

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

DANIEL HANANIAS CABRAL DE OLIVEIRA

**DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO
PARA ENSINO DO PENSAMENTO ENXUTO APLICADO
AO COMBATE DE DESPERDÍCIO EM AMBIENTE ADMINISTRATIVO PÚBLICO**

**ITAJUBÁ/MG
2023**

DANIEL HANANIAS CABRAL DE OLIVEIRA

**DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO
PARA ENSINO DO PENSAMENTO ENXUTO APLICADO
AO COMBATE DE DESPERDÍCIO EM AMBIENTE ADMINISTRATIVO PÚBLICO**

Dissertação submetida ao Programa de Mestrado Profissional em Administração da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), na linha de pesquisa de Sistemas de informação para apoio à decisão, para obtenção do título de Mestre em Administração.

Orientador: Prof. Dr. José Antonio Queiroz

ITAJUBÁ/MG
2023

DANIEL HANANIAS CABRAL DE OLIVEIRA

**DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO
PARA ENSINO DO PENSAMENTO ENXUTO APLICADO
AO COMBATE DE DESPERDÍCIO EM AMBIENTE ADMINISTRATIVO PÚBLICO**

Dissertação submetida ao Programa de Mestrado Profissional em Administração da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), na linha de pesquisa de Sistemas de informação para apoio à decisão, para obtenção do título de Mestre em Administração.

BANCA EXAMINADORA

Gustavo Teodoro Gabriel, Dr.
FlexSim

José Henrique de Freitas Gomes, Dr.
Universidade Federal de Itajubá (Unifei)

Fabiano Leal, Dr.
Universidade Federal de Itajubá (Unifei)

José Antonio Queiroz, Dr.
Universidade Federal de Itajubá (Unifei)

ITAJUBÁ/MG
2023

AGRADECIMENTOS

Ao IFSULDEMINAS e à UNIFEI por tornarem possível a realização deste mestrado profissional e por oferecerem a oportunidade para que vários servidores pudessem desenvolver seus estudos simultaneamente ao trabalho, através de licenças e concessões. A iniciativa da gestão das instituições envolvidas em fornecer essa formação de alto nível para os servidores é digna de reconhecimento, especialmente em um momento de dificuldades e ajustes orçamentários.

Ao orientador deste trabalho, Prof. Dr. José Antonio Queiroz, por sua dedicação e parceria ao longo dos últimos dois anos de desenvolvimento de estudos, e despertar para um assunto tão relevante e abrangente.

Aos meus colegas de trabalho, e àqueles que participaram diretamente da pesquisa, meu muito obrigado, vocês foram incríveis!

À minha família potiguar, que de longe pôde acompanhar meu processo e torcer por meu sucesso. Em especial aos meus pais, pelos sacrifícios e abdições, por investirem o pouco que tinham em educação para os seus filhos, decisão que certamente me fez acessar atalhos que tornaram esse sonho possível.

À minha família mineira, que tanto me incentivou e ajudou durante a realização deste curso numa época tão difícil para todos nós. À Ari Cardoso (in memoriam), meu sogro, do qual posso ouvir a voz constante, me apontando as vantagens de ser um servidor público e estudar. Em especial a minha esposa, Gabriela, que aturou os dias mais difíceis, cancelamentos de churrascos e festas de aniversário, interrupções de sessões de Netflix e noites que atrasei para ir à cama.

Ao Deus ao qual pertenço e do qual dependo para vencer os desafios que se apresentam.

RESUMO

A Administração Pública tem considerado a aplicação do Pensamento Enxuto como uma potencial abordagem no objetivo de melhorar os serviços por ela prestados. No entanto, tais implementações têm encontrado algumas barreiras, como o baixo nível de engajamento dos servidores, provocado também pelas dificuldades de assimilação da abordagem e de visualização dos possíveis benefícios gerados com a sua aplicação. No intuito de contribuir no combate a esta deficiência, este estudo objetivou o desenvolvimento de um jogo no formato de um *Serious Game* (um jogo que combina aspectos lúdicos e objetivos educacionais) para a capacitação nos princípios e ferramentas enxutas de servidores que atuam nos ambientes administrativos públicos, utilizando-se o método da pesquisa-ação. O estudo teve como unidade de análise um grupo de servidores técnicos administrativos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) - Campus Muzambinho, os quais participaram efetivamente do desenvolvimento do jogo juntamente com o pesquisador, por meio de experimentações, análises e validações sucessivas. Para a elaboração do jogo, foi utilizado o metamodelo proposto por Miyashita, Barbosa e Azeredo (2007), para desenvolvimento e avaliação de aprendizado para jogos de empresas. A pesquisa-ação foi executada em três ciclos, nos quais os servidores responderam ao questionário IMMS (Instructional Materials Motivation Survey), como forma de avaliar a experimentação e validar as alterações sugeridas e implementadas. Como produto final, o jogo “A Cidade Enxuta” é composto essencialmente por tabuleiro, cartas e livro de dicas e respostas, e os arquivos digitais de seus componentes foram disponibilizados de forma integral para possíveis replicações.

Palavras-chaves: Pensamento enxuto; Ambiente público; Treinamento enxuto; *Jogos sérios*.

ABSTRACT

The Public Administration has considered the application of Lean Thinking as a potential approach in order to improve the services provided by it. However, such implementations have encountered some barriers, such as the low level of engagement of the servers, also caused by difficulties in assimilating the approach and visualizing the possible benefits generated with its application. In order to contribute to the fight against this deficiency, this study aimed to develop a game in the format of a Serious Game (game that combines playful aspects and educational objectives) for training in the principles and lean tools of civil servants who work in public administrative environments, using the action-research method . The study had as unit of analysis a group of technical administrative servants from the Federal Institute of Education, Science and Technology of the South of Minas Gerais (IFSULDEMINAS) - Campus Muzambinho, who effectively participated in the development of the game together with the researcher, through experiments, analyzes and successive validations. For the development of the game, the metamodel proposed by Miyashita, Barbosa and Azeredo (2007) was used for the development and evaluation of learning for business games. The action-research was carried out in three cycles, in which the servants answered the IMMS questionnaire (Instructional Materials Motivation Survey), as a way of evaluating the experimentation and validating the suggested and implemented changes. As a final product, the game “A Cidade Enxuta” consists essentially of a board, cards and a book of tips and answers, and the digital files of all components were made available in full for possible replications.

Keywords: Lean thinking; public environment; Lean training; Serious games.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Planilha para o cálculo do OEE	30
Figura 2 - Metamodelo de desenvolvimento e avaliação de jogos de empresas	48
Figura 3 – Etapas do ciclo da pesquisa-ação	59
Figura 4 - Integração entre os métodos de pesquisa e desenvolvimento de jogos	66
Figura 5 - Mapa conceitual	72
Figura 6 - Tabuleiro	73
Figura 7 - Carta "O que sou"	74
Figura 8 - Sequência de cartas "Ferramentas"	74
Figura 9 - Cartão de Caso 1 (frente e verso).....	75
Figura 10 - Servidores durante 1ª experimentação do jogo.....	79
Figura 11 - Representação da cidade no tabuleiro antes e após melhorias.....	88
Figura 12 - Trilha de Pontuação no tabuleiro antes e após melhorias.....	89
Figura 13 - Algumas das novas cartas “O que sou” inseridas no jogo.....	89
Figura 14 - Exemplo de cartão de caso, antes e depois das melhorias implementadas	90
Figura 15 - Exemplos de cartas ferramentas de ataque criadas.....	91
Figura 16 - Caixa enxuta e ponte.....	92
Figura 17 - Exemplo de carta “O que sou” antes e após as alterações	92
Figura 18 - Servidores durante 2ª experimentação do jogo.....	94
Figura 19 - Trilha de pontuação após melhorias	103
Figura 20 - Detalhes do tabuleiro	103
Figura 21 - Tabela de bonificação e espaço para cartas do jogo	104
Figura 22 - Cartas ferramentas após melhorias implementadas	104
Figura 23 - Servidores durante 3ª experimentação do jogo.....	106
Figura 24 - Versão inicial x versão final (Tabuleiro)	112
Figura 25 - Versão inicial x versão final (Cartas O que sou)	112
Figura 26 - Versão inicial x versão final (Cartas Ferramentas).....	113
Figura 27 - Setup do jogo	114
Figura 28 - Cartão de caso.....	114
Figura 29 - Rodada 1 – Jogador branco.....	115
Figura 30 – Exemplos de cartas Ferramentas (de ataque).....	115
Figura 31 - Tabela de bonificação	116

Figura 32 - Livro de Dicas e Respostas	116
Figura 33 - Rodada 1 - Jogador preto	117
Figura 34 - Trilha de pontuação	117
Figura 35 - O jogo e seus componentes.....	118

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Os desperdícios nos ambientes administrativos (continua).....	39
Quadro 2 - Versão do IMMS traduzida e adaptada para o português brasileiro (continua).....	52
Quadro 3 – Mecânicas (continua).....	77
Quadro 4 - Respostas ao questionário IMMS após 1ª experimentação.....	81
Quadro 5 – Comentários e sugestões de melhorias após 1ª experimentação	82
Quadro 6 - 5W2H - Melhorias a serem implementadas no 2º ciclo (continua).....	84
Quadro 7 - Respostas ao questionário IMMS após segunda experimentação.....	96
Quadro 8 - Comentários e sugestões de melhorias após 2ª experimentação (continua)	97
Quadro 9 - 5W2H - Melhorias a serem implementadas no 3º ciclo (continua).....	99
Quadro 10 - Respostas ao questionário IMMS após 3ª experimentação.....	108
Quadro 11 – Comentários e sugestões de melhorias após 3ª experimentação (continua)	109

LISTA DE SIGLAS

5S	Cinco sentidos
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ARCS	Atenção, Reação, Confiança e Satisfação
CEP	Controle Estatístico de Processo
CT	<i>Cycle Time</i>
EGE	Eficiência Global do Equipamento
GC	Gestão do Conhecimento
IFSULDEMINAS	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas
IMMS	<i>Instructional Materials Motivation Survey</i>
JIPM	<i>Japan Institute of Plant Maintenance</i>
LT	<i>Lead Time</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
PBL	<i>Problem Based Learning</i>
SECI	Socialização, Externalização, Combinação e Internalização
SMED	<i>Single-Minute Exchange of Die</i>
STP	Sistema Toyota de Produção
TAV	Tempo de agregação de valor
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
TRF	Troca Rápida de Ferramenta
TT	<i>Takt Time</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Administração Pública e eficiência.....	16
2.2	Pensamento Enxuto ou <i>Lean thinking</i>	17
2.2.1	Princípios do Pensamento Enxuto.....	20
2.3	Alguns conceitos essenciais da aplicação do Pensamento Enxuto	22
2.3.1	<i>Muda</i>	22
2.3.2	<i>Just in Time</i> e <i>Jidoka</i>	23
2.3.3	<i>Lead Time</i> , <i>Takt Time</i> e <i>Cycle Time</i>	23
2.3.4	<i>Kanban</i>	24
2.3.5	<i>Kaizen</i>	25
2.4	Aspectos básicos de algumas das principais ferramentas do Pensamento Enxuto	25
2.4.1	Cinco Sentos (5S)	26
2.4.2	<i>Total Productive Maintenance</i> (TPM) ou Manutenção Produtiva Total (MPT)	27
2.4.3	<i>Single-Minute Exchange of Die</i> (SMED) ou Troca Rápida de Ferramentas (TRF)	32
2.4.4	<i>Poka-Yoke</i>	34
2.4.5	<i>Gemba Walk</i>	35
2.4.6	Gestão Visual	37
2.5	Escritório Enxuto ou <i>Lean Office</i>	38
2.6	Ambiente Público Enxuto ou <i>Lean Public</i>	40
2.7	Aprendizagem ativa e <i>Problem Based Learning</i> (PBL)	42
2.8	Integração entre <i>Problem Based Learning</i> (PBL) e <i>Serious Games</i>	44

2.9	Os <i>Serious Games</i> aplicados ao ensino dos princípios e ferramentas enxutas	45
2.10	Modelo de concepção de jogos	47
2.10.1	Definição do assunto	48
2.10.2	Definição do modelo conceitual	49
2.10.3	Implementação do modelo	49
2.10.4	Teste	49
2.10.5	Meta-Debriefing	49
2.10.6	Projeto final	50
2.11	Avaliação do produto	50
2.12	Elementos construtivos de jogos	54
2.12.1	Estética	54
2.12.2	Tecnologia	54
2.12.3	Narrativa	54
2.12.4	Mecânica	54
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	56
3.1	Caracterização da pesquisa	56
3.2	Etapas da pesquisa	58
3.2.1	Diagnóstico	60
3.2.2	Plano de ação	61
3.2.3	Tomada de ação	64
3.2.4	Avaliação	64
3.2.5	Identificação da aprendizagem	65
3.2.6	Integração das etapas da Pesquisa-Ação e os passos do Metamodelo de Desenvolvimento de Jogos	66
4	DESENVOLVIMENTO	68
4.1	Primeiro ciclo da pesquisa-ação	68
4.1.1	Diagnóstico	68

4.1.2	Plano de ação	69
4.1.3	Tomada de ação	72
4.1.4	Avaliação	78
4.1.5	Identificação da aprendizagem.....	83
4.2	Segundo ciclo da pesquisa-ação	86
4.2.1	Diagnóstico	86
4.2.2	Plano de ação	87
4.2.3	Tomada da ação	88
4.2.4	Avaliação	93
4.2.5	Identificação da aprendizagem.....	98
4.3	Terceiro ciclo da pesquisa-ação	101
4.3.1	Diagnóstico	101
4.3.2	Plano de ação	101
4.3.3	Tomada da ação	102
4.3.4	Avaliação	105
4.3.5	Identificação da aprendizagem.....	111
5	CONCLUSÃO	120
6	REFERENCIAS	124
	APÊNCIDE A – FORMULÁRIOS DE AVALIAÇÃO E RESPOSTAS	134
	APÊNDICE B – MATERIAIS (VERSÃO INTEGRAL).....	135
	APÊNDICE C – CASOS TRABALHADOS NAS EXPERIMENTAÇÕES.....	136

1 INTRODUÇÃO

Na busca por mais altos níveis de eficiência e produtividade, como preconiza a própria Constituição Federal em seu artigo 37, a Administração Pública tem sido objeto de estudo no que se diz respeito à utilização de técnicas e ferramentas que possam promover tais melhorias, destacando-se, mais recentemente, estudos voltados à aplicação do Pensamento Enxuto neste setor.

Segundo o *Lean Institute* Brasil (2021), o Pensamento Enxuto, do inglês *Lean Thinking*, é uma abordagem de gerenciamento inspirada em práticas e resultados do Sistema Toyota de Produção (STP), do inglês *Toyota Production System* (TPS). A aplicação dos princípios e ferramentas do Pensamento Enxuto é encarada como uma solução inovadora e prática para o setor administrativo, onde é denominada de Escritório Enxuto, do inglês *Lean Office*. O uso da abordagem enxuta para aprimorar os processos e promover melhorias nos serviços é uma oportunidade que o setor público tem observado, mediante aos bons resultados dessa aplicação no ambiente produtivo.

Para Ohno (1997), o foco do Pensamento Enxuto é a eliminação do desperdício, definido como toda e qualquer atividade que não agrega valor do ponto de vista do cliente (ou usuário), mas que consome recursos e implica no aumento dos custos. A aplicação do Pensamento Enxuto nos setores administrativos se torna complexa, pois o fluxo de informações e a forte departamentalização dificultam a identificação dos desperdícios, em comparação à uma linha de produção na manufatura.

De acordo com Radnor e Osborne (2013), ainda assim, o Pensamento Enxuto tem se popularizado e superado o limite do ambiente empresarial privado, alcançando a esfera pública, onde é visto como forma de conduzir os esforços da gestão, em particular, em momentos de reformas e reduções de recursos, tendo como objetivo manter a eficiência e produtividade na prestação de serviços. A aplicação dos princípios e ferramentas do Pensamento Enxuto no setor público têm recebido o nome de Ambientes Públicos Enxutos, do inglês *Lean Public Environment*.

É importante ressaltar que adaptações podem ser necessárias durante implementações enxutas no setor público, já que, diferentemente das empresas privadas, esse setor tem a legalidade como princípio e está sujeito a fatores como a burocracia e trâmites legais (ALMEIDA *et al.*, 2017). Além disso, outras características como a própria dinâmica segmentada favorecem a ocorrência de desperdícios como longos tempos de espera e fluxos descontínuos (TURATI; MUSETTI, 2006).

Estudos apontam que a aplicação do Pensamento Enxuto favorece a obtenção de inúmeros benefícios, principalmente quanto à padronização e qualidade dos processos, à redução de desperdícios e à motivação dos servidores (BRUSCHI; FORCELLINI, 2019), favorecendo o aumento da produtividade e a melhoria da eficiência quanto ao uso dos recursos, embora programas de implementação enxuta ainda encontrem dificuldades e barreiras que precisam ser superadas.

Uma das dificuldades elencadas na literatura diz respeito à uma falha estrutural existente nas organizações públicas quanto à imprecisão na definição da ideia de Cliente e Valor, princípios que norteiam o entendimento da abordagem enxuta (RADNOR; WALLEY, 2008), sendo isso um reflexo do uso de capacitações com enfoques teóricos, simplistas e genéricos, no intuito de incluir grandes grupos, o que acaba por resultar na insatisfação e na falta de conhecimento enxuto aplicado por parte servidores (HOLMEMO; INGVALDSEN, 2018).

Radnor e Walley (2008) afirmam que os princípios e ferramentas do Pensamento Enxuto podem ser eficazmente adaptadas para aplicação no setor de serviços públicos, mas vários estudos relatam dificuldades percebidas pelos servidores quanto ao entendimento de tais princípios e ferramentas, bem como da sua aplicabilidade específica no setor público. Desse modo, por não conseguirem enxergar como esses princípios e ferramentas podem ser aplicados de forma prática em seu ambiente de atuação, e, ainda mais importante, quais são os benefícios que esta aplicação pode gerar, os envolvidos demonstram insatisfação e descrença. Como resultado dessas deficiências apontadas, a implementação enxuta no serviço público tem apresentado altos índices de resistência e baixo nível de engajamento por parte dos servidores.

Para a obtenção de êxito na assimilação dos princípios e ferramentas do Pensamento Enxuto, é necessário o envolvimento dos servidores públicos com os programas de implementação enxuta, promovendo a educação continua com as estratégias e práticas corretas. Vários métodos têm sido utilizados no ensino dos princípios e ferramentas do Pensamento Enxuto, abrangendo métodos de aprendizagem passiva e ativa.

A aprendizagem ativa objetiva o envolvimento dos participantes em atividades cada vez mais complexas, tomada de decisões e avaliações de resultados. Como uma possível abordagem da aprendizagem ativa, os jogos já têm sido utilizados para treinamento de profissionais no contexto das implementações enxutas, por facilitar a apresentação de seus princípios, ferramentas e benefícios, além de oportunizar a visualização prévia das possíveis mudanças que a sua aplicação traria à realidade, economizando tempo na resolução de

problemas (SILVA; LOPES, 2012). Outra vantagem é o ritmo gradual de apresentação dos princípios e ferramentas do Pensamento Enxuto, à medida que essas mudanças e melhorias podem ser testadas e documentadas (BADURDEEN *et al.*, 2009).

A possibilidade e eficácia do ensino enxuto por meio de jogos são comprovadas pela literatura, porém o levantamento realizado por Badurdeen *et al.* (2009) aponta que 75% das simulações e jogos com esta finalidade trazem como cenário o setor produtivo e que a maioria dos materiais utilizados são pouco sofisticados, tratando-se de papel ou de elementos pré-fabricados como o LEGO. Constatam-se também algumas abordagens focadas em ferramentas ou conceitos específicos, e a maioria apresenta documentação falha ou exige materiais especiais, aumentando o custo ou, em alguns casos, inviabilizando a sua utilização.

Jurado e Fuentes (2017) em sua revisão sistemática que considerou estudos que tratavam da utilização da gamificação para ensino do Pensamento Enxuto, publicados entre 1990 e janeiro de 2017, reafirmaram a lacuna identificada na literatura, concluindo que existe um foco em práticas, ferramentas e técnicas voltadas para a área de produção.

Considerando a escassez de propostas gamificadas de ensino que tratem da aplicação do Pensamento Enxuto em ambientes administrativos públicos, justifica-se o objetivo geral deste trabalho: desenvolver um jogo destinado à capacitação de servidores que atuam nesses ambientes, nos conceitos, princípios e ferramentas do Pensamento Enxuto. Além desse objetivo geral, este trabalho tem como objetivo específico desenvolver os recursos e manuais necessários à aplicação e replicação do jogo.

Para atingir os objetivos propostos, foi realizada uma pesquisa-ação, seguindo uma das versões mais difundidas do ciclo que compõe o processo de realização desse método, proposto por Susman e Evered (1978). O ciclo compreende as etapas de Diagnóstico, Plano de Ação, Tomada de Ação, Avaliação e Identificação da Aprendizagem, e serão detalhadas no Capítulo 3 desta dissertação. A pesquisa-ação pressupõe, além dos objetivos da pesquisa mencionados no parágrafo anterior, os objetivos inerentes à própria ação, que consistem na realização de experimentações e avaliações sucessivas do jogo, no objetivo de melhorar gradativamente os seus diversos aspectos, até a obtenção do produto final.

Dessa forma, as contribuições esperadas com essa dissertação, podem ser divididas em teórica e prática. A contribuição teórica esperada é ampliar a compreensão dos servidores sobre as possibilidades de aplicação dos princípios, ferramentas e conceitos enxutos no ambiente público, e conseqüentemente reduzir a resistência dos mesmos com relação ao tema. E a contribuição prática esperada é justamente o produto desta dissertação, ou seja, a

disponibilização do jogo como uma possível ferramenta de capacitação de servidores públicos nos conceitos, princípios e ferramentas do Pensamento Enxuto.

A pesquisa teve como unidade de análise um grupo de servidores técnicos administrativos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) - Campus Muzambinho, os quais participaram efetivamente do desenvolvimento do jogo junto com o pesquisador e autor desta dissertação, por meio de experimentações, análises e validações sucessivas do protótipo.

Para a elaboração do Jogo, objeto deste estudo, foi utilizado o metamodelo proposto por Miyashita, Barbosa e Azeredo (2007), para desenvolvimento e avaliação de aprendizado para jogos de empresas, e, nas etapas de avaliação, em cada um dos ciclos da pesquisa-ação, os servidores responderam ao Questionário IMMS (*Instructional Materials Motivation Survey*), desenvolvido para avaliar a conexão de um material instrucional aos princípios ARCS – Atenção, Reação, Confiança e Satisfação, utilizado para medir a motivação dos envolvidos. A cada novo ciclo de experimentação, os servidores ponderavam sobre suas sensações com relação a aspectos do jogo, abordados pelo questionário IMMS.

Em relação às delimitações deste trabalho, ainda que, com a aplicação do jogo desenvolvido, seja esperada uma promoção da diminuição da resistência e do aumento do engajamento dos servidores nos projetos de implementações enxutas, esta dissertação se limita ao desenvolvimento do jogo e a sua aplicação, não realizando a avaliação do grau de diminuição da resistência e do aumento do engajamento dos servidores em tais projetos. Por fim, a replicação do jogo em outros campi do IFSULDEMINAS ou instituições, bem como a avaliação dos possíveis ganhos de conhecimento, resultados da sua aplicação, são postos como proposta para trabalhos futuros.

Em coerência aos objetivos propostos e às contribuições esperadas, o restante desta dissertação de mestrado está estruturado da seguinte maneira. O Capítulo 2 apresentará uma revisão bibliográfica – primeiro, sobre a Aprendizagem Baseada em Problemas e a utilização de jogos como ferramentas de metodologia ativa e, em especial, quando utilizados no ensino dos princípios e ferramentas do Pensamento Enxuto – em seguida, sobre o Pensamento Enxuto, com seus princípios e ferramentas, bem como com sua extensão aos ambientes administrativos, em particular, aos públicos. O Capítulo 3 discorre sobre os procedimentos metodológicos, detalhando, inicialmente, o método da pesquisa-ação, e, na sequência, como tal método é aplicado ao problema de pesquisa. O Capítulo 4 detalha como foram executados cada ciclo da pesquisa-ação e as etapas que os compõem. E, por fim, o Capítulo 5 apresenta a conclusão da pesquisa e os resultados alcançados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Administração Pública e eficiência

A Administração Pública pode ser compreendida como um conjunto de órgãos, pessoas jurídicas e agentes que prestam serviços à sociedade, realizando atividades de utilidade, fomento, controle e intervenção na condução do Estado. É por meio da Administração Pública que o Estado concretiza seus objetivos, uma vez que ela é constituída por um conjunto de órgãos e entidades responsáveis por essa tarefa. Adicionalmente, a Administração Pública se define por meio das atividades exercidas pelos órgãos governamentais, responsáveis por traçar os planos de ação do Estado, bem como pelos órgãos administrativos, responsáveis por colocar esses planos em prática (ALEXANDRINO; PAULO, 2008).

No decorrer da história, a Administração Pública tem vivido ciclos de processos reformatórios que tem como questão central a busca por uma melhor eficiência de suas atividades (FERRER, 2007). Em se tratando de Brasil, a literatura aponta que desde meados da década de 90 intensifica-se um processo de busca por um aparelho estatal mais eficiente, adotando-se um modelo de administração pública gerencial e baseado em uma filosofia de melhoria contínua (SOUSA *et al.*, 2017).

