



Liliana Figueiredo Chaves

Simulação por Eventos Discretos aplicada à aprendizagem *Lean*

Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial apresentada no Departamento de Engenharia Mecânica
da Universidade de Coimbra

Julho/2018



UNIVERSIDADE DE COIMBRA



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA

Simulação por Eventos Discretos aplicada à aprendizagem *Lean*

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

Lean learning through Discrete Events Simulation

Autor

Liliana Figueiredo Chaves

Orientador

Professor Mestre Pedro Miguel Fernandes Coelho

Júri

Presidente Professor Doutor **Luís Miguel Domingues Fernandes
Ferreira**
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Vogais Professor Mestre **Pedro Miguel Fernandes Coelho**
Assistente Convidado da Universidade de Coimbra
Professor Doutor **Cristóvão Silva**
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Orientador Professor Mestre **Pedro Miguel Fernandes Coelho**
Assistente Convidado da Universidade de Coimbra

Coimbra, julho, 2018

“Live life to the fullest, and the focus on the positive.”

Matt Cameron

À minha mãe.

Agradecimentos

A elaboração da dissertação de mestrado é sem dúvida o culminar de uma das etapas mais importantes da minha formação académica, e sem o apoio e colaboração de algumas pessoas, a dissertação que aqui se apresenta não seria possível. Como tal, quero expressar o meu reconhecimento às pessoas que de certa forma contribuíram para que a realização desta fosse concretizada.

Em primeiro lugar agradeço à minha mãe, Maria da Trindade, e irmãos, Vânia e Fábio, pelo apoio, confiança e dedicação que tiveram ao longo de toda a minha vida apesar da distância.

Ao meu orientador, Professor Pedro Coelho, pela receptividade e na orientação desta dissertação desde ideias, sugestões e orientação científica.

Um grande agradecimento ao João Vitorino pela imensa paciência, apoio incondicional e por acreditar sempre em mim, mesmo quando eu não acreditava.

Aos amigos que fiz em Coimbra, por toda a confiança e incentivo no meu desenvolvimento profissional e pessoal.

Por fim, um agradecimento às funcionárias e aos colegas de casa da residência universitária Pólo II-2, pela boa companhia e disposição durante a realização desta dissertação.

A todos, um sincero obrigado!

Resumo

Atualmente, existe um aumento na procura de boas práticas para melhorar o desempenho das organizações. Neste sentido, a filosofia *Lean* tem sido uma das principais abordagens adotadas. *Lean* é umas das áreas de ensino em Engenharia e Gestão Industrial (EGI), e por forma a melhorar a aprendizagem dos seus conceitos e práticas, desenvolvem-se jogos didáticos que simulam a aplicação das suas ferramentas. Uma das formas de dinamizar a aprendizagem é através do uso de jogos digitais. O desenvolvimento deste tipo de jogos pode facilitar no processo de aprendizagem *Lean*, permitindo um envolvimento ativo dos participantes.

A presente dissertação tem como principal objetivo o desenvolvimento de jogos através da Simulação por Eventos Discretos (DES) para a aprendizagem de ferramentas *Lean*.

Desenvolveu-se um jogo simples e aplicado a uma comunidade mais abrangente sobre a Gestão Visual. Esta é uma ferramenta simples e desta forma, permite facilmente mostrar o impacto das ferramentas *Lean* na gestão industrial. Além desta proposta, é desenvolvido um jogo sobre a implementação dum sistema *Kanban*, essencialmente aplicado a alunos do ensino superior, sendo útil como componente de apoio ao método tradicional. Estes jogos digitais foram desenvolvidos e implementados num *software* gráfico de DES, o SIMUL8.

Após a avaliação, com recurso a questionários, o jogo de Gestão Visual mostrou ser um jogo simples e de fácil perceção. Para uma avaliação mais eficaz será necessário estender o processo a um número de utilizadores mais heterogéneo. Em relação ao jogo do método *Kanban*, foi totalmente desenvolvido, no entanto deverá ser otimizado com parâmetros que evidenciem o impacto da utilização desta ferramenta, sendo posteriormente possível de validá-lo de acordo com as propostas indicadas de avaliação.

A ferramenta DES é útil e adequada na construção de jogos de simulação, em particular com a temática *Lean*.

Palavras-chave: *Lean*, Simulação por Eventos Discretos (DES), Jogos de simulação, Gestão Visual, *Kanban*, Aprendizagem ativa.

Abstract

Nowadays there is an increasing demand for best practices to improve organizations' efficiency and performance. In this matter, the philosophy of Lean has been one of the main adopted approaches. Lean is one of the fields studied during the course of Industrial Management and Engineering also known as (EGI), in order to improve the learning of its concepts and practices, some games that simulate the application of its tools have been developed. One of the ways to stimulate learning is through the use of digital games. The development of this kind of games may ease the Lean learning process, allowing active involvement of participants.

The present thesis has as main goal the development of the game through the use of Discrete Events Simulation (DES) for the learning of Lean tools.

A simple game has been developed and applied to a more comprehensive community of Visual Management. This is a simple tool that will easily allow showing the impact of the Lean tools on industrial management. Besides this proposal, it was also created a game about the implementation of Kanban system, essentially applied to higher education students, as a support element to the traditional method. These digital games were developed and implemented in a DES graphic software, SIMUL8.

After the evaluation, using inquires, the Visual Management game revealed to be a simple game of easy understanding. In order to get a more precise evaluation, it will be necessary to extend the process to a more heterogeneous number of users. Regarding the Kanban method game, it was fully developed but should be optimized with parameters that show the impact of the use of this tool, and it is then possible to validate it according to the indicated evaluation proposals.

The DES tool is useful and adequate in the construction of simulation games, in particular with the Lean theme.

Keywords Lean, Discrete Events Simulation (DES), Simulation games, Visual Management, Kanban, Active learning.

Índice

Índice de Figuras	ix
Índice de Tabelas	xi
Simbologia e Siglas	xiii
Simbologia.....	xiii
Siglas	xiii
1. Introdução.....	1
2. Enquadramento teórico.....	5
2.1. Aprendizagem ativa	5
2.1.1. Metodologias da aprendizagem ativa	7
2.2. Jogo.....	8
2.2.1. <i>Frameworks</i> para o desenvolvimento de jogos	11
2.3. Simulação.....	16
2.4. Simulação e jogo.....	17
2.4.1. Jogos de simulação	18
2.4.2. Jogos Sérios	20
2.5. A importância dos jogos digitais.....	21
2.6. <i>Lean</i>	23
2.7. Simulação por Eventos Discretos	25
2.7.1. SIMUL8.....	25
3. Desenvolvimento dos jogos de simulação.....	29
3.1. Jogo de Gestão Visual.....	29
3.1.1. Descrição do jogo	31
3.1.2. Implementação do jogo	34
3.1.3. Avaliação do jogo	39
3.1.4. Propostas de melhoria.....	42
3.2. Jogo do método <i>Kanban</i>	43
3.2.1. Descrição do jogo	47
3.2.2. Implementação do jogo	52
3.2.3. Avaliação do jogo e Propostas de melhoria.....	60
4. Conclusões.....	63
Referências Bibliográficas.....	65
ANEXO A – Questionário para avaliação de jogos educacionais.....	71
APÊNDICE A – Questionário do jogo sério	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Metodologias de aprendizagem ativa (Nascimento et al., 2018).	7
Figura 2.2. Classificação de jogos (Shubik, 2009).	9
Figura 2.3. Etapas do processo de <i>design</i> de jogos (Riis et al., 1995).	11
Figura 2.4. Adaptado de Savi et al. (2010): Modelo de avaliação dos jogos educacionais. 15	
Figura 2.5. Modelo adaptado de Hainey (2010): Inter-relações de aprendizagem, simulação e jogos.	18
Figura 2.6. Classificação dos jogos de simulação adaptado de Lean et al. (2006).	19
Figura 2.7. Princípios <i>Lean</i> (Omogbai e Salonitis, 2016).	23
Figura 2.8. Principais blocos de construção do SIMUL8.	26
Figura 3.1. Sequência do jogo de Gestão Visual.	34
Figura 3.2. Caixa de diálogo para a inserção de dados.	35
Figura 3.3. Matriz com os registos dos jogadores.	35
Figura 3.4. Caixa de diálogo com descrição do conceito de Gestão Visual (esquerda); Caixa de diálogo com a caracterização do modelo e do objetivo do jogo (direita). 36	
Figura 3.5. Página do jogo.	36
Figura 3.6. Caixa de diálogo de início de cada jogada, indicando o número de jogada.	37
Figura 3.7. Página do jogo com o primeiro cenário na qual não existe implementação da Gestão Visual.	37
Figura 3.8. Caixa de diálogo com a explicação do sistema de cores.	38
Figura 3.9. Página do jogo com o segundo cenário onde há implementação da Gestão Visual.	38
Figura 3.10. Sequência do jogo do método <i>Kanban</i>	52
Figura 3.11. Caixa de diálogo para a inserção do nome do jogador e respetivo número de estudante.	53
Figura 3.12. Folha de registo dos utilizadores.	53
Figura 3.13. Caixa de diálogo com breve descrição do conceito <i>Kanban</i>	53
Figura 3.14. Caixa de diálogo com apresentação do problema (esquerda); Caixa de diálogo com o a continuação do problema, com descrição dos objetivos e quadro de dados (direita).	54
Figura 3.15. Página do jogo com um subprocesso criado e com blocos de instrução e linhas de fluxo visíveis.	55
Figura 3.16. Página do jogo vista para o jogador.	55

Figura 3.17. Separador denominado "Resultados".....	56
Figura 3.18. Caixa de diálogo com breve explicação da primeira jogada (esquerda); Caixa de diálogo para a inserção de valores em cada zona de cor relativamente ao número de cartões para o modelo A (direita).....	56
Figura 3.19. Caixa de diálogo de início de cada jogada, sendo esta referente à primeira jogada.	57
Figura 3.20. Caixa de diálogo com a explicação da terceira jogada referente à tomada de decisão da ordem de produção dos modelos.	58
Figura 3.21. Resultados da tomada de decisão da jogada três.	58
Figura 3.22. Página do jogo quando é apresentada a fórmula do número ótimo do total de cartões <i>Kanban</i>	59
Figura 3.23. Página do jogo juntamente a equação da fórmula do número total de cartões <i>Kanban</i> para cada zona de cor.	59

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1. Adaptado de Zee e Slomp (2009) e Riis et al. (1995) <i>framework</i> para <i>design</i> de jogos.	12
Tabela 2.2. Classificação dos jogos e simulações (Smale et al., 2015).....	17
Tabela 2.3. Jogos de simulação utilizando o <i>software</i> SIMUL8.	27
Tabela 3.1. Distribuição de concordância em percentagem das perguntas sobre a motivação pelo número de inquiridos.	40
Tabela 3.2. Distribuição de concordância em percentagem das perguntas sobre a experiência do utilizador pelo número de inquiridos.	41
Tabela 3.3. Distribuição de concordância em percentagem das perguntas sobre a conhecimento do utilizador pelo número de inquiridos.	42
Tabela 3.4. Quadro com os dados para a resolução do problema.	49

SIMBOLOGIA E SIGLAS

Simbologia

$n^{\circ} K$ – Número de cartões *Kanban*

D – Procura média

Q – Quantidade de peças por contentor

S – Stock de Segurança

T – *Lead time*

L – Lote mínimo de fabricação

Siglas

ARCS – Atenção, Relevância, Competência e Satisfação

DES – Simulação por Eventos Discretos

EGI – Engenharia e Gestão Industrial

GBL – *Game Based Learning*

JIT – *Just-in-time*

SMED – *Single Minute Exchange of die*

TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação

TPS – *Toyota Production System*

1. INTRODUÇÃO

Cada vez mais as organizações procuram boas práticas para melhorar o desempenho tanto nos seus produtos como nos seus processos devido ao crescimento da competitividade entre as mesmas. Neste sentido, as organizações recorrem à abordagem *Lean* (Nascimento et al., 2018). *Lean* é uma filosofia de gestão que permite identificar e eliminar sistematicamente os desperdícios através da melhoria contínua, indo de encontro à perfeição para o cliente (Kilpatrick, 2003; Romana, 2016), por isso o estudo desta torna-se atraente. Esta filosofia é uma das áreas de ensino em Engenharia e Gestão Industrial (EGI). Por forma a melhorar a aprendizagem desta área, desenvolvem-se jogos didáticos que simulam a utilização das diferentes ferramentas *Lean* (Leal et al., 2017).

Os jogos didáticos podem ser importantes na comunicação de conhecimentos e, também na aprendizagem (Gelders e Pintelon, 2000). Este tipo de jogos são construídos com o intuito de proporcionar determinadas aprendizagens, diferenciando-se do comum (livros, palestras, entre outros) em que visam melhorar o desempenho dos intervenientes aquando conteúdos de difícil explicação (Campos et al., 2003).

A aprendizagem baseada em jogos é uma das metodologias da aprendizagem ativa (Nascimento et al., 2018). A aprendizagem ativa é uma técnica com um conjunto de práticas pedagógicas que visa captar uma maior atenção e envolvimento do aluno no processo de aprendizagem (Prince, 2004).

Para uma aprendizagem eficaz das metodologias *Lean* é necessário algo complementar ao método de ensino tradicional. Como tal, a investigação sobre a aprendizagem *Lean* comprova a eficácia da utilização de jogos e simulações baseadas em computador (Leal et al., 2017).

Para o jogo digital ser considerado um instrumento educacional deve possuir objetivos pedagógicos (Savi e Ulbricht, 2008). Segundo Aparício e Costa (1999) “O jogo tem desempenhado um papel importante como atividade lúdica”. Estes autores afirmam ser um instrumento educacional, dando relevo aos jogos de simulação.

Os jogos de simulação oferecem um ambiente seguro de experimentação sem correr riscos, ajudam na compreensão da teoria, aumentam a consciência do mundo real, e para além disso, incorporam o elemento diversão e motivação (Deshpande e Huang, 2011).

Atualmente, a Simulação por Eventos Discretos (DES) tornou-se uma ferramenta muito popular devido ao elemento visual que contém (Zee e Slomp, 2009). Desta forma, o desenvolvimento de jogos através da ferramenta DES pode facilitar no processo de aprendizagem *Lean*.

Posto isto, é de grande relevância a educação da filosofia *Lean* nas instituições através de jogos de simulação. O principal objetivo consiste em desenvolver dois jogos pedagógicos utilizando a DES sobre a temática *Lean*.

Para muitos, as áreas de EGI são desconhecidas e, por conseguinte, a sua importância é subestimada. Surge, portanto, o interesse em desenvolver um jogo didático simples para o público em geral com o intuito de mostrar alguns conceitos básicos da filosofia *Lean*. Pela simplicidade da ferramenta de Gestão Visual, decide-se desenvolver um jogo com esta temática. Pretende-se assim, sensibilizar e educar as pessoas para a ciência.

Com base neste tipo de abordagem, posteriormente surge a ideia de desenvolver um outro jogo de *Lean* com um nível mais elevado, vocacionado essencialmente para os alunos do ensino superior como um método complementar ao tradicional. O método tradicional é essencialmente baseado em aulas expositivas, o que justifica por vezes a rápida desatenção e desinteresse dos alunos (Nascimento et. al, 2018). Este jogo consiste na implementação do sistema *Kanban*, envolvendo a resolução de problemas.

Ambos os jogos funcionam como uma ferramenta de comunicação e promoção do conhecimento, suscitando assim uma maior atenção e motivação do jogador, aproximando-o ao sistema real.

Esta dissertação encontra-se organizada em quatro capítulos. No presente capítulo contextualiza-se o tema, referindo a motivação que levou ao seu desenvolvimento e os objetivos que esta dissertação propõe.

O capítulo dois refere-se ao enquadramento teórico, em que é definido o conceito de aprendizagem ativa e são apresentadas as suas metodologias. São também definidos os termos jogo e simulação. Ainda na definição do termo jogo são referidas algumas *frameworks*, que auxiliam o desenvolvimento, a implementação e a avaliação de jogos. Seguidamente é abordado a conjugação entre jogo e simulação, mais concretamente os jogos

de simulação e os jogos sérios. Também é justificada a importância dos jogos digitais, a definição e as ferramentas *Lean*, e por último, a ferramenta DES e o *software* SIMUL8.

O capítulo três diz respeito ao desenvolvimento dos jogos de simulação, o jogo de Gestão Visual e ao jogo do método *Kanban*. Em cada um dos jogos é abordada a descrição, a implementação, a avaliação do jogo e, ainda, propostas de melhoria.

O capítulo quatro, e último, são apresentadas as conclusões globais sobre estes jogos e mencionadas sugestões de trabalho futuro.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo começa-se por abordar a temática da aprendizagem ativa e as suas metodologias. Uma das metodologias aplicada no presente trabalho é a aprendizagem baseada em jogos. É também importante estudar a definição e distinção entre os jogos e a simulação. No que diz respeito aos jogos são também referidas várias *frameworks* que facilitam no processo de desenvolvimento do jogo. Posteriormente, são apresentados os jogos de simulação, os jogos sérios e os jogos digitais, por forma a perceber a importância destes na educação. Seguidamente é referida a filosofia *Lean*, abordando os seus conceitos e ferramentas. Por fim, é apresentada a ferramenta DES e exemplos desta aplicados em jogos.

2.1. Aprendizagem ativa

Os estudantes não só devem ouvir como também escrever, ler, discutir ou estar ativamente envolvidos na resolução de problemas, ou seja, devem ir para além do pensamento através de análises, sínteses e avaliações (Bonwell e Eison, 1991). No entanto, nem sempre é fácil manter os estudantes envolvidos e motivados em sala de aula (Candido et al., 2007). Como tal, a aprendizagem ativa veio revolucionar o método comum de sala de aula (Prince, 2004). Esta abordagem dita revolucionária consiste em aprender ativamente desde ter de pensar, entender, formar uma opinião própria e até estimular a sua autonomia (Candido et al., 2007).

O objetivo deste tipo de aprendizagem consiste em integrar os estudantes no processo de aprendizagem ao invés do método normal de ensino, na qual os estudantes recebem passivamente informações do professor (Prince, 2004). Por isso, existe um grande interesse relativamente à implementação de estratégias da aprendizagem ativa em sala de aula, por forma a provocar um grande impacto na aprendizagem aos estudantes (Bonwell e Eison, 1991).

A palestra e a discussão são consideradas formas de aprendizagem ativa. É referido a falta de eficiência das palestras, uma vez que levam à rápida desatenção dos alunos (Nascimento et al., 2018). A discussão é considerada a motivação dos alunos promovendo

um estudo mais detalhado e desenvolvido de habilidades de pensamento (Prince, 2004). É com a prática que o aluno melhora habilidades de pensamento crítico, retendo também melhor o conhecimento e aumenta o interesse e motivação. Normalmente a prática, desenvolve a reflexão sobre os assuntos e promove ricas discussões em sala de aula (Bonwell e Eison, 1991; Candido et al., 2007).

Atualmente, a absorção do conhecimento é diferente devido ao avanço tecnológico, como as TIC (Tecnologias da Informação e Comunicação). Desta forma, Nascimento et al. (2018) referem a importância de existir proporcionalidade entre o mundo digital e o método de aprendizagem.

Em qualquer ambiente de aprendizagem, os objetivos direcionam-se para a retenção de informações a longo prazo, sendo que é com base na motivação que os alunos aprendem mais. Conseqüentemente, leva a que os alunos apliquem conhecimentos em novos ambientes ou desenvolvam habilidades de pensamento (Bonwell e Eison, 1991).

Em suma, a aprendizagem é mais eficaz quando a participação dos alunos é voluntária. Sendo a motivação e um ambiente agradável, fatores indispensáveis no processo de aprendizagem. Deste modo, devido à necessidade de novas formas de aprendizagem surgem diversas metodologias (Nascimento et al., 2018), abordadas no subcapítulo seguinte.

2.1.1. Metodologias da aprendizagem ativa

A abordagem designada aprendizagem ativa enfatiza a necessidade de manter os estudantes motivados durante o processo de aprendizagem (Prince, 2004). As metodologias de aprendizagem ativa são apresentadas na Figura 2.1.

