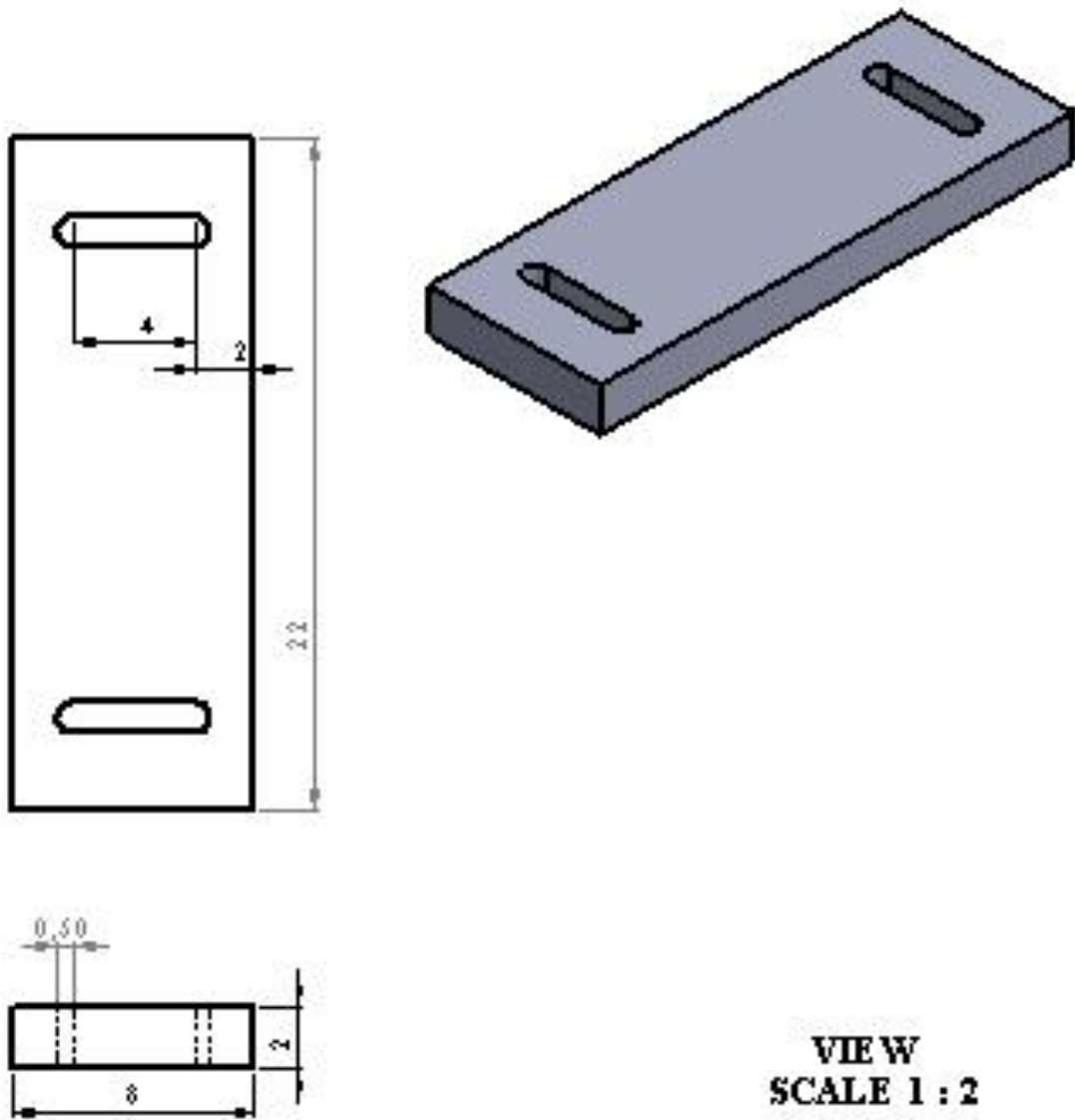
Nas páginas seguintes encontram-se todos os anexos referentes ao jogo SMED.