No ano de 2005, foi criado pelo governo federal o Programa Nacional de Gestão Pública e Desburocratização (GesPública), através do Decreto nº 5.378. Segundo o artigo 1º desse decreto, o GesPública tem como meta aprimorar a qualidade dos serviços públicos oferecidos aos cidadãos e aumentar a competitividade do país (SOUSA *et al.*, 2017).

A busca por maior eficiência e produtividade em todas as atividades desempenhadas pela Administração Pública tem sido uma demanda frequente da população. Para garantir a eficiência nas ações do setor público, a Constituição Federal Brasileira, em seu Artigo 37, estabelece que "a administração pública direta e indireta de qualquer dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios obedecerá aos princípios de legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência" (BRASIL, 1988). Esses princípios são essenciais para assegurar que as atividades do Estado sejam pautadas pela ética, transparência e eficácia, atendendo aos interesses da sociedade de forma responsável e eficiente.

De acordo com Radnor e Osbourne (2013), existe uma pressão crescente sobre a Administração Pública enquanto sistema, impulsionando esse ambiente na busca por soluções que promovam o aumento da eficiência e eficácia. Diante disso, os autores destacam que o

Pensamento Enxuto tem se popularizado nessa esfera, como forma de conduzir os esforços da gestão nessa busca por eficiência e eficácia. Pela sua essência, o Pensamento Enxuto alinha-se ao combate à baixa produtividade, à morosidade, à ineficiência e aos desperdícios.

2.2 Pensamento Enxuto ou *Lean thinking*

Segundo o *Lean Institute Brasil* (2021), o Pensamento Enxuto é uma forma de gestão inspirada em práticas e resultados do Sistema Toyota de Produção (STP) ou *Toyota Production System* (TPS), que, por sua vez, surgiu no Japão com uma clara ideia de redução de custos por meio da eliminação de desperdícios, e hoje é visto como um conceito de gestão que ultrapassa o limite fabril, chegando a outros setores. De fato, o Pensamento Enxuto teve origem no setor produtivo, onde o conceito de *Lean Production* (Produção Enxuta) ou *Lean Manufacturing* (Manufatura Enxuta) foi difundido maciçamente a partir do livro “*The Machine that Changed the World*” (A Máquina que Mudou o Mundo, título em língua portuguesa), publicado originalmente em 1990. A abordagem recebe a denominação de enxuta por proporcionar uma menor utilização de recursos como tempo, espaço e esforços, em comparação com a produção em massa (WOMACK; JONES; ROSS, 1992).

O foco do Pensamento Enxuto ou *Lean Thinking*, rotineiramente denominado simplesmente de *Lean*, é a eliminação (ou pelo menos a minimização) dos desperdícios e, conseqüentemente, a redução dos custos, postura administrativa essencial à sobrevivência no mercado atual (OHNO, 1997) e ao Japão do pós Segunda Guerra Mundial. O objetivo da Produção Enxuta ou Manufatura Enxuta é alcançar um nível de produção desejável com o menor custo possível, trabalhando para eliminar ou minimizar os desperdícios que, conceitualmente, seriam todas e quaisquer atividades que consomem algum tipo de recurso sem agregar valor do ponto de vista do cliente (CARELLI *et.al*, 2016) ou do usuário, quando no contexto dos ambientes de serviços.

De acordo com Ohno (1997), a capacidade de produção de uma empresa é estimada pela soma do trabalho e desperdícios ($\text{Capacidade} = \text{Trabalho} + \text{Desperdícios}$), sendo a verdadeira melhoria alcançada quando se consegue obter o máximo percentual de trabalho (100%, idealmente) e o mínimo de desperdícios (0%, também idealmente), uma vez que ambos competem pelos mesmos recursos. Para entender como aumentar a capacidade produtiva, eliminando-se os desperdícios, o primeiro passo é identificá-los. Para isso, o autor os classificou em sete grupos, sendo:

1. **Desperdício de Superprodução:** é considerado o pior tipo, pois pode disparar e

camuflar os demais desperdícios, tornando-os de mais difícil identificação. Ocorre quando se produz antes (superprodução por antecipação) ou acima (superprodução por quantidade) do que o necessário para atender a demanda de determinado período. A causa-raiz da superprodução é o desalinhamento entre produção e demanda. No ambiente administrativo pode ser representado pelo excesso de papel ou informação produzida (TAPPING; SHUKER, 2010);

2. **Desperdício de Estoque:** aqui é considerado tudo que representa dinheiro “parado” na fábrica, seja na forma de matéria-prima, de produto em processo ou de produto acabado, sendo gerado por demandas instáveis, linhas desbalanceadas e, sobretudo, pela superprodução causada pelo desalinhamento entre produção e demanda, implicando em aumento da área e do capital de giro necessários. No ambiente administrativo pode ser representado pelo espaço ocupado por arquivos não necessários, suprimentos extras e cópias desnecessárias (TAPPING; SHUKER, 2010);
3. **Desperdício de Transporte:** a perda por transporte está relacionada ao deslocamento de material. Quando a produção está desalinhada à demanda e se produz antes ou acima do necessário, o excedente precisa ser transportado para os estoques intermediários. Este tipo de desperdício é agravado pela existência de *layout* inadequado e de longas distâncias entre os processos. No ambiente administrativo pode ser evidenciado quando se precisa transportar algo para algum lugar mais longe do que o necessário, ou arquivar, empilhar, mover materiais ou pessoas gerando um gasto de energia e tempo desnecessários (TAPPING; SHUKER, 2010);
4. **Desperdício de Espera:** este desperdício pode aparecer na forma de materiais, máquinas e pessoas esperando. Os estoques por si só representam materiais em espera para serem processados pelos clientes internos ou consumidos pelos clientes externos. Porém, mesmo com excesso de estoques, é comum que as máquinas e pessoas fiquem esperando até que os materiais necessários sejam localizados e transportados dos estoques aos processos. Um exemplo de ocorrência deste desperdício no ambiente administrativo é a espera por documentos, informações, suprimentos ou máquinas, já que o cliente não deseja pagar por isso (TAPPING; SHUKER, 2010);
5. **Desperdício de Movimentação:** a perda, neste caso, refere-se à movimentação de pessoas, quando estas não estão realizando atividades de agregação de valor. O excesso de materiais estocados dificulta o deslocamento das pessoas e constitui num dos fatores que acentua este desperdício. Outras causas que podem ser destacadas são a existência de métodos de trabalho inadequados e postos de trabalho inapropriados.

No ambiente administrativo pode ser representado pela busca por algum documento ou suprimento por falta de organização da área de trabalho (TAPPING; SHUKER, 2010);

6. **Desperdício de Defeitos:** é o tipo de perda gerada pela falta de qualidade na fabricação e pela não detecção do problema na fonte. A existência de grandes estoques, por exemplo, dificulta a visualização e facilita a propagação dos defeitos. Uma consequência direta deste desperdício é a necessidade de inspeções, retrabalhos e refugos, que também são caracterizados como desperdícios, pois consomem recursos adicionais. No ambiente administrativo ocorre quando trabalhos são defeituosos e precisam ser refeitos, provocados por falta de padronização de formulários e documentos, ou divulgação de procedimentos padrões (TAPPING; SHUKER, 2010);
7. **Desperdício de Processamento:** este tipo de perda ocorre quando mais esforços e recursos são colocados no processo que aqueles estritamente necessários à criação do valor definido pelos clientes ou usuários. Esse tipo de desperdício também pode aparecer na forma de superprocessamento, quando a empresa executa transformações nos produtos além daquelas definidas pelos clientes ou usuários. No ambiente administrativo geralmente inclui atividades redundantes como a verificação o trabalho de outra pessoa, obtenção de várias assinaturas ou revisões excessivas (TAPPING; SHUKER, 2010).

Toda a lógica enxuta é voltada para a eliminação de desperdícios, tanto dentro da organização, como em seu relacionamento com outras. A constante busca por melhoria acaba facilitando também a exposição de desperdícios e a identificação de fatores que levam a má qualidade dos processos (HINES; TAYLOR, 2000).

Segundo Imai (2014), a qualidade não está atrelada somente aos produtos ou serviços que estão sendo entregues, mas aos processos que os envolvem. O mesmo vale para os gastos, que se referem aos totais envolvidos em projeto, produção, venda e manutenção destes produtos ou serviços, chegando à entrega, que significa atender a demanda desejada na quantidade e momento especificados pelos clientes. Só tendo essas três condições atendidas, os clientes estarão satisfeitos. Portanto, os clientes passam a ter um papel essencial na análise da qualidade, dos gastos e da entrega, não só dos produtos finais, mas também dos processos.

Hines e Taylor (2000) ressaltam que para uma organização se tornar enxuta, é necessário identificar o que os clientes valorizam e o que não valorizam em seus processos de produção. Definir os fluxos de valor, ou seja, todas as atividades necessárias para fornecer um bem ou serviço, e, então, eliminar ou minimizar as atividades pelas quais os clientes não estão

dispostos a pagar, é essencial. Nesse sentido, os autores classificaram as atividades que compõem os fluxos de valor em três categorias, sendo elas:

1. **Atividades que agregam valor:** são aquelas que trazem benefícios ao produto ou serviço, tornando-os mais valiosos sob a perspectiva dos clientes – tratam-se, portanto, das atividades pelas quais os clientes estão dispostos a pagar. Em geral, essas atividades representam 5% das atividades totais em uma empresa de manufatura e 1% em ambientes administrativos;
2. **Atividades necessárias que não agregam valor:** são aquelas que mesmo sem trazer benefícios ou tornar os produtos ou serviços mais valiosos sob a perspectiva dos clientes, não podem ser excluídas imediatamente do processo produtivo, a menos que seja realizada uma mudança radical ou adaptações em longo prazo. Tais atividades, geralmente, representam 35% na manufatura e 49% nos ambientes administrativos e são denominadas de *Mudas* Tipo 1, os quais devem ser minimizados;
3. **Atividades que não agregam valor:** são aquelas que não trazem benefícios nem tornam os produtos ou serviços mais valiosos sob a perspectiva dos clientes e, além disso, não são mais necessárias. Essas atividades, em geral, representam 60% na manufatura e 50% nos ambientes administrativos e são denominadas de *Mudas* Tipo 2, os quais devem ser eliminados imediatamente, pois são desperdícios puros.

2.2.1 Princípios do Pensamento Enxuto

Para Womack e Jones (2003) o Pensamento Enxuto é estabelecido sob cinco princípios, que são:

1. **Valor:** do ponto de vista da mentalidade enxuta, a definição do valor de um produto ou serviço se atrela à expectativa e satisfação do cliente, considerando pelo que ele está disposto a pagar (portanto, o valor deve ser definido pela perspectiva dele, o cliente). Segundo os autores, é um erro precificar algo a partir de seu custo de fabricação ou tecnologia utilizada nesse processo, tendo em vista que isso pode gerar disparidades entre o custo de venda e a previsão que o mercado consegue aceitar, a qual considera a expectativa do cliente com relação à funcionalidade do produto e seu valor. A partir dessa definição, a organização direciona os esforços na busca criativa para atendê-lo. Dessa forma, especificar o valor é a primeira etapa crítica do sistema enxuto e o fornecimento de um bem ou serviço desalinhado a esta visão do cliente, ainda que da maneira certa, se torna um desperdício;

2. **Cadeia de Valor:** abrange todo o processo de produção que um produto ou serviço implica, desde o interesse do cliente à entrega do resultado para este, abrangendo as atividades que agregam valor, as que não agregam, mas são necessárias (as quais, no curto prazo, devem ser minimizadas – *Mudas* Tipo 1) e as que não agregam (as quais devem ser eliminadas imediatamente – *Mudas* Tipo 2 ou desperdícios puros). Para os autores, durante muito tempo as empresas focaram os olhares no gerenciamento de processos, departamentos e supervisão dos produtos e não nas cadeias de valor. Enxergando números de indicadores de curto prazo, deixavam de focar em todo o processo, desde a criação do produto até a venda, podendo se expandir ainda para o pós-venda. Somente quando se tem essa visão geral da cadeia produtiva se torna possível identificar e separar as atividades nos três tipos mencionados anteriormente, a fim de eliminar os desperdícios;
3. **Fluxo Contínuo:** o intuito é que os produtos fluam na cadeia produtiva, seguindo uma continuidade desde a matéria-prima até o produto acabado. Quando se identifica o que de fato tem valor no processo de produção de um produto ou serviço, minimizando ou eliminando atividades que não agregam valor, *Mudas* Tipos 1 e 2, respectivamente, alcança-se esse fluxo enxuto livre de quebras, interrupções e outros desperdícios. Adotando-se isso, percebe-se uma diminuição dos *Lead Times* dos produtos ou serviços, fazendo com que ocorra um aumento do tempo disponível para atender às necessidades dos clientes ou usuários. Para a criação desse fluxo enxuto, os autores consideram três etapas: foco no objeto real; ignorar as fronteiras das tarefas, funcionais, departamentais e de empresas e; por fim, repensar as práticas e ferramentas de trabalho específicas;
4. **Produção Puxada:** quando a empresa, a partir da melhoria do fluxo de produção, em direção à obtenção do fluxo enxuto, produz somente o produto que o cliente demanda, na quantidade em que ele demanda e no momento em que ele demanda, ela acaba por alinhar e subordinar a produção à demanda dos clientes internos e externos, substituindo a produção empurrada pela produção puxada e combatendo a superprodução e os demais desperdícios. Essa atitude enxuta produz um ganho de caixa pela maior eficiência na utilização dos recursos e pelo maior retorno dos investimentos realizados;
5. **Perfeição:** com a aplicação dos quatro princípios anteriores, algo próximo à perfeição pode ser idealizado, no sentido de eliminar os desperdícios de forma contínua e incremental em todo local em que eles sejam identificados. Dessa forma, o foco do

Pensamento Enxuto é estar sempre recorrendo a melhorias em seus processos, buscando eliminar erros e barreiras de forma contínua e incremental.

2.3 Alguns conceitos essenciais da aplicação do Pensamento Enxuto

São muitos os conceitos do Pensamento Enxuto, mas neste subitem serão apresentados aqueles avaliados como mais relevantes e aplicáveis aos ambientes administrativos públicos, os quais serão abordados no jogo, no objetivo de possibilitar uma visão mais ampla de suas utilizações e fomentar a adaptação desses para os diversos ambientes de atuação dos servidores envolvidos na aplicação.

2.3.1 Muda

Muda é uma palavra em japonês que significa desperdício, ou seja, qualquer atividade que absorve recursos, mas não agrega valor ao produto especificamente e, sendo assim, o cliente não está disposto a pagar por ela (WOMACK; JONES, 1998). Dennis (2008) exemplifica essa questão abordando uma fábrica de arquivos de metal, onde o cliente está disposto a pagar por atividades que compõe o processo de fabricação das placas de metal, como as etapas de solda e pintura, porém, não quer pagar por excesso de estoque, por tempo de espera, por correção ou por qualquer outra forma de *Muda*.

Existem dois tipos de *Mudas* que podem aparecer no processo de produção. Muitas das etapas caracterizadas como *Mudas*, não podem ser excluídas do processo imediatamente, seja por algum motivo estrutural, logístico ou físico, por exemplo, sendo chamadas de *Mudas* Tipo 1 e que devem ser minimizadas; porém, outras podem e devem ser eliminadas imediatamente, sem qualquer prejuízo ao processo, sendo denominadas de *Mudas* Tipo 2 (WOMACK; JONES, 1998).

No ambiente administrativo, assim como na produção, é possível identificar a presença de mudas. Uma assinatura desnecessária em um documento é um exemplo de muda tipo 2 que precisa ser eliminada. Por outro lado, existem outras mudas que, mesmo consideradas como tal, devem ser mantidas devido a exigências legais (por exemplo), sendo classificadas como mudas tipo 1 (TAPPING; SHUCKER, 2010).

2.3.2 *Just in Time e Jidoka*

Para compreender o Pensamento Enxuto e a sua aplicabilidade na prática das atividades, sejam elas manufatureiras ou administrativas, é necessário discernir uma série de conceitos ligados ao tema. A base do Pensamento Enxuto é o Sistema Toyota de Produção (STP) ou *Toyota Production System* (TPS), que tem como pilares o *Just-in-Time* e o *Jidoka*. Em seu livro “O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala”, Ohno (1997) descreve o *Just-in-Time* como um estado ideal de gestão da produção, onde o que é necessário para a montagem de um produto atinge a linha exatamente nas quantidades e tempos necessários para o atendimento à demanda, almejando-se o estoque zero. Esse estado ideal é também chamado de Sistema Puxado, contrário ao sistema empurrado, comum em ambientes onde o trabalho se acumula em lotes e é empurrado de processo a processo (TAPPING; SHUKER, 2010).

Já *Jidoka*, ou Autonomiação, é mais que a automação, sendo entendida como a capacidade das máquinas em identificarem problemas ou anomalias e impedirem com que esses se propaguem, tudo de forma autônoma (OHNO, 1997), sendo, por isso, conhecida como automação com um toque humano. O autor destaca a atenção que o sistema tem com os possíveis danos provocados por um defeito e como a Autonomiação proporciona uma maior segurança à linha de produção, já que possibilita a detecção de erros e maus funcionamentos imediatamente.

2.3.3 *Lead Time, Takt Time e Cycle Time*

Também é necessário compreender as marcações temporais que o *Lean* estabelece, em especial, aquelas associadas aos conceitos de *Lead Time*, *Takt Time* e *Cycle Time*.

Meerkov e Yan (2013) contribuem com o conceito de *Lead Time* (LT), definindo-o como sendo “o tempo em que uma peça passa sendo processada ou esperando para ser processada”. Em concordância, Tapping e Shuker (2010) resumem a ideia do termo *Lead Time* como a soma total dos tempos de ciclo de todos os processos individuais dentro de um fluxo de valor, com os tempos de espera entre cada processo. Nesse sentido, o LT compreende todo o período entre o pedido do cliente e o atendimento da sua necessidade, ou seja, o produto finalizado e entregue (GEREMEW; ABEBE; GOCHHEL, 2022).

O *Takt Time* (TT), por sua vez, é um dos mais importantes indicadores da Manufatura Enxuta, já que ele revela o ritmo da demanda do cliente por algum produto, podendo ser

calculado dividindo-se o tempo disponível efetivamente para a produção em um dado período (turno, dia, etc) pela quantidade de itens demandados nesse mesmo período (SOLIMAN, 2020).

O *Cycle Time* (CT), para encerrar, refere-se ao tempo gasto em processos ou atividades individuais até a sua conclusão, sendo medido em minutos ou segundos, por exemplo. A soma desses tempos individuais é definida na literatura como o Tempo de Ciclo Total, ou, ainda, como o Tempo de Valor Agregado (TAV), quando esse transforma o produto em direção àquilo que o cliente definiu como valor, sendo, portanto, o tempo no qual esse valor é adicionado efetivamente e pelo qual o cliente está disposto a pagar (TAPPING; SHUKER, 2010). A observação “quando esse transforma o produto em direção àquilo que o cliente definiu como valor” é fundamental, pois pode haver atividades que transformam o produto de algum modo, mas não em direção ao valor definido pelo cliente, o que caracteriza um desperdício. Rother e Shook (2018) adicionam afirmando que o *Cycle Time* é a “frequência com que uma peça ou produto é realmente completada em um processo”, ou seja, é o intervalo de tempo entre a disponibilização de um produto finalizado e outro. Os autores também abordam um outro sentido do CT, que pode representar o tempo gasto por um operador para percorrer todos os seus elementos de trabalho antes de repeti-los.

As três marcações temporais aqui apresentadas são da mesma forma vivenciadas em ambientes administrativos. Como exemplo de tempo *Takt* pode-se citar a entrada de um pedido a cada cinco minutos. Já o *Cycle Time* seria o tempo gasto pra a realização de um desenho de engenharia solicitado. E o *Lead time* seria o tempo desde o pedido do cliente, até a disponibilização do produto concluído (TAPPING; SHUKER, 2010).

2.3.4 *Kanban*

O significado da palavra *Kanban* em japonês é “cartão” ou “sinal”, o que explica o apelo visual na utilização desse sistema para o controle e organização da produção. O *Kanban*, ou sistema *Kanban*, surgiu de uma ideia simples, conforme relata Ohno (1997), com a aplicação na fábrica da Toyota na década de 50, de uma sistemática empregada na reposição de mercadorias em supermercados. Inicialmente, o autor explica que eram utilizados pedaços de papel com informações referentes às peças e aos componentes, tais como quantidades de produção e/ou de transferência, além de outras que impediriam os desperdícios, em especial, o da superprodução, indo de encontro ao objetivo da produção *Just-in-Time*, que é o de produzir

somente o que é demandado, na quantidade demandada e no momento demandado. Sendo mais abrangente na definição, por meio do sistema *Kanban* é possível substituir a produção empurrada pela produção puxada, alinhando e subordinando a produção à demanda, seja esta dos clientes internos ou externos. O sistema *Kanban* mais difundido é o de dois cartões, um de produção e um de retirada, por meio dos quais ocorrem as autorizações de produção e retirada alinhadas e subordinadas às demandas internas ou externas. Em síntese, o sistema *Kanban* deve funcionar efetivamente para manter o *Just in Time* de um processo de produção (OHNO, 1997).

2.3.5 *Kaizen*

Kaizen é uma palavra de origem japonesa construída com base em dois caracteres, “*kai*”, que significa desmontar, e “*zen*”, que significa prosperar, denotando o sentido de melhorar algo, que inserido no contexto do Pensamento Enxuto, remete à “melhoria contínua” (TAPPING, SHUKER, 2010). Segundo Nogueirol (2010), *Kaizen* é a filosofia japonesa de melhoria contínua e incremental, isto é, de fazer melhorias simples e pequenas, que não custam muito dinheiro, mas que garantem redução de custo e maiores qualidade e produtividade. Como o principal objetivo do Pensamento Enxuto é eliminar os desperdícios, a ideia básica para a sua aplicação é a melhoria contínua incremental, ou as atividades *Kaizen*, que são implementadas por meio da identificação e eliminação sistemática dos desperdícios por qualquer indivíduo em todo e qualquer tempo, o que sugere o aspecto contínuo e incremental do conceito *Kaizen* (BAZARRA; SMITH; DAHLGAARD-PARK, 2009). Na abordagem enxuta, o *Kaizen* vai de encontro ao princípio enxuto da busca pela perfeição, podendo ser entendido na prática, tanto como uma atividade de melhoramento de determinado processo ou atividade, quanto como um evento ou série de projetos de melhoria incentivados pela gestão de uma organização com vistas a mudanças e melhorias processuais (WOMACK; JONES, 1998).

2.4 Aspectos básicos de algumas das principais ferramentas do Pensamento Enxuto

Tal como já destacado no início do subitem anterior, que abordou alguns dos conceitos essenciais da aplicação do Pensamento Enxuto, são muitas também as ferramentas enxutas, mas neste subitem serão apresentadas aquelas avaliadas como mais relevantes e aplicáveis aos ambientes administrativos públicos, as quais serão abordadas no jogo, no objetivo de

possibilitar uma visão mais ampla de suas utilizações e fomentar a adaptação dessas para os diversos ambientes de atuação dos servidores envolvidos na aplicação.

2.4.1 Cinco Sentos (5S)

Uma das principais formas de aplicação do 5S é como técnica de melhoria contínua e, por essa razão, é uma das ferramentas mais utilizadas no contexto do Pensamento Enxuto, tendo como objetivo diminuir o risco de produzir defeitos, melhorar espaços de trabalho, ergonomia e qualidade de produtos ou serviços (MANZANARES-CAÑIZARES *et al.*, 2022). A sigla 5S faz referência às iniciais de cinco palavras japonesas que nomeiam cada um dos cinco sentos, definidas por Al-Aomar (2011) como:

1. *Seiri*, traduzido para o português como Senso de Utilização, que implica em separar o que é útil daquilo que não é útil, deixando nos postos de trabalho somente o que é necessário para a execução das atividades;
2. *Seiton*, traduzido para o português como Senso de Organização, que implica em definir um lugar para cada coisa e devolver cada coisa ao seu lugar assim que ela já tenha sido utilizada;
3. *Seiso*, traduzido para o português como Senso de Limpeza, Higiene e Segurança, que implica em limpar e, mais do que isso, manter limpo os postos de trabalho, minimizando os riscos à saúde e à segurança do trabalhador e do meio-ambiente;
4. *Seiketsu*, traduzido para o português como Senso de Padronização, que implica em descrever e divulgar métodos e procedimentos para a aplicação e sustentação dos sentos anteriores;
5. *Shitsuke*, traduzido para o português como Senso de Autodisciplina, que implica em controlar e integrar o 5S à cultura do ambiente de trabalho, criando em cada um o senso de responsabilidade e compromisso com o 5S, o que o torna o mais difícil de ser alcançado.

Em uma análise sobre o entendimento do 5S em diferentes regiões, Kobayashi *et al.* (2008) concluíram que um dos diferenciais que contribui para a eficiência na aplicação do 5S nas empresas japonesas diz respeito ao enfoque que estas dão ao método, encarando-o como uma estratégia para a excelência organizacional, algo aplicado além de suas rotinas profissionais, disseminado em sua vida pessoal.

A aplicação do 5S, enquanto ferramenta do Pensamento Enxuto, favorece um eficiente fluxo de atividades, já que se baseia nos princípios da organização, limpeza e transparência,

resultando em melhoria do espaço de trabalho e em encorajamento dos trabalhadores, que por sua vez, contribuirão para a eliminação dos desperdícios e, conseqüentemente, para o aumento da qualidade e produtividade (AL-AOMAR, 2011).