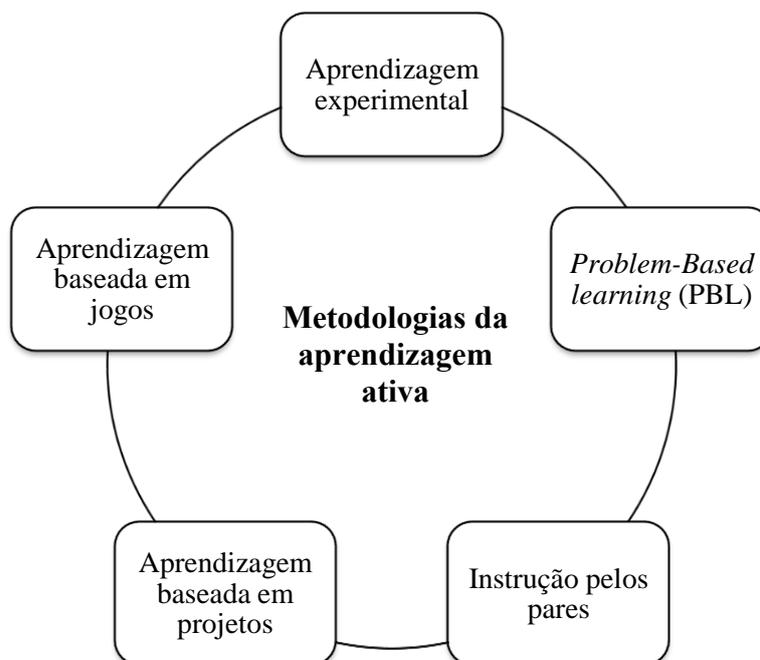


Figura 2.1. Metodologias de aprendizagem ativa (Nascimento et al., 2018).

Segundo a abordagem de Nascimento et al. (2018), tem-se que a:

- Aprendizagem experimental – Foca-se essencialmente na experiência no processo de aprendizagem. Esta metodologia é muito utilizada na aprendizagem baseada em jogos, pois fomenta a relação causa e efeito entre as tomadas de decisão relativas ao jogador e o seu efeito no decorrer do jogo;
- *Problem-Based Learning (PBL)* – Significa aprendizagem baseada em problemas, é definida como um método instrucional em que são aplicados problemas aos estudantes como forma de motivar para a aprendizagem (Prince, 2004);
- Instrução pelos pares – Consiste na existência de um professor ou moderador, na qual interage com os alunos através de desafios. Inicialmente é exposto um problema com várias opções para o mesmo, seguidamente os alunos devem debater e explicar a razão pela qual

escolhem a respetiva solução do problema. E no final, há o esclarecimento da resposta dada pelo professor;

- Aprendizagem baseada por projetos – Sugere o recurso de projetos reais, nos quais são investigados e são dadas propostas de soluções para os mesmos;
- Aprendizagem baseada em jogos – Utiliza jogos computadorizados ou físicos, como forma de estímulo no processo de aprendizagem.

Existem simples razões para dar aos jogos uma vantagem em relação às palestras convencionais como o envolvimento ativo dos participantes, a possibilidade de experimentar o tópico como um todo e a sua adequação para transmitir características do sistema (Zee e Slomp, 2009). Como tal, essas razões são válidas em ambiente de fábrica, podendo também ser aplicadas em ambiente de sala de aula.

É de referir que as metodologias anteriormente abordadas podem ser aplicadas em conjunto (Nascimento et al., 2018).

No presente trabalho a metodologia utilizada é a aprendizagem baseada em jogos, indo ao encontro dos objetivos propostos nesta dissertação. Seguidamente é apresentado uma pesquisa do conceito jogo, por forma a compreender a sua importância e as possíveis aplicações do mesmo.

2.2. Jogo

Na literatura existe um conjunto de definições relativamente ao conceito jogo devido ao seu conjunto variado de géneros e possibilidades lúdicas (Carmona, 2015). Johan Huizinga, professor e historiador da história cultural, elaborou um livro em 1938, chamado *Homo Ludens* no qual mostra a sua atenção ao conceito jogo, dizendo que este produz cultura humana (Vasconcellos et al., 2017). Jogo é definido como sendo um sistema regido por regras, no qual os jogadores estão inseridos num conflito artificial, tendo como resultado um valor quantificável (Moeis e Heryanto, 2013).

Os jogos possuem diversos intuitos, como a competição e a aprendizagem, podendo ser jogados em grupo ou individualmente (Moeis e Heryanto, 2013). O ato de jogar é muito estimulante, e (Lazzaro, 2004) defende que apesar do jogo em grupo permitir maiores emoções, por vezes também leva a frustrações.

O objetivo de um jogo é capturar a atenção do jogador através dos elementos de conflito, motivação para ganhar e uma pontuação. O jogador tem uma sensação de vitória ou perda com base num índice de desempenho, a pontuação. O desejo de melhorar a pontuação leva o jogador a se envolver cada vez mais no jogo (Deshpande e Huang, 2011).

Segundo Hays (2005), a maior percentagem de artigos sobre jogos tem como função a aprendizagem de novos conhecimentos. Shubik (2009) classifica os jogos em seis utilidades como ilustrado na Figura 2.2, onde estes podem ser aplicados em diversos contextos.

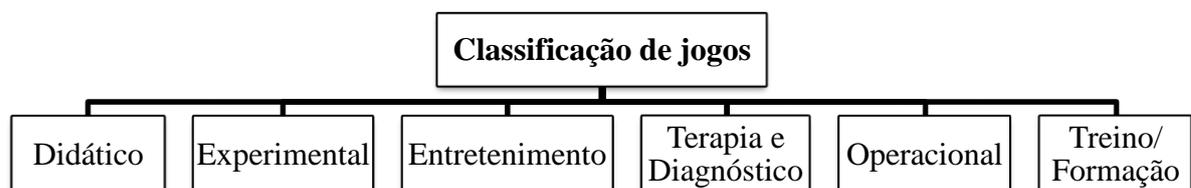


Figura 2.2. Classificação de jogos (Shubik, 2009).

Este autor classifica os jogos em:

- Didáticos – Representam uma ajuda motivacional e lúdica para o público alvo aprender. Outros contextos em que este tipo pode ser aplicado são: um dispositivo para ensinar factos ou teoria, um auxílio no emprego e no prazer para o ensino;
- Experimentais – Direccionam-se para explorar e validar hipóteses ou cenários específicos, inteligência artificial, e ainda, averiguação da teoria correspondente à experiência;
- De entretenimento – Não só beneficiam para a obtenção de rendimentos, mas também se direccionam para a educação, publicidade, relaxamento e ainda, como influência sociocultural;
- De terapia e diagnóstico – Incluem *role-playing games*¹, diagnóstico e ajuda na prestação de cuidados médicos tanto em grupo como individualmente;

¹ *Role-playing games* é um modo de jogar, em que os participantes personificam uma pessoa numa determinada época.

- De cariz operacional e de treino/formação – Destinam-se, principalmente a organizações com intuito de formar opiniões em grupo, habilidades e condutas burocráticas.

É de salientar que os jogos didáticos podem ser importantes na comunicação de conhecimentos e, também na aprendizagem (Gelders e Pintelon, 2000). O jogo pedagógico ou didático é aquele que é construído para proporcionar determinadas aprendizagens, diferenciando-se do material pedagógico comum (livros, palestras, entre outros) por conter o aspeto lúdico. Este tipo pode ser uma alternativa para melhorar o desempenho dos estudantes em alguns conteúdos de difícil aprendizagem (Campos et al., 2003). As pessoas jogam como forma de disfrutar do momento do jogo, ocupando assim o pensamento da escola ou do trabalho, ou então como forma de desafio relativamente às suas habilidades (Lazzaro, 2004).

O jogo mostra ser uma ferramenta didática mais eficaz do que o ensino normal em sala de aula (Gelders e Pintelon, 2000). Assim, os jogos educacionais podem-se inserir em diversas atividades (Campos et al., 2003):

- Desenvolvimento de conteúdos específicos;
- Enriquecimento de habilidades, ajudando-o a promover na comunicação de ideias;
- Estratégias de resolução de problemas;
- Estratégias de planeamento de ações;
- Estimular a concentração, o raciocínio e a criatividade.

É importante referir que um jogo focado apenas na diversão, perde o alvo da transferência de conhecimento de forma significativa e adequada (Victoria e Utrilla, 2014).

Em suma, um jogo didático é efetivamente um recurso com variadíssimas aplicações, sendo que pode conduzir ao sucesso educativo. Como tal, para o cumprimento dos objetivos dos jogos referidos ao longo do texto é necessário seguir alguns mecanismos para a construção de jogos. Desta forma, recorre-se ao estudo de diversas estruturas de jogos para seleccionar os elementos que irão produzir maior influência nos jogadores.

2.2.1. Frameworks para o desenvolvimento de jogos

A utilização de uma estrutura (*framework*) de jogos significa o planeamento completo de um jogo (Flausino, 2007). Os mecanismos de um jogo são elementos chave para conseguir a interação e a motivação desejada pelos jogadores (Zee e Slomp, 2009).

Na literatura são apresentadas várias estruturas de jogos como a *framework* MDA – Mecânica, Dinâmica e Estética, utilizada por Hunicke et al. (2004) e a *framework* de *design* de jogos construída por Greenblat e Duke (1981).

A *framework* de Greenblat e Duke (1981) é muito referenciada e utilizada por vários autores devido à sua estrutura e *design* (Zee e Slomp, 2009). Esta *framework* foi melhorada por Riis, et al. (1995), na qual compreende quatro fases no processo de *design*, como se pode observar na Figura 2.3.

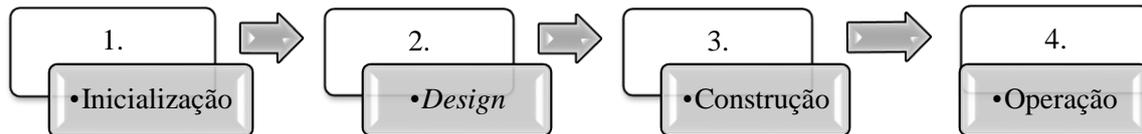


Figura 2.3. Etapas do processo de *design* de jogos (Riis et al., 1995).

Zee e Slomp (2009) utilizam a *framework* de Greenblat e Duke (1981) enriquecida por Riis et al. (1995). A Tabela 2.1 resume os elementos essenciais para cada etapa.

Tabela 2.1. Adaptado de Zee e Slomp (2009) e Riis et al. (1995) *framework* para *design* de jogos.

Etapas	Problemas
Inicialização	<p><i>Definição dos objetivos e âmbito do jogo.</i></p> <p><u>Verificações</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Adequação jogo: existem abordagens alternativas que possam resultar em melhores resultados? - Avaliação do risco: quais os danos causados se for um mau jogo? - Qual o comportamento do líder do jogo? - Quais as reações às variações nos benefícios obtidos pelos participantes? - Para os participantes que não gostam de jogos? - Será um jogo exagerado? <p><u>Especificações dos requisitos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Propósito do jogo: por exemplo: descrever, demonstrar e/ou praticar; - Limitações dos recursos e equipamentos; - Procuras gerais sobre o desenvolvimento do jogo: jogo claro, ajustado a que participantes, mensurabilidade dos resultados do jogo; <p><u>Definição dos elementos constituintes de um jogo</u></p> <p>Modelo da realidade, cenário(s), eventos, processo de jogo, períodos, papéis do jogador, regras, decisões, resultados, indicadores, símbolos e materiais.</p>
Design	<p><i>Ideias básicas formuladas com base na fase anterior.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Processo de jogo: imaginando o processo da vida real; - Processo de aprendizagem: experiências destinadas a ou ajudam a.
Construção	<p><i>O jogo é construído através de elementos físicos, software(s) ou outros.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Geralmente definem-se exigências para as habilidades do engenheiro, recorrendo ao uso de materiais e/ou <i>software(s)</i>; - Organização de papéis dos jogadores e do(s) líder(es) do jogo.
Operação	<p><i>Esta fase relaciona-se com o uso real do jogo, incluindo testes.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Avaliação do jogo desenvolvido; - Preparação do processo do jogo; - Avaliação do processo: experiências de aprendizagem.

Na fase Inicialização são estabelecidos os objetivos e o âmbito do jogo de simulação, sendo importante questionar-se: “Quais as partes interessadas?”; “Quais os participantes no jogo?”; “O que deve ser comunicado e ensinado através do jogo?”; “Qual a relação custo e benefícios para o desenvolvimento de um jogo?”, entre outras questões. Deve-se ainda analisar a área de aplicação, averiguar se o jogo é a ferramenta certa e qual a ideia de o utilizar (Riis et al., 1995). Com base no objetivo do jogo, são caracterizados doze elementos constituintes:

- **Modelo** – Projecção de modelos figurativos de uma realidade delimitada, podendo este ser implícito ou explícito. Como exemplo de um modelo implícito tem-se o efeito de uma campanha de melhoria da qualidade o que significa que os participantes devem descobrir as relações de causa e efeito. Relativamente a um modelo explícito poderá ser o jogo de xadrez, onde todas as regras são conhecidas;
- **Cenário(s)** – Basicamente consiste em contar uma história. Envolve os enredos e a sequência que pretende-se ter no jogo. Estes devem ser simples para que os participantes entendam a relação causa-efeito do jogo;
- **Eventos** – Um evento corresponde a atividades que provocam efeitos no jogo. Por exemplo, nos jogos de gestão da produção, os eventos são as chegadas de materiais, peças defeituosas, pedidos de encomendas, entre outros;
- **Processo do jogo** – Tipicamente num jogo inclui a introdução, o número de jogadas (relacionado com os diferentes períodos) e no final, a evolução/resumo do jogo;
- **Períodos** – Um jogo pode ter vários períodos, cada um com uma determinada sequência de atividades;
- **Papéis** – A descrição dos papéis significa caracterizar uma pessoa ou um trabalho no jogo. Por exemplo, nos jogos de gestão da produção normalmente o papel corresponde à função de trabalho;
- **Regras ou procedimentos** – Este elemento relaciona-se com os papéis desempenhados. Quanto menos regras, mais rápido é o jogo;
- **Decisões** – Decisões alternativas para os participantes;

- **Resultados** – Provêm das tomadas de decisão dos jogadores, resultando no desempenho realizado por estes;
- **Indicadores** – As medições são expostas durante o jogo;
- **Símbolos** – Para facilitar a compreensão e adicionar um pouco de diversão aos jogadores. Estes símbolos podem ser encomendas, bens/itens, máquinas, indicadores de desempenho;
- **Materiais utilizados** – Diferentes acessórios podem ser utilizados como dados, placas de parede, diagramas, relógios, entre outros.

Na fase *Design* desenvolve-se o conceito de jogo através das ideias básicas originadas na fase Inicialização. Deve-se ser o mais detalhista possível, para não dar origem a um jogo menos qualificado. Ainda é realizada a organização do jogo, sendo esta uma das tarefas mais desafiadoras, uma vez que exige muita criatividade (Riis et al., 1995).

Na fase Construção é concebido o jogo de acordo com os requisitos e ideias descritas no conceito de jogo. Riis et al. (1995) ressaltam inúmeras vezes a elaboração de um jogo simples. Salienta ainda, que os *designers* têm a tentação de combinar diversos temas e mostrar uma realidade complexa, provocando assim ao jogador um jogo confuso.

A fase Operação ocorre em três momentos: na avaliação do jogo desenvolvido, na preparação do processo do jogo e na avaliação do processo do jogo. No que diz respeito à avaliação do jogo desenvolvido, deve-se realizar três questões: “Quais as condições de teste que devem ser aplicadas?”, “Como é que o jogo vai ser medido?” e “Quem deve avaliar a adequação e o valor do jogo?”. Seguidamente, a preparação do processo de jogo significa pensar qual o local e quais os materiais necessários para a realização do teste de jogo. É de realçar que, o jogo deve ser testado num ambiente diferente do que é comum para utilizador. Por fim, a avaliação do processo do jogo, inclui as discussões, os comentários durante o jogo e, posteriormente surge as suposições. Por isso, deve-se acompanhar os participantes durante o jogo para ter em conta as experiências vividas dos participantes, registar as típicas afirmações dos jogadores e analisar e acompanhar as expectativas criadas dos mesmos, resultando em possíveis melhorias e/ou mudanças no jogo (Riis et al., 1995).

Na avaliação do processo do jogo propõe-se modelos, dos quais podem ser mais úteis no processo de avaliação. A avaliação dos jogos educacionais normalmente é limitada e inexistente, sendo que muitos dos autores desprezam esta vertente da avaliação (Savi et al.,

2010; Jappur et al., 2016). Como tal, Savi et al. (2010) agrega vários modelos por forma a criar um modelo robusto (Figura 2.4).

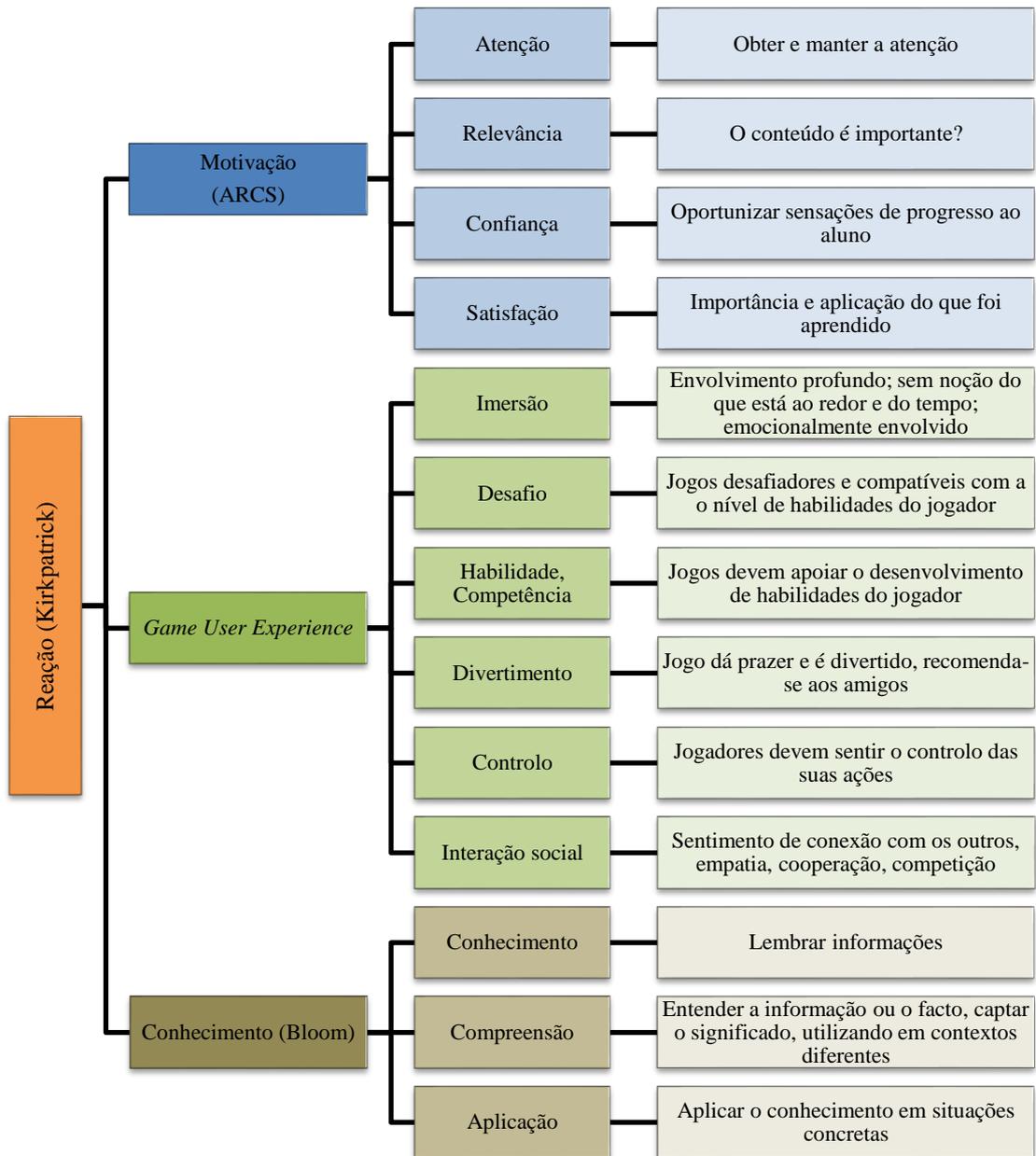


Figura 2.4. Adaptado de Savi et al. (2010): Modelo de avaliação dos jogos educativos.