# Anexo B.1 – Dimensões das diversas peças do jogo

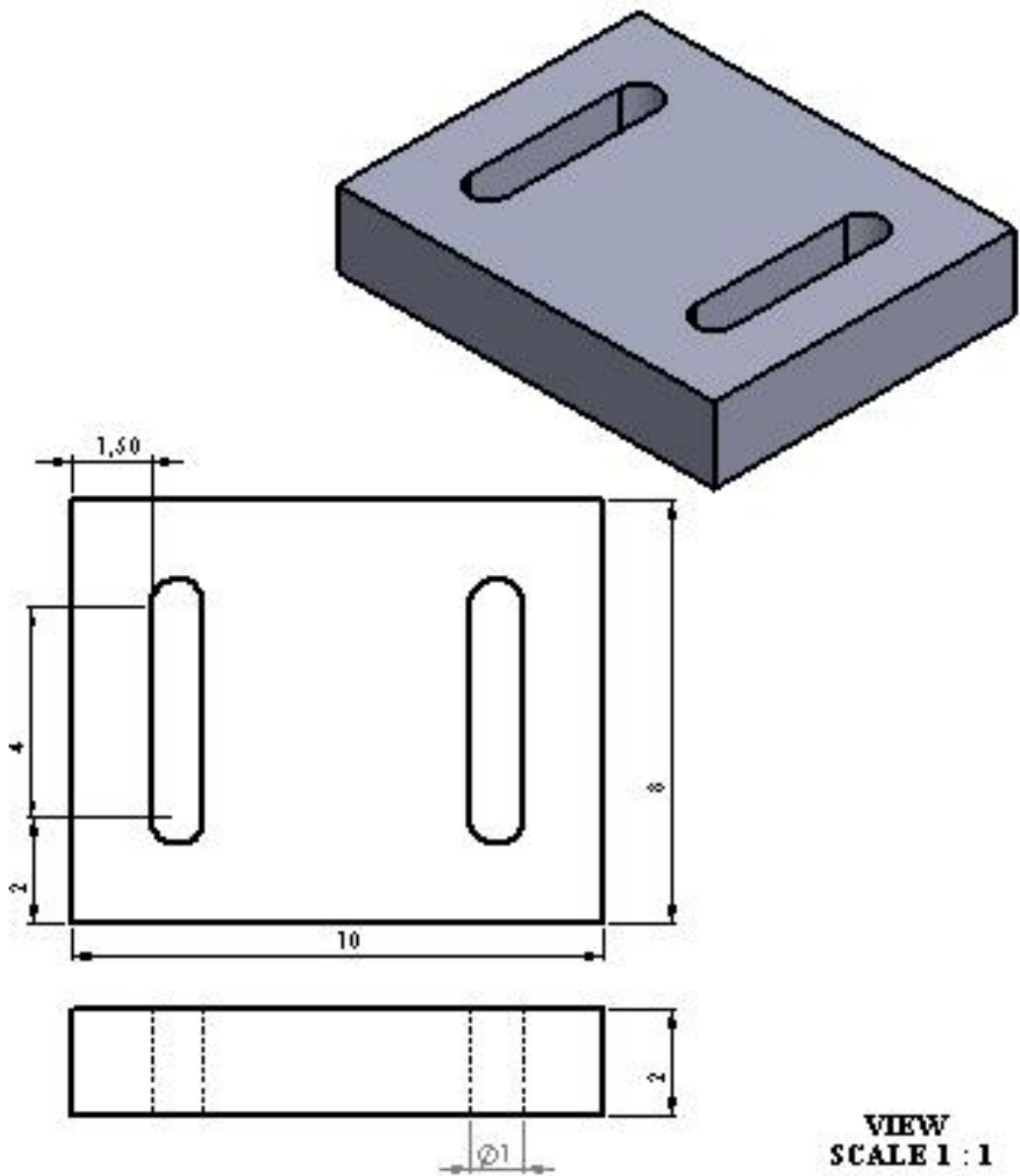
## Anexo B.1.1 – Base da máquina



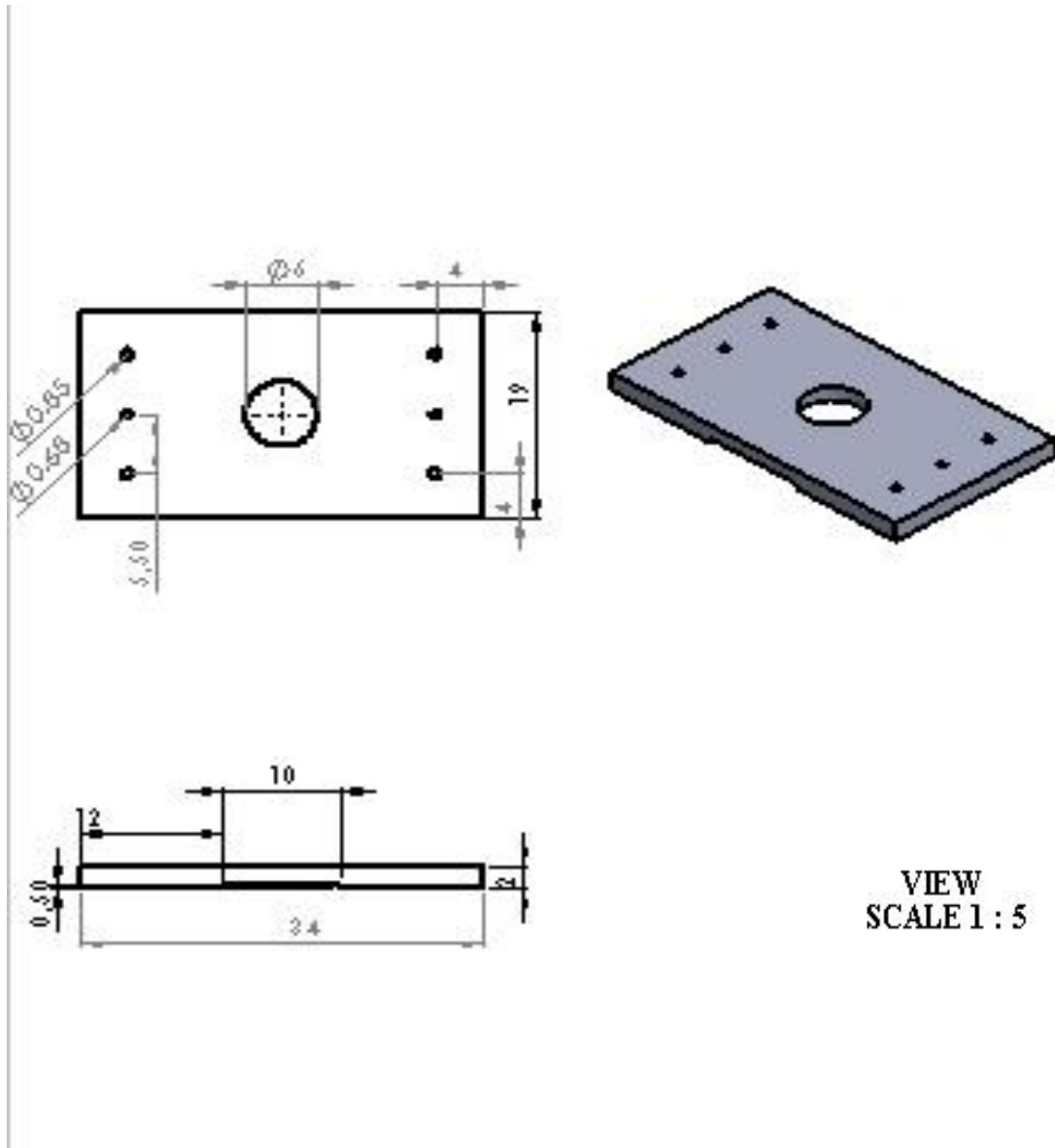
## Anexo B.1.2 – Placa lateral do jogo



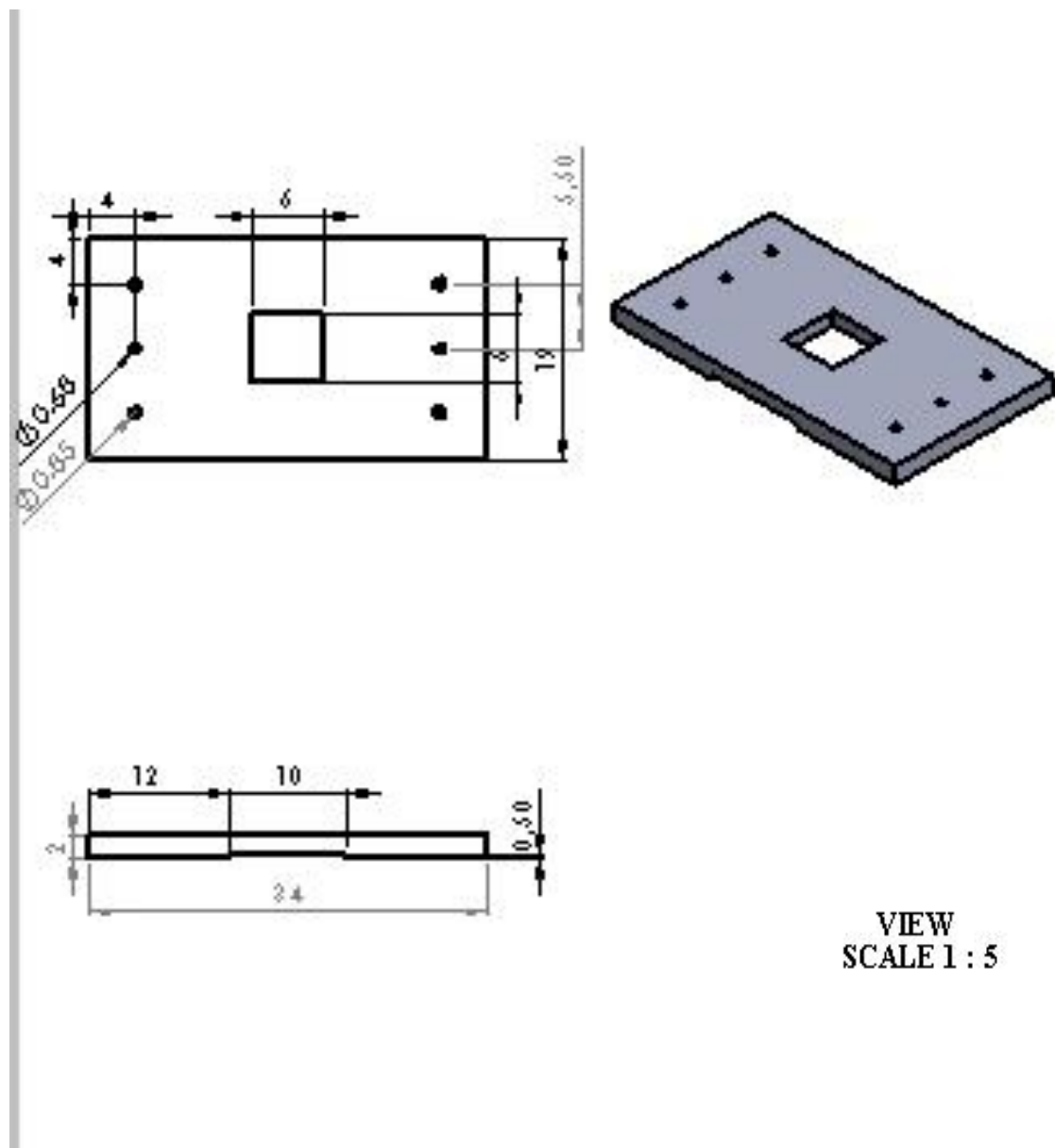
Anexo B.1.3 – Placa superior do jogo



## Anexo B.1.4 – Placa central número um do jogo



Anexo B.1.5 – Placa central número dois do jogo



# ANEXO B.2 – Guia do orientador do jogo SMED

## 1. Apresentação do jogo

O jogo proposto tem o intuito de complementar o estudo da ferramenta SMED, Redução dos tempos de Setup, enquadrada no conceito LEAN. Trata-se do estudo da troca de ferramentas constante, das