Rizkya, Syahputri, Sari e Siregar (2019) concluíram em seus estudos que com a implementação do 5S é possível minimizar o uso de espaço físico e reduzir o tempo de busca por mercadorias e equipamentos. A condição obtida por meio da aplicação do método favorece inclusive a implementação de outros conceitos e ferramentas enxutas, como, por exemplo o próprio *Just-in-Time* e, também, a *Total Productive Maintenance* (TPM) e o *Single-Minute Exchange of Die* (SMED), dentre outros conceitos e ferramentas (AL-AOMAR, 2011).

2.4.2 *Total Productive Maintenance* (TPM) ou Manutenção Produtiva Total (MPT)

A NBR 5462 – Norma Brasileira 5462 – Confiabilidade e Manutenibilidade, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), define a manutenção como sendo a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual ele possa desempenhar uma função requerida, sendo o termo “item” utilizado para fazer referência a um componente, conjunto, máquina e até mesmo um sistema que possa ser tratado individualmente.

Ainda de acordo com a NBR 5462, existem três tipos básicos de manutenção, detalhados a seguir.

- 1) manutenção corretiva: é aquela efetuada após a ocorrência de uma pane e é destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida, podendo ser aplicada em duas estratégias diferentes, sendo as estratégias de manutenção uma forma de aplicar individual ou combinatoriamente, os tipos básicos de manutenção:
 - a. emergencial, quando é realizada após a ocorrência de uma falha funcional, ou seja, com o objetivo de corrigir uma incapacidade funcional ocorrida;
 - b. programada, quando é realizada antes da ocorrência de uma falha funcional, ou seja, com o objetivo de evitar que uma incapacidade funcional aconteça;
- 2) manutenção preventiva: é aquela efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de ocorrência de uma falha (funcional) ou a degradação do funcionamento (e do desempenho) de

um item – nesse tipo de manutenção, a medida mais utilizada para os intervalos predeterminados é o tempo, seguido do volume de produção;

- 3) manutenção preditiva: é aquela efetuada com base no monitoramento e avaliação das condições do item e permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir ao máximo a manutenção corretiva – enquanto a manutenção preventiva é destinada a reduzir a probabilidade de ocorrência de uma falha (funcional) ou a degradação do funcionamento (e do desempenho) de um item, a manutenção preditiva vai além e busca também otimizar o tempo de utilização de um item – uma estratégia de manutenção bastante eficaz é aquela que combina a manutenção preditiva seguida pela manutenção corretiva programada com base na evolução da deterioração das condições de um item – dentre as técnicas mais utilizadas na manutenção preditiva, destacam-se o ultrassom, a análise de vibração, a termografia e a análise de óleo.

Por fim, vale destacar outra estratégia de manutenção (atenção, essa é uma estratégia, já que não está entre os três tipos básicos definidos pela NBR 5462), representada pela engenharia de manutenção voltada à melhoria, que é aplicada por meio da modificação de processos e equipamentos com vistas à redução dos custos de manutenção e à elevação da disponibilidade, confiabilidade e mantabilidade de um item, conceitos que podem ser consultados na própria NBR 5462.

Já a *Total Productive Maintenance* (TPM) ou Manutenção Produtiva Total (MPT) não é considerada mais um tipo de manutenção, mas um sistema de gerenciamento completo, que envolve os tipos e estratégias anteriormente apresentadas. A TPM surgiu no Japão no período pós Segunda Guerra Mundial, quando motivados a melhorar a qualidade dos seus produtos e recuperar as suas perdas no cenário industrial, o setor empresarial investiu em novos equipamentos cada vez mais automatizados e tecnológicos. A TPM foi impulsionada também pela exigência de disponibilidade integral das máquinas nos sistemas de produção sem estoques, baseados no Pensamento Enxuto. Diante dessas investidas, foi necessário pensar em uma forma mais eficaz e participativa da manutenção no gerenciamento desses recursos e novas tecnologias (SUZUKI, 1994; GUIMARÃES; NOGUEIRA; SILVA, 2012).

Seiichi Nakajima, um dos primeiros a estudar e conceituar a TPM, definiu o sistema como sendo a manutenção realizada por todos os funcionários por meio de atividades em pequenos grupos, que busca o engajamento intra e interdepartamental em uma organização

para maximizar a eficiência global do sistema produtivo (NAKAJIMA, 1989), envolvendo uma série de atividades ou procedimentos no intuito de melhorar os resultados e atingir a máxima eficiência (PADOVAN; ADAMOVICZ, 2013), sempre guiados pelo objetivo de aumentar os níveis de disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, assim como a eliminação das quebras das máquinas e das demais perdas de desempenho, garantindo a execução de um fluxo contínuo dos processos manufatureiros por meio de uma aproximação entre o homem e a máquina (NAKAJIMA, 1989) e na qualificação profissional e melhoria dos equipamentos (KARDEC E NASCIF, 2009).

A TPM modificou a maneira de pensar que atribuía ao outro a responsabilidade pelo bom funcionamento ou manutenção básica de um equipamento ou sistema, dando à própria equipe de produção essa incumbência, ficando a cargo desta, a manutenção básica, tal como inspeção, limpeza, lubrificação e ajustes, liberando a equipe de manutenção para realizar vistorias e manutenções planejadas preventivas e preditivas, além de treinamentos e outras atividades mais complexas (DENNIS, 2008).

Tahashi e Osada (1993) adicionam um significado a cada uma das letras da sigla TPM: a letra “T” (*Total*) denota o sentido de eficiência global, ao longo de todo o ciclo de vida útil dos equipamentos, bem como o engajamento da equipe de uma forma geral, manutenção e produção, em todos os seus níveis, do operacional ao estratégico; já a letra “P” (*Productive*) representa a busca pela eficiência máxima do sistema produtivo, rumo à meta de "zero acidente, zero defeito e zero quebra e falha"; por fim, a letra “M” (*Maintenance*) remete à ideia da manutenção de todo o sistema, com os seus diversos setores, da fábrica a vendas.

Nakajima (1989) apontou seis fatores que podem gerar a redução do rendimento dos equipamentos industriais, os quais se constituem como o foco de atuação da TPM, que são:

- 1) perdas por paradas acidentais, tais como aquelas provocadas por quebras ou avarias;
- 2) perdas por paradas durante as mudanças da linha, representadas pelos *setups*;
- 3) perdas por operações em vazio ou por pequenas paradas que não são apontadas;
- 4) perdas por quedas de velocidade;
- 5) perdas por defeitos nos processos ou produtos;
- 6) perdas por defeitos no início ou retomadas da produção;

sendo que a ocorrência das duas primeiras, afeta negativamente o Índice de Disponibilidade, a das duas seguintes, o Índice de Desempenho, e a das duas últimas, o Índice de Qualidade. A multiplicação matemática entre esses três índices resulta no principal indicador da TPM, que é o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) ou Eficiência Global do Equipamento (EGE), que pode ser calculado por meio da utilização da planilha representada na Figura 1.

Figura 1 - Planilha para o cálculo do OEE

		Tempo Total				
OEE = Disponibilidade * Performance * Qualidade	Disponibilidade = B / A	A	Tempo programado para produzir		Horário não planejado	Horário não alocado
		B	Tempo produzindo	Perdas de Disponibilidade: -Quebra de Máquina -Ociosidade -Setup	Horário de não responsabilidade da equipe de produção	Horário em que fábrica está com as portas fechadas
		C	Produção Teórica			
	Performance = D / C	D	Produção Real	Perdas de Performance: -Velocidade reduzida -Pequenas paradas		
		Qualidade = F / E	E	Boas + Ruins		As Grandes Perdas de Produção
		F	Boas	Perdas de Qualidade: -Refugos de Partida -Refugos de Produção		

FONTE: <https://www.oe.com.br/como-calculer-o-oe/>. Acessado em 15/11/2022

Para a eliminação ou diminuição da ocorrência das perdas supracitadas, as gerências empresariais, de acordo com a cultura da sua organização, procedem à implementação da TPM, seguindo os princípios que sustentam essa aplicação, tendo sido os primeiros cinco propostos por Nakajima (1989) em 1971 e os demais pelo JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) na revisão de 1989, totalizando o que são denominados de 8 pilares da TPM (MORAES, 2004), que são e buscam:

1. Melhoria individualizada – atacar as falhas e perdas crônicas por meio da manutenção corretiva (MORAES, 2004). Cousseau (2003) ressalta que, a partir de uma implementação piloto, onde determinado equipamento sofre uma melhoria, as demais áreas da empresa são estimuladas a participarem do processo;
2. Manutenção Autônoma – incentivar o colaborador a cuidar dos equipamentos com os quais trabalha, sendo treinado para estar apto a realizar tarefas básicas como inspeção, limpeza, lubrificação e, até mesmo, pequenos ajustes e reparos, de forma a manter a boa condição do equipamento (COUSSEAU, 2003), devendo-se, para isso, seguir sete passos, o quais estão listados a seguir e podem ser consultados em Nakajima (1989):
 - a. limpeza inicial;
 - b. eliminação dos locais de difícil acesso e combate aos causadores de problemas;

- c. elaboração de padrões de limpeza e de lubrificação;
 - d. inspeção geral;
 - e. inspeção voluntária ou autônoma;
 - f. organização e gerenciamento do local de trabalho;
 - g. consolidação do autocontrole;
3. Manutenção Planejada – seguir rotinas de manutenção preventiva, baseada no tempo, e de manutenção preditiva, baseada nas condições dos equipamentos, no objetivo de incorporar melhorias graduais e de sustentar os critérios estabelecidos pelos fabricantes para garantir a durabilidade do maquinário, tendo em vista a redução ocasionada por paradas acidentais (MORAES, 2004; COUSSEAU, 2003);
 4. Educação e Treinamento ou Capacitação Técnica – capacitar os colaboradores para que possam executar tarefas de manutenção, trabalhando a autonomia, liderança e flexibilidade, encorajando as equipes para que estejam motivados a melhorar a cada dia (COUSSEAU, 2003);
 5. Controle Inicial ou Prevenção de Manutenção – utilizar o histórico de falhas dos equipamentos para estruturar projetos e planejar melhorias desde a fase de projeto ou remodelação dos equipamentos, buscando aproximar-se da “falha zero” ou “quebra zero” (MORAES, 2004; COUSSEAU, 2003);
 6. Manutenção com Foco em Qualidade e Produtividade – alcançar uma manutenção capaz de proporcionar qualidade e produtividade associadas à disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, no que diz respeito à disponibilização de ferramentas e condições necessárias ao posto de trabalho, visando o atendimento da demanda do cliente (MORAES, 2004; COUSSEAU, 2003);
 7. Manutenção com Foco na Melhoria dos Processos Administrativos – eliminar desperdícios de rotinas administrativas e maus hábitos dos colaboradores que possam interferir na qualidade, produtividade, disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos e processos (MORAES, 2004);
 8. Manutenção com Foco em Segurança, Saúde e Meio Ambiente – melhorar continuamente as condições de trabalho por meio de uma manutenção capaz de reduzir os riscos impostos aos trabalhadores e ao meio ambiente (MORAES, 2004; COUSSEAU, 2003).

A implementação do TPM em ambientes administrativos podem requerer certo grau de adaptação, porém a utilização dos seus princípios já produzem resultados. Patra, Tripathy e Choudhary (2005) descrevem as etapas de um programa TPM adaptado para o ambiente de

uma biblioteca, incluindo a formação de equipes multifuncionais, a identificação de melhorias no fluxo de trabalho e a implementação de práticas de manutenção preventiva. O estudo resultou numa série de benefícios, incluindo a melhoria da eficiência operacional, a redução de avarias e interrupções no fluxo de trabalho, o aumento da satisfação dos usuários e a melhoria geral da qualidade dos serviços prestados pela biblioteca.

2.4.3 *Single-Minute Exchange of Die* (SMED) ou Troca Rápida de Ferramentas (TRF)

De acordo com Simões e Tenera (2010), o termo *setup* refere-se às atividades de troca e ajustes técnicos e processuais realizados em ferramentas que compõem os sistemas produtivos. O SMED ou TRF é um conjunto de técnicas que possibilitam a realização de *setups* em um menor espaço de tempo, desejavelmente tempos menores que 10 minutos de paradas (CAKMAKCI, 2008). Essa técnica, que na versão em inglês foi denominada conforme a sigla SMED, iniciais de “*Single-Minute Exchange of Die*”, e que na versão em português foi convertida em TRF, iniciais de “Troca Rápida de Ferramentas”, traz em si a ideia conceitual de redução do tempo de configuração de máquina (SHINGO, 1985).

O SMED foi o resultado de 19 anos de experimentações encabeçadas por Shigeo Shingo em fábricas japonesas, tendo como um dos primeiros marcos, a redução do tempo de configuração de uma prensa de 1.000 toneladas, de 4 horas para 90 minutos, resultados de uma exigência da Toyota Motor Company. De acordo com Cakmakci (2008), o SMED traz melhorias ao processo de troca e ajustes de maquinário, proporcionando uma redução do tempo gasto em *setup* de até 90%, com um baixo investimento financeiro.

A ideia primeira do sistema é entender que as etapas de configuração de um equipamento podem ser divididas entre aquelas que necessariamente precisam ser realizadas com a máquina parada, tais como montagens e remoção de peças e fôrmas, as quais são denominadas de atividades de *Setup Interno*, e aquelas que podem ser executadas com a máquina em funcionamento, tais como transportes e armazenamentos de peças, fôrmas e ferramentas, as quais são denominadas de atividades de *Setup Externo* (SHINGO, 1985).

Para a aplicação do método, faz-se necessário, preliminarmente, identificar o tempo de duração das diversas atividades que compõem o *setup*, podendo ser utilizado para isso cronômetro, filmagens, observações, discussões e entrevistas. A partir daí, Shingo (1985) estabelece 3 estágios para a implementação do SMED, detalhados a seguir.

1. separação dos *Setups* Interno e Externo, ou seja, separação das atividades que são realizadas com a máquina parada e das atividades que são realizadas com a máquina em funcionamento, respectivamente. Mas atenção, porque a separação deve considerar como as atividades que compõem o *setup* são realizadas e não como elas deveriam ser realizadas. Por exemplo, se as atividades de transporte e armazenamento de peças, fôrmas e ferramentas são realizadas com a máquina parada, então elas serão classificadas como *Setup* Interno, não importando se tais atividades devessem ser realizadas com a máquina em funcionamento;
2. conversão das atividades de *Setup* Interno em *Setup* Externo, ou seja, deve-se, sempre que possível, converter as atividades que são realizadas com a máquina parada, na forma de *Setup* Interno, para atividades que sejam realizadas com a máquina em funcionamento, na forma de *Setup* Externo, o que pode levar a reduções de 30 a 50% no tempo de parada para *setup*, e, geralmente, sem a necessidade de investimentos. Voltando-se ao exemplo anterior, agora é o momento de converter as atividades de transporte e armazenamento de peças, fôrmas e ferramentas, de *Setup* Interno para *Setup* Externo;
3. racionalização de cada atividade que compõe os *Setups* Interno e Externo, ou seja, este é o momento para melhorar essas atividades, afinal, como na maioria dos casos não é possível reduzir o tempo de *setup* para um dígito de minuto somente com a conversão de *Setup* Interno em *Setup* Externo, as atividades devem ser racionalizadas ou melhoradas, na tentativa de reduzir o tempo necessário para a sua realização, acelerando o *setup*.

Em ambientes administrativos é possível aplicar o SMED, seguindo as mesmas etapas anunciadas, e pode resultar em melhorias significativas. De acordo com Rodrigues (2019), um projeto foi realizado visando à aplicação do SMED para reduzir o tempo de setup dos equipamentos na área de produção. O estudo envolveu a externalização e paralelização de tarefas, juntamente com a implementação de boas práticas e ferramentas de planejamento de produção. Como resultado, foi alcançada uma redução de 33% no tempo médio de setup, o que se traduziu em uma economia de 84.600 euros em custos de paralisação da linha no ano de 2018.

2.4.4 Poka-Yoke

A técnica conhecida como *Poka-Yoke*, que significa “à prova de erros”, foi desenvolvida por Shigeo Shingo com a ideia básica de prevenir erros ou defeitos gerados pela ação humana ou máquinas, em produtos, sistemas ou processos, por meio de mecanismos (TSOU; CHEN, 2005). Portanto, esse método surgiu da necessidade de garantir a inexistência desses defeitos em produtos, sistemas ou processos (DUDEK-BURLIKOWSKA; SZEWIECZEK, 2009) e envolve mecanismos que objetivam otimizar ou automatizar produtos, sistemas ou processos que necessitariam da atenção por parte do operador e, com isso, minimizar os erros e, conseqüentemente, reduzir os desperdícios (PANGARTTE, 2014).

Segundo Pasquini (2016), a técnica *Poka-Yoke* tem despertado o interesse de estudiosos e da indústria, por ser considerada uma técnica relativamente simples e de baixo custo, capaz de minimizar ou eliminar possíveis erros e paradas da linha de produção, na ideia de se estabelecer um fluxo contínuo. Estudos relatam a aplicabilidade dessa técnica em diversos setores, tais como construção civil, indústria automotiva, metalúrgica, saúde, logística, administrativo, entre outros, demonstrando a abrangência dessa estratégia (GROUT, 2007; FORMOSO; SANTOS; POWELL, 2002; DUDEK-BURLIKOWSKA; SZEWIECZEK, 2009).

Existem duas formas de implementação da técnica *Poka-Yoke*:

- 1) a primeira é denominada de método de controle (ou de prevenção), que não permite que um processo seja iniciado ou continuado a partir da identificação de um erro, possibilitando a intervenção do operador na resolução do problema;
- 2) a segunda é denominada método de advertência (ou de detecção), que emite algum tipo de alerta quando o erro ocorre, com a finalidade de chamar a atenção do operador para que sejam tomadas as decisões em prol da resolução do problema (LÚCIO *et al.*, 2016).

Segundo Dudek-Burlikowska e Szewieczek (2009), o método de advertência possibilita algo em torno de 30% de garantia de bons produtos, já que informa sobre a ocorrência das falhas, mas não é capaz de impedir a ocorrência dos defeitos. Ainda de acordo com os autores, o método de controle, por sua vez, garante 100% de bons produtos, já que em havendo falhas no sistema, nenhum produto é produzido e alcança o cliente final.

Ainda que não haja um modelo pronto de aplicação da técnica *Poka-Yoke* que funcione da mesma forma em 100% dos ambientes, a literatura apresenta algumas formas de

aplicação, que foram sendo complementadas com o decorrer do tempo, sendo a primeira, proposta por Shingo (1988), baseada nas três etapas:

- 1) implantar um Controle Estatístico de Processo (CEP) para verificar onde os defeitos e problemas ocorrem;
- 2) desenvolver mecanismos *Poka-Yoke* que visem controlar as causas mais frequentes dos defeitos;
- 3) implantar esses mecanismos e subsequentes pontos de inspeção para avaliar a eficácia dos mesmos e, se necessário, agir corretivamente.

Já McGee (2005), propôs uma forma alternativa de aplicação da técnica *Poka-Yoke* em cinco etapas:

- 1) identificar o defeito e o impacto deste sobre o cliente;
- 2) identificar em qual etapa do processo o defeito foi descoberto e, em seguida, em qual ele foi criado;
- 3) identificar a causa-raiz que originou o defeito;
- 4) realizar um *brainstorming* com a equipe de trabalho para detectar formas de eliminar os desvios de processo;
- 5) criar, testar, validar e implantar o dispositivo *Poka-Yoke*.

Para Hinckley (2007) a aplicação da técnica *Poka-Yoke* tem como *background* o ciclo de solução de problemas “Plan, Do, Check, Action”, conhecido por sua sigla PDCA, e pode ser dividido em seis etapas, sendo:

- 1) identificar o problema;
- 2) analisar o problema;
- 3) gerar soluções potenciais;
- 4) selecionar e planejar a implantação das soluções;
- 5) implementar as soluções;
- 6) avaliar e, se necessário, corrigir.

A aplicação do PDCA em vários ciclos sucessivos de melhoria, remete ao princípio enxuto da busca pela perfeição e ao conceito de melhoria contínua e incremental do *Kaizen*.

2.4.5 *Gemba Walk*

Gemba é uma palavra japonesa que significa “o lugar real onde o trabalho de criação de valor acontece”. Ainda que alguns gestores tenham o hábito de ir até o chão-de-fábrica somente quando há algum problema a ser resolvido, o *Gemba Walking* ou Caminhada pelo

local onde a criação de valor acontece, é um princípio para gerenciamento, desenvolvimento e melhoramento de pessoas e processos (SOLIMAN, 2020). Shook (2008) e Hafey (2017) adicionam que o espaço *Gemba* diz respeito a qualquer lugar onde o trabalho acontece, seja no ambiente administrativo, produtivo, enfermaria, hospital, cozinha de um restaurante, corredores de um armazém, um canteiro de obras ou qualquer lugar “onde o trabalho está sendo feito”.

Enquanto ferramenta enxuta, o *Gemba Walk* possibilita a observação, interação e coleta de dados e informações no intuito de entender como o trabalho de fato acontece e como se dá a interação entre homem e máquina no espaço produtivo. É ainda um meio de gestão e integração vertical, que fomenta o desenvolvimento sistemático de uma organização, potencializando o homem na resolução de problemas e identificação de ideias para melhoria (ROMERO *et al.*, 2020).

Com essa integração entre gestão e chão-de-fábrica, as barreiras de comunicação são quebradas e os próprios colaboradores passam a fornecer ideias de melhorais nos processos e produtos, bem como para a resolução de problemas que os afetam. Adicionalmente, este exercício, quando realizado rotineiramente, pode promover um sentimento de respeito, propriedade e orgulho entre os funcionários (LIEBENGOOD; COOPER; NAGY, 2013).

Existem cinco regras para a execução da prática *Gemba Walk*, elencadas por Imai (1997), as quais são:

1. quando surgir um problema, antes de gerar as suas hipóteses ou conclusões, vá até o local onde ele ocorreu e tenha um olhar atento no intuito de aprender;
2. avalie o objeto ou problema (*gembutsu*);
3. tome medidas que resolvam (ou minimizem) o problema, mesmo que temporariamente, ainda no local;
4. questione até encontrar a causa-raiz do problema;
5. padronize uma solução para que em uma nova ocorrência, o problema possa ser resolvido rapidamente (e pelos próprios envolvidos diretamente).

Romero *et al.* (2020) abordam a influência do desenvolvimento tecnológico na forma de se realizar o *Gemba Walk*, apontando para a existência de novas maneiras e estratégias, que vão desde a utilização de câmeras para transmitir a caminhada, facilitando a visualização de um maior número de pessoas quando o local é de difícil acesso, por exemplo, até a utilização de dispositivos de Realidades Virtual e Aumentada, possibilitando uma imersão do gerente no ambiente, facilitando a visualização de informações técnicas e relevantes.

No entanto, seja qual for a estratégia adotada, o sucesso da execução do *Gemba Walk* está em fazer dessa prática algo constante e diário. Não há uma regra de duração da caminhada, mas deve ser utilizada como uma ferramenta de gestão capaz de gerar resultados significativos, não só operacionais, mas também estratégicos (LIEBENGOOD; COOPER; NAGY, 2013).

2.4.6 Gestão Visual

A Gestão visual é uma técnica de organização e divulgação de informações específicas e importantes para determinada finalidade, podendo ser utilizada para comunicar requisitos e gerenciar indicadores (BATEMAN; PHILP; WARRENDER, 2016).

No contexto do Pensamento Enxuto, a visualização de métricas, metas e níveis de desempenho atual, contribui para a eficiência e eficácia dos processos, responsabilização dos profissionais e identificação de erros ou gargalos produtivos, contribuindo para o desenvolvimento de uma cultura de melhoria contínua (EAIDGAH *et al.*, 2016).

Os sentidos percebidos pelo ser humano são definidos por Tezel *et al.* (2009) como a plataforma por meio da qual a Gestão Visual pode acontecer. É pela visão, audição, tato, olfato e paladar que a gestão e os colaboradores podem entender e comunicar o contexto e estado organizacional de forma clara e simples, no intuito de promover a demandas, ordenação e melhoria dos processos produtivos.

A Gestão Visual abrange diversos tipos de ferramentas, podendo, de acordo com Bateman, Philp e Warrender (2016), ser utilizada sob dois aspectos, que são:

- 1) informativo, quando usada exclusivamente para mostrar informações, sem avaliar ou gerir desempenho. A maioria das ferramentas de mapeamento de processos, como o *Value Stream Mapping* (VSM) e o fluxograma, se enquadra nesta categoria. *Layout* da planta e da célula de manufatura, nome da célula de manufatura, placas sinalizadoras e *tags* são alguns outros exemplos.
- 2) diretivo, quando além de apresentar informações, exibem requisitos, definem direções e orientam ações. Sinais de trânsito, alarme de evacuação, cartões *Kanban*, instruções de trabalho padrão (conforme usado no Sistema Toyota de Produção), quadros e gráficos de rendimento, são alguns exemplos desta aplicação.

A empresa Brady Corporation disponibilizou por meio do livro "*Brady 50 Lean Visuals Pocket Book - For improving productivity and safety in your Lean facility*", disponível em seu site, alguns exemplos de aplicação de Gestão Visual, desde a utilização de

faixas diretivas de trânsito de veículos e pedestres, indicadores de níveis máximos e mínimos, espaços de armazenamento codificados por cores, cartões *kanban*, tabelas de horários e verificações, informes de instruções de trabalho ou segurança, entre tantos outros possíveis (BRADY, 2022).