Este modelo de avaliação de jogos educativos é baseado no modelo de avaliação de programas de treino de Kirkpatrick, nas estratégias motivacionais do modelo ARCS (Atenção, Relevância, Competência e Satisfação) de Keller, na área da experiência do utilizador e na classificação de objetivos educacionais de Bloom. Este modelo de avaliação proposto por Savi et al. (2010) é utilizado em jogos com objetivos educacionais, por forma a apoiar o processo de ensino e aprendizagem. Assim, é possível avaliar se o jogo

em causa é motivador como recurso de aprendizagem, se proporciona boa experiência nos utilizadores, e por fim, se os participantes acham que estão a aprender com o jogo (Savi et al., 2010).

Como se pode observar na Figura 2.4, o primeiro ponto “Reação (Kirkpatrick)” avalia a reação dos participantes, ou seja, a perceção em relação à experiência de aprendizagem. Este não sendo suficientemente forte para avaliação dos jogos, considera-se também o modelo ARCS, em que avalia o nível de motivação, componentes de *game user experience* ou experiência do utilizador, para avaliação da interatividade entre o participante e o jogo. Algumas das componentes de experiência do utilizador são a diversão, desafio, imersão, competência, divertimento, controlo e interação social. Finalmente, é adicionado o modelo sobre os princípios da classificação de Bloom, em que analisa o impacto da aprendizagem do interveniente como o conhecimento, a compreensão e a aplicação do tema do jogo. Após a elaboração desta união de modelos, o autor cria um questionário (ANEXO A) onde consta um conjunto de parâmetros do modelo de avaliação. Esses parâmetros desde atenção até aplicação estão descritos na Figura 2.4.

Na próxima secção é abordada sucintamente o conceito simulação mostrando a sua definição e importância.

2.3. Simulação

De uma forma simples define-se simulação como sendo uma representação de aspetos da "realidade" (Moeis e Heryanto, 2013). Mas de uma forma mais robusta, a simulação pode ser definida como sendo um fenómeno, comportamento ou imitação aproximada de uma determinada área real por meio de modelos. Nesses modelos é criada uma situação fictícia, onde os participantes são estimulados a tomar decisões, a fim de atingirem um objetivo pré-determinado (Kikolski, 2017).

A simulação torna-se atraente, pois permite o estudo de "e se...?" originando várias soluções (Deshpande e Huang, 2011) e pode ser aplicada em diferentes matérias e pessoas (Lateef, 2010). Segundo Kikolski (2017) a simulação pode ser dividida em três tipos:

- uma simulação aplicada à compreensão de princípios do funcionamento do sistema e das suas propriedades;
- uma simulação que visa ajudar na tomada de decisões no funcionamento do sistema;

- uma simulação, cujo objetivo é treinar as pessoas no processo deliberativo relativo ao funcionamento do sistema.

Após esta análise, o próximo subcapítulo traduz a conjugação das temáticas, jogo e simulação, de modo a compreender os benefícios da combinação destas.

2.4. Simulação e jogo

A definição de simulação ou jogo depende da área científica em estudo. Atualmente, ainda existem muitos debates, conferências, e até mesmo jornais para a definição e distinção de jogo e também de simulação (Crookall, 2010).

Seguindo a classificação dada por Smale et al. (2015), os jogos e as simulações podem-se combinar e dar origem aos jogos de simulação.

De acordo com a Tabela 2.2, os jogos e as simulações podem complementar-se sendo caracterizados por jogos de simulação, em que o foco dos objetivos são os processos do mundo real. Os jogos são descritos como *role-playing games*, jogos estratégicos e jogos de ação, tendo como intenção assumir uma personagem, tomar decisões estrategicamente e fazer mudanças físicas, respetivamente. Os jogos de simulação são vistos como uma forma híbrida de jogo em que envolvem atividades de jogo num contexto simulado (Smale et al., 2015).

Tabela 2.2. Classificação dos jogos e simulações (Smale et al., 2015).

	Jogos	Híbridos	Simulações
Tipos	<i>Role-playing games</i>	Jogos de simulação	Simulação de treino
	Jogos estratégicos		Simulação de modelação
	Jogos de ação		
Descrição	Assumir uma personagem	Objetivos focados em processos do mundo real	Treino para maximizar o desempenho de uma tarefa
	Tomadas de decisão estratégicas		Processos modelo ou objetos
	Mudanças físicas		

Crookall (2010) refere que a simulação/jogo possui um conjunto de métodos, conhecimentos, teorias e práticas como *Serious Games* (SG) ou *Jogos Sérios*, simulação por

computador, modelação, aprendizagem experiencial, teoria dos jogos, *role-playing games*, estudos de caso, entre outros. Todos estes conceitos apresentam um fator comum, a imersão, isto é, o jogador fica totalmente “mergulhado” / inserido no momento do evento.

O diagrama realizado por Marciszek et al. (2012) apresenta as inter-relações de aprendizagem, simulação e jogos (Rocha e Araujo, 2013), no entanto a abordagem de (Hailey, 2010) ilustrada na Figura 2.5 apresenta uma maior robustez relativamente às relações destes conceitos. Para além disso, esta abordagem consegue defini-los de forma perceptível ao contrário de outras abordagens encontradas na literatura.

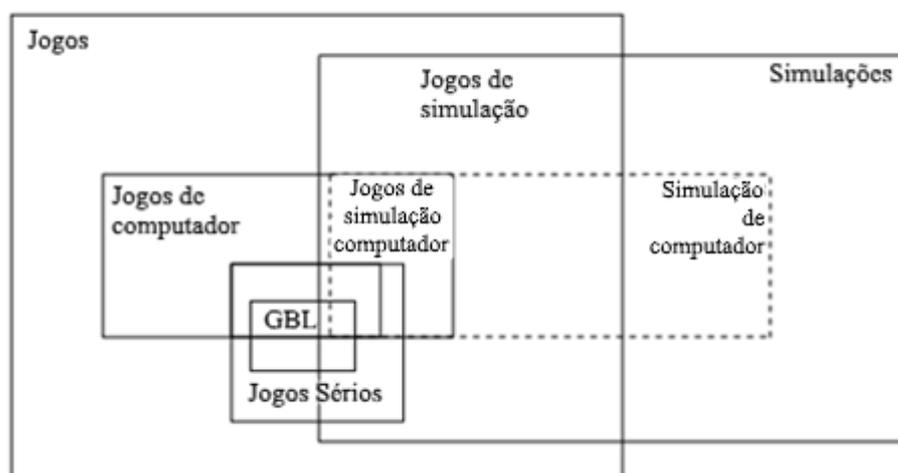


Figura 2.5. Modelo adaptado de Hailey (2010): Inter-relações de aprendizagem, simulação e jogos.

Com base na Figura 2.5, é relevante reter que os jogos de simulação, jogos sérios e o GBL intercetam-se. Para além disso, os jogos evidenciados têm sempre uma vertente digital. Os seguintes subcapítulos abordam estes jogos de um modo mais detalhado.

2.4.1. Jogos de simulação

A principal abordagem didática para a aprendizagem consiste em jogos de simulação (Blöchl et al., 2017). Estes definem-se com base numa combinação de componentes do jogo como competição, trabalho em equipa, regras, participação, *role-playing game* e componentes de simulação que significam modelos do mundo real.

Com base no que é referido por Costantino et al. (2012) os jogos de simulação consistem em dois elementos: a descrição e o modelo de simulação. A primeira compreende uma introdução ao jogo constituído por regras básicas, estrutura de equipa e com várias opções. A segunda é definida como um desafio que envolve dois elementos, interação e

pedagogia, pelo qual os participantes atingem os objetivos inicialmente propostos através das suas capacidades e habilidades, sendo este o sentido que se pretende focar. A existência de pontuação nos jogos de simulação indica o desempenho do jogador (Deshpande e Huang, 2011). Portanto, esta indicação deve estar integrada em qualquer jogo de simulação.

Merkuryeva (2001) e Deshpande e Huang (2011) referem que o principal objetivo dos jogos de simulação consiste em melhorar a compreensão do problema real, por forma a que os participantes possam escolher as decisões mais eficazes no futuro.

A tipologia dos jogos de simulação, de acordo com Lean et al. (2006) encontra-se representada na Figura 2.6.

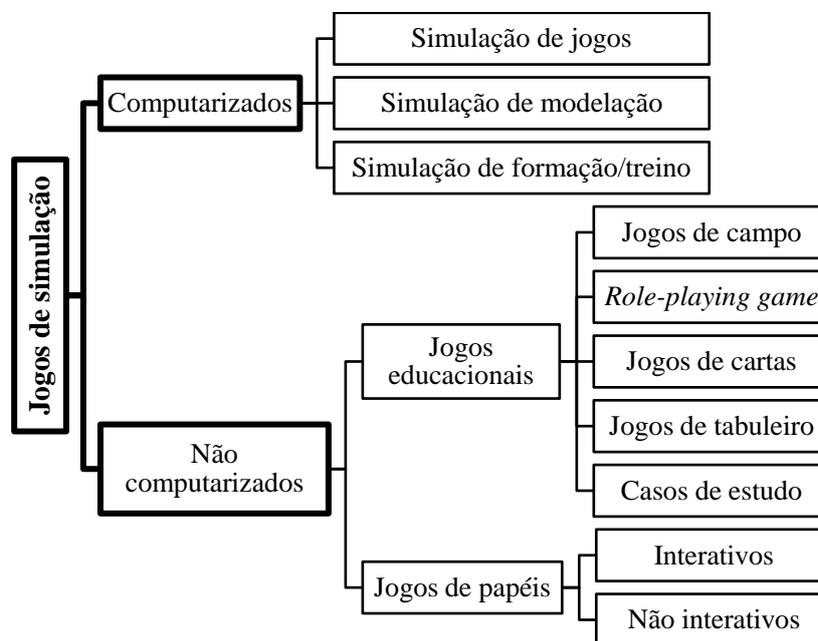


Figura 2.6. Classificação dos jogos de simulação adaptado de Lean et al. (2006).

Com base na Figura 2.6 os jogos de simulação baseados a computador poderão ser uma simulação de jogos, ou de modelação, ou até, de formação/treino. Relativamente aos jogos não computarizados, estes dividem-se em jogos educacionais e em jogos de papéis. Nos jogos educacionais podem-se encontrar jogos de campo, *role-playing games*, jogos de cartas e de tabuleiro, e até casos de estudo. É de realçar que os jogos de simulação computadorizados são uma mais valia dada a nova geração (Prensky, 2003).

“Um modelo de simulação é frequentemente gravado por um computador”, cita Kikolski (2017). Com o avanço das TIC há uma maior utilização de dispositivos eletrónicos por estudantes, e a projeção dos jogos de simulação têm como foco o visual, a interação e a solução de problemas (Chang et al., 2015).

Muitas são as vantagens da utilização de jogos de simulação, oferecem aos participantes um ambiente seguro de experimentação sem correr riscos, permitindo assim visualizar os impactos das suas ações e não há implicações quando implementado num sistema real (Lean et al., 2006). Deshpande e Huang (2011) reúnem também outras das vantagens do uso de jogos de simulação, sendo elas:

- Incorporam o elemento diversão;
- Ajudam a compreender a conexão entre a prática e a teoria;
- Possuem a capacidade de alterar condutas e atitudes;
- Reduzem a resistência de aceitar novas ideias e conceitos devido à participação dinâmica;
- São uma oportunidade de aprender com as consequências dos resultados aquando executam determinadas tomadas de decisão;
- Com o elemento repetição, ajuda ao participante desenvolver a aptidão no jogo exposto;
- Na eventualidade de níveis ou cenários, traduzem-se em desafios para promover uma melhor compreensão.

Os jogos de simulação são ferramentas indispensáveis na gestão educacional (Gelders e Pintelon, 2000). Muitos estudos confirmam que os jogos de simulação ajudam o aluno a aumentar a sua consciência de problemas do mundo real e a compreensão de assuntos no decorrer do curso. Assim, o uso e desenvolvimento de jogos de simulação promete elevar a educação de engenharia (Deshpande e Huang, 2011).

Com base no diagrama de Hainey (2010), presente na secção anterior (Figura 2.5), verifica-se que os jogos de simulação também podem possuir uma componente mais séria, dando origem ao próximo subcapítulo, os jogos sérios.

2.4.2. Jogos Sérios

O termo Jogos Sérios surge com a necessidade de se distinguir dos diferentes tipos de jogos de simulação. Este termo surge em 1970, quando Abt, investigador do departamento de investigação do exército, criou jogos de computador para os militares examinarem a guerra fria a uma escala mundial, lançando assim um livro sobre esta temática. Abt (1987) defende que os jogos sérios “...têm um propósito educacional, explícito e

cuidadosamente pensado e não se destinam a serem jogados principalmente por diversão. Isso não significa que os jogos sérios não sejam, ou não devam ser, divertidos”.

De acordo com Katsaliaki e Mustafee (2015), os jogos sérios são abordagens de simulação e jogos de computador destinados à resolução de problemas. Como tal, os investigadores propõem que a resolução de problemas pelos alunos ajuda a aumentar a capacidade de aprendizagem (Chang et al., 2015).

Os jogos sérios também incluem aspetos de educação como ensinar, treinar e informar, destinados para todas as idades. Podem ser aplicados em várias áreas como: políticas, segurança, gestão, saúde e educação (Katsaliaki e Mustafee, 2015).

A utilização dos jogos sérios pode melhorar o processo de ensino, permitindo um bom nível de aprendizagem dos alunos num ambiente agradável e motivador (Leal et al., 2017). Desta forma, tal como os jogos de simulação, permite também um ambiente de aprendizagem livre, onde executam testes de decisões e aprendem com as mesmas. Estas decisões não implicam qualquer tipo de prejuízo (Madani et al., 2017).

Como já referido, GBL é uma subcategoria dos jogos sérios, sendo que, por vezes, são utilizados como sinónimos. Hainey (2010) define o GBL como uma abordagem de aprendizagem inovadora derivada da utilização dos jogos de computador com valor educacional. O conceito GBL é usado como uma ferramenta eficiente no desenvolvimento e crescimento do ser humano, tanto físico como mental (Madani et al., 2017).

Para além das vantagens referidas no subcapítulo 2.4.1 Jogos de simulação relativas ao uso de jogos de simulação computadorizados, é também essencial referir a importância da criação de um jogo digital, uma vez que cada vez mais as tecnologias fazem parte da vida quotidiana do ser humano (Bourgonjon et al., 2011).

2.5. A importância dos jogos digitais

Um jogo digital significa a existência de um computador, ou até mesmo um sistema digital equivalente, como um *tablet* ou um *smartphone*, criando assim uma réplica virtual que o jogador interaja apenas com os elementos virtuais do jogo, objetos não reais (Carvalho et al., 2014).

Os avanços científicos e tecnológicos estão a modificar as relações de trabalho e de poder na sociedade (Mizukami et al., 2002). Prensky (2001) evidencia a diferença entre a nova geração e as gerações passadas, pois antigamente não era considerado o elemento

motivação na aprendizagem. Acrescenta ainda, que a aprendizagem baseada em jogos digitais pode dar origem à motivação na aprendizagem de conteúdos mais difíceis e/ou “maçudos” de ensinar. Existem outras vantagens inerentes como a autoestima do participante, a versatilidade e os ambientes livres de risco (Hailey, 2010).

Mark Prensky (2001), no seu primeiro livro, enumera doze vantagens dos jogos digitais:

1. Uma forma de diversão, satisfação e prazer;
2. Uma forma de jogar, que provocam um envolvimento intenso;
3. Regras que proporcionam estrutura;
4. Objetivos que possibilitam a motivação;
5. Interatividade, obrigando algo para fazer;
6. Adaptabilidade, permitindo evoluir;
7. Resultados e *feedback* que permitem aprendizagem;
8. Etapas de vencer, para estimular o ego;
9. Conflito, competição, mudança, oposição, estimulando a adrenalina;
10. Resolução de problemas, permitindo a criatividade;
11. Interação, facilita em grupos sociais;
12. Representações e histórias, que leva a emoções.

Todos estes fatores, na relação entre jogos e aprendizagem podem potencialmente motivar os estudantes a aprender, aumento assim a satisfação no processo de aprendizagem (Prensky, 2001).

Alguns dos inconvenientes da utilização de jogos digitais são a necessidade e disponibilidade de um dispositivo específico e problemas técnicos quando o *hardware* possa não ser o especificado para estes, como o poder de processamento gráfico (Egenfeldt-Nielsen, 2004).

Em suma, muitas são as pesquisas sobre a utilização de jogos na educação, e normalmente, os estudantes consideram os jogos digitais como uma ferramenta de oportunidades de aprendizagem (Bourgonjon et al., 2011), o que justifica a realização de um jogo de simulação digital.

2.6. Lean

A filosofia *Lean* foi desenvolvida com base no sistema *Toyota Production System* (TPS), tendo como objetivos eliminar desperdícios e criar valor para o cliente (Aqlan e Walters, 2017). Desta forma, *Lean* reflete-se na melhoria do fluxo de modo a que todos os processos do sistema tenham valor acrescentado na visão do cliente. As práticas associadas ao *Lean* compreendem cinco princípios (Omogbai e Salonitis, 2016), como ilustrado na Figura 2.7.

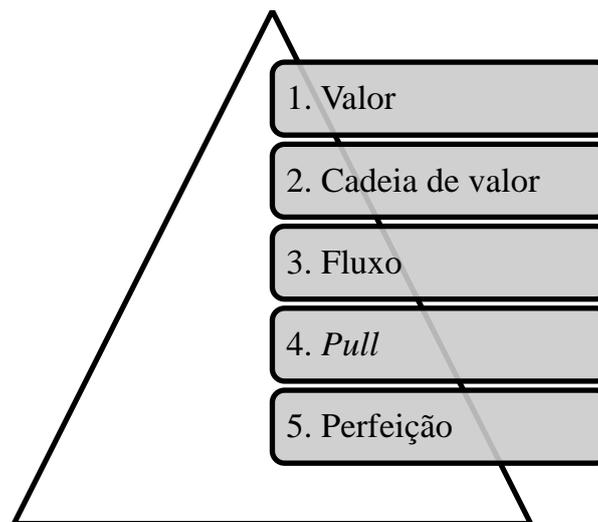


Figura 2.7. Princípios *Lean* (Omogbai e Salonitis, 2016).

Os princípios *Lean* focam-se em: (1) determinar o valor, que consiste essencialmente nas especificações exigidas pelo cliente; (2) identificar a cadeia de valor, indicando a sequência de processos para obter o valor desejado pelo cliente; (3) garantir fluxo, dar continuidade ao fluxo de materiais, eliminando tudo aquilo que não acrescenta valor; (4) introduzir o sistema *pull*, simplesmente produzir o necessário; e por fim, (5) procurar a perfeição, que significa procurar incessantemente pela melhoria contínua (Omogbai e Salonitis, 2016).

Algumas das ferramentas *Lean* podem ser:

- *Value Stream Mapping* ou VSM é uma metodologia de planeamento para identificar os fluxos de informação, dos processos e dos materiais de toda a cadeia de abastecimento desde os fornecedores das matérias primas até à entrega do produto ao cliente. Permite interpretar corretamente problemas de

determinado sistema da produção através de símbolos, normalmente, normalizados em representação de itens e processos (Oliveira et al., 2017);

- *Poka Yoke* denominado por sistema anti erro. Esta ferramenta ajuda a garantir que o trabalho seja bem executado. Deste modo, o ideal é sempre desenhar a peça ou o processo para só serem realizados de uma única forma (Simas, 2016);
- *Total Productive Maintenance* ou TPM consiste no planeamento ou realização de manutenção de forma eficaz e eficiente a favor da produção com o intuito de minimizar as interrupções ou paragens nas linhas e, desta forma, assegurar a qualidade em processos contínuos (Oliveira et al., 2017);
- *Single Minute Exchange of die* ou SMED procura analisar os tempos de operações e de mudança de ferramentas. Pretende otimizar o sistema, sendo que o ideal é concretizar o maior número de atividades com o equipamento em funcionamento (Oliveira et al., 2017);
- 5S traduz-se numa simples ferramenta que pode levar ao aumento da produtividade através da organização e arrumação do posto de trabalho, uma vez que o caos leva à perda de tempo (Oliveira et al., 2017);
- Gestão Visual consiste na utilização de meios visuais que permitem identificar instantaneamente qual a situação das operações e tomar de imediato as decisões necessárias (Steenkamp et al., 2017);
- *Kanban* é uma ferramenta de controlo visual, que geralmente utiliza cartões de sinalização que controla o funcionamento dos fluxos de produção (Pereira, 2003).

Cada vez mais as organizações procuram boas práticas *Lean* para melhorar o desempenho tanto nos seus produtos como nos seus processos devido ao crescimento da competitividade entre as mesmas (Nascimento et al., 2018). O método tradicional que ensina as metodologias *Lean* já mostrou não ser suficientemente consistente para que os participantes possam aprender eficazmente (Leal et al., 2017). Para além disso, está comprovada a eficácia da utilização de jogos e simulações baseadas em computador na aprendizagem de *Lean* (Burch e Smith, 2017).