regras descritas abaixo e da análise dos tempos de setup que serão obtidos durante o jogo. Serão necessárias no mínimo quatro pessoas para a realização do jogo durante cerca de 45 minutos.

O jogo terá sempre uma componente teórica que será apresentada durante o jogo nas diferentes etapas deste e que se encontra em anexo (Anexo B.4).

### a. Introdução ao jogo:

O orientador inicia o jogo explicando:







- Equipamento utilizado: base de apoio que terá duas placas removíveis (identificando-se como placa número um e dois tendo respetivamente, um círculo e um quadrado no centro) para que se consiga a imagem destas figuras nas fitas adequadas; ferramentas de apoio para a montagem/desmontagem do jogo; fitas coloridas para a ilustração das figuras (azul para o desenho do círculo e verde para o desenho do quadrado);
- Objetivos do jogo: ilustração prática da ferramenta SMED, compreender as atividades internas e externas, perceber os ganhos potências nos tempos de setup e os impactos provocados pelas alterações efetuadas durante o jogo.

**b. Papel dos participantes:**






- Operador: realizar a montagem do jogo e troca de ferramentas;
- Temporizador A e B: controlar os tempos de jogo e troca de ferramentas;
- Secretário: tomar nota dos tempos obtidos e das sequências de atividades realizadas.