2.5 Escritório Enxuto ou *Lean Office*

O conceito *Lean Office* decorre do Pensamento Enxuto, no que diz respeito a busca por especificar valor, alinhando as ações dos processos na melhor sequência possível com vistas a esse fator, realizar essas atividades sem interrupção sempre e somente quando solicitadas, e fazer isso de forma mais eficiente a cada vez (WOMACK; JONES, 2003).

Consolidado no ambiente manufatureiro passou-se a estudar e divulgar os benefícios e vantagens do *Lean* como forma de pensar e orientar uma organização, surgindo assim o conceito do Pensamento Enxuto ou *Lean Thinking*, difundido para os mais diversos setores e ambientes organizacionais (TERSE; ARAÚJO, 2017). Embora seja mais desafiador identificar desperdícios em processos que não envolvam diretamente matérias-primas, máquinas e produtos, empresas que adotaram os princípios do *Lean Office* têm relatado resultados satisfatórios (EVANGELISTA; GROSSI; BAGNO, 2015).

Tapping e Shuker (2010) detalharam uma abordagem composta por oito etapas para planejar e executar uma implementação enxuta, sendo:

a) Comprometer-se com o *Lean*: Alinhar gerência, administração e funcionários para esforços contínuos no *Lean* e definir a equipe responsável.

b) Escolher o Fluxo de Valor: Identificar todas as atividades no processo, incluindo as que não agregam valor, para transformar informações e matéria-prima em um produto final valorizado pelo cliente.

c) Aprender sobre *Lean*: Revisar conceitos e ferramentas *Lean* para compartilhá-los com os envolvidos por meio de treinamentos.

d) Mapear o Estado Atual: Visualizar o fluxo de trabalho e informações, representando o estado atual do processo.

e) Identificar as Métricas *Lean*: Definir métricas que auxiliarão na consecução das metas *Lean*, orientando a melhoria contínua e a redução de desperdícios.

f) Mapear o Estado Futuro: Compreender as demandas dos clientes e estabelecer um fluxo contínuo para entregar o produto correto, na quantidade e no momento adequados, distribuindo o trabalho de forma equilibrada.

g) Elaborar Planos *Kaizen*: Criar planos para modificar e aprimorar os processos estudados, assim como planejar a implementação dos *Kaizens*.

h) Implementar os Planos *Kaizen*: Executar a transformação *Lean* por meio da implementação das atividades *Kaizen* planejadas anteriormente.

Segundo Keyte e Locher (2004), muitas empresas cometiam o erro de considerar somente os desperdícios presentes no setor produtivo, não abordando as raízes de muitos problemas que ocorriam nos processos administrativos. Como decorrência, isso fez com que alguns desperdícios não fossem tratados ou surgissem outros tantos, pela falta de uma visão geral dos fluxos de processos da organização. Diante dessa deficiência, surgiu o conceito do Escritório Enxuto ou *Lean Office*, focado no cliente e na melhoria contínua e aplicando variados métodos no intuito de alcançar uma melhor eficiência dos processos administrativos (DANIELSSON, 2013).

Terse e Araújo (2017) explicam que o *Lean Office* se apoia na disseminação e aplicação dos princípios e ferramentas do Pensamento Enxuto nos ambientes administrativos, com o objetivo de eliminar ou reduzir os desperdícios nesses ambientes.

De acordo com Keyte e Locher (2004), todos os conceitos enxutos conhecidos para os processos de produção podem ser aplicados aos processos administrativos e gerar benefícios significativos. A abordagem segue os mesmos princípios da aplicação no ambiente de produção, porém, nas áreas administrativas os desperdícios não são tão facilmente identificados, pois a maioria das atividades está relacionada ao processamento de informações e serviços abstratos (TERPEND; SHANNON, 2020).

Em seu livro *The Complete Lean Enterprise: Value stream mapping for administrative and office processes*, Keyte e Locher (2004) descrevem como os sete tipos de desperdícios classificados por Ohno (1997) se manifestam nos ambientes administrativos e acrescentam um oitavo, definido como a subutilização de pessoal e/ou talentos. Os autores também exemplificam esses desperdícios nos ambientes administrativos, como ilustra o Quadro 1.

Quadro 1 - Os desperdícios nos ambientes administrativos (continua)

CATEGORIA DE DESPERDÍCIO	EXEMPLIFICAÇÕES NOS AMBIENTES ADMINISTRATIVOS
SUPERPRODUÇÃO	Impressões ou relatórios antecipados e/ou excessivos em relação às demandas dos interessados (dentro outros exemplos)
ESTOQUE	Armazenamento de materiais de escritório e similares e acúmulo de processos e documentos eletrônicos e impressos (dentro outros exemplos)

Quadro 1 - Os desperdícios nos ambientes administrativos (conclusão)

TRANSPORTE	Deslocamentos excessivos e/ou desnecessários de dados e informações (dentre outros exemplos)
ESPERA	Esperas por dados, informações, atividades, deliberações, assinaturas, documentações e processamentos (dentre outros exemplos)
MOVIMENTAÇÃO	Deslocamentos excessivos e/ou desnecessários dos colaboradores em busca de deliberações e assinaturas (dentre outros exemplos)
DEFEITOS	Correções de dados, informações, atividades, deliberações, assinaturas, documentações e processamentos (dentre outros exemplos)
PROCESSAMENTO	Geração de informações e relatórios não demandados pelos tomadores de decisões (dentre outros exemplos)
SUBUTILIZAÇÃO DE PESSOAL/TALENTOS	Limitações de responsabilidade às tarefas básicas ou responsabilidades para as quais o funcionário não foi instruído ou tem capacidade técnica, bem como o alto controle da chefia e a não abertura para desenvolvimento e capacitação (dentre outros exemplos)

Fonte: adaptado de Keyte e Locher (2004)

Para o adequado combate aos desperdícios nos ambientes administrativos, torna-se essencial a compreensão de como os desperdícios se manifestam nesses ambientes. Também é importante destacar, que os exemplos apresentados no Quadro 1 não esgotam a discussão sobre os desperdícios nos ambientes administrativos, sendo somente um ponto de partida. Além disso, os desperdícios podem se manifestar de maneiras distintas em diferentes ambientes administrativos.

2.6 Ambiente Público Enxuto ou *Lean Public*

A adaptação e aplicação dos conceitos e práticas enxutas ao setor público têm recebido o nome de Ambientes Públicos Enxutos ou *Lean Public Environment*. A introdução dos princípios e ferramentas do Pensamento Enxuto nesse ambiente pode trazer vários benefícios com relação aos serviços entregues à sociedade. Por meio dessa abordagem, as organizações identificam os desperdícios que ocorrem em seus fluxos e processos de trabalho, no intuito de eliminá-los ou reduzi-los. Por meio da revisão desses fluxos e processos, conseguem melhorar seus níveis de produtividade e eficiência (FREITAS; LOPES, 2019), além da eficácia.

Essa abordagem tem ganhado espaço nesses ambientes, muito pela capacidade de melhorar os padrões e processos, gerando maior qualidade nos serviços prestados à sociedade, cliente final da Administração Pública (ALMEIDA *et al.*, 2017). Turati e Musetti (2006) alertam para a própria dinâmica segmentada percebida nos ambientes administrativos

públicos, fruto de uma visão funcional da organização, que proporciona a ocorrência de desperdícios, como longos tempos de espera, atrapalhando a continuidade do fluxo e o desempenho eficiente do trabalho.

Embora a literatura aponte benefícios decorrentes da implementação enxuta no Serviço Público, principalmente no que diz respeito à padronização e qualidade dos processos, à redução dos desperdícios e à motivação dos servidores (BRUSCHI; FORCELLINI, 2019), ocorrem dificuldades que ainda precisam ser superadas quanto à implementação dos princípios e ferramentas do Pensamento Enxuto neste setor.

É importante ressaltar que o setor público possui algumas características que o diferenciam do privado e, por isso, o processo de implementação enxuta em uma instituição pública também acontece de maneira diferente. Muitas vezes, a influência política, os trâmites legais e a burocracia, são fatores que exigem que adaptações sejam feitas na forma de abordar os conceitos enxutos nesse ambiente (ALMEIDA *et al.*, 2017). A transposição do Pensamento Enxuto da área industrial para administrativa não acontece de forma simples, sendo necessários estudos e análises, pois não há tantos relatos dessas implementações na literatura (SERAPHIM; SILVA; AGOSTINHO, 2010), em particular, quando se trata da esfera pública.

Dentre as especificidades que dificultam a implementação enxuta no setor público, estão a falta de foco claro no cliente, as atividades e metas excessivas, o trabalho individualizado ou departamentalizado e a própria cultura organizacional que traduz a falta de consciência da direção estratégica e a crença geral de que os funcionários estão sobrecarregados e mal pagos, além da ausência de visão sistêmica e compreensão de fluxos dos processos (ALMEIDA *et al.*, 2017).

Pietro, Mugion e Renzi (2013) ressaltam ainda a evidente resistência às mudanças, fruto de fatores culturais e organizacionais do setor público, o que dificulta a implantação de uma cultura de melhoria contínua, essência do Pensamento Enxuto. De acordo com Miao *et al.* (2011), a mudança de cultura esperada com as implementações enxutas não acontece somente a partir da aplicação de uma técnica ou adoção de um novo procedimento, sendo necessário desenvolver um conhecimento de gestão organizacional e de processos (RADNOR; WALLEY, 2008). Arlbjørn, Freytag e Haas (2011) apontam que na maioria das vezes, o Pensamento Enxuto é aplicado somente como uma caixa de ferramentas e não como um modelo de gestão, dificultando o desenvolvimento dessa cultura de melhoria no Serviço Público.

Miao *et al.* (2011) expressam a insatisfação que pode ser gerada quando os servidores são submetidos a capacitações com enfoques teóricos e simplistas durante programas enxutos.

Holmemo e Ingvaldsen (2018) revelam que, na ideia de incluir o máximo de servidores, estratégias de treinamento em grandes grupos acabam por abordar os princípios e ferramentas do Pensamento Enxuto de forma genérica, sem de fato preparar os participantes para a aplicação em sua organização ou setor. Outra fragilidade diz respeito a aplicações muito breves, que acontecem rapidamente e de forma simplista, não construindo uma visão de melhoria a longo prazo (ARLBJØRN; FREYTAG; HAAS, 2011; RADNOR; WALLEY, 2008), nem mudando efetivamente a cultura organizacional em direção ao Pensamento Enxuto como método de gestão, que vai além da mera aplicação de práticas e técnicas isoladas e desconexas.

Essas abordagens acabam por prejudicar a compreensão do Pensamento Enxuto de forma completa, gerando dificuldades de assimilação e aplicabilidade. Hines, Martins e Beale (2008) e Bygballe, Endresen e Fålnun (2018) indicam que a falta de entendimento do processo de mudança, com vistas aos objetivos e expectativas da implementação, desmotiva o servidor diante de programas de implementações enxutas. Dessa forma, Procter e Radnor (2014) salientam que, por não conseguirem enxergar como os princípios e ferramentas do Pensamento Enxuto podem ser aplicados de forma prática em seu ambiente de atuação e, ainda mais importante, quais são os benefícios que podem gerar, os envolvidos demonstram insatisfação e descrença.

A despeito da ocorrência de dificuldades na implementação enxuta no setor público, Radnor e Walley (2008) afirmam que os princípios e ferramentas enxutos podem ser eficazmente adaptados para aplicação nesse ambiente, enquanto Turati e Musetti (2006) defendem que a adoção do *Lean* pode contribuir para melhorar a qualidade, minimizando custos e maximizando a rapidez dos serviços prestados.

2.7 Aprendizagem ativa e *Problem Based Learning* (PBL)

Para a obtenção de êxito na assimilação dos princípios e ferramentas do Pensamento Enxuto, é necessário educar continuamente os servidores públicos com as estratégias e técnicas corretas. Silva, Xambre e Lopes (2013) relatam que vários métodos são utilizados para o ensino de tais princípios e ferramentas, desde os projetos de indústria, os estudos de caso, as simulações computacionais e as visitas técnicas às empresas, porém essas abordagens focam na aprendizagem passiva, sendo normalmente menos eficazes quando comparadas às abordagens ativas.

Moran (2012) afirma que a melhor forma de aprender é por meio de um equilíbrio entre três práticas, sendo elas, as atividades, os desafios e a informação contextualizada, que são conceitos diferentes dos trabalhados pela educação tradicional, a qual geralmente utiliza materiais escritos, audiovisuais e orais, sendo estes genéricos e previamente definidos. As instituições educacionais têm deixado a forma tradicional de ensino, na qual o aluno é visto de forma passiva no processo ensino-aprendizagem, buscando abordagens que possibilitem uma maior participação e autonomia deste.

Nesse contexto, destaca-se a aprendizagem ativa, que objetiva o envolvimento dos alunos em atividades cada vez mais complexas, tomada de decisões e avaliações de resultados (MORAN, 2012). Uma das abordagens ativas utilizada é a problematização, costumeiramente denominada de Aprendizagem Baseada em Problemas, do inglês *Problem Based Learning* (PBL), que tem como objetivo instigar o estudante mediante problemas, dando-lhe a possibilidade de examinar, refletir e posicionar-se de forma crítica (BORGES; ALENCAR, 2014).

A PBL, enquanto método de ensino, acontece diferentemente do modelo tradicional, constituindo-se não somente em um método de acumular conteúdos, mas de, a partir da resolução de problemas baseados em situações reais, alcançar o aprendizado como subproduto deste processo (BADURDEEN *et al.*, 2009).

Alvarez, Jessel e Méthel (2007) destacam que a PBL apresenta uma diferença em relação à participação do professor, quando comparada ao modelo tradicional de ensino, uma vez que nesta ele age como o único detentor do conhecimento, ao passo que na PBL ele assume a figura do orientador, que de acordo com Badurdeen *et al.* (2009), estimula um maior envolvimento dos participantes na busca pela resolução de um problema que é desconhecido por todos e pela qual o mesmo não espera receber uma “nota” como forma de avaliação de suas ações. Essa substituição favorece a aproximação para uma situação real, que demanda urgência e gera estresse em todos os envolvidos.

Hadgraft e Holecek (1995) resumem como acontece a aprendizagem na utilização da PBL:

- aprendizagem ativa, por meio da colocação de perguntas e busca pelas respostas;
- aprendizagem integrada, ao resolver problemas que necessitam do conhecimento em diversas subáreas;
- aprendizagem cumulativa, alcançada pela colocação de problemas gradualmente mais complexos;
- aprendizagem para a compreensão, ao invés do aprendizado para a retenção de

informações, sendo que isso pode ser alcançado mediante alocação de tempo para reflexões, *feedbacks* e oportunidades para praticar o que foi aprendido.

Borges e Alencar (2014) enfatizam que o foco e os benefícios da utilização da PBL vão além da resolução de problemas, destacando que o conhecimento é construído a partir da pesquisa investigativa, compartilhamento de conteúdo e aplicação de novos conhecimentos nessas tratativas. Ou seja, tais benefícios abrangem, além da aquisição de conhecimento, o desenvolvimento de habilidades sociais que lhe serão úteis em sua rotina profissional. Sendo assim, a PBL não só estimula os participantes, como promove uma maior transferência de conhecimento e melhor retenção deste ao longo do tempo (BADURDEEN *et al.*, 2009).

Por ter como característica o trabalho em grupo, a PBL aborda o fator sócio-cultural como influenciador na aprendizagem, pois também interfere no modo pelo qual um grupo interpreta e, conseqüentemente, resolve problemas na prática (BADURDEEN *et al.*, 2009).

2.8 Integração entre *Problem Based Learning* (PBL) e *Serious Games*

Uma das formas de trabalhar a Aprendizagem Baseada em Problemas é por meio de simulação e jogos, com destaque para os *Serious Games*. De acordo com Moran, Masetto e Behrens (2006), o sucesso da aprendizagem depende de vários fatores, tais como o interesse pelo tema, a motivação em estudá-lo, no prazer no que é estudado e no ambiente e forma de fazê-lo. Por apresentar esse potencial, os jogos estão cada vez mais presentes no contexto educacional.

Lopes (2005) afirma que o jogo em si é composto de componentes do cotidiano e o envolvimento com o cenário desperta o interesse no aluno, que se torna sujeito ativo do processo. Para uma geração acostumada a jogar, a linguagem de desafios e recompensas e de competição e cooperação, têm feito dos jogos uma abordagem fácil e atraente para diversas áreas do conhecimento (MORAN, 2012).

Dentre os tipos de jogos, há aqueles utilizados para fins instrutivos, além do entretenimento, que são os chamados Jogos Sérios, do inglês *Serious Games*. Conhecido também como jogos de empresas, esses são definidos como simulações nas quais os jogadores vivenciam a experiência de tomadores de decisões em uma empresa fictícia (MIYASHITA; BARBOSA; AZEREDO, 2007). De acordo com Zyda (2005), o que torna um jogo um *Serious Game* é o incremento do fator pedagógico ao entretenimento e à história presente, por meio de atividades que instruem e educam, transmitindo conhecimento ou habilidade. É necessário, contudo, ofertar inicialmente o entretenimento e a história, para, então, acrescentar

o fator pedagógico.

Alvarez, Jessel e Méthel (2007) identificam semelhanças entre os *Serious Games* e a PBL, destacando os aspectos:

- iterativo, pois possibilitam que os participantes realizem variadas experimentações e, assim, desenvolvam o seu aprendizado;
- lúdico, mantido pelo senso de divertimento e desafio;
- instrutivo, devido à presença de um mediador, que os orientam quando necessário nesse processo;
- avaliativo adaptado, em resposta à uma geração com uma ânsia de interatividade.

Na experiência pedagógica combinando PBL e *Serious Games*, percebeu-se que houve um bom envolvimento dos alunos (uma taxa muito baixa de absenteísmo) e que todas as metas fixadas foram cumpridas, o que prova que o PBL e o *Serious Games* podem ser perfeitamente ajustados um ao outro (ALVAREZ; JESSEL; MÉTHEL, 2007).

2.9 Os *Serious Games* aplicados ao ensino dos princípios e ferramentas enxutas

Neste tópico, a integração entre *Problem Based Learning (PBL)* e *Serious Games* será estendida ao ensino dos princípios e ferramentas do Pensamento Enxuto. Pela ótica da PBL, pode-se afirmar que esta apresenta fatores que se conectam com a abordagem enxuta, tais como a valorização do trabalho em equipe, a aprendizagem focada, a assimilação por meio da exposição das falhas e a cultura de resolução de problemas, que são conceitos presentes na PBL e extremamente ligados à abordagem enxuta, fazendo desta um método bastante adequado ao ensino dos princípios e ferramentas do Pensamento Enxuto (BADURDEEN *et al.*, 2009). Já pela perspectiva dos *Serious Games*, estes têm sido utilizados para treinamento de profissionais no contexto do Pensamento Enxuto, por facilitar a apresentação de seus princípios, ferramentas e benefícios, e, mesmo quando não é possível trabalhar a totalidade da temática, os jogos oportunizam situações que não são alcançadas pelos métodos tradicionais de ensino, como os debates, troca de sugestões e tomadas de decisões (CARVALHO; LOPES e RAMOS, 2014).

Os jogos que simulam a abordagem enxuta dão a oportunidade aos envolvidos de visualizar previamente as possíveis mudanças que a sua aplicação trará à realidade, economizando tempo na resolução de problemas. Os princípios e ferramentas são apresentados gradualmente e as transformações podem ser mais facilmente vistas e documentadas por todos (BADURDEEN *et al.*, 2009).

A literatura aponta alguns trabalhos que têm feito uso da gamificação, através dos jogos sérios, para ensino dos conceitos do pensamento enxuto. Gomes, Lopes e Carvalho (2013) descrevem a criação e utilização de um jogo chamado "*The 5S Game*", concluindo que os jogos sérios podem ser uma ferramenta eficaz no ensino de conceitos da Manufatura Enxuta, do inglês *Lean Manufacturing*, pois a prática encoraja o aprendizado através da tentativa e erro. O estudo também destacou a importância da participação dos usuários no processo de desenvolvimento de jogos sérios, para garantir que o jogo seja relevante e adequado às necessidades do público-alvo.

Sousa *et al.* (2016) avaliaram a eficácia da aplicação de um jogo projetado para a disseminação dos conceitos enxutos, com vistas aos objetivos de aprendizagem alcançáveis (de acordo com o modelo Felder-Silverman) e o alinhamento com os diferentes estilos de aprendizagem (de acordo com a Taxonomia de Bloom), observando que, de uma maneira geral, tais objetivos e estilos de aprendizagem foram considerados durante a experimentação.

Outro exemplo de estudo que destaca a efetividade dos *Serious Games* é o trabalho desenvolvido por Leal *et al.* (2017). Nesse estudo, foi detalhado o processo de desenvolvimento e aplicação de um *Serious Games* com foco no ensino de conceitos de Manufatura Enxuta. Os resultados mostraram que a utilização do jogo sério contribuiu para melhorar o processo de ensino e aprendizagem, permitindo que os alunos alcançassem um bom nível de aprendizado em um ambiente agradável e motivador.

Jurado e Fuentes (2017) em sua revisão sistemática sobre a utilização da utilização da gamificação para o ensino do Pensamento Enxuto corroboram a lacuna identificada na literatura, concluindo que existe um foco estreito em práticas, ferramentas e técnicas voltadas para a área de produção e uma falta de análise de técnicas específicas como Value Stream Mapping (VSM), foco no fator humano, ou inter-relações entre *Green* e *Lean*, entre outros.

Cuevas-Ortuño e Huegel (2020) compararam a utilização de jogos sérios e o modelo de aprendizagem baseada em desafios para o ensino de conceitos da Manufatura Enxuta, sendo comprovado que os alunos desenvolvem competências disciplinares enquanto participa de ambos os modelos.

Utilizar unicamente os jogos para o ensino do Pensamento Enxuto como um todo não é suficiente, no entanto, eles possibilitam que os jogadores apliquem os princípios e ferramentas aprendidas e que promovam discussões e tomadas de decisões que são fundamentais para uma boa implementação enxuta, experiência difícil de se alcançar por meio dos métodos tradicionais de aprendizagem (CARVALHO; LOPES; RAMOS, 2014).

Em estudo realizado, Badurdeen *et al.* (2009) concluem que quase 75% dos jogos e

simulações que têm a sistemática enxuta como temática, ou possuem a linha de montagem como cenário, focados na aplicação de ferramentas para a melhoria do fluxo de produção, ou são muito específicos de uma empresa, não servindo como modelo genérico de ensino. Os autores ainda destacam que a maioria massiva dessas simulações e jogos falham no critério “realismo”, seja pelos materiais não táteis utilizados (dificultando o aprendizado pela experimentação), seja pelos resultados que desconsideram as falhas associadas à abordagem enxuta.

Silva e Lopes (2012) defendem a utilização de jogos não apenas para o ensino dos princípios enxutos, mas como forma de prever um resultado, ou explicar mecanismos e melhorias antes de mesmo da implementação desses conceitos. Por fim, a presença de estudos como os citados neste tópico, que tratam da utilização de jogos direcionados ao ensino dos princípios e ferramentas do Pensamento Enxuto, mesmo que alguns sejam focados em conceitos e ferramentas mais pontuais e específicas, é um indício da eficácia dos jogos para tal finalidade (SILVA; XAMBRE; LOPES, 2013).

2.10 Modelo de concepção de jogos

O desenvolvimento de ferramentas educacionais em forma de jogos passa por diversos níveis e áreas de conhecimento. Neste contexto, o papel do desenvolvedor é equilibrar a sensação de desafio, divertimento, competição e interação, com o aspecto educacional. (SAVI; VON WANGENHEIM; BORGATTO, 2011). Para tanto, é necessário seguir um modelo ou processo de *design* criativo, e de acordo com Fullerton (2008), esse processo não é simples e único, exigindo testes e prototipagens ao longo de todo o desenvolvimento.

O metamodelo que será utilizado na confecção do *Serious Game*, objeto deste estudo, foi proposto por Miyashita, Barbosa e Azeredo (2007), para desenvolvimento e avaliação de aprendizado para jogos de empresas. A escolha deste modelo se deu pela possível integração ao método de pesquisa deste estudo, mais detalhado no Capítulo 3 (subitem 3.2.6). Para elaboração deste modelo, os autores basearam-se no modelo de Gestão do Conhecimento (GC) denominado SECI - Socialização, Externalização, Combinação e Internalização, de Nonaka e Takeuchi (1997).

De acordo com o modelo SECI, o conhecimento pode ser convertido de quatro maneiras: pela Socialização – de conhecimento tácito para conhecimento tácito; pela Externalização – de conhecimento tácito para conhecimento explícito; pela Combinação – de conhecimento explícito para conhecimento explícito; pela Internalização – de conhecimento

explícito para conhecimento tácito (MIYASHITA; BARBOSA; AZEREDO, 2007). Ainda segundo os autores, o conhecimento explícito é aquele apresentado por estruturas formais como livros e relatórios, manifestando-se de forma teórica, racional e sequencial, enquanto o conhecimento tácito é obtido por meio de experiências práticas, de forma abstrata e simultânea.

Miyashita, Barbosa e Azeredo (2007) distinguem esses tipos de conhecimentos no processo de criação, dividindo o metamodelo de desenvolvimento e avaliação de jogos de empresa em seis etapas, como ilustrado na Figura 2 e detalhado na sequência, sendo as três primeiras ligadas ao desenvolvimento propriamente dito e as demais destinadas às fases de testes, melhorias e documentação.

Figura 2 - Metamodelo de desenvolvimento e avaliação de jogos de empresas



Fonte: adaptado de Miyashita, Barbosa e Azeredo (2007).