Após o estudo das ferramentas *Lean*, é explorada a Simulação por Eventos Discretos (DES).

2.7. Simulação por Eventos Discretos

A Simulação por Eventos Discretos (DES) decorre principalmente de modelos matemáticos, que descrevem o sistema em termos de mudanças de estado que ocorrem num determinado instante de tempo. Normalmente, este tipo de simulação é realizado com recurso a um *software*, pois este pode evitar problemas de validade que possam interferir com os modelos teóricos (Fitzgerald et al., 2015). Por isso, a simulação realizada por computador tem sido um método excecionalmente significativo e eficaz (Kikolski, 2017).

Nos últimos tempos, DES tornou-se indispensável, sendo uma ferramenta muito popular e útil em problemas de gestão de operações, devido à interação visual que esta contém (Zee e Slomp, 2009. Algumas das aplicações de DES são a manufatura, os serviços, os aeroportos, os restaurantes e a saúde (Tako e Robinson, 2010).

Há uma grande variedade de *software* de simulação disponíveis no mercado com diferentes propósitos: uns mais específicos e outros mais gerais e existem vários pacotes que oferecem maiores e melhores facilidades e interfaces gráficas (Sakurada e Miyake, 2009). Como exemplos de *software* de DES, tem-se: ARENA, SIMPROCESS, WITNSESS, Plant Simulation e SIMUL8.

Por uma questão de disponibilidade, o *software* escolhido para a realização dos modelos é o SIMUL8.

2.7.1. SIMUL8

O SIMUL8 é um *software* de DES desenvolvido no início da década de 90 pela Universidade de Strathclyde (Escócia) com a finalidade duma utilização didática nas disciplinas de simulação. Este programa permite desenhar os diagramas de processos das entidades do modelo. Utiliza blocos de construção para representar elementos de um sistema de filas de espera. Também apresenta ligações nos diferentes blocos, estabelecendo assim o fluxo das entidades ao longo do modelo.

As entidades que correspondem aos *Work Items* no programa são objetos gerados e processados pelo sistema (Chwif e Medina, 2006). Os principais blocos de construção encontram-se representados na Figura 2.8.



Figura 2.8. Principais blocos de construção do SIMUL8.

- (1) *Work Entry Point*: Representa o bloco de entrada que corresponde à chegada das entidades, controlada por uma distribuição ou horários definidos;
- (2) *Storage Area*: São as filas de espera, ou seja, são as áreas onde as entidades esperam até que sejam atendidas;
- (3) *Work Center*: É onde decorre a atividade;
- (4) *Work Exit Point*: É o ponto de saída da(s) entidade(s).

Além dum tipo de programação com utilização dos blocos referidos, o que facilita a programação a não programadores, este *software* possui uma linguagem de programação própria, o *Visual Logic*, permitindo a introdução de funções mais avançada. Possui também comandos, caixas de diálogos, botões e *tabs* / separadores que possibilita a criação de um modelo mais dinâmico.

Os benefícios da utilização deste *software* são: programável e possível adição de caixas de diálogo e de folhas de registo (matrizes). Traduzindo-se assim num *software* simples, intuitivo e amigável para o utilizador (Areno, 2003).

Os jogos de simulação encontrados na literatura que utilizam o *software* SIMUL8 estão representados na Tabela 2.3. Estes podem ser úteis para o desenvolvimento de ideias e construção dos jogos de simulação.

Tabela 2.3. Jogos de simulação utilizando o *software* SIMUL8.

Autor(es)	Nome do jogo	Objetivo(s)
Areno (2003)	Kid Rapidinho (Manutenção)	É mostrar que diferentes políticas de manutenção dão origem a resultados sensivelmente diferentes, nomeadamente o desempenho financeiro.
	Teorema do Limite Central	É ilustrar este teorema e explicar a razão das distribuições tenderem a ser semelhantes à distribuição normal.
	Sequem (Modelo de sequenciação)	É aplicar as diferentes regras de sequenciação (como <i>First In, First Out</i> (FIFO), <i>Last In, First Out</i> (LIFO), Menor Tempo de Processamento (MTPO), entre outras) em <i>Job Shop</i> , dando origem a variações nas medidas de desempenho como atrasos e/ou utilizações.
	<i>Supply Chain</i>	É controlar os parâmetros de entrada de uma cadeia de abastecimento, por forma a conseguir um lucro líquido elevado.
	Seis Sigma	É controlar o sistema como o número de consultores, funcionários, melhorar índices de desempenho como quantidades e dias em atraso, atraso médio e máximo, até otimizá-los.
Chwif e Barreto (2003)	<i>Mac Game</i>	É apresentar o efeito dos custos e das receitas num sistema de restaurante <i>fast food</i> .
Constantino et al. (2012)	(Sem nome)	É ensinar alguns conceitos de gestão de operações como a utilização da capacidade e o planeamento de manutenção.

Todos estes jogos possuem uma vertente didática. São considerados jogos de simulação e também jogos sérios, porque o objetivo dos jogos é primariamente a aprendizagem e não a diversão.

Os jogos a desenvolver encontram-se focados na temática *Lean*.

3. DESENVOLVIMENTO DOS JOGOS DE SIMULAÇÃO

Neste capítulo são apresentados os jogos de simulação desenvolvidos para a aprendizagem de ferramentas *Lean*, um utiliza a Gestão Visual e outro o método *Kanban*. Começa-se por descrever o conceito envolvido de cada jogo. Posteriormente, com o auxílio da *framework* de *design* de jogos Greenblat e Duke (1981), é apresentado o desenvolvimento da ideia e construção de cada jogo, finalizando com a avaliação e sugestões de melhorias para os mesmos. Ambos são jogos sérios, no entanto o jogo de Gestão Visual é um jogo que serve de comunicação para a sociedade em geral sobre as áreas da gestão industrial, e o jogo do método *Kanban* tem como propósito resolver um problema próximo ao real, como complemento de apoio ao método tradicional.

3.1. Jogo de Gestão Visual

A Gestão Visual apresenta definições ligeiramente diferentes, mas todas defendem que é uma ferramenta para visualizar informação. Esta ferramenta foi desenvolvida com o objetivo de destacar problemas associados ao dia a dia relativamente à produção. A ferramenta de Gestão Visual é definida com base nos elementos visuais para definir direções, sendo muito utilizada na indústria fabril (Eaidgah et al., 2016).

Quando se está num ambiente profissional e é aplicado a Gestão Visual, o objetivo de qualquer colaborador nesse ambiente é que seja capaz de compreender uma determinada situação e que esta reaja de maneira rápida, precisa, adequada e autónoma, ou seja, sem recorrer a outras pessoas (Simas, 2016). É através de estímulos de um ou mais sentidos humanos, desde a visão, olfato, audição, cheiro e paladar que é possível a aplicação do sistema de Gestão Visual. Os estímulos transmitem informações de qualidade, sendo estas úteis, corretas, perceptíveis e estimulantes ajudando assim as pessoas a compreender a situação organizacional (Tezel et al., 2009).

Com base no que é referido por Simas (2016), a Gestão Visual pode ser aplicada em diferentes áreas, como:

- No local de trabalho podem ser aplicadas placas, marcações no pavimento e desenhos no arrumo de utensílios, identificação de equipamentos, áreas de trabalho e documentos de processos;
- Como informações visuais existem papéis fixados com os procedimentos enumerados relativamente ao posto de trabalho e também, quadros de melhoria contínua;
- Como controlo visual pode-se utilizar informação sobre os diferentes processos, cartões *Kanban* e luzes *Andon*;
- Como desempenho visual são apresentados gráficos e o estado global das operações;
- Na segurança visual é exposta informação de precauções e quadros de segurança.

Algumas as funções da ferramenta Gestão Visual, segundo Tezel et al. (2009) são:

- Transparência – Esta é uma habilidade do processo de produção parcial ou total para comunicar com as pessoas. Por outras palavras, o processo produtivo deve ser visível e compreensível desde o princípio até ao fim;
- Disciplina – Manter os hábitos de realizar os procedimentos corretos;
- Melhoria contínua – Envolve inovação incremental e sustentada;
- Facilidade no trabalho – Tentativa de aliviar mentalmente postos de trabalho com tarefas monótonas por meio de auxílios visuais;
- Simplificação – Esforços de monitorização, processamento, visualização e distribuição de informações sobre o processo produtivo para todos na organização.

De acordo com Simas (2016), as principais vantagens da utilização da ferramenta Gestão Visual são:

- A rápida perceção da informação disponibilizada;
- O rápido destaque e eliminação dos problemas;

- Um melhor reconhecimento das anomalias, instalando dispositivos de sinalização;
- Promover a melhoria contínua, envolvendo todos da organização;
- Manter os processos atualizados de acordo com os avanços.

3.1.1. Descrição do jogo

Para muitos, as áreas de Engenharia e Gestão Industrial (EGI) são desconhecidas e, por conseguinte, a sua importância é subestimada. É possível promover o conhecimento destas áreas através da realização de visitas a fábricas, no entanto acarreta muitos inconvenientes para o público interessado como deslocações e incompatibilidade de horários entre os interessados e as empresas. Outra forma de dar a conhecer as áreas de EGI seria por meio de um jogo físico, contudo a utilização de jogos pedagógicos na forma digital acompanha as ferramentas tecnológicas que têm proporcionado novos horizontes na procura pelo conhecimento. Como referido no enquadramento teórico, um jogo digital é uma ferramenta com muito potencial na aprendizagem de conceitos, o que justifica a sua escolha.

Uma das ferramentas *Lean* muito simples de aplicar e de compreender é a Gestão Visual. Neste sentido, devido à sua simplicidade, esta é uma boa ferramenta para mostrar o impacto que a Gestão Visual apresenta quando aplicada num ambiente fabril. Deste modo, o jogo funciona como ferramenta de comunicação e promoção de alguns conceitos básicos da Gestão Visual.

O jogo pode ser aplicado em congressos da ciência, conferências, feiras, escolas primárias, básicas ou até mesmo, em escolas secundárias.

Para a realização deste jogo necessita-se de um computador e do *software* SIMUL8. Relativamente à duração do jogo é sensivelmente dez minutos por jogador. Não há necessidade da existência de um líder, uma vez que no jogo existe todas as instruções necessárias para dar continuidade ao jogo.

O propósito do jogo centra-se na educação e na demonstração do impacto da ferramenta Gestão Visual. Como tal, o jogo visa desafiar o jogador, e simultaneamente, aprender e divertir.

Após definido o propósito do jogo, o próximo passo é detalhar os elementos constituintes do jogo:

- **Modelo**

O modelo refere-se a um armazém com seis reservatórios e a capacidade máxima de cada um deles é de dez componentes. Nesses reservatórios ocorre a entrada de componentes e quando a capacidade do reservatório é ultrapassada, significa que os componentes perderam validade e, por conseguinte, o reservatório volta ao estado inicial (vazio), pois estes componentes vão para o lixo.

- **Símbolos**

Os símbolos relevantes do modelo são os seguintes: a entrada de componentes, os componentes e os reservatórios.

- **Materiais ou acessórios**

Na página do jogo são apresentados três botões, “Jogar”, “Mudar de utilizador” e “Sair”. O primeiro botão é para iniciar a jogada. O segundo botão é utilizado para mudar de jogador e o último botão é para sair da página do jogo. São utilizadas caixas de diálogo para exibir as instruções, explicações e colocação de questões ao longo do jogo. Utiliza-se também tabelas como forma de visualizar as jogadas e respetivas pontuações no decorrer do jogo.

- **Papéis**

O jogador assume o papel de operador de armazém.

- **Processo do jogo**

O jogo começa com a inserção dos dados do utilizador, o nome e o ID (um número identificador definido pelo próprio jogador) com apenas quatro dígitos para registar o jogador. Estes dados garantem que se jogar num momento diferente, o jogador possa ter acesso à sua melhor pontuação. Posteriormente, há uma breve explicação relativamente ao

conceito de Gestão Visual, descrição do modelo, semelhante ao acima descrito, e o objetivo do jogador.

O objetivo do jogador é recolher o maior número de componentes possível antes que ultrapasse a capacidade máxima do reservatório. Quando a capacidade do reservatório é ultrapassada, não só o reservatório fica vazio, como também o jogador perde a possibilidade de recolher esses dez pontos. Cada reservatório tem um botão respetivo e a recolha dos componentes é feita através de um clique no botão junto ao reservatório. Durante as jogadas, a velocidade aumenta progressivamente ao longo do tempo. No final de cada jogada são apresentados os resultados da respetiva jogada. É importante referir que o jogo apresenta dois cenários, explicados no ponto seguinte.

Em todas as jogadas é apresentada numericamente a quantidade de componentes existentes em cada reservatório.

A oitava jogada é a última oportunidade que o jogador tem para conseguir melhorar a sua pontuação. No final desta jogada são apresentadas algumas das vantagens da utilização da Gestão Visual.

- **Períodos**

A cada jogada corresponde a um dia de trabalho, 8 horas de trabalho. Cada período representa uma jogada. Neste sentido, o primeiro cenário ocorre nas primeiras duas jogadas e o segundo cenário sucede a partir da terceira jogada. O limite máximo é de oito jogadas. Como tal, o utilizador deve jogar pelo menos três vezes (jogadas) para compreender o efeito da ferramenta Gestão Visual, bem como a sua importância.

- **Cenários**

Apenas existem dois cenários. Num primeiro cenário, a capacidade dos reservatórios é observado visualmente por uma única cor, o cinzento. No segundo cenário o a capacidade dos reservatórios é observado visualmente com base num código de cores. Definiu-se esse código de cores de acordo com a quantidade de componentes existente no reservatório, sendo que:

- Até três componentes, a cor observada é verde;
- Quatro a sete componentes, a cor observada é amarela;
- A partir de oito componentes, a cor observada é vermelha.

É de realçar que, apenas no segundo cenário é aplicada a ferramenta Gestão Visual, desta forma mostrará ao jogador da importância da gestão visual, pois esta irá facilitar na rapidez da recolha dos componentes.

- **Indicadores**

Os indicadores presentes no jogo são: a quantidade de componentes inicial, a quantidade de componentes em cada reservatório, as barras relativamente aos pontos ganhos e perdidos, cor no enchimento dos reservatórios, uma tabela com os resultados do jogo atual (para que o jogador tenha noção do seu desempenho) e uma outra tabela com as três melhores pontuações dos jogadores registados e a melhor pontuação do jogador atual.

- **Resultados**

A pontuação é dada pela soma dos componentes existentes nos reservatórios aquando clicados. Esta soma é apresentada ao jogador sob a forma de pontos ganhos. Quando o reservatório ultrapassa os dez componentes, é somado dez pontos aos pontos perdidos. No final de cada jogada os resultados (pontos ganhos e pontos perdidos) são apresentados numa tabela. A melhor pontuação do jogador é apresentada numa outra tabela. Caso seja a primeira vez esta é zero. Caso contrário, o jogador tem a possibilidade de revê-la e tentar superá-la.

3.1.2. Implementação do jogo

A Figura 3.1. apresenta um esquema simplificado do jogo de Gestão Visual.

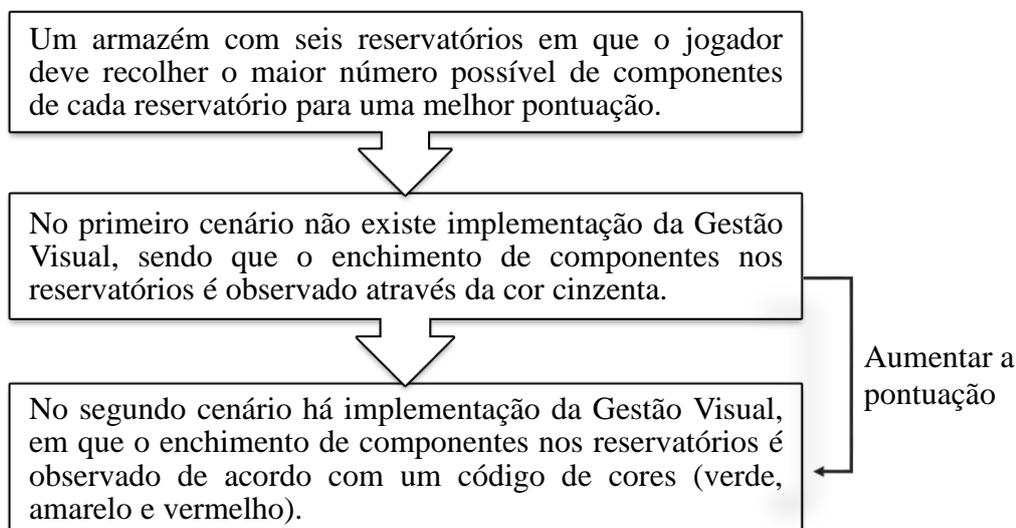
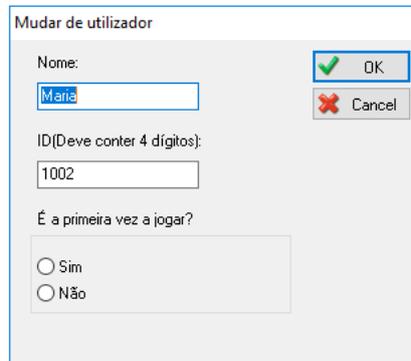


Figura 3.1. Sequência do jogo de Gestão Visual.

Para a construção deste jogo recorre-se a um *software* de simulação, o SIMUL8. O jogo começa com uma caixa de diálogo solicitando a inserção de dados (Figura 3.2) nome, ID e resposta à pergunta “É a primeira vez a jogar?”.



Mudar de utilizador

Nome:

ID(Deve conter 4 dígitos):

É a primeira vez a jogar?

Sim
 Não

Figura 3.2. Caixa de diálogo para a inserção de dados.

Se jogador atual não estiver na folha de registo (matriz) “Registo_jogadores”, este é adicionado à mesma (Figura 3.3). Esta matriz não é visível aos jogadores.

Sheet: Registo_jogadores

	A	B	C	D	E
1	Nome	ID	Pontos Ga	Pontos Perdidos	
2	Liliana	1000	10	0	
3	João	1001	9	0	
4	Maria	1002	10	0	
5	Vania	1004	59	-20	
6	Matilde	1005	16	0	
7	Paulo	1006	14	0	
8	Laura	1010	8	0	
9	Ana	1011			
10					
11					

Figura 3.3. Matriz com os registos dos jogadores.

Seguidamente é apresentada a descrição do conceito de Gestão Visual, do modelo e do objetivo do jogador, como se observa na Figura 3.4.

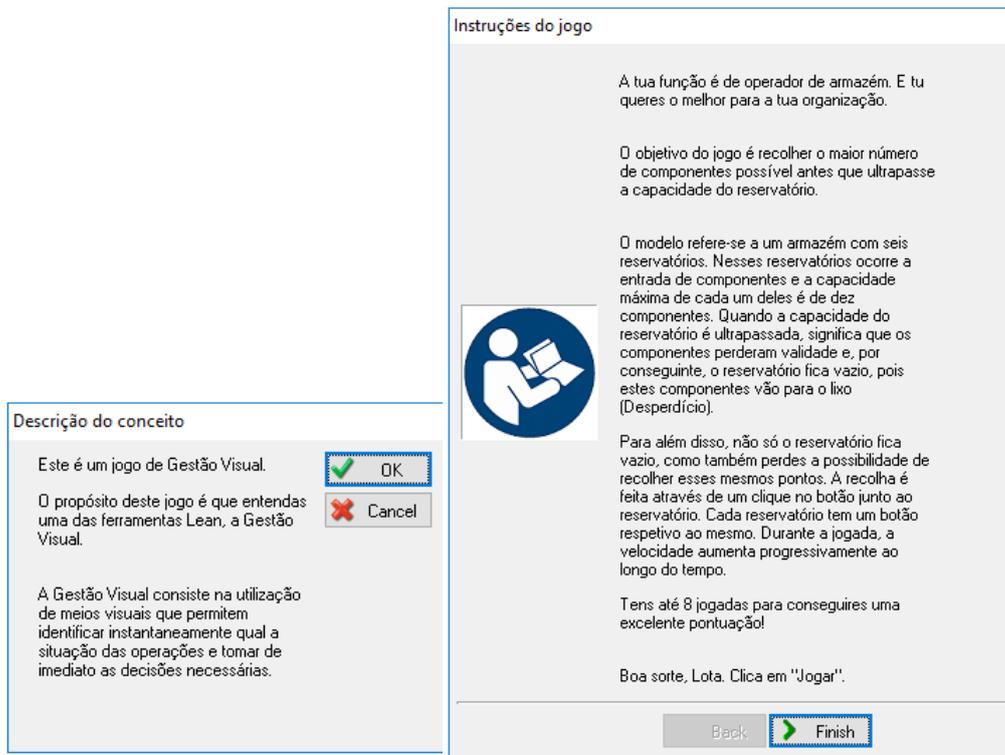


Figura 3.4. Caixa de diálogo com descrição do conceito de Gestão Visual (esquerda); Caixa de diálogo com a caracterização do modelo e do objetivo do jogo (direita).