**c. Material necessário:**

- Placa de base;
- Placa número 1 e 2;
- Luvas;
- Chave de bocas para M6, M8 e M10;
- Porcas M6, M8 e M10;
- Porcas de orelhas M6, M8 e M10;
- Cronómetro;
- 8 fitas de cartolina verde e azul;
- Cabo de ligação;
- Marcadores.

		
<p>Fig.1: Placa base</p>	<p>Fig.2: Placa n.º 1</p>	<p>Fig.3: Placa n.º 2</p>
		
<p>Fig.4: Luvas</p>	<p>Fig.5: Chave de bocas M6, M8 e M10</p>	<p>Fig.6: Porcas M6, M8 e M10</p>



		
Fig.7: Porcas de orelhas M6, M8 e M10	Fig.8: Cronometro	Fig.9: 8 Fitas de cartolina azul e verde
		
Fig.10: Cabos de ligação	Fig.11: Marcadores	

## 2. Instruções do jogo

Antes de iniciar as instruções do jogo, ter sempre em conta que é necessário tomar nota de todos os tempos e sequência de atividades que foram retirados durante o processo e anotá-los na ficha de processo (Anexo B.3); tomar nota de todas as alterações que são realizadas desde o início do processo até ao seu final, principalmente no que toca à passagem de atividades internas para externas; a placa base tem esboçado na sua lateral o número um, tal como também as placas número um e dois têm os seus números esboçados para que a orientação destas na sua montagem seja a mais correta.

A sequência que se encontra abaixo é um simples exemplo de como poderão ser feitas as operações do jogo, podendo sempre haver alterações.

- VII. Pré-aquecer a placa número 1 durante cerca de 3 minutos;
- VIII. Colocar as luvas;
- IX. Retirar a placa que se encontra na base;
- X. Colocar a placa número um sobre a placa base;
- XI. Colocar a fita correspondente, neste caso a azul;

- XII. Ajustar a máquina para que o desenho na fita esteja correto;
- XIII. Desenhar numa fita azul a figura da placa número 1;
- XIV. Verificar se a figura ficou em conformidade com a fita tipo;
- XV. Caso o desenho esteja conforme o pedido, seguir em frente; caso não esteja conforme o pedido, voltar a realizar os passos VI, VII e VIII até que o desenho esteja correto;
- XVI. Na segunda etapa, explicar o que são atividades internas e externas, proceder à sua separação e efetuar as alterações necessárias no jogo;
- XVII. Realizar novamente a sequência semelhante à acima descrita (desde o passo I até ao IX);
- XVIII. Na terceira etapa procede-se à transformação de atividades internas em externas; mais uma vez, realizar as alterações que serão necessárias;
- XIX. Realizar novamente a sequência semelhante à acima descrita (desde o passo I até ao IX);
- XX. Na quarta e última fase, o objetivo é de simplificar, otimizar e racionalizar todas as atividades, quer internas quer externas; mais uma vez realizam-se as alterações que são necessárias ao jogo;
- XXI. Efetuar as alterações previstas e voltar a realizar os processos anteriores.