2.10.1 Definição do assunto

Esta etapa envolve a definição da temática, que geralmente surge da necessidade de treinamento da organização; a identificação do público-alvo, quando são abordadas questões como duração do jogo e complexidade; a definição de tipo do jogo, sendo essa uma escolha que norteará definições mais específicas na fase de implementação da ferramenta (MIYASHITA; BARBOSA; AZEREDO, 2007).

2.10.2 Definição do modelo conceitual

Nesta etapa são definidos os principais conceitos a serem trabalhados no jogo, devendo estes estar alinhados ao objetivo inicialmente proposto. Também é neste momento que ocorre a identificação das variáveis que ajudarão no entendimento dos conceitos e das relações entre estes por meio do uso de mapas conceituais (MIYASHITA; BARBOSA; AZEREDO, 2007).

2.10.3 Implementação do modelo

Após a definição do modelo conceitual, é necessário especificar as regras matemáticas e os procedimentos para a aplicação do jogo. É por meio dessas regras que as relações entre as variáveis podem ser visualizadas e, assim, os conceitos trabalhados e transmitidos aos envolvidos. Já os procedimentos dependem do tipo de jogo pré-definido e se referem à maneira de interações dos jogadores com a ferramenta (MIYASHITA; BARBOSA; AZEREDO, 2007).

2.10.4 Teste

Na etapa Teste, como o próprio nome sugere, a ferramenta é aplicada e as opiniões dos jogadores sobre a jogabilidade e possíveis dificuldades são levantadas, com o intuito de identificar as falhas e lacunas de conhecimento e aprendizagem percebidas por eles, destacando as melhorias que podem ocorrer. A realização de *Debriefing* ao final da experimentação, por meio do diálogo entre os organizadores e jogadores favorece a consolidação do aprendizado pela assimilação dos conhecimentos advindos da experiência pessoal, prática e tácita, sendo essencial para o sucesso dessa etapa (MIYASHITA; BARBOSA; AZEREDO, 2007).

2.10.5 Meta-Debriefing

Após a testagem, é realizada outra etapa de avaliação do modelo conceitual do jogo, agora, com vistas ao projeto, sendo essa, uma oportunidade onde são sugeridas inserções de variáveis, bem como alterações e melhorias aplicadas às regras matemáticas e aos procedimentos, e sendo assim, reformular toda a etapa de *Definição do Modelo Conceitual*,

tudo com o objetivo de sanar as lacunas de conhecimento e aprendizagem identificadas na etapa anterior (MIYASHITA; BARBOSA; AZEREDO, 2007).

2.10.6 Projeto final

Trata-se da última etapa do desenvolvimento, quando são confeccionados todos os itens necessários à aplicação e replicação do jogo, como regras, manuais e material de apoio (MIYASHITA; BARBOSA; AZEREDO, 2007).

2.11 Avaliação do produto

Como defende MONTILVA (2002), a avaliação de produtos educacionais é uma atividade fundamental, tendo em vista que se deseja testar e comprovar a eficácia de uma ferramenta, verificando se ela alcança os objetivos planejados. Pasin e Giroux (2011) ressaltam que, em se tratando de jogos de simulação, como os *Serious Games*, que demandam tempo e recursos em suas confecções, a avaliação de suas eficácias é, de fato, essencial. Essa prática fornece aos desenvolvedores informações sobre a utilidade do material produzido (PADRÓN, DÍAZ; AEDO, 2007), e o pouco uso de métodos avaliativos no que se diz respeito a ferramentas educacionais dificulta a identificação dos problemas que acontecem no processo de criação, escondendo possíveis falhas e dando uma falsa impressão de sucesso (ROMISZOWKI, 2004).

As etapas de Teste e *Meta-debriefing* do modelo proposto por Miyashita, Barbosa e Azeredo (2007) sugerem a avaliação de aspectos conceituais, mecânicos, de jogabilidade, dentre outros que envolvem o desenvolvimento da ferramenta, no objetivo de identificar e corrigir possíveis erros e melhorar a experimentação do jogo com vistas ao seu objetivo. Para uma maior consolidação desta etapa, recorre-se a métodos de avaliação apresentados na literatura.

Diante dos vários métodos utilizados na avaliação da eficácia de ferramentas instrucionais, um dos mais utilizados é amplamente conhecido pela sigla ARCS. A sigla que dá nome ao modelo representa os quatro fatores que o seu criador identificou como princípios instrucionais que influenciam na criação ou manutenção da motivação para aprender. São eles: Atenção, Reação, Confiança e Satisfação (KELLER, 1987).

Moran, Masetto e Behrens (2006) afirmam que um dos principais fatores que influenciam no sucesso da aprendizagem é a manutenção da motivação dos alunos em

aprender, e nessa lógica, conforme ressalta Melo (2015), o modelo ARCS é um dos métodos mais utilizados quando se pretende avaliar ferramentas instrucionais, relacionando o estímulo motivacional do indivíduo à aprendizagem.

Corroborando esses autores Leal *et al.*, (2017) ressaltam que uma das formas de avaliar como os participantes se sentiram durante uma experimentação de um *serious game* é avaliando se os níveis de motivação dos envolvidos foram maximizados após a experiência, o que pode ser alcançado através da aplicação do modelo ARCS.

Segundo KELLER (2009), o modelo ARCS tem seu foco na interação dos alunos com os ambientes de aprendizagem e é derivado da teoria expectativa-valor. De acordo com essa teoria, o esforço empregado por um indivíduo na realização de uma atividade é determinado pela expectativa gerada pela obtenção de sucesso e pelos valores do indivíduo, que estão ligados à satisfação de necessidades ou motivos pessoais.

Keller (1987) resume os quatro fatores ou condições para que o indivíduo se mantenha motivado diante de um processo de aprendizagem, são eles:

1. Atenção – a forma como os alunos respondem às instruções dadas durante a aplicação;
2. Relevância – a percepção da possibilidade de conexão do conteúdo da aprendizagem com o futuro profissional ou acadêmico do participante, bem como da novidade do aprendizado alcançado;
3. Confiança – relacionada à geração de expectativas positivas aos participantes, promovendo experiências de sucesso decorrentes de seu desenvolvimento diante da ferramenta;
4. Satisfação – a experiência deve ser satisfatória para os participantes, de um modo geral. Isso pode ser alcançado por meio de recompensas e reconhecimento. O sentimento dos participantes deve ser de consistência entre objetivos, conteúdo e testes.

Keller (1987) também desenvolveu o *Instructional Materials Motivation Survey* (IMMS), parte integrante do modelo ARCS, utilizado para medir a motivação dos alunos (HUANG; HEW, 2016). Ainda de acordo com os autores, a pesquisa IMMS foi projetada para avaliar se o material instrucional está de acordo com os princípios ARCS, mencionados anteriormente, e traz trinta e seis questões divididas em quatro seções. A pesquisa é composta por um espaço que traz três instruções para o preenchimento correto do questionário, e, em seguida, são elencados os 36 itens distribuídos nos quatro aspectos ARCS: Atenção (12 itens), Relevância (nove itens), confiança (nove itens) e satisfação (seis itens).

A pesquisa mede o nível de motivação dos alunos a partir de uma Escala Likert com a seguinte pontuação: (1) discordo totalmente; (2) discordo parcialmente; (3) nem concordo, nem discordo; (4) concordo parcialmente; (5) concordo totalmente e dentre as questões que a compõe, há algumas invertidas, que deverão ter suas pontuações revertidas pelo pesquisador, no momento da averiguação das respostas, ou seja, devem ser pontuados da seguinte forma: 5 = 1, 4 = 2, 3 = 3, 2 = 4 e 1 = 5. As pontuações mais altas no escore total indicam maior motivação (HUANG; HEW, 2016).

Cardoso-Junior *et al.* (2020) publicaram uma tradução e adaptação do Questionário IMMS para o português brasileiro, conforme Quadro 2.

Quadro 2 - Versão do IMMS traduzida e adaptada para o português brasileiro (continua)

<ol style="list-style-type: none"> 1. Há 36 afirmações neste questionário. Por favor, pense sobre cada sentença em relação a cada material didático que você acabou de estudar e indique o quão verdadeira é a sentença. Dê a resposta que verdadeiramente se aplica a você, e não aquela que você gostaria que fosse verdadeira, ou aquilo que você pensa que outros querem ouvir. 2. Pense em cada afirmação isoladamente e indique quão verdadeira ela é. Não se deixe influenciar por suas respostas a outras afirmações. 3. Registre suas respostas na folha fornecida e siga as instruções adicionais que podem ser fornecidas em relação à folha de resposta que está sendo usada nesta pesquisa. 	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Não concordo, nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
Quando eu assisti a essa atividade pela primeira vez, tive a impressão de que seria fácil para mim.					
Havia alguma coisa interessante no início desta atividade que me chamou a atenção.					
Este material foi mais difícil de entender do que eu gostaria.					
Está claro para mim como o conteúdo deste material está relacionado com conhecimentos que eu já tenho.					
Muitas das páginas tinham tanta informação que foi difícil escolher e lembrar os pontos importantes.					
Esses materiais são interessantes.					
Havia histórias, figuras ou exemplos que me mostraram como esse material poderia ser importante para algumas pessoas.					
Completar essa atividade com sucesso foi importante para mim.					
A qualidade da escrita ajudou a manter minha atenção.					
Essa atividade é tão abstrata que foi difícil manter minha atenção nela.					
Enquanto eu trabalhava nessa atividade, estava confiante de que poderia aprender o conteúdo.					

Quadro 2 - Versão do IMMS traduzida e adaptada para o português brasileiro (conclusão)

<p>1. Há 36 afirmações neste questionário. Por favor, pense sobre cada sentença em relação a cada material didático que você acabou de estudar e indique o quão verdadeira é a sentença. Dê a resposta que verdadeiramente se aplica a você, e não aquela que você gostaria que fosse verdadeira, ou aquilo que você pensa que outros querem ouvir.</p> <p>2. Pense em cada afirmação isoladamente e indique quão verdadeira ela é. Não se deixe influenciar por suas respostas a outras afirmações.</p> <p>3. Registre suas respostas na folha fornecida e siga as instruções adicionais que podem ser fornecidas em relação à folha de resposta que está sendo usada nesta pesquisa.</p>	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Não concordo, nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
Gostei tanto dessa atividade que gostaria de saber mais sobre este assunto.					
As páginas desse material parecem pouco interessantes.					
Há explicações ou exemplos de como as pessoas usam o conhecimento dessa atividade.					
Os exercícios dessa atividade foram muito difíceis.					
Esta atividade tem elementos que estimularam minha curiosidade.					
Gostei muito de estudar essa atividade.					
A quantidade de repetição nesta atividade me fez ficar, eventualmente, entediado.					
O conteúdo e o estilo de escrita neste material dão a impressão de que vale a pena conhecê-lo.					
Aprendi algumas coisas que foram surpreendentes ou inesperadas.					
O estilo de escrever é entediante.					
Eu pude relacionar o conteúdo desta atividade com as coisas que tenho visto, feito ou pensado sobre minha própria vida.					
Há tantas palavras em cada página que é irritante.					
Foi bom concluir esta atividade com sucesso.					
O conteúdo desta atividade será útil para mim.					
Eu realmente não consegui entender muito o material desta atividade.					
A boa organização do conteúdo me ajudou a ter certeza de que eu aprenderia este material.					
Foi um prazer trabalhar em uma atividade tão bem planejada.					

Fonte: Adaptado de Cardoso-Junior *et al.* (2020)

2.12 Elementos construtivos de jogos

O *designer* americano SCHELL (2008), em seu livro intitulado “*Art of Game Design*”, aponta como principais elementos de um jogo, a Estética, a Tecnologia, a Narrativa e a Mecânica, que funcionam de forma complementar, sendo igualmente essenciais para o sucesso da concepção do jogo.

2.12.1 Estética

A estética se constitui em toda a parte visual do jogo, isto é, na maneira como o jogo é visto e sentido pelo usuário. É um aspecto muito importante do *design* de jogos, pois é a interface de contato, o relacionamento mais direto entre a ferramenta e o jogador. É a estética que pode corroborar a tecnologia utilizada e, no desenvolvimento do *design*, é imprescindível escolher as mecânicas que favoreçam a inserção do jogador no universo definido pela estética, bem como usar essa para reforçar ou embasar a narrativa e eventos do jogo (SCHELL, 2008).

2.12.2 Tecnologia

A tecnologia se refere aos materiais que tornam o jogo possível de acontecer, desde itens simples como papel e lápis à recursos mais sofisticados. É a tecnologia também que delimita as possibilidades do seu jogo, pois é o meio onde a estética acontece e o ambiente no qual a narrativa será contada e as mecânicas executadas (SCHELL, 2008).

2.12.3 Narrativa

A narrativa compreende alguns outros elementos, como o tema (ou temática), seus eventos possíveis e resultados decorrentes, assim como as descrições que se fazem importantes para o entendimento do universo em que está inserido. Enfim, envolve toda a informação que caracteriza e explica o jogo e seu contexto. A narrativa entra como elemento guia, onde se encaixa a mecânica, dando sentido aos objetivos e às regras estabelecidas, enquanto, ao mesmo tempo, depende delas para ser executada (SCHELL, 2008).

2.12.4 Mecânica

A mecânica define as ações possíveis do jogador para alcançar os objetivos do jogo. Sendo assim, trata-se do conjunto de regras e interações que os jogadores devem seguir para alcançar tais objetivos. Essas regras são aplicadas ao espaço, objetos, atributos e estados, bem como às ações, às habilidades e às probabilidades do jogo. As mecânicas objetivam deixar o jogo desafiador sem ser frustrante, além de instigante sem ser fácil (SCHELL, 2008).

Ainda de acordo com Schell (2008), todos os elementos são importantes na confecção de jogos, não importando a forma desse arranjo. Os *designers* tendem a colocar a estética acima dos outros elementos, bem como os engenheiros preferem privilegiar a tecnologia. Contudo, a eficiência do jogo é alcançada quando este é projetado considerando a interação desses elementos e a dependência um do outro para se obter uma boa execução.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Caracterização da pesquisa

A pesquisa científica pode ser categorizada de acordo com os aspectos da sua natureza, objetivo de estudo, forma de abordagem e procedimentos técnicos utilizados. A presente pesquisa, quanto à sua natureza, é classificada como aplicada, pois visa gerar conhecimentos (ou nesse caso, conhecimento e produto) para aplicação prática, dirigidos à solução de um problema específico (PRODANOV; FREITAS, 2013). De acordo com Gil (2008), a pesquisa aplicada não está interessada na teorização e desenvolvimento de conceitos gerais de valor universal, mas objetiva a aplicação do saber adquirido de forma imediata, numa situação circunstancial da realidade.

Quanto ao seu objetivo, este trabalho é classificado como exploratório, uma vez que o tema abordado, o desenvolvimento de um jogo que contribua para o aumento da compreensão dos princípios e ferramentas do pensamento enxuto no ambiente administrativo público, é inovador e não apresenta registros na literatura. As pesquisas exploratórias têm o objetivo de proporcionar mais informações sobre o assunto a ser estudado, contribuindo para a caracterização e a formulação de hipóteses, ou o direcionamento para um novo enfoque referente ao tema, justamente quando este ainda não é tão conhecido ou delimitado (PRODANOV; FREITAS, 2013). Gil (2008) ressalta que seu produto final pode servir como etapa inicial de um processo investigativo mais profundo e sistematizado, a ser abordado por trabalhos futuros. Em adição, Marconi e Lakatos (2003) alertam que, mesmo quando a pesquisa é exploratória, é possível que pesquisas semelhantes já tenham sido realizadas e, por isso, é importante buscar tais trabalhos de modo a evitar pesquisar ou tentar resolver um problema para o qual já foi descoberta a solução.

As pesquisas podem variar conforme a forma de abordagem dos dados que englobam, sendo classificadas em dois grupos distintos – as quantitativas e as qualitativas (TERENCE; FILHO, 2006). Neste quesito, essa pesquisa se desenvolve através de uma perspectiva qualitativa, tendo em vista que faz uso de dados não mensuráveis, no objetivo de descrever detalhadamente a ocorrência do processo (ZAMBELLO *et al.*, 2018) e preocupa-se com a interpretação e descrição da complexidade do objeto estudado (MARCONI; LAKATOS, 2003). Prodanov e Freitas (2013) apontam como aspectos da abordagem qualitativa, a consideração do ambiente como a principal fonte de dados e o papel do pesquisador quanto à manutenção desse contato com o objeto de estudo em campo.

Outra classificação de pesquisa diz respeito aos procedimentos técnicos utilizados, ou seja, como são obtidas as informações necessárias ao estudo. Prodanov e Freitas (2013), indicam que, para esta identificação, é fundamental observar o procedimento por meio do qual serão coletados os dados necessários à pesquisa. Com relação a este quesito, Gil (2008) divide as pesquisas em dois grandes grupos, sendo o primeiro, constituído pelas pesquisas bibliográficas e documentais, e o segundo, pelas pesquisas experimentais, ex-post-factos, levantamentos, estudos de campo e estudos de caso.

Dentro desse segundo eixo, a pesquisa-ação tem ganhado força como um modelo alternativo ao modelo empírico clássico de pesquisa, na busca por resultados mais relevantes no contexto das pesquisas sociais (GIL, 2008). Este trabalho empregou o método conhecido como pesquisa-ação, uma vez que muitos autores o consideram adequado quando se pretende trabalhar inovações no contexto educacional (TRIPP, 2005). Uma definição bem aceita na literatura conceitua a pesquisa-ação como sendo:

"um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo" (THIOLLENT, 1986, p. 14).

Tripp (2005) ainda acrescenta que as técnicas de pesquisa utilizadas na pesquisa-ação devem atender aos critérios comuns a outros tipos de pesquisa acadêmica, como a revisão pelos pares quanto a procedimentos, significância, originalidade, validade etc.

A pesquisa-ação é um método colaborativo de estudo, que tem como fator primordial a relação entre pesquisador e aqueles que estão envolvidos diretamente com o problema estudado, no qual, através de uma abordagem científica, objetiva-se resolver questões sociais ou organizacionais importantes e promover a geração de conhecimentos (COGHLAN; BRANNICK, 2008). No presente estudo a colaboração dos servidores, enquanto participantes da pesquisa, será no intuito de experimentar e avaliar o produto desenvolvido, de acordo com método detalhado no capítulo II.

Tal abordagem é também explicitada em sua própria terminologia ("pesquisa-ação"), onde o termo "pesquisa" faz referência a produção do conhecimento conseguida através da aplicação do método, e o termo "ação", indica a atitude intencional do pesquisador no

ambiente estudado, alterando a realidade. Tais processos acontecem de maneira simultânea e em consequência do outro, durante a execução do método (MELO *et al.*, 2012)

De acordo com Melo *et al.* (2012) uma pesquisa-ação pode ter como ponto de partida um problema institucional percebido pelo pesquisador, ou a identificação de alguma lacuna percebida na literatura que aborda determinado tema. Nesta segunda abordagem, a qual será utilizada neste trabalho, a partir do problema percebido na análise bibliográfica, o pesquisador define um contexto ou cenário que servirá de unidade de análise, onde esse problema possa ser resolvido cientificamente.

Dentre as modalidades de pesquisa-ação elencadas por Tripp (2005), esta se classifica como pesquisa-ação prática, quando a busca pelo resultado não depende da adoção de regras e procedimentos específicos, mas procede da vivência e ideias do pesquisador. Dessa forma, cada pesquisador pode atuar de maneiras distintas na busca por um mesmo objetivo.

3.2 Etapas da pesquisa

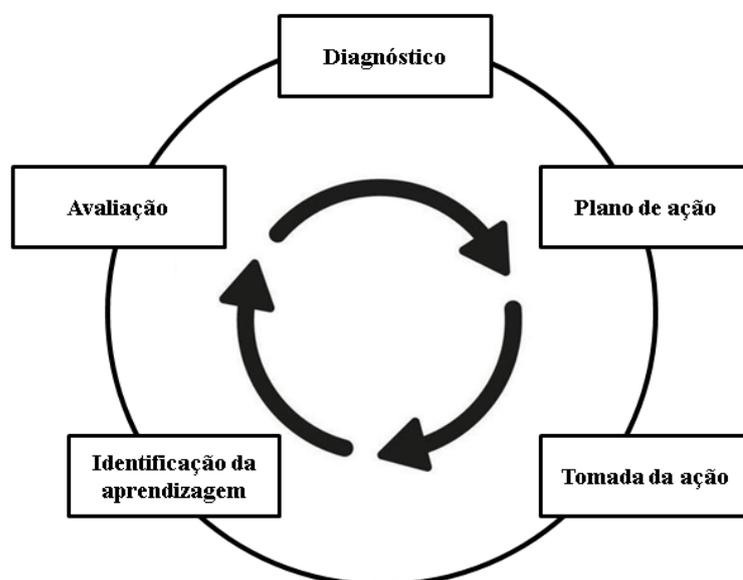
Thiollent (2007) e Tripp (2005) apontam que não existe um modelo consolidado para execução de uma pesquisa-ação, sendo comum os pesquisadores adaptarem os ciclos de ação para sua realidade e, muitas vezes, iniciarem em diferentes estágios do processo. Portanto, é essencial que o tipo de investigação-ação seja definido em consonância com os objetivos, práticas, participantes, facilitadores e restrições do contexto no qual será desenvolvida a pesquisa.

Tripp (2005) relata que a pesquisa-ação tem sido realizada através de variados modelos e em diversos campos de aplicação, como no setor educacional, onde contribui para com o melhoramento dos métodos de ensino, e conseqüentemente para um maior aprendizado dos alunos.

Segundo Kock (2004) uma das versões mais difundidas do ciclo que compõe o processo de realização da pesquisa-ação é o proposto por Susman e Evered (1978), considerado um artigo seminal, que lançou as bases da pesquisa-ação organizacional moderna. A primeira etapa do ciclo é denominada **Diagnóstico**, quando alguma lacuna que possa favorecer o desenvolvimento de conhecimento relevante é percebida pelo pesquisador, como a oportunidade de melhoria de algum processo. Após isso, a fase denominada **Plano de Ação**, quando a partir de um entendimento mais completo do problema, as ideias são organizadas, eventuais hipóteses são propostas, os objetivos e os possíveis cursos da ação no intuito de atingi-los, são estabelecidos. A terceira etapa do ciclo é a **Tomada de ação**, quando

o pesquisador executa a ideia planejada na etapa anterior. Em seguida, na etapa de **Avaliação**, quando os pesquisadores e colaboradores avaliam os resultados da etapa anterior e realizam as alterações necessárias, de acordo com critérios específicos, e por último, a fase de **Identificação da Aprendizagem**, etapa de generalização dos aprendizados obtidos pelo estudo, quando identifica-se o conhecimento gerado na forma de um modelo conceitual ou teórico, descrevendo a situação em estudo. A Figura 3 ilustra as etapas do ciclo da pesquisa-ação propostas por Susman e Evered (1978), que são detalhadas em seguida.

Figura 3 – Etapas do ciclo da pesquisa-ação



Fonte: Adaptado de por Susman e Evered (1978)

Dessa forma, o segundo capítulo desta pesquisa trouxe o modelo teórico de referência, abordando os tópicos: Aprendizagem Ativa e *Problem Based Learning* (PBL); Integração entre *Problem Based Learning* e *Serious Games*; Os *serious games* aplicados ao ensino dos princípios e ferramentas do pensamento enxuto e; Construção de jogos educacionais, que engloba o Modelo de concepção e elementos construtivos dos jogos, onde são apresentados conceitos e definições técnicas com relação à aprendizagem baseada em problemas e construção e avaliação de jogos. Na sequência tal capítulo abordou: o Pensamento enxuto e o Foco do Pensamento Enxuto; Conceitos do Pensamento Enxuto; Ferramentas do Pensamento Enxuto; Escritório Enxuto (ou *Lean Office*) e; Ambiente Público Enxuto (ou *Lean Public*), temas que norteiam a aplicação do estudo.

3.2.1 Diagnóstico

A etapa de diagnóstico compreende o período onde acontece a visualização e interpretação da situação onde o problema existe de uma forma mais completa, a suposição de teorias e hipóteses de trabalho, que poderão ser seguidas no planejamento da pesquisa (BASKERVILLE, 1999). Como esta pesquisa partirá de uma lacuna evidenciada na literatura, é primeiramente necessário se estabelecer uma estrutura conceitual teórica, partindo de uma pesquisa bibliográfica sobre o tema, na tentativa de identificar a situação atual do problema de pesquisa (ZAMBELLO *et al.*, 2018). A partir desse estudo inicial, estabelece-se um modelo teórico de referência (PRODANOV; FREITAS, 2013). Nesta etapa o pesquisador utiliza-se da pesquisa bibliográfica, no intuito de delimitar o referencial teórico da pesquisa, verificando o estado atual do tema e contexto a ser pesquisado, sob o aspecto teórico e de outros estudos e pesquisas já realizados (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Melo *et al.* (2012) acrescentam que esta análise crítica contribui para a identificação dos pontos fortes e as principais contribuições da literatura, assim como as omissões ou inexatidões apresentadas. A expectativa do potencial do estudo também pode ser traçada, identificando o conhecimento que deve ser criado ou aperfeiçoado em comparação às contribuições recentes (TORRACO, 2005).

Diante dessa análise de literatura a pesquisa se intensifica com a percepção de alguma lacuna ou problema, que pode ser entendido, na acepção científica, como qualquer questão não solucionada que pode ser objeto de discussão em qualquer área do conhecimento (GIL, 2008). A pesquisa científica é norteada pela seleção de um tema e definição de um problema a ser investigado, ao qual se deseja descobrir respostas ou soluções (SILVA; MENEZES, 2005).