Na Figura 3.5 é apresentada a página do jogo.

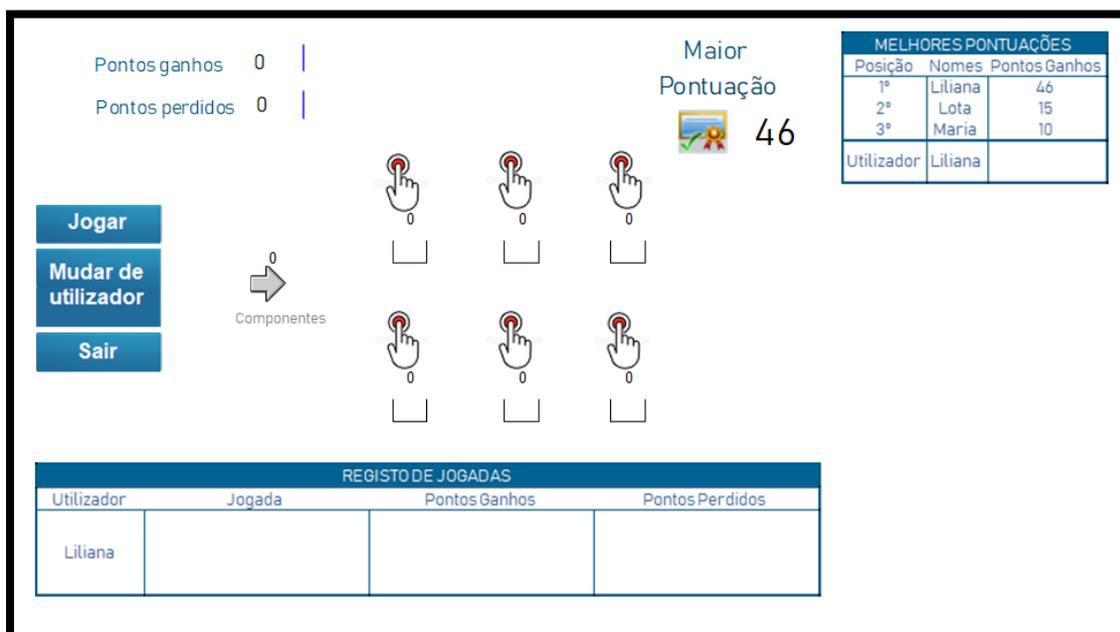


Figura 3.5. Página do jogo.

Para iniciar uma jogada, basta clicar em “Jogar”, tendo como resposta uma caixa de diálogo contendo o respetivo número da jogada (Figura 3.6).

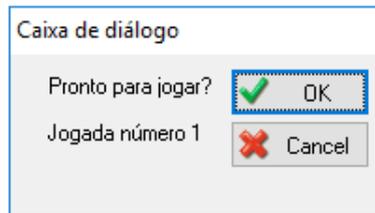


Figura 3.6. Caixa de diálogo de início de cada jogada, indicando o número de jogada.

No primeiro cenário, o enchimento dos reservatórios é de cor cinzenta, o que significa que não é utilizada a Gestão Visual. A Figura 3.7 ilustra a segunda jogada onde é possível observar a pontuação atual e, na tabela, a da jogada anterior.

Pontos ganhos 0 |
Pontos perdidos -10

Maior Pontuação 10

MELHORES PONTUAÇÕES

Posição	Nomes	Pontos Ganhos
1º	Maria	10
2º	Lota	8
3º	João	5
Utilizador	Lota	8

43 Componentes

REGISTO DE JOGADAS

Utilizador	Jogada	Pontos Ganhos	Pontos Perdidos
Lota	1	8	0

Figura 3.7. Página do jogo com o primeiro cenário na qual não existe implementação da Gestão Visual.

A partir da terceira jogada é apresentada uma mensagem (Figura 3.8) que contém um código de cores, explicitando cada cor. Desta forma, o intuito é que com este código ou sistema de cores facilite e melhore a rápida resposta do utilizador na recolha de componentes.

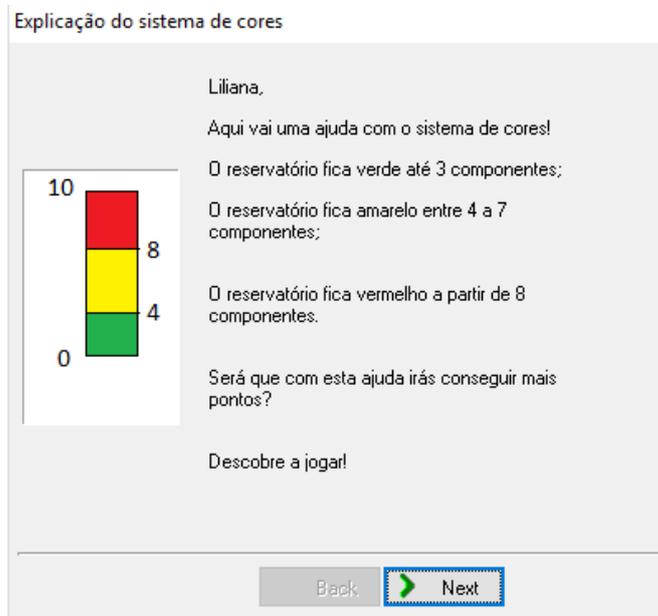


Figura 3.8. Caixa de diálogo com a explicação do sistema de cores.

No segundo cenário, para além da caixa de diálogo com a explicação do sistema de cores, esta fica visível na página do jogo, de forma a ajudar o jogador a não esquecer a caracterização do sistema de cores, como mostrado na Figura 3.9. Com o auxílio da tabela “Registo de jogadas” é possível o jogador visualizar o contraste entre os dois cenários (com e sem a ferramenta Gestão Visual).

MELHORES PONTUAÇÕES		
Posição	Nomes	Pontos Ganhos
1º	Liliana	57
2º	Liliana	46
3º	Lota	15
Utilizador	Liliana	57

REGISTO DE JOGADAS			
Utilizador	Jogada	Pontos Ganhos	Pontos Perdidos
Liliana	1	57	-40
Liliana	2	6	-100

Figura 3.9. Página do jogo com o segundo cenário onde há implementação da Gestão Visual.

Ao fim da oitava jogada o jogo termina com a apresentação das vantagens da Gestão Visual, seguida da caixa de diálogo “Mudar de utilizador”.

3.1.3. Avaliação do jogo

Nesta secção são apresentados os resultados da avaliação do jogo desenvolvido. Reuniu-se dez jogadores com uma faixa etária compreendida entre os 20 e os 30 anos. O local aplicado foi numa residência universitária com vários alunos de diferentes cursos. A medição da eficácia do jogo foi com base num questionário (APÊNDICE A). Este questionário sofreu algumas adaptações ao que foi referido no subcapítulo 2.2.1, uma vez que não foi contabilizada a interação social devido à categoria *singleplayer*. As afirmações do questionário com escala de Likert apresentam cinco níveis de resposta, em que 1 significa “Discordo fortemente”, 2 refere-se a “Discordo”, 3 significa “Não discordo nem concordo”, 4 é referente a “Concordo” e 5 corresponde ao “Concordo plenamente”.

No final do jogo foi realizado o questionário, sendo este individual e confidencial. De acordo com a escala de concordância, foi realizada uma análise das respostas dos inquiridos com base numa distribuição em percentagem do número de indivíduos correspondente à escala escolhida.

De acordo com a Tabela 3.1, verifica-se que as afirmações de 1 a 14 são referentes à avaliação da motivação que o jogo de Gestão Visual proporciona. No que diz respeito aos parâmetros atenção e relevância, estes oferecem um *design* adequado e um conteúdo interessante, respetivamente. Em relação ao parâmetro confiança, os jogadores afirmaram que este era um jogo de fácil perceção. Os inquiridos, no fator satisfação sentiram-se realizados em completar as jogadas e completos por aprenderem algo novo e inesperado.

Tabela 3.1. Distribuição de concordância em percentagem das perguntas sobre a motivação pelo número de inquiridos.

		Questão	Escala de concordância				
			1	2	3	4	5
Motivação	Atenção	1. Houve algo interessante no início do jogo que captou a tua atenção.	-	-	20%	80%	-
		2. O <i>design</i> da interface do jogo é atraente.	-	-	20%	60%	20%
	Relevância	3. Eu gostei tanto do jogo que gostaria de aprender mais sobre o assunto abordado.	-	-	20%	40%	40%
		4. O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses.	-	-	20%	80%	-
		5. Eu poderia relacionar o conteúdo do jogo com coisas que já vi, fiz ou pensei.	-	-	20%	80%	-
		6. O conteúdo do jogo será útil para mim.	-	-	-	100%	-
	Confiança	7. O jogo foi mais difícil de entender do que eu gostaria.	100%	-	-	-	-
		8. O jogo tinha tanta informação que foi difícil identificar e lembrar dos pontos importantes.	100%	-	-	-	-
		9. O jogo tinha tanta informação que foi difícil identificar e lembrar dos pontos importantes.	80%	20%	-	-	-
		10. As atividades do jogo foram muito difíceis.	80%	20%	-	-	-
		11. Eu não consegui entender partes do material do jogo.	80%	20%	-	-	-
	Satisfação	12. Completar os exercícios do jogo deu-me um sentimento de realização.	-	-	-	20%	80%
		13. Eu aprendi algumas coisas com o jogo que foram surpreendentes ou inesperadas.	-	-	-	40%	60%
		14. Eu senti-me bem ao completar o jogo.	-	-	-	80%	20%

De acordo com a Tabela 3.2 verifica-se que em relação às afirmações entre 15 e 33 estas são correspondentes à experiência do utilizador. No fator imersão, os utilizadores esforçaram-se para obter bons resultados e sentiram-se estimulados a aprender o conceito. Os jogadores conseguiram melhorar as suas habilidades de acordo com as alterações de cenários. No fator divertimento, os utilizadores repetiram as oitos jogadas, iniciando novamente o jogo, o que conclui que os mesmos se divertiram.

Tabela 3.2. Distribuição de concordância em percentagem das perguntas sobre a experiência do utilizador pelo número de inquiridos.

		Questão	Escala de concordância				
			1	2	3	4	5
Experiência do utilizador	Imersão	15. Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava.	-	20%	-	40%	40%
		16. Eu perdi a consciência do que estava ao meu redor enquanto jogava.	-	-	100%	-	-
		17. Senti-me mais num ambiente de jogo do que no mundo real.	-	-	100%	-	-
		18. Esforcei-me para ter bons resultados.	-	-	-	20%	80%
		19. Houve momentos que eu queria desistir do jogo.	80%	-	20%	-	-
		20. Senti-me estimulado(a) a aprender com o jogo.	-	-	-	20%	80%
	Desafio	21. Eu gostei do jogo e não senti ansiedade.	-	-	-	80%	20%
		22. O jogo manteve-me motivado(a).	-	-	-	40%	60%
		23. As habilidades melhoraram com gradualmente com a alterações dos cenários.	-	-	-	20%	80%
		24. O jogo oferece novos desafios num ritmo apropriado.	-	100%	-	-	-
		25. Este jogo é adequadamente desafiador para mim, as tarefas não são muito fáceis nem muito difíceis.	-	20%	-	80%	-
	Habilidade/Competência	26. Senti-me bem-sucedido(a).	-	-	-	80%	20%
		27. Senti-me competente.	-	-	-	80%	20%
		28. Senti progressos ao longo do jogo.	-	-	-	-	100%

Divertimento	29. Eu gosto de utilizar este jogo por bastante tempo.	-	-	-	80%	20%
	30. Quando acabou o jogo, fiquei desapontado(a) por ter acabado.	-	-	80%	-	20%
	31. Eu jogava novamente este jogo.	-	-	-	100%	-
	32. Algumas coisas dos jogos irritaram-me.	-	40%	-	40%	20%
	33. Achei o jogo meio parado.	-	20%	80%	-	-

Por fim, as afirmações de 34 a 36 são referentes ao conhecimento, sendo que o jogo resultou num processo de aprendizagem eficaz (Tabela 3.3).

Tabela 3.3. Distribuição de concordância em percentagem das perguntas sobre a conhecimento do utilizador pelo número de inquiridos.

		Escala de concordância				
		1	2	3	4	5
Conhecimento	Questão					
	34. Depois do jogo consigo lembrar de mais informações relacionadas ao tema apresentado no jogo.	-	-	-	60%	40%
	35. Depois do jogo consigo compreender melhor os temas apresentados no jogo.	-	-	-	60%	40%
	36. Depois do jogo sinto consigo aplicar melhor os temas relacionados com o jogo.	-	-	-	80%	20%

A satisfação média global dos inquiridos foi de 80% correspondendo a 4 pontos na escala de concordância. Com base na análise dos dados, o jogo de Gestão Visual mostra-se ser eficaz para pessoas jovens.

Um ponto fraco identificado é a não possibilidade de testar em diferentes faixas etárias. Desta forma, não se obtém uma conclusão razoável, não podendo assim validar o jogo para um público em geral.

3.1.4. Propostas de melhoria

Com base nas respostas dos inquiridos, sugerem-se melhorias na adequação da velocidade de saída dos componentes e informar ao jogador qual seria a sua pontuação caso recolhesse no momento certo todos os componentes. Ainda é sugerido a realização de mais

jogos com esta temática, uma vez que proporciona um processo de aprendizagem agradável e divertido. Para além disso, este simples jogo é benéfico, pois pode ser aplicado a um grupo diversificado de pessoas.

Relativamente à validação do jogo, para uma conclusão razoável sobre este jogo, sugere-se a aplicação de testes em ambientes de escolas e / ou feiras da ciência. Deste modo, será possível avaliar e validar a eficácia deste jogo ao público alvo em estudo.

3.2. Jogo do método *Kanban*

Kanban é um método do TPS que visa eliminar desperdícios referentes à produção resultando numa redução de custos (Thielmann et al., 2015). É um conceito japonês que significa sinal e é considerado uma técnica de controlo visual (Cimorelli, 2016).

Um dos principais objetivos no sistema *Kanban* é entregar o material em sistema *Just-in-time* (JIT) e passar informações aos colaboradores do tipo de produto e a quantidade a produzir (Huang e Kusiak, 1996). O método JIT consiste em entregar o material certo, na quantidade certa, no tempo certo e no local certo, o qual resulta na redução de stocks e, conseqüentemente, na diminuição dos custos (Donatelli, 2008).

Buer et al. (2018) mostram diferentes cenários relativamente à utilização do método *Kanban*. Cada cenário corresponde a um nível, que por sua vez está relacionado com a evolução da digitalização, sendo eles:

Nível 1 – Cartão *Kanban* físico:

- é um sistema tradicional que depende dos cartões físicos. Estes cartões são intuitivos e fáceis de entender;

Nível 2 – e-*Kanban*:

- é um sistema *Kanban* eletrónico, em que a transmissão do sinal *Kanban* é feita eletronicamente, no entanto ainda necessita de um operador para a verificação de reabastecimento do material;

Nível 3 – *Kanban* autónomo:

- consiste em automatizar a decisão de reabastecimento e transmissão do sinal *Kanban* que, por conseguinte, automatiza o circuito *Kanban*;

Nível 4 – *Kanban* auto otimização:

- é com base no sistema autónomo juntamente com uma recolha de dados por forma a analisar e priorizar melhorias.

Este autor enfatiza a utilização da digitalização parcial ou total. Nesta dissertação, o foco insere-se no nível 1, o cartão *Kanban* físico, sendo que é o nível mais recorrente nas organizações. Desta forma, com base neste nível é possível a comunicação e o funcionamento de todo o sistema de uma organização.

Numa sequência de produção, o produto atravessa diversas etapas, de processo em processo, até que seja transformado em produto final acabado. O sistema *Kanban* promove um equilíbrio entre o processo anterior e o processo seguinte (Peinado e Graeml, 2007).

O fluxo da produção é realizado através de contentores que contêm as peças que irão ser transportadas para o processo seguinte (Donatelli, 2008). Todos os contentores possuem a mesma quantidade de peças para o mesmo tipo de produto (Peinado e Graeml, 2007). Quando o contentor é esvaziado, este retorna para o processo anterior para que as peças depois de trabalhadas possam ser novamente repostas (Donatelli, 2008). Um contentor corresponde a um cartão *Kanban* (Peinado e Graeml, 2007), ou seja, o cartão é fixado ao contentor e funciona “como uma transmissão de informação”, afirma Donatelli (2008). Quando um contentor é expedido, o cartão dá a informação da quantidade de produto e o momento para a sua produção. Para isto, recorre-se a um quadro *Kanban* que suporta os cartões e ajuda na sequência e priorização de peças para produção (Donatelli, 2008).

O operador deve compreender que a existência de cartões no quadro significa que existe necessidade de produção. Para isso, o autor afirma existir um sistema visual, normalmente com cores presentes, no qual a cor verde significa que a produção está a correr bem, a amarela traduz-se em dar atenção à produção, e o vermelho indica que a situação está crítica. No quadro *Kanban*, os cartões são retirados de cima para baixo, ou seja, do vermelho para o verde, quando o material é enviado ao processo seguinte (Thielmann et al., 2015). É de acrescentar que se deve sempre retirar os cartões da zona vermelha, seguidamente da zona amarela e, por fim, verde. Outro indicador que define a prioridade de retirada do cartão é a quantidade de cartões existente de cada tipologia de produto.

De acordo com alguns autores, o sistema *Kanban* permite:

- O controlo do fluxo de materiais (Thielmann et al., 2015);

- Reduzir o tempo de espera;
- Aumentar a produtividade (devido à correlação entre processos da produção) (Pereira, 2003);
- Eliminar desperdícios de sobreprodução (Donatelli, 2008);
- Delimitar o stock máximo, porque só se produz à medida da procura (Macedo, 2011);
- Facilitar a visualização da necessidade de repor para stock (Macedo, 2011);
- Eliminar burocracias devido à não documentação nas ordens de produção (Macedo, 2011).

De acordo com Huang e Kusiak (1996), o sistema *Kanban* cumpre com as seguintes funções, de:

- Visibilidade, em que fluxo da informação e materiais são combinados à medida que os cartões *Kanban* movem-se com eles;
- Produção, em que os cartões *Kanban* possuem a função de controlo da produção que corresponde ao tempo, à quantidade e aos tipos de peças a serem produzidos;
- Stock, onde o número de cartões *Kanban* corresponde à quantidade de stock existente.

A autora Donatelli (2008) recolhe algumas regras fundamentais para o sucesso do sistema *Kanban* de diversos autores, sendo elas:

- Não enviar produtos defeituosos para o processo seguinte, por isso o controlo de qualidade deve ser efetuado antes de se colocar o produto no contentor;
- Nenhum contentor é produzido sem existir cartão;
- Os operadores do processo seguinte devem ser responsáveis pela produção dos produtos necessários nos seus postos;
- Em cada processo, a quantidade produzida deve corresponder à quantidade retirada pelo processo seguinte, estando de acordo com as especificações do cartão *Kanban*;
- O número de cartões *Kanban* no sistema deve ser reduzido;

- O posto seguinte deve retirar apenas a quantidade necessária de cada tipo de produto e somente no momento em que irá ser utilizado;
- O sistema *Kanban* deve suportar pequenas flutuações da procura.