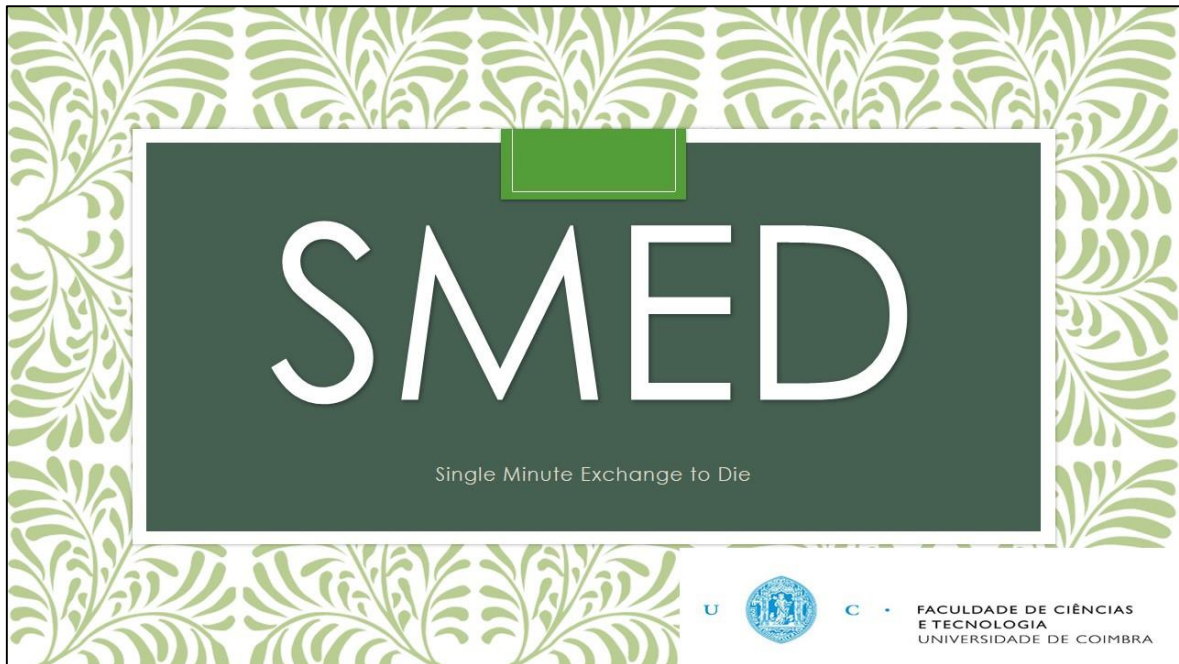
### **3. Organização**

Por uma questão de organização antes de iniciar o jogo serão fornecidas aos participantes as fichas de processo que se encontra em anexo para que estes possam anotar os desenvolvimentos do processo, alterações, tempos e as notas que acham necessárias.

## Anexo B.3 – Ficha de processo do jogo SMED

<b>Ficha de processo</b>		
<b>N.º</b>	<b>Operação</b>	<b>Tempo</b>

# ANEXO B.4 – Apresentação PowerPoint



The content slide has a dark green background with a light green border. It contains a bulleted list of three points. At the bottom, there is a small number '2' and the text 'Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra Joana Rodrigues'.

- Surgiu entre 1950 e 1960 no Japão;
- Ferramenta desenvolvida pelo Sr. Shigeo Shingo (engenheiro da Toyota);
- Análise dos tempos das operações e da mudança de ferramentas.

2  
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra  
Joana Rodrigues



**Situação inicial do jogo**

Inicialmente a ferramenta SMED não é aplicada no jogo para que depois se consiga verificar as melhorias provocadas pela ferramenta relativamente aos tempos de jogo;

Seguidamente, acompanhar as instruções do jogo dadas no guia do orientador;

4

Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra  
Joana Rodrigues

## Aplicação do SMED ao jogo

- Antes de mais...

Atividades Internas	Atividades Externas
São todas as operações que apenas podem ser desempenhadas quando máquina está parada.	São todas as operações que podem ser desempenhadas quando a máquina está em funcionamento;
Exemplos: <ul style="list-style-type: none"><li>• Fazer login num programa;</li><li>• Introduzir/remover ferramentas/peças;</li></ul>	Exemplo: <ul style="list-style-type: none"><li>• Trazer o material necessário;</li><li>• Fazer/preencher a documentação essencial;</li></ul>

Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra  
Joana Rodrigues

5

## Etapas do SMED

- 1º Etapa: Observar o trabalho realizado

- ❖ Compreender exatamente como o setup é executado atualmente;
- ❖ Identificar os tempos mortos do processo e da pessoa;
- ❖ Analisar, questionar e dar sugestões de melhoria;
- ❖ Eliminar tarefas que não são necessárias.



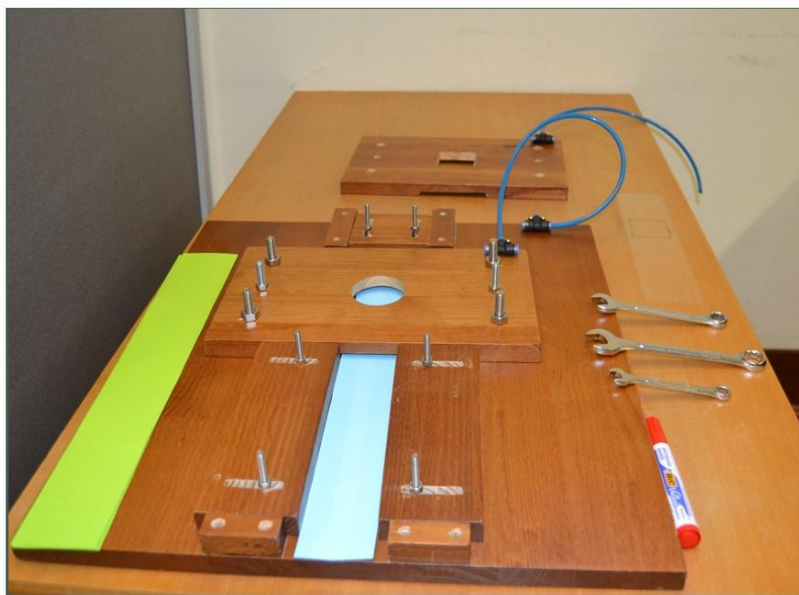
Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra  
Joana Rodrigues