Os problemas de pesquisa são formulados a partir de considerações teóricas, geralmente resultadas de pesquisas anteriores, gerando uma hipótese. O pesquisador testará a hipótese estabelecida, podendo fazer uso da predição, como por exemplo, prever algo sobre o resultado de uma experimentação (COZBY, 2003). É diante dessa formulação que é possível definir o que é ou não relevante ao estudo e os dados que devem ser selecionados e observados (LAKATOS; MARCONI, 2003).

Para fomentar o interesse da comunidade científica com relação ao problema e hipóteses definidas, é importante se estabelecer um problema relevante para este público, ou seja, aquele que a sua resolução possibilita a obtenção de novos conhecimentos. De acordo com o autor, para o pesquisador ser bem sucedido na definição do problema, deve-se buscar

na literatura as lacunas existentes quanto a problemas não pesquisados, ou pesquisados de forma equivocada, ou ainda, que tem gerado análises contraditórias (GIL, 2008).

Gil (2008) defende a utilização da forma interrogativa para a apresentação do problema de pesquisa, tendo em vista a forma simples e direta que uma pergunta apresenta, convidando o leitor a responder, ou refletir sobre determinado assunto.

3.2.2 Plano de ação

Considerando o objetivo principal da pesquisa-ação como sendo a resolução de um problema prático, que pode partir de uma análise da literatura ou de uma percepção profissional, a fase de diagnóstico impulsiona o pesquisador e sua equipe a proporem um plano de ação para alcançar esta resolução pretendida (MELO *et al.*, 2012). Thiollent (2007) ressalta o caráter exploratório dessa etapa, onde informações iniciais como o contexto, relevância, problemas e possíveis ações da pesquisa, são organizadas, servindo de base para que os pesquisadores possam estabelecer os principais objetivos da pesquisa, unidade de análise, técnica de coleta de dados e tipo de ação que será implementada no processo investigativo.

3.2.2.1 Objetivos da pesquisa

Segundo Gil (2008) o sentido fundamental da realização de qualquer pesquisa está em descobrir respostas para problemas, mediante o emprego de procedimentos científicos. Diante disso, a definição dos objetivos de um estudo é uma etapa de extrema importância. É nesta fase que o pesquisador, baseando-se na sua intenção ao propor a pesquisa e no problema definido, sintetiza o que se pretende alcançar com o estudo (SILVA; MENEZES, 2005). Os objetivos da pesquisa devem ser redigidos de forma sucinta e clara, sendo de fácil entendimento inclusive para leitores não especializados, e abranger os diversos níveis de averiguações que a pesquisa se propõe (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Silva e Menezes (2005) sugerem que os enunciados dos objetivos devem começar com um verbo no infinitivo, o qual deve indicar uma ação possível de mensuração.

De acordo com Silva e Menezes (2005) é através dos objetivos apresentados que o pesquisador informa ao público o que se está propondo, ou seja, quais os resultados que se pretende alcançar ou qual a contribuição efetiva dos possíveis resultados do estudo. As autoras ainda diferenciam o objetivo geral dos objetivos específicos, sendo o primeiro a

síntese do que se pretende alcançar, e os últimos, os detalhes ligados ao processo de realização desse objetivo geral. Marconi e Lakatos (2003) acrescentam que o objetivo geral da pesquisa deve estar diretamente conectado a uma visão global do tema proposto, enquanto os objetivos específicos possuem função intermediária, possibilitando o alcance do primeiro.

3.2.2.2 Unidade de análise

Conforme abordado anteriormente, esta pesquisa tem como ponto de partida a identificação de alguma lacuna percebida na literatura e para sua sequência metodológica, é necessária a seleção de uma unidade de análise para trabalhar o problema e objetivos definidos. A definição desta unidade, bem como da técnica de coleta de dados que será utilizada na pesquisa, devem se conectar ao contexto no qual será desenvolvida. Melo *et al.* (2012) ressaltam a importância de observar a questão de pesquisa e o problema definido a partir da etapa de fundamentação teórica, como base para esta definição.

Para realizar a definição da unidade de análise, é importante clarificar, primeiramente, os conceitos de população ou universo da pesquisa. Para Silva e Menezes (2005), a população é a totalidade dos indivíduos que possuem as mesmas características quando relacionados ao tema que se pretende pesquisar; a população é também definida como “... a composição de todos os indivíduos de interesse para o pesquisador” (COZBY, 2003). Já a amostra pode ser entendida como parte desta população, selecionada de acordo com algum critério ou regra. Marconi e Lakatos (2003) conceituam a amostra como sendo “... uma porção ou parcela, convenientemente selecionada do universo (população)... logo, é um subconjunto do universo”.

Muitas vezes, a análise de toda uma população inviabiliza a realização de estudos científicos, sendo, portanto, recomendada a definição de uma amostra dessa população. A esse procedimento, dá-se o nome de amostragem, por meio do qual o pesquisador seleciona uma parte representativa dos elementos que compõem um dado universo, devido à impossibilidade de considerá-los em sua totalidade, tendo como objetivo estabelecer ou estimar as características ou parâmetros desse universo (GIL 2008).

3.2.2.3 Técnica de coleta

Com relação, especificamente, às técnicas de coleta de dados utilizadas em pesquisas científicas, Marconi e Lakatos (2003) as classificam em dois grandes grupos: documentação

direta e documentação indireta. Ainda segundo os autores, a documentação direta diz respeito ao levantamento de dados no próprio local onde os fenômenos ocorrem, enquanto a documentação indireta diz respeito ao contrário.

O questionário é definido como “a técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter dados e/ou informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, aspirações, temores, comportamentos presentes ou passados, etc” (GIL, 2008). Por característica, o questionário deve apresentar questões na mesma sequência para todos os informantes (PRODANOV; FREITAS, 2003). Segundo Gil (2008), as questões presentes no questionário traduzem o objetivo da pesquisa e, com as respostas, o pesquisador tem o intuito de conseguir, dentre outros objetivos possíveis, testar as hipóteses da pesquisa, neste caso, a possibilidade de desenvolvimento de um *jogo* que contribua para o aumento da compreensão dos princípios e ferramentas do pensamento enxuto nos ambientes administrativos públicos.

A construção do questionário precisa seguir uma série de critérios para garantia da sua eficácia, desde a relação de suas questões com o objetivo e problema da pesquisa, até a definição da forma e conteúdo, da ordem e quantidade das questões, da apresentação do questionário e do pré-teste (GIL, 2008).

Com base nessas definições, as respostas aos questionários serviram para analisar a eficácia do desenvolvimento e da utilização de um *serious game* com vistas ao objetivo deste estudo. Para tanto esta pesquisa se propõe a avaliar os *feedbacks* dos envolvidos através da técnica da observação direta extensiva, especificamente, a abordagem de documentação direta por meio da aplicação do Formulário IMMS - modelo ARCS, apresentado detalhadamente no capítulo 2 (seção 2.12) desta dissertação.

3.2.2.4 Ação de pesquisa

A ação corresponde ao que precisa ser feito (ou transformado) para se obter uma solução. Thiollent (1986) enfatiza que a forma de atuação é projetada a partir do contexto e da problemática percebida, podendo se configurar como educativa, comunicativa, política, cultural, etc.

Nesta etapa do planejamento devem ser consideradas as alternativas de ação para resolver o problema observado no diagnóstico (SUSMAN; EVERED, 1978). No caso do estudo presente, a busca por um método de desenvolvimento de jogos sérios se faz pertinente,

tendo em vista que sua aplicação será realizada num contexto não lúdico, com um objetivo instrucional, conforme defende a literatura em relação ao uso de jogos desse tipo.

3.2.3 Tomada de ação

Nesta etapa, as ações planejadas são executadas no intuito de promover as mudanças objetivadas na etapa anterior, através da união das forças do pesquisador e demais indivíduos que participem da organização ou projeto (BASKERVILLE, 1999).

Das etapas anteriores, surge a definição pela ação a ser tomada na tentativa de atacar o problema de pesquisa proposto. Diante da proposta de desenvolvimento de um *serious game* para capacitação e desenvolvimento da mentalidade enxuta no setor público administrativo, este trabalho utilizará o metamodelo de desenvolvimento e avaliação de aprendizado para jogos de empresas, proposto por Miyashita, Barbosa e Azeredo (2007), conforme abordado na seção 2.11 deste trabalho, que compreende os passos: (a) Definição do assunto; (b) Definição do mapa conceitual; (c) Implementação do modelo; (d) Testes; (e) *Meta-debriefing*; e (f) Projeto final, quando o produto desenvolvido é apresentado. Neste estudo, o produto final será o jogo, apresentado somente ao término da execução de todos os ciclos propostos por essa pesquisa-ação, sendo esse passo suprimido para os demais ciclos anteriores ao último.

3.2.4 Avaliação

Na avaliação se realiza um estudo sobre as consequências da mudança, da ação implantada (SUSMAN e EVERED, 1978). É uma etapa a ser executada quando as ações determinadas no planejamento já estiverem implantadas, sendo que, novamente, é realizada em conjunto com pesquisadores e práticos, para a avaliação se a mudança foi um sucesso ou não (nova iteração pode ser planejada) (BASKERVILLE, 1999).

O protótipo do *serious game* “Cidade Enxuta” será experimentado por um grupo de servidores que atuam em setores administrativos do Campus Muzambinho do IFSULDEMINAS. Após a aplicação será destinado um tempo para realização de discussão de avaliação com os servidores, no intuito de perceber opiniões acerca do método, possíveis hiatos de aprendizagem, dificuldades ou sugestões que possam ser relevantes para levantamento de melhorias quanto à aplicação e experimentação da ferramenta.

Com o objetivo de consolidar a avaliação do desenvolvimento e aplicação do jogo, em cada ciclo da pesquisa-ação, as respostas dos servidores ao formulário online serão

combinadas aos apontamentos feitos durante os passos de testes e o Meta-debriefing. Essa abordagem orientará as próximas etapas da pesquisa..

3.2.5 Identificação da aprendizagem

Nesta etapa os conhecimentos obtidos durante a execução da pesquisa são esquematizados, de modo a sugerir um ponto de partida para a realização de um novo ciclo, ou conclusão do estudo, quando é exposto em forma de resultados da pesquisa (BASKERVILLE, 1999).

Thiollent (1986) adverte que, ainda que alguns pesquisadores não dêem a devida importância para a divulgação dos resultados, entendendo que os participantes já têm conhecimento dessas informações por já terem se envolvido nos ciclos da pesquisa, esse retorno se faz necessário, pois promove o desenvolvimento de uma visão de conjunto, pertencimento e envolvimento (já que os envolvidos identificam a mesma vivência ou problema em outros), possibilita uma mudança de postura mais efetiva, além de permitir análises mais completas e possivelmente sugerir a necessidade da realização de outro ciclo da pesquisa-ação.

Segundo Mello *et al.* (2012), a etapa final da pesquisa-ação deve estar relacionada ao objetivo da pesquisa e fornecer informações sobre todas as etapas da pesquisa-ação realizada. De acordo com os autores, a avaliação dos resultados pode ser obtida por diversas iniciativas, seja a partir de reunião entre o pesquisador e colaboradores da pesquisa, apresentação dos resultados para a direção da instituição onde a pesquisa foi desenvolvida, ou comparação com os dados coletados no início da pesquisa ou de outras pesquisas similares.

Em cada um dos ciclos desta pesquisa-ação, anteriores ao último, a etapa de Identificação da aprendizagem se constitui do delineamento das ações de melhoria propostas durante a etapa de Avaliação. Essas ações foram esquematizadas fazendo uso da ferramenta de qualidade 5W2H, através da qual define-se o que será feito (do inglês, *What*), por que será feito (do inglês, *Why*), onde será feito (do inglês, *Where*), quando será feito (do inglês, *When*), por quem será feito (do inglês, *Who*), como será feito (do inglês, *How*) e quanto irá custar (do inglês, *How much*).

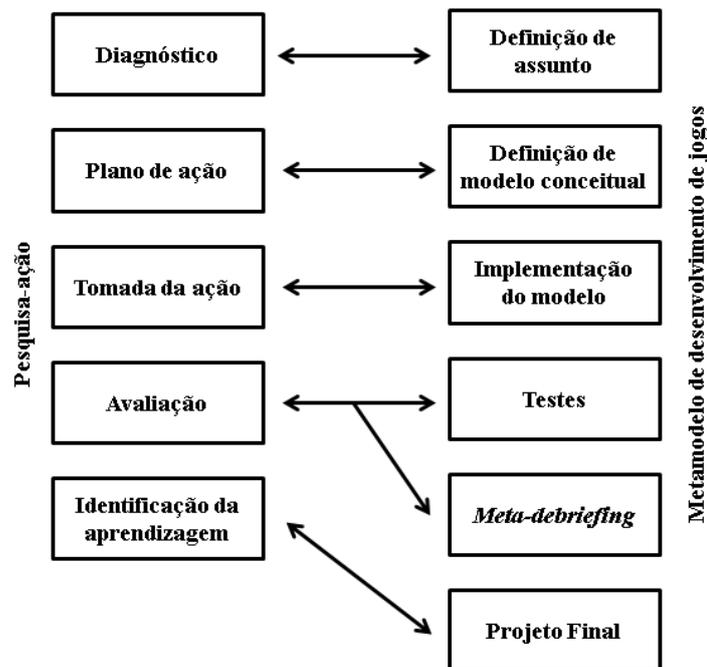
Para o último ciclo da pesquisa, essa etapa consistiu na disponibilização da própria dissertação, do jogo e demais documentos relacionados à sua aplicação.

3.2.6 Integração das etapas da Pesquisa-Ação e os passos do Metamodelo de Desenvolvimento de Jogos

O esquema metodológico da pesquisa-ação se adequa às características do processo que envolve a criação de um serviço ou produto gamificado, uma vez que esse tipo de desenvolvimento demanda um constante contato com a situação de pesquisa, favorecendo a percepção de melhorias, realização de alterações e ajustes no produto que se pretende oferecer como solução (MONSANI, 2016).

A relação entre o modelo de desenvolvimento de jogos proposto e o processo metodológico da pesquisa-ação pode ser estabelecido a partir das relações de suas fases, conforme Figura 4.

Figura 4 - Integração entre os métodos de pesquisa e desenvolvimento de jogos



Fonte: Próprio Autor

A primeira fase da pesquisa-ação, que consiste no planejamento da pesquisa em si, busca por lacunas na literatura ou necessidade prática a ser pesquisada e melhorada, se relaciona com a primeira etapa do método de desenvolvimento de jogos, quando se define o assunto e a forma como este será abordado. Na fase seguinte, quando a ação é planejada, estabelece-se os conceitos e a relação entre eles com vistas ao objetivo pretendido. Na fase de

tomada de ação, a relação é ainda mais evidente, já que é nesta fase que o desenvolvimento do jogo propriamente dito acontece.

Um ponto importante dessa relação, e que influenciou pela escolha do método de concepção de jogos na elaboração do produto desta pesquisa, está na fase de Avaliação estabelecido pelo método da pesquisa-ação, e presente também no modelo de concepção de jogos, através das etapas de testes e meta-debriefing. É ainda perceptível a relação entre os modelos e os aspectos do pensamento enxuto, principalmente no que diz respeito à busca constante pela perfeição, refletida pelas fases de testes e melhorias. O presente trabalho detalha os testes e seus resultados, discussões (meta-debriefing) no capítulo 4. Por fim, tem-se a última etapa, quando os resultados são elucidados, no projeto final.

Sendo assim o desenvolvimento desta pesquisa está estruturado através da integração das cinco etapas do método da pesquisa-ação descritas anteriormente, e os seis passos do metamodelo de desenvolvimento e avaliação de aprendizado para jogos de empresas, proposto por Miyashita, Barbosa e Azeredo (2007), conforme abordado na seção 2.11 deste trabalho. Dessa forma, a etapa de Diagnóstico, compreende também o passo da Definição do assunto; a etapa de Plano de ação abrange o passo da Definição do mapa conceitual; na etapa de Tomada de ação o passo da Implementação do modelo propriamente dito é executado; e a etapa de Avaliação engloba os passos de Testes e *Meta-debriefing*. A etapa da Identificação da Aprendizagem acontece de duas formas, a primeira, para os ciclos anteriores ao último, quando os resultados das etapas anteriores são consolidados a fim de se estabelecer uma proposta de ação para o ciclo seguinte da pesquisa-ação, e para o último ciclo da pesquisa-ação, quando de fato agrega o passo do Projeto final, ou seja, quando o produto desenvolvido é apresentado. Neste estudo, o produto final será o jogo, apresentado somente ao término da execução de todos os ciclos propostos por essa pesquisa-ação, sendo esse passo suprimido para os demais ciclos anteriores ao último.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 Primeiro ciclo da pesquisa-ação

Neste trabalho, o desenvolvimento dos ciclos da pesquisa-ação seguirá as cinco fases definidas no Capítulo 3, que integram as etapas do método da pesquisa-ação aos passos do Metamodelo de Desenvolvimento de Jogos proposto por Miyashita, Barbosa e Azeredo (2007), conforme Figura 4.

4.1.1 Diagnóstico

Para a construção do referencial bibliográfico e contextualização do problema desta pesquisa, foram considerados estudos que tratam das possíveis estratégias de treinamento de servidores públicos em implementações enxutas no setor administrativo, sendo identificada uma lacuna quanto à utilização de ferramentas lúdicas, como os jogos, para este fim. Mesmo sendo comprovada a possibilidade e eficácia do ensino do pensamento enxuto por meio dos jogos, a maioria das propostas desse tipo apresentadas na literatura (conforme abordado na seção 2.10 deste estudo), tem o setor manufatureiro como plano de fundo e focam na abordagem de conceitos e ferramentas específicas. Em relação aos materiais utilizados em sua composição, algumas propostas dependem de materiais especiais, o que muitas vezes inviabiliza a sua aplicação e replicação, ou são pouco sofisticadas, resumindo-se a utilização de elementos impressos ou pré-fabricados e não específicos, como peças de LEGO. Diante dessas constatações, enuncia-se o problema desta pesquisa: É possível desenvolver um jogo que contribua para o aumento da compreensão dos princípios e ferramentas do pensamento enxuto nos ambientes administrativos públicos?

4.1.1.1 Definição do assunto

De acordo com Miyashita, Barbosa e Azeredo (2007), a concepção do jogo tende a ser facilitada quando a escolha do assunto precede a realização das demais etapas do processo criativo. Diante disso, inicia-se com a definição do assunto da abordagem, partindo-se da percepção da escassez de ferramentas educacionais “gamificadas” que tratam da temática do *Lean Office*, ou seja, da aplicação do pensamento enxuto em ambientes administrativos. Aproximadamente, 75% das simulações e jogos, analisados em um estudo realizado por

Badurdeen *et al.* (2010) tinham como plano de fundo uma linha de produção, focando a aplicação de conceitos e ferramentas do pensamento enxuto na otimização de processos de manufatura. Soma-se a isso, o fato de que o assunto desta pesquisa envolve um nicho ainda mais específico e pouco abordado, que é a aplicação dos princípios, conceitos e ferramentas do pensamento enxuto no objetivo de eliminar desperdícios e melhorar processos dos ambientes administrativos do setor público.

Diante do exposto, fica claro o público-alvo em questão, isto é, servidores públicos que atuam nos mais variados setores da Administração Pública. Portanto, a proposição de um treinamento em forma de jogo para tratar da temática, visa oferecer uma possível ferramenta para as instituições públicas capacitarem os servidores do seu quadro de pessoal com vistas à abordagem enxuta. Em consequência da definição do público-alvo e ambientação da aplicação, entende-se que a ferramenta não deve exigir análises complexas durante a aplicação, tendo em vista que, na maioria dos casos, é o primeiro contato do servidor com o assunto proposto. Sendo assim, a escolha pela utilização de um jogo analógico de tabuleiro é justificada pela facilidade da experimentação, que pode ocorrer em qualquer lugar e com poucos recursos disponíveis, além de ser uma plataforma que gera um maior envolvimento dos participantes, favorecendo a troca de conhecimentos e o aprimoramento de habilidades sociais.

4.1.2 Plano de ação

4.1.2.1 Objetivos da pesquisa

Diante do tema e problema desta pesquisa, o objetivo geral definido se conecta perfeitamente, já que propõe o desenvolvimento de um jogo no formato de um *Serious Game* destinado à capacitação nos princípios e ferramentas do Pensamento Enxuto de servidores que atuam nos ambientes administrativos públicos. Além desse objetivo geral, este trabalho tem como objetivo específico desenvolver os recursos e manuais necessários à aplicação e replicação do jogo desenvolvido. Com a aplicação do jogo desenvolvido, espera-se ainda promover a diminuição da resistência e o aumento do engajamento dos servidores nos projetos de implementações enxutas, os quais contribuirão para a melhoria da eficiência em tais ambientes, ainda marcados por forte presença de atividades que não agregam valor sob a perspectiva dos usuários.

4.1.2.2 Unidade de análise

Esta pesquisa considera como população, em coerência com os objetivos e limitações já abordados, os servidores técnicos administrativos que compõem o quadro de servidores ativos permanentes do *Campus* Muzambinho do IFSULDEMINAS, já que estes possuem as mesmas características quando relacionados ao tema que se pretende pesquisar, ou seja, “a análise da confecção e utilização de um jogo no ensino dos princípios e ferramentas do pensamento enxuto em ambientes administrativos públicos”, deixando a avaliação da possibilidade de sua replicação em outros *campi* como proposta para trabalhos futuros.

Considerando os pressupostos da pesquisa-ação no que diz respeito a participação, disponibilidade e cooperação dos envolvidos, a quantidade de membros que participaram diretamente da experimentação e avaliação dos ciclos de desenvolvimento do jogo, objeto deste estudo, foi estimada considerando alguns fatores, como a tecnologia utilizada na abordagem e a viabilidade estrutural disponível, capacidade humana do pesquisador principal em conduzir as etapas de experimentação, a possibilidade de garantia da assiduidade dos participantes em todos os ciclos da pesquisa, bem como a intenção em levantar sugestões de melhorias mais relevantes.

Conforme abordado no capítulo 2, a tecnologia utilizada nesse tipo de aplicação também delimita as possibilidades do seu jogo. No presente estudo foi utilizada a abordagem gamificada através de um jogo de tabuleiro e cartas. Assim como a grande maioria dos jogos dessa tipologia, esse também apresenta uma limitação com relação ao número de jogadores simultâneos, sendo estabelecido o número mínimo de 2 jogadores e máximo de 6 jogadores, já que um quantitativo superior a este poderia retardar muito a sua execução, e influenciar negativamente o objetivo da experimentação.

Para garantir uma melhor e mais abrangente experimentação foram estabelecidos primeiramente dois grupos de 6 jogadores. Esse número também reflete os outros fatores considerados nessa delimitação, como o da capacidade humana do pesquisador, que precisa estar atento às necessidades e atender de forma individualizada às demandas dos envolvidos durante a aplicação. Outra justificativa para o quantitativo está relacionada ao principal objetivo da etapa de desenvolvimento e testagem proposta pela pesquisa-ação, ou seja, a identificação e sugestão de melhorias. Partindo disto, um número excessivo de opiniões poderia levantar muitos questionamentos e sugestões paralelas ou divergentes, dificultando ainda mais os esforços do pesquisador em identificar e atender as necessidades e proposições levantadas nas etapas de experimentação. Ademais, o estabelecimento do grupo baseou-se

também no interesse dos servidores em participar da experimentação, já que entende-se que um maior desejo pela participação na experimentação, seria refletido numa maior assiduidade e maior grau de atenção, motivação e envolvimento, resultando em avaliações mais eficazes.

Dessa forma, foi estabelecido o número de 12 servidores que atuam nos ambientes administrativos do IFSULDEMINAS Campus Muzambinho para participarem diretamente das experimentações e avaliações sucessivas do jogo, em cada ciclo do estudo.

4.1.2.3 Técnica de coleta

De acordo com o método de desenvolvimento e avaliação de jogos utilizado neste estudo, foi destinado um tempo para a avaliação da proposta quanto aos seus aspectos lúdicos, práticos e de *design*. Optou-se por adotar o modelo do formulário IMMS, que tem base no modelo ARCS, proposto por Keller (1987), mais detalhadamente descrito no tópico 2.5 desta pesquisa. O estudo também oportunizou a indicação e registro de melhorias propostas pelos participantes, através de uma seção disponibilizada após a resposta ao questionário IMMS, onde o participante poderia indicar ou sugerir melhorias aos aspectos estéticos, tecnológicos, narrativos e mecânicos do jogo.

Dessa forma, o formulário foi desenvolvido utilizando a plataforma de formulários online *Google Forms*, distribuído individualmente entre os servidores definidos como participantes da pesquisa, através do e-mail institucional do IFSULDEMINAS e aplicado após cada experimentação do jogo. Os links para os formulários (*Google Forms*) são apresentados no Apêndice A desta pesquisa. Para fins de visualização, eles estão aceitando respostas, porém todas as respostas registradas posteriores a este estudo serão desconsideradas.