Uma das fases à implementação do *Kanban* é determinar a quantidade necessária de cartões *Kanban*/contentores. Depois de estabelecida a quantidade de peças por contentor, determina-se a quantidade de contentores ou cartões *Kanban* (Peinado e Graeml, 2007). Para o cálculo pode-se considerar duas situações diferentes, sendo elas:

- Quando a máquina produz exclusivamente um produto, utiliza-se a expressão (3.1).

$$n^{\circ} K = \frac{S}{Q} + \frac{D \times T}{Q} + 1 \quad (3.1)$$

- Quando a máquina produz mais do que um produto, isso significa que existem tempos de *setups* a serem considerados, utiliza-se assim a expressão (3.2).

$$n^{\circ} K = \frac{L}{Q} + \frac{S}{Q} + \frac{D \times T}{Q} + 1 \quad (3.2)$$

Cada variável é correspondente de:

$n^{\circ} K$ – Número de cartões *Kanban*/contentores

Q – Quantidade de peças por contentor

L – Lote mínimo de produção

D – Procura média

S – Stock de Segurança

T – *Lead time*

A diferença entre as equações (3.1) e (3.2) está na existência de uma parcela da fórmula referente ao lote mínimo de produção. Este fator surge quando existe diferentes produtos para a mesma máquina, sendo necessário dividir a produção em lotes mais

pequenos para conseguir satisfazer a procura. Como consequência tem-se um maior consumo em tempos de *setup*.

Na expressão (3.2), Peinado e Graeml (2007) desagregam a equação, explicando o significado parcela a parcela. A equação (3.3) refere-se à parcela da quantidade de cartões para satisfazer a procura, correspondendo ao número de cartões da zona vermelha no quadro *Kanban*.

$$\frac{D \times T}{Q} + 1 \quad (3.3)$$

A parcela seguinte (3.4) indica a quantidade necessária de contentores ou cartões para stock de segurança. É na zona amarela do quadro *Kanban* que esta quantidade de cartões se encontra.

$$\frac{S}{Q} \quad (3.4)$$

Por fim, a (3.5) é a expressão que diferencia entre a (3.1) e a (3.2), referente ao número de cartões *Kanban* que corresponde ao lote mínimo de produção devido aos tempos de *setup* considerados. Na zona verde do quadro *Kanban* localizam-se esta quantidade de cartões.

$$\frac{L}{Q} \quad (3.5)$$

3.2.1. Descrição do jogo

As visitas às fábricas podem ser uma opção para complementar a teoria relativamente à aprendizagem do método *Kanban*, no entanto, esta apresenta inconvenientes como deslocações e incompatibilidades de horários. Existe um jogo físico de tabuleiro denominado *Kanban: Automotive Revolution*², em que esta temática é explorada. Contudo, com o avanço tecnológico, um jogo digital proporciona maior motivação e permite uma maior aproximação ao sistema real. O jogo desenvolvido pretende ser uma ferramenta complementar ao método tradicional, por forma a melhorar a experiência de aprendizagem.

² Encontrado em <https://boardgamegeek.com/boardgame/109276/kanban-drivers-edition> (Acedido a 5 de junho de 2018).

No jogo, o jogador compreende o modo como é implementado um sistema *Kanban*, o funcionamento de cartões num quadro *Kanban*, o cálculo recorrendo a (3.2) do número de cartões, o significado da fórmula do número de cartões, e ainda, o impacto da implementação da ferramenta *Kanban*. Este jogo foca-se essencialmente na resolução do problema. A resolução do problema consiste na tomada de decisão de modo a encontrar um número ótimo de cartões *Kanban* para diferentes produtos. Também consiste em decidir a ordem pela qual os diferentes produtos são produzidos. Com este jogo, o público alvo compreende o funcionamento de um sistema *Kanban*.

Os participantes do jogo devem ter noções básicas sobre um sistema *Kanban*. A procura por este jogo poderá surgir em alunos com dificuldade em compreender o sistema *Kanban*, ou em professores que pretendam conter uma componente adicional à teoria quando ensinam *Lean*. Pode ser aplicado em instituições que ensinam *Lean* e que desejam promover a dinâmica no processo de ensino.

A realização deste jogo necessita de um computador e do *software* SIMUL8. Durante o desenrolar do jogo, não é necessário líder, uma vez que no jogo há a exibição de instruções, mas no final é necessário um líder (por exemplo, um professor) para comentar e discutir os resultados das jogadas. No que diz respeito à duração do jogo, será aproximadamente, quinze minutos.

O propósito do jogo centra-se na educação e demonstração do método *Kanban*. Como tal, o jogo ajuda na compreensão dos conceitos *Kanban* de uma forma atrativa e motivadora.

Depois de definir o propósito do jogo, o seguinte passo consiste em descrever os elementos que compõem o jogo.

- **Modelo**

O modelo representa um *shopfloor* de uma fábrica de peças plásticas que pretende implementar um sistema *Kanban*. A fábrica intitulada “Plastipás” é produtora de peças plásticas injetadas com destino à indústria eletrónica. Esta zona da fábrica é constituída por três máquinas e três colaboradores, sendo que em cada máquina existe um operador. A fábrica é responsável pela produção de duas peças diferentes, o modelo A e o modelo B. O modelo A é fabricado nas máquinas 1 e 2, e o modelo B é produzido nas máquinas 1 e 3. O *shopfloor* apresenta problemas na produção, pretendendo assim desenvolver um sistema

Kanban para o controlo de stocks. Existe um quadro *Kanban* referente à máquina 1. A empresa trabalha 22 dias por mês e 8 horas por dia. São fornecidos dados, Tabela 3.4 para calcular o número ótimo de cartões *Kanban* das diferentes peças.

Tabela 3.4. Quadro com os dados para a resolução do problema.

	Modelo A	Modelo B
Procura média mensal – D	2420	1540
Stock de Segurança – S	220	140
Lote mínimo de produção – L	485	308
Quantidade de peças por contentor – Q	50	50
<i>Lead Time</i> (meses) – L	0,046	0,063

- **Símbolos**

Os símbolos representantes deste jogo são a entrada de componentes (fornecedores dos modelos), as peças (modelo A e B), as máquinas (1, 2 e 3), os stocks, os operadores e a saída de produtos acabados.

- **Materiais ou acessórios**

Na página do jogo são apresentados três botões, “Jogar”, “Mudar de utilizador” e “Sair”. O primeiro referido é para iniciar a jogada. O segundo botão é utilizado para mudar de jogador e o último botão é para sair da página do jogo. Para dar início a cada jogada é necessário o utilizador clicar no botão “Jogar”. É utilizado caixas de diálogo para exibir as instruções, explicações e colocação de questões ao longo do jogo. Utiliza-se também tabelas como forma de visualizar as jogadas e respetivas pontuações no decorrer do jogo.

- **Processo do jogo**

O jogo inicia-se com a introdução dos dados do participante: o nome e o número de estudante. Seguidamente, é apresentada uma descrição do método *Kanban*, do modelo e do problema do jogo com os dados necessários para a realização de cálculos. Juntamente é referido que o objetivo principal do jogo é o jogador conseguir implementar e compreender o sistema *Kanban*.

Na primeira jogada, o jogador insere um número de cartões aleatório em cada zona de cor do quadro *Kanban* para o modelo A. Nesta primeira jogada espera-se que o participante compreenda o seguimento dos cartões do modelo. Os cartões são sempre retirados do quadro de cima para baixo, ou seja, do vermelho para o verde. Quando o cartão é retirado do quadro *Kanban*, é também retirado cinquenta peças do fornecedor. Ambos, o cartão e as peças, entram na máquina 1, compondo assim um contentor. Seguidamente é enviado para a máquina 2, caso esta esteja disponível. Caso contrário, o contentor fica em fila de espera. Após saída da máquina 2, entra no stock de armazém e segue para expedição quando há procura deste modelo. No momento da expedição, o cartão retorna ao quadro de baixo para cima consoante o número de cartões limite de cada zona.

Na segunda jogada, o jogador introduz o número de cartões aleatório em cada zona de cor do quadro *Kanban* para ambos os modelos. Esta jogada é semelhante à primeira, o que difere é a inserção de um número de cartões aleatório no quadro para o modelo B. Esta jogada é para o jogador visualizar a prioridade dos cartões *Kanban* relativos aos modelos. Esta prioridade é definida pela maior quantidade de cartões existente no quadro, inicia-se na zona vermelha, amarela e verde, respetivamente. O fluxo do modelo B é semelhante ao do modelo A, diferindo apenas na máquina posterior à máquina 1, ou seja, da 2 para a 3.

A jogada três permite ao jogador tomar a decisão da sequência e priorização entre os modelos. Nesta jogada, o jogo é iniciado com uma pergunta: “Qual o primeiro modelo com necessidade de ser produzido?”, tendo o jogador que selecionar uma das duas opções, Modelo A ou Modelo B. A cada saída de contentor da máquina 1, o jogador é questionado qual o modelo que pretende produzir. Para tal, existem diferentes tipos de tomadas de decisão:

- Retirar o cartão do modelo com maior número de cartões da respetiva de cor do quadro *Kanban* (começar sempre pela cor vermelha, amarela e verde, respetivamente);
- Se na mesma zona de cor estiver a mesma quantidade de cartões em ambos os modelos, deve somar o número de cartões existentes no quadro de cada modelo e deverá retirar o cartão do modelo que tiver mais cartões. Caso a soma de cartões seja igual em ambos os modelos pode retirar um cartão de qualquer modelo.

Na quarta jogada é apresentado ao jogador uma equação que auxilia no cálculo do número total de cartões *Kanban*, permitindo assim resolver o problema proposto.

A quinta e última jogada, é fornecido ao jogador uma explicação do cálculo do número de cartões *Kanban* para cada zona de cor. Nas jogadas um, dois, quatro e cinco, existe um stock em armazém, sendo este equivalente ao número de cartões *Kanban* inserido pelo jogador na zona amarela do quadro *Kanban*. Para as jogadas não se tornarem aborrecidas, a velocidade de simulação aumenta a partir do décimo contentor expedido do modelo A.

- **Períodos**

Existem cinco períodos que equivalem a cinco jogadas, ainda com a hipótese de repetir as jogadas número um, dois e três. A duração deste jogo é aproximadamente quinze minutos.

- **Papéis e Decisões**

O jogador exerce dois papéis que depende da jogada em que o jogador se encontra. As jogadas um, dois, quatro e cinco, o jogador assume o papel de responsável pela produção e decide o número de cartões *Kanban* necessários em todas as jogadas exceto a jogada três. Enquanto na terceira jogada, o jogador exerce a função de operador de chão de fábrica, em que este decide a ordem de produção entre os modelos.

- **Indicadores**

Os indicadores relacionam-se com as variáveis referentes à fórmula do cálculo do número de cartões *Kanban* que considera os tempos de *setup*, a (3.2). Estes indicadores são os seguintes: a Procura (D), o *Lead time* (T), a Quantidade de peças por contentor (Q), o Stock de Segurança (S) e o Lote mínimo de fabricação (L). Para além disso, é apresentado também o número de cartões colocados de início no quadro *Kanban* e o número de cartões *Kanban* existentes no quadro ao longo do jogo.

- **Resultados**

Como resultados deste jogo tem-se:

- Número de cartões *Kanban*;
- Produtos acabados;
- Tempos de ocupação das máquinas 1, 2 e 3;
- Tempos de espera das filas das máquinas 2 e 3;
- Quantidade de contentores em stock nas máquinas 2 e 3;
- Quantidade de contentores em stock segurança (armazém).

Estes resultados apresentam-se num separador denominado “Resultados”, contendo todos os valores correspondentes a todas as jogadas.

3.2.2. Implementação do jogo

A Figura 3.10 apresenta um esquema simplificado do jogo do método *Kanban*.

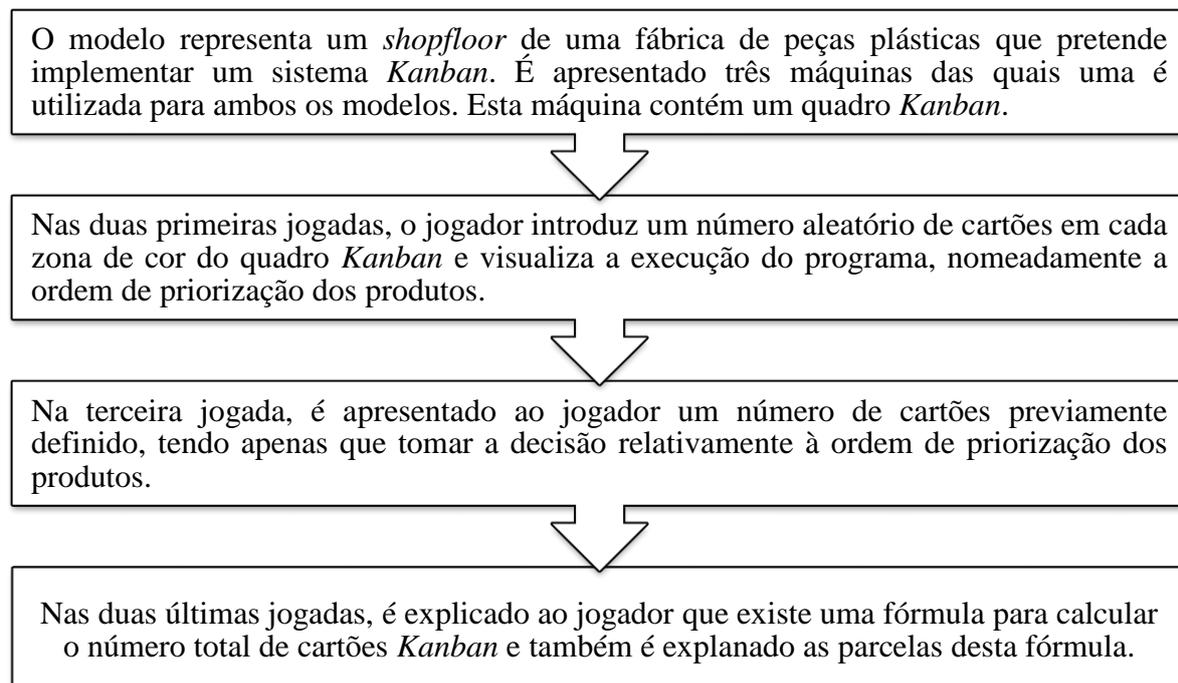


Figura 3.10. Sequência do jogo do método *Kanban*.

Como referido no subcapítulo anterior, o modelo começa com uma caixa de diálogo para o jogador inserir os dados: nome e número de estudante, Figura 3.11.

Dados de utilizador

Nome:

Número de estudante (Deve conter os 10 dígitos):

Figura 3.11. Caixa de diálogo para a inserção do nome do jogador e respetivo número de estudante.

O programa verifica a existência do jogador através da matriz representada na Figura 3.12, não sendo visível a este. Caso não exista, surge uma mensagem de registo na base de dados.

Sheet: Utilizadores

	A	B
1	Nome	Número estudante
2	Liliana	2013171566
3	Antonia	2014141514
4	Afonso	2017151515
5	Trindade	2014744579
6	Raquel	2015238422
7		

Figura 3.12. Folha de registo dos utilizadores.

Seguidamente é apresentada uma breve descrição do conceito do método *Kanban*, como ilustrado na Figura 3.13.

Descrição do conceito

Este é um jogo que utiliza o método Kanban.

É um conceito japonês que significa sinal. Kanban é uma ferramenta de controlo visual, que geralmente utiliza cartões de sinalização que controla o funcionamento dos fluxos de produção.

Figura 3.13. Caixa de diálogo com breve descrição do conceito *Kanban*.

Para além da breve definição do conceito envolvente são descritos o problema e o objetivo juntamente com uma tabela de dados (Figura 3.14).

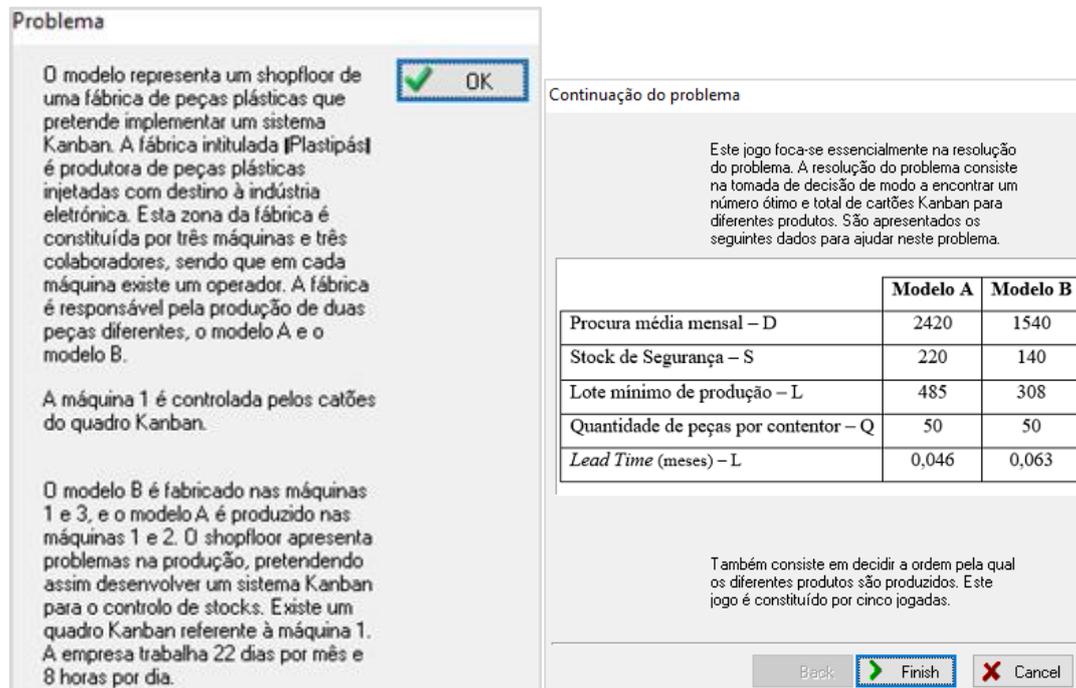


Figura 3.14. Caixa de diálogo com apresentação do problema (esquerda); Caixa de diálogo com a continuação do problema, com descrição dos objetivos e quadro de dados (direita).

Existem três máquinas no sistema, na qual a máquina 1 é funciona com base no quadro *Kanban*. O modelo A é fabricado por meio das máquinas 1 e 2, e o modelo B é

através das máquinas 1 e 3. Para que o funcionamento do sistema *Kanban* fosse possível, utiliza-se a programação *Visual Logic* e a criação de um subprocesso (Figura 3.15).

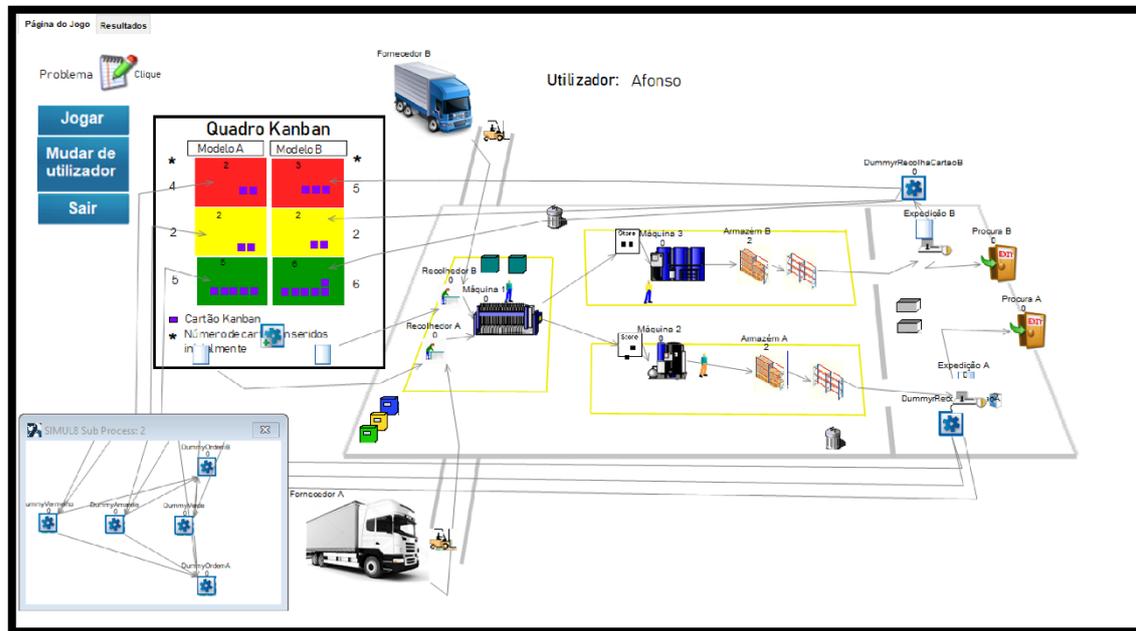


Figura 3.15. Página do jogo com um subprocesso criado e com blocos de instrução e linhas de fluxo visíveis.

Para além disso, para se obter um ambiente gráfico apelativo e, também para melhorar a perceção do jogo para o jogador, cria-se um sistema simples e claro, ocultando blocos de instrução e linhas de fluxo, como ilustrado na Figura 3.16.