## Etapas do SMED

### 2º Etapa: Separar as atividades internas e externas

- ❖ Elaborar uma sequência das operações de setup;
- ❖ Esta sequência deve conter todas as ferramentas e peças utilizadas tal como os valores numéricos usados no controlo das operações;
- ❖ Elaborar uma *check list* de todos os itens necessários nos setups;
- ❖ Melhorar a coordenação de movimentação de pessoas, materiais e equipamentos.

Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra  
Joana Rodrigues



### Hipóteses de alterações da situação anterior

- Calçar as luvas antes de iniciar o trabalho;
- Colocar as ferramentas necessárias perto da mesa de trabalho;

Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra

## Etapas do SMED

**3º Etapa: Transformar as atividades internas em externas** →

**Conceito mais básico do SMED**

- ❖ Ter em atenção as atividades que provocam a paragem do processo e questionar o porquê dessa paragem;
- ❖ Descobrir como eliminar os motivos de paragem do processo;
- ❖ Questionar se as atividades internas têm de ser necessariamente feitas como está estipulado ou se podem ser realizadas de outras maneiras;
- ❖ Encontrar maneiras para que as atividades internas sejam realizadas quando a máquina está em funcionamento.



Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra  
Joana Rodrigues

## Etapas do SMED

**4º Etapa: Simplificar, otimizar e racionalizar todas as atividades**

Internas:	Externas:
As peças a substituir durante o processo devem de ser fácil inserção/remoção;	Melhorar o transporte de peças/materiais necessários;
As peças de aperto devem ser com o menor número de voltas possível;	Guardar o material necessário junto à máquina;
Desenvolver o trabalho em equipa com operações em paralelo;	Padronizar métodos;
Reduzir ou eliminar os ajustes através de sistemas anti-erro.	Utilizar as instruções de trabalho e formalizar os procedimentos.

Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra  
Joana Rodrigues



## Hipóteses para alterações da mesa de jogo

Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra  
Joana Rodrigues

11





## APÊNDICE A – JOGO TAKT-TIME

# Apêndice A.1 – Guia do orientador do jogo

### 1. Apresentação do jogo

O jogo proposto tem o intuito de complementar o estudo do conceito Takt-time bastante utilizado como auxílio às ferramentas *Lean*. Trata-se do estudo de como o conceito “Tempo de Ciclo” pode auxiliar o ritmo de produção na linha de montagem de interruptores.

O jogo realizado baseou-se no jogo apresentado na dissertação de mestrado “Desenvolvimento de soluções de simulação de Lean Management” cujo autor é Ivo Silva.

Ter em atenção ao seguinte: na compra dos interruptores verificar que a sua montagem contempla algumas operações (pelo menos oito), isto é que a montagem do interruptor se consiga fazer com processos com alguma complexidade de modo a que o jogo seja viável, mais realista e interessante. Também é do interesse que haja alguma preocupação com o custo destes interruptores para que se consiga um custo total o mais reduzido possível. Uma das soluções para estes requisitos seria uma ficha inglesa, que tem cerca de onze componentes (Apêndice A.3) e um custo razoável logo, considerou-se para a elaboração deste guia a utilização desta peça, ainda que este seja aplicável a peças semelhantes.

Para que o jogo tivesse mais operações, adicionou-se as operações “embalagem” e “etiquetagem” no final da linha de produção.

O tempo, a produção requerida e o número de pessoas necessárias para a linha de montagem são valores que devem ser definidos antes de se iniciar o jogo pelo orientador do jogo. No entanto, aconselha-se um tempo total de cerca de 20 minutos e de no mínimo cinco pessoa para a montagem dos interruptores.

**a. Introdução ao jogo:**

O orientador inicia o jogo explicando os objetivos do jogo que passam pela aprendizagem do conceito Takt-time e perceber a sua importância de modo a que os alunos consigam perceber a se pode conciliar a produção com a procura do cliente.