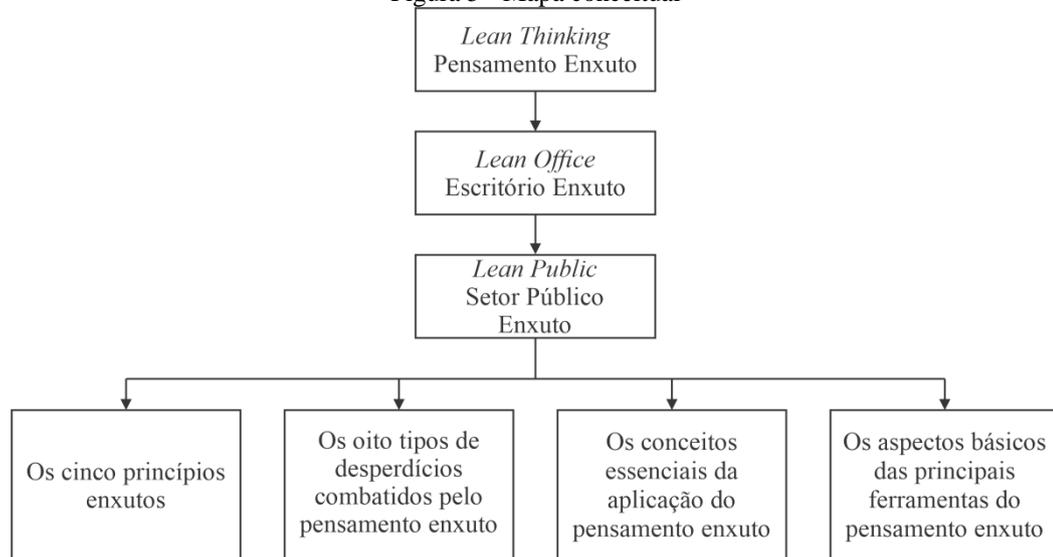
4.1.2.4 Ação da pesquisa

A ação proposta é a confecção do jogo conforme objetivo principal desta pesquisa, e o seu desenvolvimento está estruturado através da integração das cinco etapas do método da pesquisa-ação e os seis passos do metamodelo de desenvolvimento e avaliação de aprendizado para jogos de empresas, proposto por Miyashita, Barbosa e Azeredo (2007). O passo da Definição do modelo conceitual compõe a etapa de Plano de Ação desta pesquisa, e é descrito a seguir.

4.1.2.5 Definição do modelo conceitual

Antes da aplicação da ferramenta, os jogadores são introduzidos aos conceitos mais elementares do pensamento enxuto, ou *Lean Thinking*, assim como à sua derivação inicial em *Lean Office* e, posteriormente, em *Lean Public*. Tal introdução é realizada pelo Mediador por meio da apresentação do jogo: uma cidade com as suas diversas repartições públicas e um prefeito que deseja contratar consultores *Lean* para a identificação e eliminação dos desperdícios existentes nos vários processos administrativos que ocorrem nesses espaços. É nessa busca por uma cidade enxuta que os jogadores tem contato com os cinco princípios enxutos, os oito tipos de desperdícios combatidos pelo pensamento enxuto, os conceitos essenciais da aplicação do pensamento enxuto e os aspectos básicos das principais ferramentas do pensamento enxuto, temas já apresentados no Capítulo 2, de Revisão de Literatura. No decorrer da aplicação do jogo, esses temas se inter-relacionam, permitindo que os jogadores façam associações e referências simultâneas. A Figura 5 ilustra o mapa conceitual, demonstrando tais inter-relações.

Figura 5 - Mapa conceitual



Fonte: Próprio Autor

4.1.3 Tomada de ação

Nesta etapa o desenvolvimento propriamente dito dos itens que compõem o jogo foi executado, de forma que as etapas anteriores serviram de embasamento para uma implementação eficaz. A etapa de Tomada de ação agrega o passo de Implementação do

metamodelo de desenvolvimento e avaliação de aprendizado para jogos de empresas, proposto por Miyashita, Barbosa e Azeredo (2007) e é descrita a seguir.

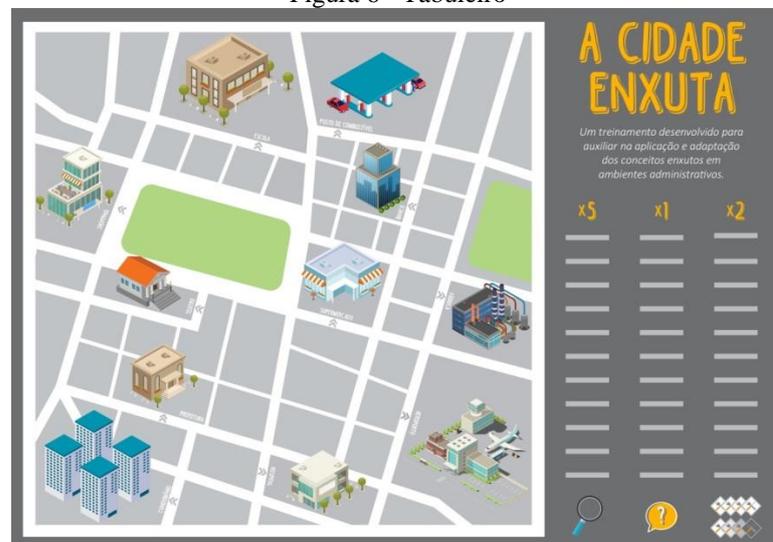
4.1.3.1 Implementação do modelo

Conforme abordado no capítulo 2, esta fase do estudo foi conduzida a partir da implementação dos elementos principais que compõem um jogo, de acordo com o *designer* americano SCHELL (2008).

4.1.3.1.1 Estética

A parte visual do jogo é estabelecida em total relação com o assunto abordado nele. A ideia de se trabalhar situações-problema com o conteúdo da abordagem enxuta, sugere uma grande quantidade de casos e desperdícios que acontecem nas mais variadas repartições que constituem o espaço urbano. Escritórios, órgãos públicos, estabelecimentos comerciais, instituições de ensino, hospitais, entre tantos outros, podem ser palcos de melhorias em seus processos, através da identificação e eliminação de desperdícios por meio da aplicação dos princípios, conceitos e ferramentas do pensamento enxuto. Dessa forma, o tabuleiro do jogo em questão traz como plano de fundo o cenário urbano, representando uma cidade com vários espaços que a compõem, desde os estabelecimentos comerciais, como *Shopping Center* e supermercado, aos órgãos públicos, como sede da prefeitura e hospital, conforme a Figura 6.

Figura 6 - Tabuleiro



Fonte: Próprio Autor

As cartas do jogo são predominantemente conceituais, apresentando texto e representações gráficas, como símbolos e imagens ilustrativas. As cores e tamanhos foram definidas no intuito de diferenciar o tipo das cartas facilmente, sendo as cartas “O que sou”, mais escuras, apresentadas parcialmente na Figura 7, e as cartas de “Ferramentas”, mais claras, apresentadas parcialmente na Figura 8, ambas no tamanho 88 x 63,5mm. Cabe destacar que, inicialmente, os princípios e conceitos enxutos são apresentados por meio das cartas “O que sou”, as quais são distribuídas aos jogadores para que eles tenham um tempo de acessarem os conhecimentos nelas expressos, antes de as devolverem ao Mediador, para que este possa seguir com a aplicação do jogo.

Figura 7 - Carta "O que sou"



Fonte: Próprio Autor

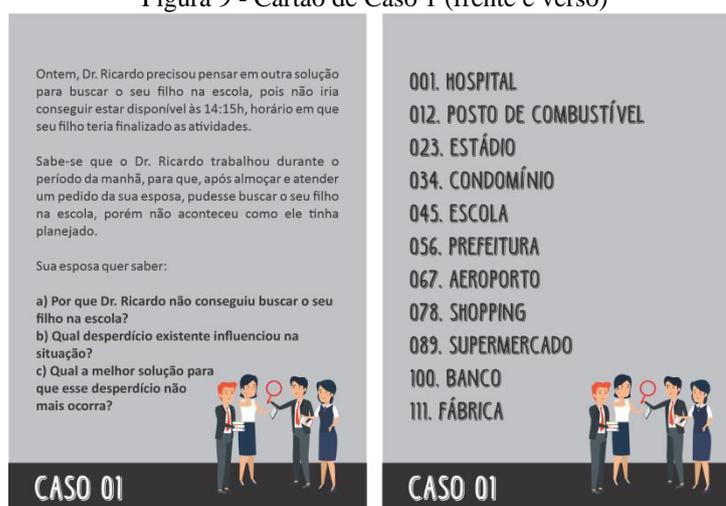
Figura 8 - Sequência de cartas "Ferramentas"



Fonte: Próprio Autor

Em seguida, os jogadores são expostos a uma série de situações-problema, a partir dos cartões de “Casos”, que em uma face apresenta uma breve descrição da situação-problema e questões a serem respondidas (a, b e c), e no verso a relação dos locais e respectivos índices remissivos, como exemplificado na Figura 9. Tais índices estão relacionados a dicas que devem ser acessadas durante o jogo através do Livro de Dicas e Respostas, disponível no Apêndice B.

Figura 9 - Cartão de Caso 1 (frente e verso)



Fonte: Próprio Autor

4.1.3.1.2 Tecnologia

A tecnologia utilizada no jogo Cidade Enxuta é bastante conhecida e já tem sido utilizada como ferramenta educacional há muito tempo. Estudos apontam que os primeiros jogos de tabuleiro datam de 7.000 anos a.C., sendo o mais antigo denominado “Mancala”, que tinha como tecnologia algumas sementes e um tabuleiro que se resumia a buracos no chão de terra (PRADO, 2018). Esse tipo de plataforma já é utilizado para diversos fins, que vão além de diversão e entretenimento, como em programas de recrutamento e treinamento, ferramentas de estratégia, *brainstorm* e planejamento, devido às suas características, tais como a imersão, engajamento, participação espontânea e facilidade de aplicação em qualquer lugar, utilizando poucos recursos.

O jogo ou *boardgame* “Cidade Enxuta” possui uma abordagem analógica que faz uso de tabuleiro e cartas como principais componentes (Figuras de 6 a 9), complementados por *meeples* (peça utilizada em jogos de tabuleiro para representar um jogador, como um peão), fichas e marcadores de pontuação. A configuração de um jogo de cartas e tabuleiro propicia

uma maior interação entre os jogadores, favorecendo o desenvolvimento e troca de conhecimentos no decorrer da execução (VANZELLA, 2009), bem como a percepção e desenvolvimento das ideias de limite, regularidade e respeito, ações induzidas pelo seguimento das regras do jogo e fundamentais para o bom desenvolvimento pessoal e profissional (SCHAEFFER, 2006).

4.1.3.1.3 Narrativa

A narrativa do *boardgame* “Cidade Enxuta”, pode ser ramificada em três vias básicas, as quais dão suporte à jogabilidade, além de nortear as mecânicas, objetivos e regras do jogo, sendo elas:

- **Temática:** toda a aplicação é voltada aos princípios, conceitos e ferramentas da abordagem enxuta, tendo como plano de fundo a narrativa dos jogadores como consultores *Lean*, que buscam eliminar os desperdícios existentes nos mais variados ambientes administrativos que compõem uma cidade e suas repartições;
- **Eventos:** na busca por eliminar os desperdícios supracitados, os jogadores realizam ações ou eventos, como: (I) resolver casos, ou seja, tentar aplicar os princípios, conceitos e ferramentas enxutas para a melhoria contínua dos processos apresentados; (II) desafiar os oponentes ou testar seus conhecimentos tentando desvendar conceitos enxutos por meio das dicas apresentadas no decorrer da partida; ou (III) comprar e trocar ferramentas do pensamento enxuto e formular estratégias de acordo com o objetivo pretendido no jogo;
- **Descrições:** existem dois tipos principais de cartas que direcionam o jogo de uma maneira geral, que são as cartas “O que sou”, que descrevem princípios e conceitos enxutos por meio de dicas, e as cartas “Ferramentas”, que descrevem e ilustram uma aplicação de cada uma das ferramentas do pensamento enxuto abordadas no jogo.

4.1.3.1.4 Mecânica

O objetivo maior da aplicação do *boardgame* “Cidade enxuta” é promover o ganho de conhecimento entre os envolvidos, que por sua vez, terão sucesso no jogo quando realizarem os objetivos ou resolverem os casos propostos. Às performances possíveis de serem realizadas por um jogador durante a experimentação de um jogo, dá-se o nome de mecânicas. As

definições de estrutura do jogo, ações possíveis e definições de jogabilidade foram abordadas pelos autores Geoffrey Engelstein e Isaac Shalev em seu livro de 2019, intitulado *Building Blocks of Tabletop Game Design: An Encyclopedia of Mechanisms*, material que foi utilizado como base para classificação e desenvolvimento da ferramenta apresentada neste trabalho.

De acordo com Engelstein e Shalev (2019), a estrutura do jogo diz respeito à forma de competição que o jogo estimula, como, por exemplo, se há uma disputa em times, pares ou individual, sendo este um fator que direciona as escolhas dos jogadores durante a experimentação. No jogo “Cidade Enxuta”, os jogadores tentam eliminar os desperdícios existentes no tabuleiro, de acordo com a aleatoriedade em que os casos são apresentados, mas sempre respeitando as regras comuns a todos os jogadores, como, por exemplo, não acumular casos em um mesmo local no tabuleiro. Porém, tudo isso com foco no cumprimento dos objetivos individuais, o que indicará o vencedor ao final do jogo. Tais características fazem do jogo “Cidade Enxuta” um jogo semi-cooperativo, quando termina com os jogadores vencendo como um time, mas um único jogador sendo reconhecido como o vencedor individual também (ENGELSTEIN; SHALEV, 2019), o que ficará mais compreensível adiante.

As mecânicas abordadas no jogo “Cidade Enxuta” são detalhadas quanto ao seu conceito e aplicação no Quadro 3.

Quadro 3 – Mecânicas (continua)

Mecânica	Conceito	Aplicação
Pistas direcionadas, do inglês <i>Targeted Clues</i>	A ideia central é que um jogador esteja dando pistas ao grupo sobre, normalmente, uma palavra ou frase, e os outros jogadores tentem adivinhar a resposta.	Os jogadores podem desafiar os demais a responderem as cartas “O que sou”, as quais trazem dicas sobre os princípios e conceitos enxutos. Os jogadores desafiados pontuam quando conseguem acertar a resposta, e os desafiadores quando estes não conseguem.
Sorteio, limitação e exaustão do deck de cartas, do inglês <i>Card Draw, Limits and Deck Exhaustion</i>	Os jogos frequentemente limitam o número de cartas que podem ser mantidas em um determinado recipiente, seja uma mão, um baralho ou outro. Da mesma forma, diversos efeitos são acionados quando um baralho, pilha de compra ou mão se esgota.	Os jogadores só podem ter até 4 cartas “Ferramentas” em mãos. Para poderem adquirir mais cartas desse tipo, precisam antes descartar.
Construção de deck de cartas, do inglês <i>Deck Building</i>	Os jogadores jogam cartas de baralhos individuais, buscando adquirir novas cartas e jogar seus <i>decks</i> de forma iterativa, melhorando-os ao longo do tempo por meio da aquisição de cartas.	No decorrer do jogo, os jogadores adquirem cartas “Ferramenta” dos seus oponentes de forma oculta, na tentativa de formar <i>decks</i> de ferramentas ou completar objetivos específicos.

Quadro 3 - Mecânicas (conclusão)

Distribuição de cartas, do inglês <i>Drafting</i>	<i>Drafting</i> é um meio de distribuir aos jogadores cartas ou outros elementos do jogo por meio de um processo seletivo ordenado.	As cartas “O que sou” e “Ferramenta” são distribuídas igualmente entre os jogadores, nas diferentes etapas do jogo.
Pontos de vitória por ações dos jogadores, do inglês <i>Victory Points from Player Actions</i>	Os jogadores ganham pontos realizando ações.	De acordo com a resolução proposta pelos jogadores aos casos ou situações-problema, estes são premiados com pontos de vitória a cada rodada. Outras formas de pontuar é respondendo as cartas “O que sou” e acumulando cartas “Ferramentas”.
Limites de comunicação, do inglês <i>Communication Limits</i>	Os jogos podem limitar a comunicação aberta entre os jogadores. Essas restrições podem ser absolutas no que se refere a informações específicas, ou podem restringir certos tipos de comunicação, como falar.	Os jogadores não podem falar abertamente quais as dicas que acessaram através do Livro de Dicas, ou revelar seu <i>deck</i> de ferramentas (cartas “Ferramenta”), para garantir a competição e diversão durante a experimentação.
Rolar e movimentar, do inglês <i>Roll and Move</i>	Um sistema aleatório (como dados) é utilizado para determinar o movimento do jogador.	O valor conseguido com os dados determina os espaços que o jogador pode percorrer na rodada.
Bloqueio e desbloqueio, do inglês <i>Gating and Unblocking</i>	Em determinados pontos do jogo, diferentes ações são disponibilizadas aos jogadores. As ações podem se tornar disponíveis por vários motivos, incluindo atingir um determinado turno ou estágio do jogo.	Os jogadores só podem tentar descobrir a resposta ao caso, a partir de certa pontuação alcançada, destacada no tabuleiro.

Fonte: Elaborado pelo Próprio Autor a partir de Engelstein e Shalev (2019)

4.1.4 Avaliação

Para avaliar a reação dos participantes diante da experimentação, esta etapa compreendeu os passos de Teste e Meta-Debriefing proposto pelo metamodelo de desenvolvimento e avaliação de aprendizado para jogos de empresas, proposto por Miyashita, Barbosa e Azeredo (2007), como descritos a seguir.

4.1.4.1 Teste

No objetivo de avaliar o desenvolvimento e aplicação do jogo com vistas ao seu objetivo, o protótipo do *serious game* “Cidade Enxuta” foi experimentado por um grupo de servidores que atuam em setores administrativos do Campus Muzambinho do IFSULDEMINAS. A primeira rodada de experimentação foi realizada no dia 16/02/2023, quando os dois grupos de seis servidores foram alocados na Sala de reuniões do Campus, o primeiro das 13h30min às 15h00min, e o segundo de 15h00min às 16h30min. Vale ressaltar

que, como se tratava da primeira experimentação, foi necessário destinar um tempo de 15 a 20 minutos para tratar rapidamente do assunto abordado, bem como explicar as regras básicas do jogo. Os jogadores foram organizados em uma mesa redonda, onde o tabuleiro e demais itens necessários estavam dispostos, conforme Figura 10.

Figura 10 - Servidores durante 1ª experimentação do jogo



Fonte: Próprio Autor

O próprio pesquisador atuou como mediador, instruindo os participantes quanto às regras e procedimentos durante a experimentação. O caso abordado nesta rodada foi o Caso 1 (Apêndice C) que trabalhou, dentre outras questões, o desperdício denominado “Espera”. O objetivo principal do jogo é identificar qual o desperdício tratado pelo caso abordado, e sugerir uma resolução para o problema. Para isso o jogador precisa percorrer os diversos locais do tabuleiro, onde as pistas podem ser encontradas e acessadas através do Livro de dicas. A última rodada é iniciada quando um dos jogadores tenta descobrir a resposta do caso. Caso ele acerte a rodada termina. Porém se errar ou não acertar completamente a resolução, os demais jogadores têm direito a mais uma jogada.

Comparando as respostas dos jogadores, foi perceptível que alguns participantes tiveram uma mais rápida assimilação da situação tratada no jogo, fato totalmente explicável, considerando que essa identificação depende das escolhas dos participantes no decorrer da aplicação, já que alguns lugares reservam melhores dicas, que podem facilitar mais ou menos a identificação da situação e resolução do problema. Porém foi possível também perceber que essa dificuldade na assimilação ocorreu em resultado ao desconhecimento do conteúdo abordado, fato também entendível, devido ao pouco tempo disponibilizado para essa tarefa antes da experimentação. Este fato desafiou o pesquisador a pensar em como o conteúdo

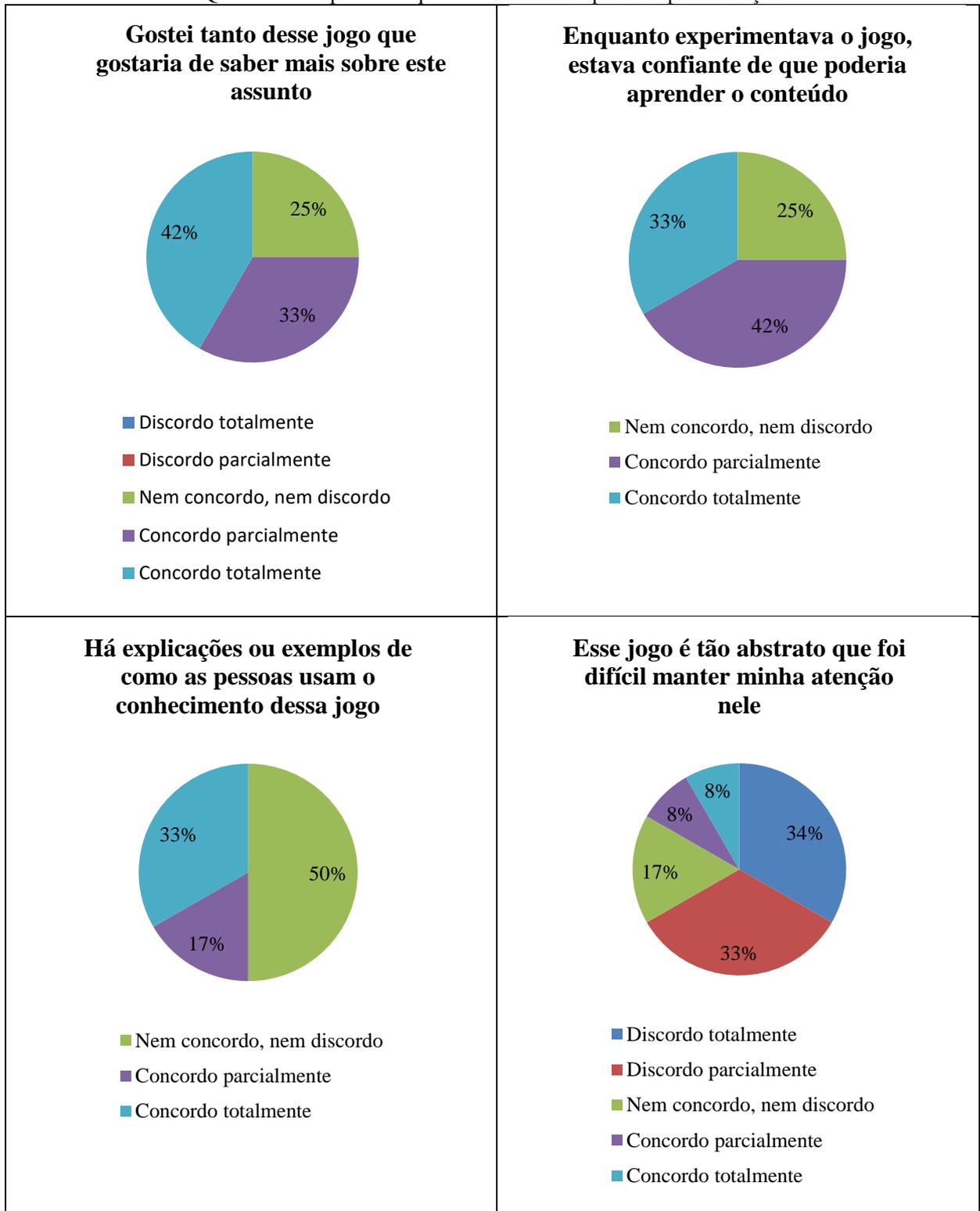
pode ser ainda mais abordado de maneira gradativa durante o jogo, de forma a gerar uma aprendizagem cumulativa.

Após a aplicação foi destinado um tempo para realização de *Debriefing* com os servidores, no intuito de captar suas percepções com relação a experimentação, perceber possíveis hiatos de aprendizagem, dificuldades ou sugestões que pudessem ser relevantes para apontamentos de melhorias quanto ao jogo. Alguns participantes comentaram sobre a ineficácia das cartas “Ferramentas”, já que constataram a pouca utilização e a falta de ligação entre essas e os demais componentes do jogo. Esse hiato também foi percebido pelo pesquisador, sugerindo que essa contextualização das cartas “Ferramentas” ao jogo, também é um desafio a ser ultrapassado para a próxima aplicação.

Para incorporar outras impressões e ajudar na consolidação dessas informações, os participantes responderam um formulário online com duas seções. A primeira apresentava o questionário IMMS traduzido por Cardoso-Junior *et al.* (2020), conforme Quadro 2, na seção 2.12 (Avaliação do Produto), e a segunda, um espaço para sugestões e apontamentos mais precisos relacionados ao jogo, considerando os seus aspectos estéticos, tecnológicos, narrativos e mecânicos.

As respostas ao formulário podem ser acessadas em sua totalidade em formato editável (xls), através do link disponibilizado no Apêndice A deste trabalho. Algumas das respostas do questionário IMMS foram organizadas graficamente para uma melhor visualização, e são apresentadas a seguir.