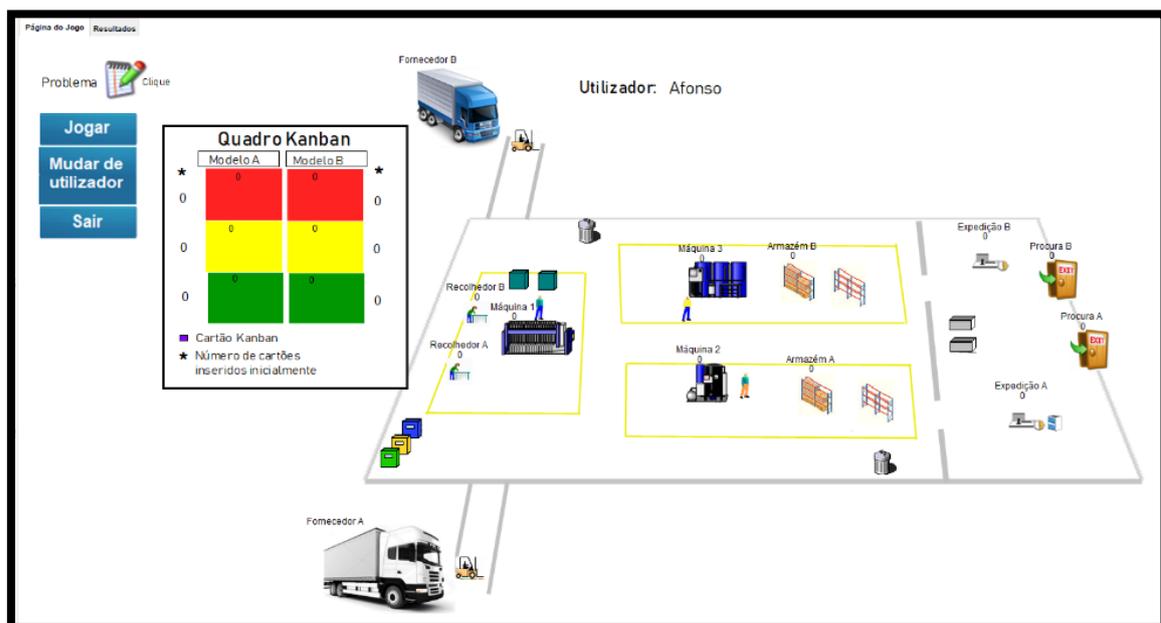


Figura 3.16. Página do jogo vista para o jogador.

Como se pode ver na Figura 3.16, esta é a imagem transmitida ao jogador correspondente à página do jogo. Esta apresenta botões e um ícone que permite visualizar a descrição do problema, na eventualidade do jogador o querer rever.

Ainda na página do jogo existe um separador denominado “Resultados”, que permite ao jogador visualizar os parâmetros (Figura 3.17) necessários para comparação de valores nas diferentes jogadas.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1			Nº de cartões Kanban na zona			Nº de	Taxa de ocupação			Tempo de espera da fila da (min)		Nº contentores em espera das filas		Nº de contentores	Produtos
2	Jogada	Produto	Vermelha	Amarela	Verde	cartões totais	Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3	Máquina 2	Máquina 3	Máquina 2	Máquina 3	em armazém final	acabados
3															
4															
5															
6															

Figura 3.17. Separador denominado "Resultados".

Na primeira jogada é exibida uma caixa de diálogo denominada “Explicação 1” em que é explicado a respetiva jogada. Posteriormente é apresentada outra janela, o “Menu 1” para o jogador inserir o número de cartões *Kanban* desejado em cada zona de cor do quadro *Kanban*, cumprindo com limites estabelecidos (número de cartões entre 1 a 15) (Figura 3.18).

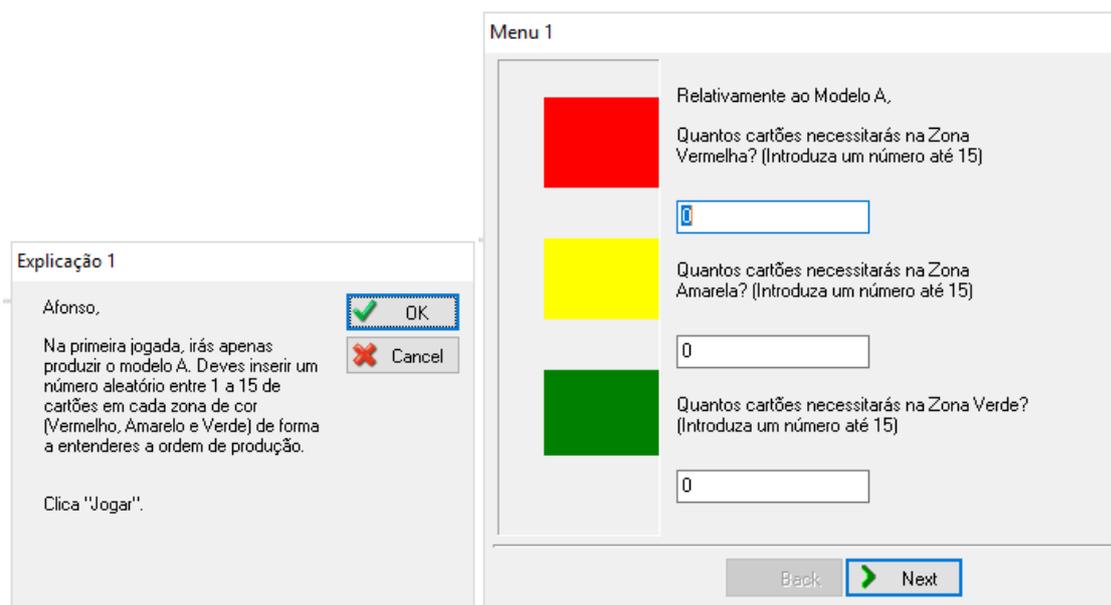


Figura 3.18. Caixa de diálogo com breve explicação da primeira jogada (esquerda); Caixa de diálogo para a inserção de valores em cada zona de cor relativamente ao número de cartões para o modelo A (direita).

A jogada inicia-se quando o jogador clica em “OK” na mensagem da Figura 3.19. Esta mensagem é recorrente, sendo sempre apresentada no início de cada jogada com o número da respetiva jogada.



Figura 3.19. Caixa de diálogo de início de cada jogada, sendo esta referente à primeira jogada.

No fim da jogada um é questionado ao jogador se pretende repetir a jogada, na eventualidade de não a ter compreendido. Caso não tenha compreendido, o jogador deve clicar em “Sim! Pretendo repetição da jogada.”, caso contrário o jogador clica em “Não! Próxima jogada.”, passando assim para a segunda jogada.

A segunda jogada é semelhante à primeira, sendo apenas adicionado o modelo B. Existe também uma caixa de diálogo para o modelo B, para a inserção de valores em cada zona de cor referente ao número de cartões *Kanban*. Com esta jogada, permite ao jogador compreender o funcionamento dos cartões *Kanban* com a máquina 1, ou seja, compreende a situação da existência de mais que um produto para a mesma máquina. No final desta jogada dois, é dada ao jogador a possibilidade de a repetir, na eventualidade de não ter compreendido a ordem de produção, impossibilitando assim ao jogador de tomar as decisões corretas na jogada seguinte. Antes de iniciar a terceira jogada é apresentada uma caixa de diálogo (Figura 3.20) em que se explica qual a função do jogador. Neste caso a sua função é operador da produção, devendo apenas decidir qual o modelo com maior necessidade de produção, ou seja, qual o cartão que irá retirar, a cada saída de contentor da máquina 1. É de realçar que nesta jogada, o jogador não necessita de decidir o número de cartões. O número de jogadas nesta terceira jogada é limitado (são 20 jogadas, ou seja, são 20 vezes que é

colocada a questão: “Qual o modelo que necessita de ser produzido?”), por forma a não se tornar um jogo longo e cansativo.

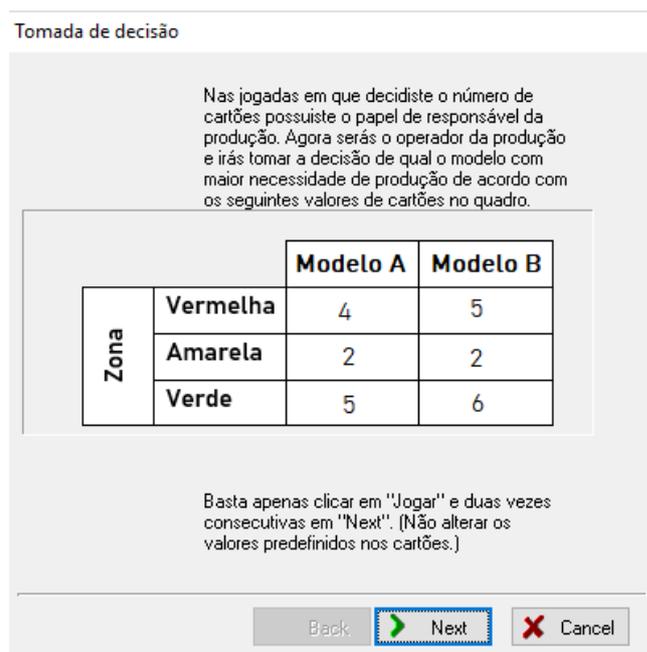


Figura 3.20. Caixa de diálogo com a explicação da terceira jogada referente à tomada de decisão da ordem de produção dos modelos.

No final da jogada três é apresentada uma explicação dos vários tipos de tomada de decisão no subcapítulo 3.2.1 e visualiza-se a matriz presente na Figura 3.21, sendo exibido ao jogador os resultados da sua jogada por forma a comprar com a jogada ideal. Também é colocada a questão de o jogador querer repetir a jogada três, na eventualidade de não ter compreendido a dinâmica desta jogada.

Sheet: Jogada 3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Jogada	Produto	Nº de cartões Kanban na zona			Nº de cartões totais	Taxa de ocupação			Tempo de espera da fila		Nº contentores em espera das		Nº de contentores em armazém final	Produtos acabados
2			Vermelha	Amarela	Verde		Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3	Máquina 2	Máquina 3	Máquina 2	Máquina 3		
3	Ideal	A	4	2	5	11	100,00	83,18	94,27	97,34	181,68	0	0	0	350,00
4		B	5	2	6	13								2	200,00
5															
6															

Figura 3.21. Resultados da tomada de decisão da jogada três.

Na jogada quatro, é apresentado o “Menu 3” em que é apresentada a fórmula de cálculo do número ótimo e total de cartões *Kanban*, sendo que esta fica fixada na página do

jogo (Figura 3.22). Assim, o jogador pode recorrer ao ícone da descrição do problema onde se encontram os dados, e realizar os cálculos necessários para a obtenção do desejado.

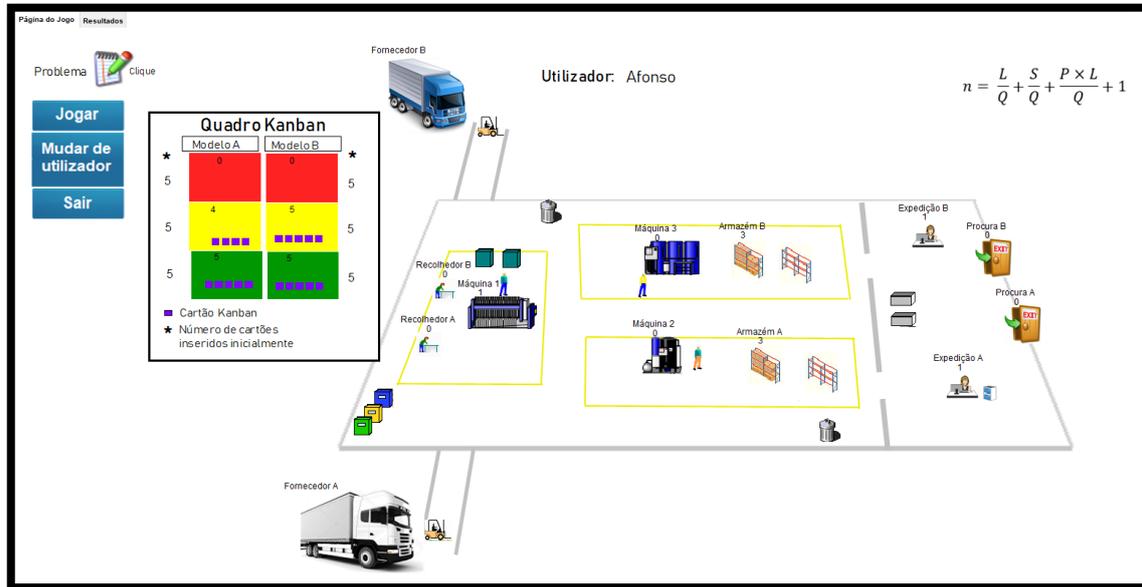


Figura 3.22. Página do jogo quando é apresentada a fórmula do número ótimo do total de cartões *Kanban*.

Na jogada cinco, e última, é dada a mesma fórmula, no entanto é explicado o significado de cada parcela da equação. Desta forma, o jogador pode colocar acertadamente o número cartões, em cada zona de cor no quadro *Kanban*. O jogador é avisado que esta é a última jogada (Figura 3.23).

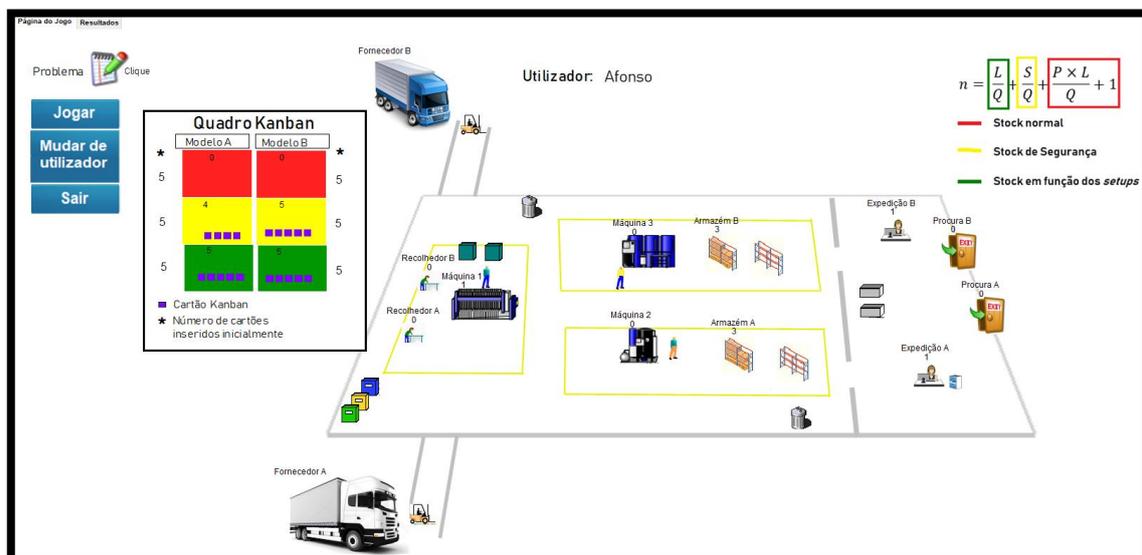


Figura 3.23. Página do jogo juntamente a equação da fórmula do número total de cartões *Kanban* para cada zona de cor.

No final da jogada cinco, é pedido ao jogador que analise e comente, com os colegas e professor, os parâmetros existentes (número de cartões, taxa de ocupações de cada máquina, a quantidade de contentores nas máquinas 2 e 3, e ainda, a quantidade de contentores final em armazém), abrindo o separador “Resultados”. Posteriormente, é apresentada a caixa de diálogo para mudar de utilizador.

3.2.3. Avaliação do jogo e Propostas de melhoria

Não foi possível a realização da avaliação do jogo uma vez que não se conseguiu reunir um número suficiente de participantes. Nesta secção é apresentada uma proposta para validação do jogo. Desta forma, seguindo a *framework* de Greenblat e Duke (1981), tem-se que a avaliação do jogo desenvolvido e a preparação do processo de jogo apresentam:

- As condições de teste que devem ser aplicadas são: alunos que devem possuir um conhecimento prévio do conceito *Kanban* e o funcionamento deste método. E também aplicado em ambiente de sala de aula;
- A medição da eficácia do jogo é de acordo com o *feedback* dos alunos e com base num questionário (APÊNDICE A), referido no enquadramento;
- A avaliação e a adequação e valor do jogo é com base nos resultados dos inquiridos, resultando na validação do jogo, justificando assim a adequação e o valor do jogo.

No que diz respeito à avaliação do processo do jogo, os participantes são acompanhados durante o jogo, de forma a registar as experiências vividas, os comentários e as expectativas. É realizada também uma proposta de questionário como referido, sendo este individual e confidencial, sendo possível com a análise das respostas dos inquiridos, a validação do jogo.

Com a atual configuração do jogo, não foi possível identificar o impacto esperado com a utilização dum sistema *Kanban*. Este jogo deverá ser otimizado com parâmetros que evidenciem esse mesmo impacto. Para uma aproximação a um sistema real é essencial que as taxas de ocupação das máquinas sejam superiores a 80%. O ajuste dos parâmetros deverá incidir nos tempos de processamento das máquinas, no valor do lote mínimo de produção na quantidade ou o número de dias para o stock de segurança. Posteriormente será possível avaliar a sua eficácia e validá-lo. Como tal, permite ao

participante compreender o impacto e as vantagens da implementação do sistema *Kanban*. Deste modo, seria pertinente apresentar as vantagens da implementação do sistema *Kanban* num *shopfloor*.

No caso de se pretender alterar o público em estudo, como colaboradores de empresas, deve-se modificar a programação referente à inserção de dados.

4. CONCLUSÕES

O grande objetivo da presente dissertação passou pelo desenvolvimento de jogos através da DES para a aprendizagem de ferramentas *Lean*. Um dos jogos foi desenvolvido para o público em geral com o intuito de dar a conhecer uma das ferramentas *Lean*, a Gestão Visual. Para um público com conhecimentos *Lean*, desenvolveu-se um jogo sobre o método *Kanban*, direcionado essencialmente para alunos do ensino superior, como um método de apoio ao tradicional. O desenvolvimento deste tipo de jogos permite um envolvimento ativo dos participantes.

Para a realização destes jogos, foi necessária a exploração da ferramenta DES, nomeadamente o *software* SIMUL8.

O jogo de Gestão Visual mostrou ser uma mais valia para a disseminação deste conceito. No entanto, para uma avaliação mais eficaz deste jogo seria necessário estender o processo de avaliação a um número de utilizadores mais heterogéneo. Relativamente ao jogo do método *Kanban*, foi totalmente desenvolvido, porém devido à sua complexidade, apresenta alguns problemas, sendo ainda necessário reajustes nos parâmetros do sistema. Neste momento, este jogo permite que o participante compreenda claramente o cálculo para o número ótimo de cartões *Kanban* e, também, o funcionamento dos cartões entre o quadro *Kanban* e a respetiva máquina. Após o reajuste dos parâmetros, é possível a validação do jogo de acordo com as propostas indicadas de avaliação. Como tal, permite ao participante compreender o impacto e as vantagens da implementação do sistema *Kanban*.

Como tal, a ferramenta DES mostra ser útil e adequada na construção de jogos de simulação, em particular com a temática *Lean*.