**b. Papel dos participantes:**

- Operador (es): contruir a peça;
- Temporizador (es): controlar os tempos do posto de montagem;
- Secretário: anotar os tempos obtidos e anotar anomalias do jogo.

**2. Instruções do jogo**

Antes de iniciar as instruções do jogo, ter sempre em conta que é necessário tomar nota de todos os tempos dos postos de trabalho correspondentes durante o processo e anotá-los na ficha de processo correspondente (Apêndice A.2).

Para cronometrar o tempo, e de modo a que não seja necessário mais uma pessoa por cada posto de trabalho, as pessoas que estão a trabalhar no posto cronometram o seu tempo.

Como o suposto é aprender a balancear linhas de montagem com o recurso ao Takt – Time, este deverá ser calculado antes de se iniciar o jogo, dependendo sempre do tempo definido para o jogo e da quantidade de fichas que será suposto montar.

As operações que se realizaram terão que ser repartidas pelos diferentes postos de trabalho. Como inicialmente o pretendido é ter uma linha de montagem que não seja balanceada, as operações podem ser repartidas pelos postos de trabalho aleatoriamente.

Antes de iniciar o jogo, os alunos em conjunto como orientador, elaboram um esquema de precedências para perceberem como decorrerá a montagem da peça.

Uma noção para que as precedências tenham alguma lógica é a seguinte:

<b>Operações</b>	<b>Precedências</b>
Inserir o parafuso A	-
Colocar fixador	a, c
Colocar pino simples	-
Colocar pino grande	b
Colocar pino som suporte	b
Encaixar suporte	b
Encaixar fusível no suporte	-
Encaixar o fusível no pino	d,e,f
Inserir tampa fêmea	h,g
Colocar parafuso B	i
Colocar o papel de instruções	j
Embalar ficha	k
Etiquetar saco	l

O jogo segue as etapas descritas abaixo:

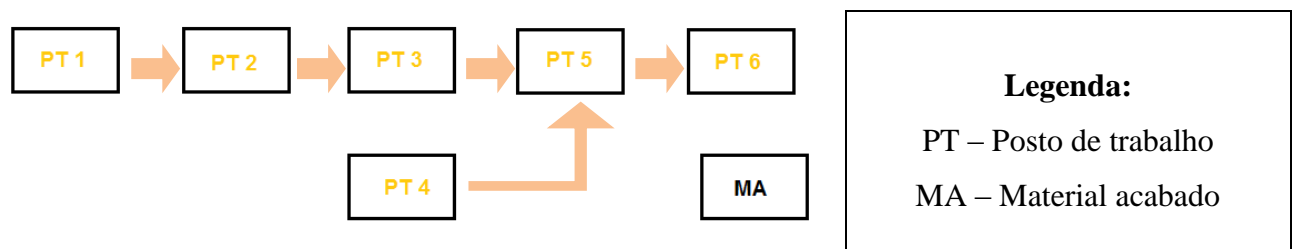
- I. Iniciar a montagem das fichas;
- II. Cronometrar as operações em cada posto de trabalho;
- III. Analisar os tempos obtidos e balancear a linha de montagem consoante o Takt – time obtido;
- IV. Reestruturar a linha de montagem;
- V. Voltar a realizar os passos anteriores até se encontrar a melhor solução para a linha de montagem.

### 3. Disposição da sala de jogo

Os postos de trabalho dependerão das tarefas que lhes são atribuídas, as precedências e do número de pessoas que participam no jogo como operadores.

No exemplo seguinte seguiu-se as precedências que foram descritas acima e optou-se por utilizar seis operadores tendo em conta que cada um ficaria encarregue de um posto.

Uma das lógicas que se pode optar para a disposição da sala de jogo é a seguinte:



### 4. Organização

Por uma questão de organização antes de iniciar o jogo serão fornecidas aos participantes a ficha de processo que se encontra em anexo para que estes possam anotar os desenvolvimentos do processo, alterações, tempos e as notas que acharem necessárias.

Também se encontra em anexo as diferentes instruções para cada etapa do 5S.

# Apêndice A.2: Ficha de Processo do jogo Takt-time

Nº	Operações	Tempo (s)

## Apêndice A.3: Componentes da ficha inglesa

Imagem retirada da dissertação: “Desenvolvimento de soluções de simulação de Lean Management” de Ivo Silva (2011).