Como trabalhos futuros sugerem-se a realização de uma eficaz avaliação e validação dos jogos desenvolvidos. Propõem-se ainda o desenvolvimento de um jogo semelhante ao jogo do método *Kanban*, diferenciando-se por o não recurso a um quadro de cores, ou seja, num sistema mais simples. Seria pertinente a criação de dois cenários, ou seja, um cenário sem e outro com a implementação do sistema *Kanban*, por forma ao jogador comparar o efeito da implementação do sistema *Kanban*. Sugere-se também, como trabalhos futuros, o desenvolvimento de outros jogos sérios semelhantes aos desenvolvidos,

recorrendo também à ferramenta DES com diferentes temáticas *Lean*, como SMED, *Poke-Yoke*, entre outras. Realizar este tipo de jogos poderá ser uma mais valia para complementar o método tradicional e ainda, de divulgar algumas áreas da gestão industrial à sociedade em geral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abt, C. C. (1987), “Serious Games”. University Press of America.
- Aparício, M. e Costa, C. J. (1999), “Utilização do Jogo de Simulação de Gestão SIM 7 como Instrumento Pedagógico: Um Estudo Exploratório”, *Revista Portuguesa de Marketing*. Ano 3, N.7, pp. 75-86.
- Aqlan, F. e Walters, E. G. (2017), “Teaching *Lean* Principles through Simulation Games Teaching *Lean* Principles through Simulation Games”, *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*.
- Areno, H. B. (2003), “Simulação como ferramenta de ensino em curso de Engenharia de Produção e Administração”. Trabalho de Formatura apresentado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do Diploma de Engenheiro da Produção, São Paulo.
- Blöchl, S. J., Michalicki, M. e Schneider, M. (2017), “Simulation Game for *Lean* Leadership – Shopfloor Management Combined with Accounting for *Lean*”, *Procedia Manufacturing*. 9, pp. 97–105.
- Bonwell, C. C. e Eison, J. a (1991), “Active Learning: Creating Excitement in the Classroom”, *Learning, ASHE-ERIC Higher Education Report*, Washington DC: School of Education and Human Development, George Washington University.
- Bourgonjon, J., Valcke, M., Soetaert, R., Wever, B. e Schellens, T., (2011), “Parental acceptance of digital game-based learning”, *Computers and Education*. Elsevier Ltd, 57(1), pp. 1434–1444.
- Buer, S., Fragapane, G. I. e Strandhagen, J. O. (2018), “The Data-Driven Process Improvement Cycle: Using Digitalization for Continuous Improvement”. *IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing*, Bergamo, Italy.
- Burch V, R. F. e Smith, B. (2017), “Using simulation to teach *Lean* methodologies and the benefits for Millennials”, *Total Quality Management & Business Excellence*, pp. 1–15.
- Campos, L. M. L., Bortoloto, T. M. e Felício, A. K. C. (2003), “A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem”, *Cadernos dos Núcleos de Ensino*, 3548, pp. 47–60.
- Candido, J. P., Murman, E. M. e MacManus, H. (2007), “Active Learning Strategies for Teaching *Lean* Thinking”, *Proceedings of the 3rd International CDIO Conference*, Cambridge, Massachusetts, USA, pp. 12.
- Carvalho, C. V. de, Lopes, M. P. e Ramos, A. G. (2014), “*Lean* Games Approaches – Simulation Games and Digital Serious Games”, *International Journal of Advanced Corporate Learning (iJAC)*, 7(1), pp.11–16.

- Chang, C., Chen, J. e Chen, F. (2015), “Development and Design of Problem Based Learning Game-Based Courseware”, *Simulation & Gaming*, 46(6), pp. 647-672.
- Chwif, L. e Barretto, M.R.P. (2003), “Simulation models as an aid for the teaching and learning process in operations management”, *Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference*, 2, pp. 7–10.
- Chwif, L. e Medina, A. C. (2006), “Introdução ao Software de Simulação SIMUL8”, XXXVIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, pp. 2571-2580.
- Cimorelli, S. (2016), “Physical Techniques of *Kanban* Replenishment Systems”, em *Kanban for the Supply Chain: Fundamental Practices for Manufacturing Management*, pp. 79–84.
- Costantino, F. e Gravio, G. Di (2012), “A simulation based game approach for teaching operations management topics”, In: Laroque, C., Himmelspach, J., Pasupathy, R., Rose, O., & Uhrmacherb, A.M. (eds.). *Proceeding of the 2012 Winter Simulation Conference*. pp. 1564–1575.
- Crookall, D. (2010), “Serious games, debriefing, and simulation/gaming as a discipline”, *Simulation & Gaming*, 41(6), pp. 898–920.
- Deshpande, A. A. e Huang, S. H. (2011), “Simulation games in engineering education: A state-of-the-art review”, *Computer Applications in Engineering Education*, 19(3), pp. 399–410.
- Dias, M. (2015), “Jogos Sérios para a Saúde”. Dissertação de Mestrado em Novos Media e Práticas Web. Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Donatelli, M. F. (2008), “Implementação de um sistema *Kanban* em uma fábrica de pneus de grandes dimensões”. Trabalho de Formatura apresentado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do Diploma de Engenharia de Produção. São Paulo.
- Eaidgah, Y., Maki, A.A., Kurczewski, K., Abdekhodae, A., (2016), “Visual management, performance management and continuous improvement: A *Lean* manufacturing approach”, *International Journal of Lean Six Sigma*, 7.
- Egenfeldt-Nielsen, S. (2004), “Practical barriers in using educational computer games”, *On the Horizon*, 12(1), pp. 18–21.
- Flausino, R. (2007), “A importância do Game Design”. Acedido: 14 de Maio de 2018, em: <https://www.selectgame.com.br/a-importancia-do-game-design/>.
- Fousek, J., Kuncova, M. e Fábry, J. (2007), “Discrete Event Simulation – Production model in SIMUL8”, In: Paprika, Z. Z., Horák, P., Váradí, K., Zwierczyk, T., Vidovics-Dancs, A., Rádics, J. P. (eds.), *Proceedings 31st European Conference on Modelling and Simulation (ECMS)*, pp. 5–10.
- Gelders, L. e Pintelon, L. (2000), “Choosing Appropriate Simulation Games in Industrial Engineering Education: 25 Years of Experience at the Centre for Industrial Management, K. U. Leuven”, In: Riis, J., Smeds, R. and Landegehem R. (eds.), *Games in operations management*, London, 163–178.

- Hainey, T. (2010), “Using Games-Based Learning to Teach Requirements Collection and Analysis at Tertiary Education Level”, Thesis for Doctor of Philosophy of the University of the West of Scotland, Scotland.
- Hays, R. T. (2005), “The effectiveness of instructional games: a literature review and discussion”, Naval Air Warfare Center Training Systems Division.
- Huang, C.-C. e Kusiak, A. (1996), “O verview of *Kanban* systems”, *International journal of Computer Integrated Manufacturing*, 9, pp. 169–189.
- Hunicke, R., LeBlanc, M. e Zubek, R. (2004), “MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research”.
- Jappur, R. F., Spanhol, F. J. e Forcellini, F. A. (2016), “Modelo conceitual para criação, aplicação e avaliação de jogos educativos digitais”, *Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)*, 14(2). pp. 1-10.
- Katsaliaki, K. e Mustafee, N. (2015), “Edutainment for Sustainable Development: A Survey of Games in the Field”, *Simulation & Gaming*, 46(6), pp. 647–672.
- Kikolski, M. (2017), “Study of Production Scenarios with the Use of Simulation Models”, *Procedia Engineering*, 182 (2017), pp. 321–328.
- Kilpatrick, J. (2003), “*Lean* Principles”, Utah Manufacturing Extension Partnership, pp. 1–5.
- Lateef, F. (2010), “Simulation-based learning: Just like the real thing”, *Journal of Emergencies, Trauma, and Shock*, 3(4), pp. 348-352.
- Lazzaro, N. (2004), “Why We Play Games: Four Keys to More Emotion Without Story”, em *Game Developer Conference (GDC)*, pp. 1–8.
- Leal, F., Martins, P.C., Torres, A. F., Queiroz, J.A. e Montevechi, J.A.B. (2017), “Learning *Lean* with lego: developing and evaluating the efficacy of a serious game”, *Production*, 27, pp. 1–15.
- Lean, J., Moizer, J., Towler, M. e Abbey, C. (2006), “Simulations and games: Use and barriers in higher education”, *Active Learning in Higher Education*, 7(3), pp. 227–242.
- Macedo, B. A. dos S. (2011), “Estudo de Implementação de um *Kanban* de Produção”. Dissertação de Mestrado de Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Madani, K., Pierce, T. W. e Mirchi, A. (2017), “Serious games on environmental management”, *Sustainable Cities and Society*, 29, pp. 1–11.
- Merkuryeva, G. (2000), “Computer simulation in industrial management games”, In: Groumpos P.P. and Tzes A.P. Pergamon (eds.), *Manufacturing, Modeling, Management and Control (MIM2000)*. Proceeding Volume from the IFAC Symposium, Rio, Greece, pp. 71-75.
- Moeis, A. O. e Heryanto, D. W., Hidayatno, A. e Salim, H. (2013), “OMG!: Operations Management Game”. Systems Engineering, Modeling and Simulation Laboratory (SEMS). Industrial Engineering Department Faculty of Engineering Universitas Indonesia, Indonesia.

- Nascimento, S., Calado, R., Calarge, F. e Messias, S. (2018), “Uso de jogos de simulação para o ensino e aprendizado *Lean*”, Em: Min, L., Spagnol, G., Calado, R. e Sarantopoulos, A. (eds.) *Lean na Prática*. GlobalSout, pp. 412–427.
- Oliveira, J., Sá, J. C. e Fernandes, A. (2017), “Continuous improvement through “*Lean Tools*”: An application in a mechanical company”, *Procedia Manufacturing*, 13, pp. 1082–1089.
- Omogbai, O. e Salonitis, K. (2016), “Manufacturing System *Lean* Improvement Design Using Discrete Event Simulation”, *Conference on Manufacturing Systems (CIRP)*.57, pp. 195–200.
- Peinado, J. e Graeml, A. R. (2007), “Administração da Produção: Operações Industriais e de serviços”, Curitiba: UnicenP.
- Junior, R. P. J. (2003), “*Kanban*: sua utilização na indústria, visando redução de custos através da organização e controle de estoques”, Trabalho de conclusão de curso do Departamento de Ciências Contábeis, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Prensky, M. (2001), “The Digital Game-Based Learning Revolution”, (eds.) In: McGraw-Hill. *Digital Game-Based Learning*, pp. 1–19.
- Prensky, M. (2003), “Digital game-based learning”, *Computers in Entertainment*, 1(1), p. 21.
- Prince, M. (2004), “Does active learning work? A review of the research”, *Journal of Engineering Education*, 93(3), pp. 223–232.
- Riis, J. O., Johansen, J. e Mikkelsen, H. (1995), “Design of simulation games”, In: Riis, J. O. (ed.) *Simulation Games and Learning in Production Management*, pp. 197–211.
- Rocha, R. V. e Araujo, R. B. (2013), “Avaliação de Desempenho Humano como Parte Integrada da Metodologia de Criação de Jogos Sérios para Treinamento”, *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, 24(1), p. 144–153.
- Romana, F. (2016), “Avaliação prática do estado de implementação *Lean* em Portugal”, Em: *A Gestão Lean e o Comportamento Organizacional*, pp. 49–53.
- Sakurada, N. e Miyake, D. I. (2009), “Aplicação de simuladores de eventos discretos no processo de modelagem de sistemas de operações de serviços”, *Gestão & Produção*, São Carlos, 16(1), pp. 25–43.
- Savi, R. Wangehneim, C., Ulbricht, C.G.V., Ulbricht, V.R. e Vanzin, T. (2010), “Proposta de um Modelo de Avaliação de Jogos Educacionais Introdução”, *Novas Tecnologias na Educação*, 8(3), pp. 1–12.
- Savi, R. e Ulbricht, V. R. (2008), “Jogos Digitais Educacionais: Benefícios e Desafios”, *Novas Tecnologias na Educação*, 6(2), pp. 1–10.
- Shubik, M. (2009), “It Is Not Just a Game!”, *Simulation & Gaming*, 40(5), pp. 587–601.

- Simas, A. F. L. (2016), “Gestão Visual em Sistemas *Lean*: Metodologia de Uniformização”. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Smale, S., Overmans, T., Jeurig, J., e van de Grint, L. (2015), “The effect of simulations and games on learning objectives in tertiary education: A systematic review”. In Games and Learning Alliance 4th International Conference, GALA 2015, Rome.
- Steenkamp, L.P., Hagedorn-Hansen, D. e Oosthuizen, G. A. (2017), “Visual Management System to Manage Manufacturing Resources”, *Procedia Manufacturing.*, 8, pp. 455–462.
- Tako, A. A. e Robinson, S. (2010), “Model development in discrete-event simulation and system dynamics: An empirical study of expert modellers”, *European Journal of Operational Research.* 207(2), pp. 784–794.
- Tezel, A., Koskela, L. e Tzortzopoulos, P. (2009), “The Functions of Visual Management”, In: International Research Symposium, Salford, UK.
- Thielmann, R., Rodrigues, G.A., Lima, R. P., Paiva, R.B.F. (2015), “Análise e comparação do *Kanban* tradicional e variações: um estudo de caso sobre introdução e objetivos”, XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão.
- Vasconcellos, M. S., Carvalho, F.G., Barreto, J. O. e Atella, G.C. (2017), “As Várias Faces dos Jogos Digitais na Educação”, *Informática na Educação: Teoria & Prática*, 20(4), pp. 203–218.
- Victoria, R. e Utrilla, S. (2014), “Board Games as Tool for Teaching Basic Sustainability Concepts to Design Students”, *The European Conference on Sustainability, Energy & the Environment 2014*, At Brighton, United Kingdom pp. 15–26.
- Zee, D.-J. van e Slomp, J. (2009), “Simulation as a tool for gaming and training in operations management - a case study”, *Journal of Simulation*, pp. 17–18.

ANEXO A – Questionário para avaliação de jogos educacionais

<p>MOTIVAÇÃO</p> <p>Atenção</p> <ul style="list-style-type: none"> - Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção. - O design da interface do jogo é atraente. <p>Relevância</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ficou claro para mim como o conteúdo do jogo está relacionado com coisas que eu já sabia. - Eu gostei tanto do jogo que gostaria de aprender mais sobre o assunto abordado por ele. - O conteúdo do jogo é relevante para meus interesses. - Eu poderia relacionar o conteúdo do jogo com coisas que já vi, fiz ou pensei. - O conteúdo do jogo será útil para mim. <p>Confiança</p> <ul style="list-style-type: none"> - O jogo foi mais difícil de entender do que eu gostaria. - O jogo tinha tanta informação que foi difícil identificar e lembrar dos pontos importantes - O conteúdo do jogo é tão abstrato que foi difícil manter a atenção nele. - As atividades do jogo foram muito difíceis. - Eu não consegui entender uma boa parcela do material do jogo. <p>Satisfação</p> <ul style="list-style-type: none"> - Completar os exercícios do jogo me deu um sentimento de realização. - Eu aprendi algumas coisas com o jogo que foram surpreendentes ou inesperadas. - Os textos de feedback depois dos exercícios, ou outros comentários do jogo, me ajudaram a sentir recompensado pelo meu esforço. - Eu me senti bem ao completar o jogo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Me senti mais no ambiente do jogo do que no mundo real. - Me esforcei para ter bons resultados no jogo. - Houve momentos em que eu queria desistir do jogo. - Me senti estimulado a aprender com o jogo. <p>Desafio</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eu gostei do jogo e não me senti ansioso ou entediado. - O jogo me manteve motivado a continuar utilizando-o. -Minhas habilidades melhoraram gradualmente com a superação dos desafios - O jogo oferece novos desafios num ritmo apropriado. - Este jogo é adequadamente desafiador para mim, as tarefas não são muito fáceis nem muito difíceis. <p>Habilidade / Competência</p> <ul style="list-style-type: none"> - Me senti bem sucedido. - Eu alcancei rapidamente os objetivos do jogo. - Me senti competente. - Senti que estava tendo progresso durante o desenrolar do jogo. <p>Interação Social</p> <ul style="list-style-type: none"> - Senti que estava colaborando com outros colegas. - A colaboração no jogo ajuda a aprendizagem. - O jogo suporta a interação social entre os jogadores. <p>Divertimento</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eu gosto de utilizar este jogo por bastante tempo. - Quando interrompido, fiquei desapontado que o jogo tinha acabado. - Eu jogaria este jogo novamente. - Algumas coisas do jogo me irritaram. - Fiquei torcendo para o jogo acabar logo. - Achei o jogo meio parado.
<p>EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO</p> <p>Imersão</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava. - Eu perdi a consciência do que estava ao meu redor enquanto jogava. 	<p>CONHECIMENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Depois do jogo consigo lembrar de mais informações relacionadas ao tema apresentado no jogo. - Depois do jogo consigo compreender melhor os temas apresentados no jogo. - Depois do jogo sinto que consigo aplicar melhor os temas relacionados com o jogo.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DO JOGO SÉRIO

Este questionário enquadra-se numa investigação no âmbito de uma dissertação de Mestrado de Engenharia e Gestão Industrial, realizada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Os resultados obtidos serão utilizados apenas para fins académicos, sendo que as respostas dos inquiridos representam apenas a sua opinião individual. Não é necessária a identificação do inquirido, pois este um questionário anónimo e confidencial. Apenas pretende-se conhecer a sua opinião sobre o jogo de simulação desenvolvido. Não existem respostas corretas ou erradas. Por isso, é lhe solicitado que responda de forma sincera a todas as questões.

Obrigada pela sua colaboração.

Sexo: ___F ___M

Idade: ____

Escolaridade:

Nenhum nível de ensino ____

1ºCiclo do Ensino Básico ____

2ºCiclo do Ensino Básico ____

3ºCiclo do Ensino Básico ____

Ensino Secundário ____

Ensino Médio e Superior ____

Gosta de jogar jogos? (Se sim, porquê?)

Classifique as seguintes afirmações, relativas às suas percepções relativamente ao jogo de simulação, numa escala de um a cinco (1 – Discordo plenamente; 2 – Discordo; 3 – Não discordo nem concordo; 4 – Concordo; 5 – Concordo plenamente), assinalando uma cruz em cima do respetivo número.

1. Houve algo interessante no início do jogo que captou a tua atenção.	1	2	3	4	5
2. O <i>design</i> da interface do jogo é atraente.	1	2	3	4	5
3. Eu gostei tanto do jogo que gostaria de aprender mais sobre o assunto abordado por ele.	1	2	3	4	5
4. O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses.	1	2	3	4	5
5. Eu poderia relacionar o conteúdo do jogo com coisas que já vi, fiz ou pensei.	1	2	3	4	5
6. O conteúdo do jogo será útil para mim.	1	2	3	4	5
7. O jogo foi mais difícil de entender do que eu gostaria.	1	2	3	4	5
8. O jogo tinha tanta informação que foi difícil identificar e lembrar dos pontos importantes.	1	2	3	4	5
9. O conteúdo do jogo é tão abstrato que foi difícil manter a atenção nele.	1	2	3	4	5
10. As atividades do jogo foram muito difíceis.	1	2	3	4	5
11. Eu não consegui entender partes do material do jogo.	1	2	3	4	5
12. Completar os exercícios do jogo deu-me um sentimento de realização.	1	2	3	4	5
13. Eu aprendi algumas coisas com o jogo que foram surpreendentes ou inesperadas.	1	2	3	4	5
14. Eu senti-me bem ao completar o jogo.	1	2	3	4	5
15. Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava.	1	2	3	4	5
16. Eu perdi a consciência do que estava ao meu redor enquanto jogava.	1	2	3	4	5
17. Senti-me mais num ambiente de jogo do que no mundo real.	1	2	3	4	5
18. Esforcei-me para ter bons resultados.	1	2	3	4	5
19. Houve momentos que eu queria desistir do jogo.	1	2	3	4	5
20. Senti-me estimulado(a) a aprender com o jogo.	1	2	3	4	5

21. Eu gostei do jogo e não senti ansiedade.	1	2	3	4	5
22. O jogo manteve-me motivado(a).	1	2	3	4	5
23. As habilidades melhoraram com gradualmente com a alterações dos cenários.	1	2	3	4	5
24. O jogo oferece novos desafios num ritmo apropriado.	1	2	3	4	5
25. Este jogo é adequadamente desafiador para mim, as tarefas não são muito fáceis nem muito difíceis.	1	2	3	4	5
26. Senti-me bem-sucedido(a).	1	2	3	4	5
27. Senti-me competente.	1	2	3	4	5
28. Senti progressos ao longo do jogo.	1	2	3	4	5
29. Eu gosto de utilizar este jogo por bastante tempo.	1	2	3	4	5
30. Quando acabou o jogo, fiquei desapontado(a) por ter acabado.	1	2	3	4	5
31. Eu jogava novamente este jogo.	1	2	3	4	5
32. Algumas coisas dos jogos irritaram-me.	1	2	3	4	5
33. Achei o jogo meio parado.	1	2	3	4	5
34. Depois do jogo consigo lembrar de mais informações relacionadas ao tema apresentado no jogo.	1	2	3	4	5
35. Depois do jogo consigo compreender melhor os temas apresentados no jogo.	1	2	3	4	5
36. Depois do jogo sinto consigo aplicar melhor os temas relacionados com o jogo.	1	2	3	4	5

Dê a sua última opinião:

Qual é a sua satisfação global relativamente ao jogo?	1	2	3	4	5
---	---	---	---	---	---

Sugere propostas de melhorias? Quais?