Quadro 4 - Respostas ao questionário IMMS após 1ª experimentação



Fonte: Próprio autor

A segunda seção do formulário oportunizou aos participantes sugerirem melhorias referentes aos componentes do jogo em seus diversos aspectos (estéticos, mecânicos, tecnológicos e narrativos). Tais sugestões podem ser acessadas em sua totalidade através do

link disponibilizado no Apêndice A deste trabalho. Algumas dessas são apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5 – Comentários e sugestões de melhorias após 1ª experimentação

Componente	Comentário do participante
Tabuleiro	“(…)poderia apresentar uma diagramação melhor. Os prédios (onde estão as dicas) deveriam formar um retângulo, isso ajudaria na movimentação do peão pelo tabuleiro”.
	“(…) poderia ser maior; Deixar a entrada de cada lugar visualmente mais clara; A marcação de pontuação está um pouco confusa; É muito fácil percorrer o mapa todo com dois dados; Adicionar ações diversas nos quarteirões sem estabelecimento”.
	“(…) eu colocaria etapas intermediárias como pontos de apoio. Ex: um "quadrado" com uma dica extra”.
	“Acredito que a cidade poderia ser maior, com campos de punições, exemplo: fique das rodadas sem jogar”.
Cartas “O que sou?”	“(…) Para a quantidade de jogadores (06), entendo que as cartas deveriam ser em maior número, para dinamizar o jogo”.
	“Na verdade não entendi muito bem a função delas para se chegar à(s) resposta(s) final(is)”.
	"Escolher se vai responder a carta ou se vai indicar alguém para responder antes de saber qual é a pergunta; Pontuações diferentes de acordo com quantas dicas você pediu (1, 2 ou 3)".
	“Nessas cartas, se fosse possível eu colocaria um o significado delas em português para facilitar a memorização. E faria um link de possíveis cartas "o que sou" com a resolução do problema”.
Cartas “Ferramentas”	“As cartas "ferramentas" precisam ser melhor exploradas e integrar melhor o jogo”.
	"É muito difícil completar uma ferramenta (4 partes) em uma partida para ganhar apenas um ponto; Completar uma ferramenta deveria ""liberar"" tecnologias. Exemplo: possibilitar revisar as dicas dos estabelecimento que você já passou; andar mais casas a cada turno/ou um oponente andar menos; trocar de lugar com oponentes ao invés de jogar os dados para andar; jogar um dado extra (...); ligar as tecnologias liberadas com os aprendizados foco do jogo; (...) deveria ser mais fácil adquirir cartas de ferramentas”.
Cartões “Casos”	"A pergunta ‘Qual a melhor solução?’ é muito vaga. Especificar melhor ou deixar claro antes da partida que a solução é em relação aos desperdícios do jogo, e não qual a solução para o problema da história”.
	“Não ficou claro para mim se os conceitos e problemas expostos no caso do Dr. Ricardo faziam referência à necessidade de intervenção na vida particular do personagem ou em algum dos estabelecimentos. Instruções como estas devem ficar mais claras logo no início do jogo”.
Outros aspectos	“Jogo bastante interessante, mas o tempo foi curto. Mesmo assim, mostra que há possibilidade de aprendizado e facilidade de colocar esse aprendizado em prática”.
	“(…) aumentar a interação entre os jogadores. No estado atual do jogo, não é possível prejudicar ou dificultar a vida de seus oponentes”.
	“(…) poderia explorar mais as cartas "5S" e "O que sou" e fazer com as duas pudessem andar mais juntas”.

Fonte: Próprio Autor

4.1.4.2 Meta-debriefing

A partir das respostas ao questionário IMMS, das falhas e lacunas de aprendizagem percebidas e alterações sugeridas pelos participantes no passo anterior, as possíveis modificações foram avaliadas pelo pesquisador e orientador da pesquisa, quanto à relevância diante do objetivo do estudo, bem como a capacidade de sua implementação considerando os recursos e tempo disponível.

Durante esta análise foi possível perceber que a grande maioria das reações (75%) à afirmação “Gostei tanto do jogo que gostaria de aprender mais sobre o assunto”, foi positiva, refletindo um dos objetivos da experimentação. Por outro lado, alguns participantes concordaram com a afirmação “Esse jogo é tão abstrato que foi difícil manter a minha atenção nele”, corroborando a ideia de que melhorias ainda são necessárias ao protótipo.

Em se tratando de sugestões de melhorias, a grande maioria delas estava relacionada à jogabilidade e aos componentes do jogo, sendo necessário realizar alterações gráficas ou na forma de utilização de um ou outro componente durante a prática. Outras sugestões levantadas estavam relacionadas ao papel do mediador durante a experimentação, as quais também foram avaliadas no sentido de melhorar a forma de condução da prática de acordo com o objetivo geral.

As sugestões aceitas têm o objetivo de manter os participantes motivados e engajados ou melhorar o ganho de conhecimento promovido pela experimentação. Vale ressaltar que algumas sugestões de melhorias não foram atendidas nesse momento, pois os responsáveis pela pesquisa desejam confirmar a sua necessidade a partir das avaliações provenientes das próximas experimentações (quando a sugestão não se repetiu de maneira considerável entre os participantes), ou estudar uma forma de implementação mais precisa (no caso de aumentar o tamanho do tabuleiro).

Diante disso as melhorias sugeridas e que foram implementadas no segundo ciclo desta pesquisa-ação são anunciadas na próxima etapa.

4.1.5 Identificação da aprendizagem

Assim como descrito no capítulo 3, as respostas aos formulários anteriormente aplicados foram consolidadas através de um relatório descritivo, identificando os mais relevantes apontamentos dos participantes com relação à experimentação do jogo, considerando o objetivo do estudo. Tais sugestões foram organizadas no Quadro 6, que utiliza

a ferramenta de gestão 5W2H para resumir as ações de melhoria propostas pelos participantes, que serviram de base para o próximo ciclo da pesquisa-ação.

Quadro 6 - 5W2H - Melhorias a serem implementadas no 2º ciclo (continua)

5W					2H	
O quê? (What)	Porquê? (Why)	Onde? (Where)	Quem? (Who)	Quando? (When)	Como? (How)	Quanto custa? (How much)
Melhorar diagramação dos espaços	Movimentação do peão dificultada	Tabuleiro	Pesquisador	Até a 2ª experimentação (07/03/23)	Alterar <i>layout</i> , padronizar os espaçamentos	Edição criativa/gráfica
Melhorar diagramação da entrada dos estabelecimentos	Difícil visualização, confusão	Tabuleiro	Pesquisador	Até a 2ª experimentação (07/03/23)	Inserir indicação de entrada na cor vermelha. Adicionar nome do estabelecimento	Edição criativa/gráfica
Melhorar diagramação da Trilha de pontuação	Confusão, pouca utilização	Tabuleiro	Pesquisador	Até a 2ª experimentação (07/03/23)	Estimar melhor a quantidade de pontuação possível no jogo, indicar melhor os tipos de pontuação	Edição criativa/gráfica.
Adicionar ações diversas em casas onde não há estabelecimentos	Casas sem utilidade, poucas ações possíveis	Tabuleiro	Pesquisador	Até a 2ª experimentação (07/03/23)	Adicionar a Caixa de Ferramentas, Ponte “O que sou?”	Edição criativa/gráfica.
Aumentar número de cartas no jogo	Poucas cartas, pouca dinâmica	Cartas “o que sou?”	Pesquisador	Até a 2ª experimentação (07/03/23)	Criar mais cartas, explorando o conteúdo	Edição criativa/gráfica
Relacionar o conteúdo das cartas a resolução dos problemas	Conteúdos muitas vezes desconectados	Cartas “o que sou?” e Debriefing	Pesquisador e participantes	Até e durante a 2ª experimentação (07/03/23)	Oportunizar a identificação dos conceitos trabalhados durante Debriefing	Sem custo direto
Alterar dinâmica de escolha do respondente do grau de pontuação ao responder com mais ou menos dicas	As dicas já ficam expostas aos jogadores e não há diferenças para quem responde utilizando mais ou menos dicas	Cartas “o que sou?” e regras do jogo	Pesquisador	Até a 2ª experimentação (07/03/23)	Alterar layout das cartas, deixando as dicas e respostas no verso. Modificar regra de utilização das cartas.	Edição criativa/gráfica

Quadro 6 - 5W2H - Melhorias a serem implementadas no 2º ciclo (continuação)

5W					2H	
O quê? (What)	Porquê? (Why)	Onde? (Where)	Quem? (Who)	Quando? (When)	Como? (How)	Quant o custa? (How much)
Aumentar formas de aquisição de cartas	É muito difícil/demorado adquirir novas cartas	Cartas “Ferramentas” e tabuleiro	Pesquisador	Até a 2ª experimentação (07/03/23)	Adicionar pontos de aquisição no tabuleiro	Edição criativa / gráfica
Liberar “poderes” no jogo para quem completar os 4 níveis	jogadores sentem que não há tanta vantagem em adquirir novas cartas	Cartas “Ferramentas” e regras do jogo	Pesquisador	Até a 2ª experimentação (07/03/23)	Parcialmente: Inserir novas cartas “poderes” entre as cartas ferramentas	Edição criativa / gráfica
Ligar o conteúdo das cartas ao restante abordado no jogo	falta de conexão entre o conteúdo das cartas e restante do jogo	Durante a experimentação (Mediador) e <i>Debriefing</i>	Pesquisador e participantes	Até e durante a 2ª experimentação (07/03/23)	A cada grupo de cartas completadas, discorrer sobre a ferramenta e como ela pode ser utilizada na abordagem enxuta.	Sem custo direto
Especificar melhor as questões a serem respondidas	Não está claro o que deve ser respondido	Cartões “Casos”	Pesquisador	Até a 2ª experimentação (07/03/23)	reescrever as questões a, b e c, nos cartões casos, de forma mais clara e objetiva	Edição criativa / gráfica
Aumentar tempo de aplicação, ou agilizar a experimentação	Aconteceu apenas uma rodada, nesta experimentação	Experimentação	Pesquisador e participantes	Durante a 2ª experimentação	Dirigir a experimentação de forma mais ágil. Espera-se que, na segunda, os participantes já estejam mais familiarizados.	Sem custo direto
Aumentar a interação entre os jogadores	Jogo não apresenta cartas de ataque	Cartas	Pesquisador	Até a 2ª experimentação (07/03/23)	Criar possibilidades de utilização de cartas de ataque	Edição criativa / gráfica

Fonte: Próprio Autor

4.2 Segundo ciclo da pesquisa-ação

4.2.1 Diagnóstico

O segundo ciclo desta pesquisa tem início com o resultado da última etapa do ciclo anterior. À medida que foram identificadas lacunas resultadas da primeira experimentação, possibilidades de melhoria do jogo “A Cidade Enxuta” foram elencadas e organizadas no Quadro 6. Dessa forma a etapa de Diagnóstico deste ciclo é analisar mais propriamente os fatores que culminaram na identificação das falhas ou oportunidades de melhorias levantadas na etapa anterior, bem como apontar possibilidades de resolução para embasar a etapa de planejamento deste ciclo.

A primeira experimentação do Jogo “A Cidade Enxuta” foi bastante exitosa, tendo em vista que os envolvidos não tinham conhecimento concreto sobre o tema trabalhado pela ferramenta, e ainda assim, conseguiram compreendê-lo razoavelmente e notar a sua importância para a melhoria de processos e rotinas administrativas. Algumas dificuldades foram levantadas, principalmente com relação ao grande volume de conteúdo que o jogo e o tempo destinado a sua aplicação (“Jogo bastante interessante, mas o tempo foi curto. Mesmo assim, mostra que há possibilidade de aprendizado e facilidade de colocar esse aprendizado em prática”).

Em se tratando de primeira experimentação já era esperado um grande número de contribuições com vistas a diagramação e *design* do jogo, e muitos dos apontamentos foram tratados pelo pesquisador a fim de atender o maior número de sugestões justificadas, pelo objetivo de engajar os participantes na experimentação. Algumas sugestões foram consideradas inviáveis ou deixadas para um segundo momento após confirmação da sua necessidade numa próxima experimentação, como “O tabuleiro poderia ser maior” ou “Estudar a possibilidade dos lugares serem mais distantes ou de usar apenas um dado para movimentar no mapa”, por exemplo.

A integração do conteúdo das cartas e tabuleiro, com a resolução do caso proposto, foi um dos pontos levantados pelos participantes, como um dos participantes citou sobre as cartas *O que sou*: “Na verdade não entendi muito bem a função delas para se chegar à resposta final”. Da análise, percebeu-se que a integração das informações presente nas cartas *O que sou* e *Ferramentas* às atividades comuns de rotinas administrativas e aos casos trabalhados no jogo era um ponto de melhoria primordial, já que essa relação produziria, não só a sensação

de que se está na direção correta, mas contribuiria para a promoção do ganho de conhecimento efetivo nos participantes.

Considerando os fatos apresentados, verificou-se que a maioria das lacunas apontadas referia-se a questões de *design* e diagramação e poderiam ser trabalhadas pelo pesquisador, principal desenvolvedor gráfico deste trabalho. Outro ponto importante são as descrições apresentadas pelas cartas e casos, e a conexão dos conteúdos abordados na ferramenta, que deveriam ser melhorados com vistas a facilitar o entendimento e desenvolvimento do aprendizado no decorrer da experimentação do jogo.

4.2.2 Plano de ação

Diante das mudanças elencadas, surge a necessidade de planejar as suas implementações, de acordo com o tempo e recursos disponíveis. O Quadro 6 traz sucintamente as melhorias sugeridas como resultado do primeiro ciclo da pesquisa-ação, cabendo a este tópico demonstrar mais precisamente os detalhes desta execução.

As sugestões podem ser divididas em “melhorias de *design*/gráficas”, “melhorias de conteúdo/descrições” e “melhorias de aplicação/regras”, sendo as Melhorias de *design*/gráficas: Melhorar diagramação dos espaços, Melhorar diagramação da entrada dos estabelecimentos, Melhorar diagramação da Trilha de pontuação; Melhorias de conteúdo/descrições: Ligar o conteúdo das cartas ao restante abordado no jogo, Relacionar o conteúdo das cartas a resolução dos problemas, Especificar melhor as questões a serem respondidas; e Melhorias de aplicação/regras: Aumentar número de cartas no jogo, Aumentar interação entre os jogadores, Adicionar ações diversas em casas onde não há estabelecimentos, Alterar dinâmica de escolha do respondente do grau de pontuação ao responder com mais ou menos dicas, Aumentar formas de aquisição de cartas, Liberar “poderes” no jogo para quem completar os 4 níveis e Aumentar tempo de aplicação, ou agilizar a experimentação.

4.2.2.1 Ação da pesquisa

Dessa forma, a ação da pesquisa para este segundo ciclo da pesquisa-ação, diz respeito a execução das melhorias elencadas no parágrafo anterior de acordo com a sua classificação. Com relação às alterações de *design* e gráficas, o pesquisador utilizou o CorelDRAW, um programa de desenho vetorial bidimensional para *design* gráfico desenvolvido pela Corel

Corporation. As demais alterações relativas ao conteúdo e descrições bem como relativas à aplicação e regras do jogo, além da representação gráfica necessárias, o pesquisador precisou visitar ou buscar novas fontes de pesquisa. As ações deste ciclo com os desdobramentos de cada alteração estão pormenorizadas no próximo tópico.

4.2.3 Tomada da ação

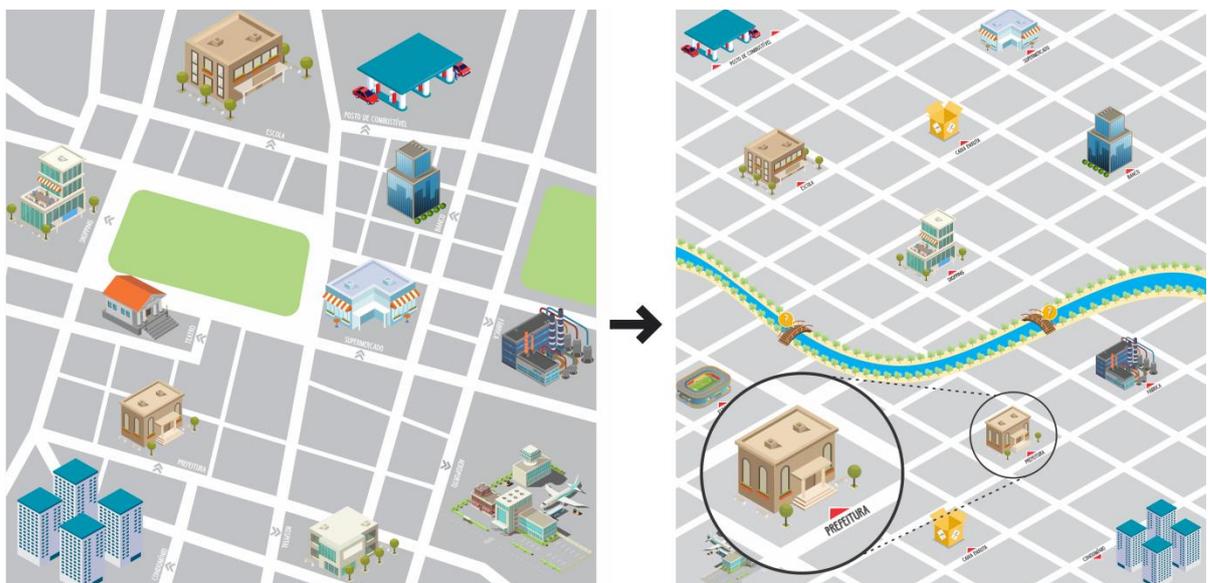
Este tópico está organizado da seguinte forma: indica-se o tipo de melhorias apontadas e destacam-se as sugestões referentes a este tipo, trazendo em seguida a ação realizada em relação a estas sugestões.

As sugestões de melhorias de *design*/gráficas foram:

- a) Melhorar diagramação dos espaços
- b) Melhorar diagramação da entrada dos estabelecimentos

O pesquisador realizou alterações no layout da representação da cidade no tabuleiro, no intuito de uniformizar os espaçamentos, estabelecendo a vista isométrica como padrão para esta representação e alterando a cor da seta indicativa das entradas dos estabelecimentos de cinza para vermelha, conforme Figura 11.

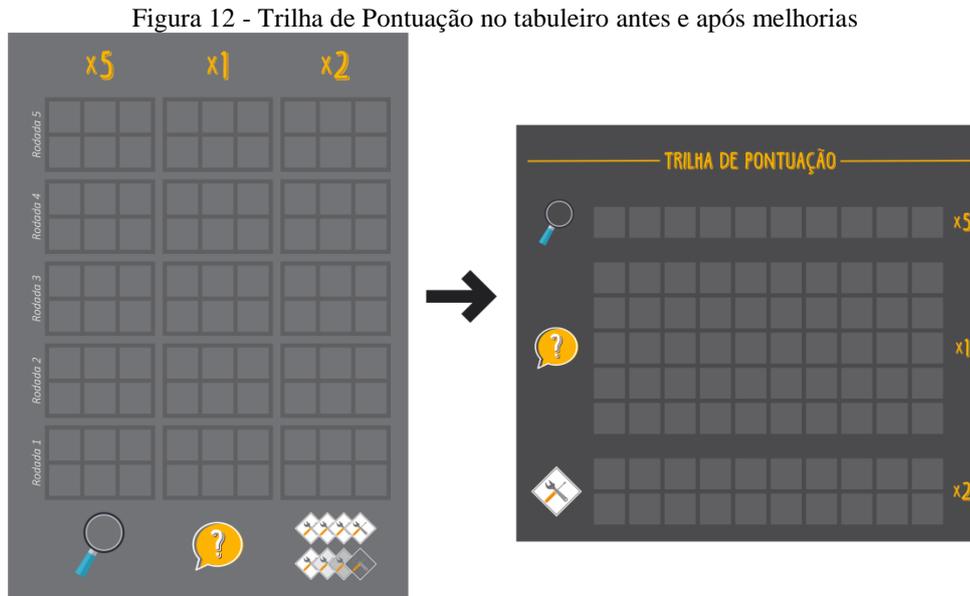
Figura 11 - Representação da cidade no tabuleiro antes e após melhorias



Fonte: Próprio autor

c) Melhorar diagramação da Trilha de pontuação

As alterações no layout da trilha de pontuação posta no tabuleiro vão de encontro às críticas dos jogadores durante a experimentação, no intuito de atribuir mais clareza e praticidade a este aspecto do jogo.



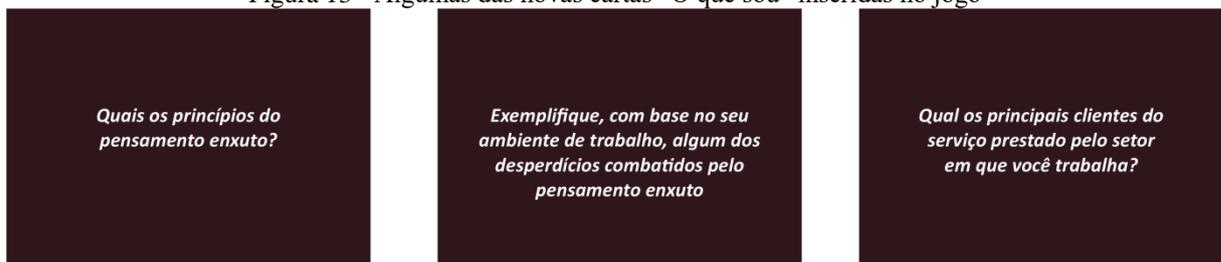
Fonte: Próprio autor

As sugestões de melhorias de conteúdo e descrições foram:

- Ligar o conteúdo das cartas ao restante abordado no jogo
- Relacionar o conteúdo das cartas a resolução dos problemas

Para atender as sugestões com vistas ao relacionamento do conteúdo abordado nas cartas com o conteúdo da abordagem enxuta e os demais itens do jogo, como os cartões de casos (situações-problemas), a iniciativa foi criar outras cartas que, além das conceituais já existentes, pudessem ajudar os participantes a fazerem associações entre o assunto abordado no jogo e o ambiente de trabalho administrativo e, mais precisamente, à sua própria rotina.

Figura 13 - Algumas das novas cartas “O que sou” inseridas no jogo



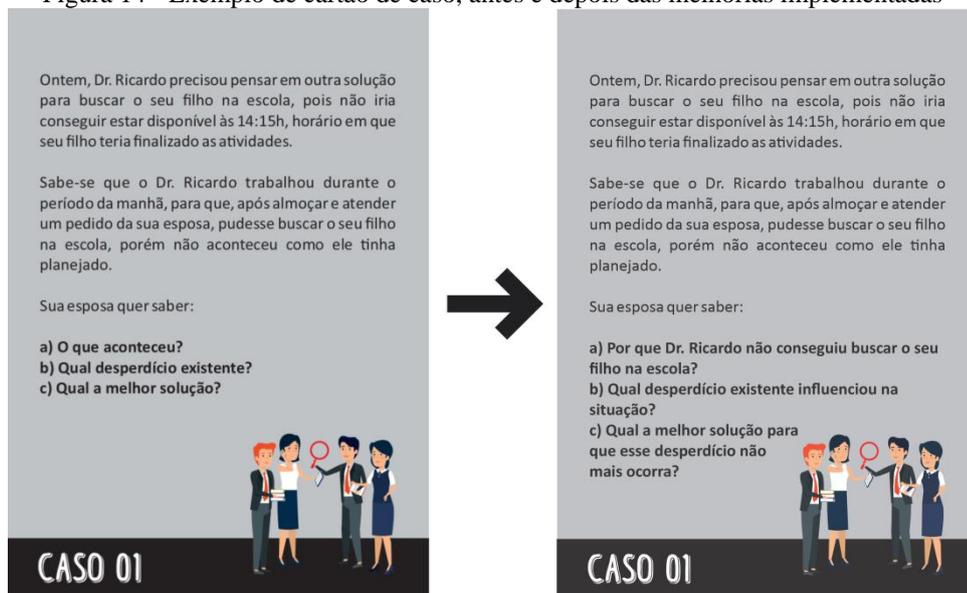
Fonte: Próprio autor

Outra ação associada a esta melhoria, foi estimular a intervenção do mediador durante a experimentação, no intuito de explicar algum tópico ou conectar os assuntos abordados de forma superficial, contribuindo para o desenvolvimento do conhecimento dos participantes. Com relação às cartas Ferramentas, preferiu-se por não realizar alterações gráficas nesse momento, já que durante a primeira experimentação houve uma baixa utilização dessas. Uma melhor utilização das cartas *Ferramentas* é proposta para a segunda experimentação (detalhada no tópico seguinte), no intuito de avaliar a necessidade de novas mudanças.

c) Especificar melhor as questões a serem respondidas

Para a primeira experimentação, as questões apresentadas nos cartões de casos foram redigidas de forma genérica, de modo que para todas as situações problemas, o jogador precisaria responder três questões básicas, sempre redigidas da mesma forma. Como melhoria, para evitar dúvidas ou imprecisão nas respostas, as questões foram redigidas de forma mais específica, relacionada ao caso ao qual se refere, conforme exemplo da Figura 14.

Figura 14 - Exemplo de cartão de caso, antes e depois das melhorias implementadas



Fonte: Próprio autor

As sugestões de melhorias relacionadas à aplicação e regras do jogo foram:

- Aumentar número de cartas no jogo
- Aumentar interação entre os jogadores

Durante o momento de *Debriefing* após a experimentação, os participantes indagaram sobre a possibilidade do jogo conter cartas diferentes, que pudessem ser utilizadas para atacar os outros jogadores. De fato, tal possibilidade aumentaria a dinamicidade do jogo e traria um

maior nível de competição entre os envolvidos, o que, conseqüentemente, aumentaria o engajamento e concentração dos mesmos na atividade, oportunizando um maior ganho de conhecimento. Seguindo este raciocínio, uma série de cartas de ataque foi pensada, para compor o Deck de cartas *ferramentas*, mas com funções diferentes. Essas cartas poderiam ser utilizadas para fins específicos no objetivo de ganhar vantagem ou prejudicar os outros jogadores, conforme Figura 15.

Figura 15 - Exemplos de cartas ferramentas de ataque criadas



Fonte: Próprio autor

- c) Adicionar ações diversas em casas onde não há estabelecimentos
- d) Aumentar formas de aquisição de cartas

Como resposta ao apontamento dos participantes foram realizadas duas inserções no tabuleiro, a primeira relacionada às cartas *O que sou* e a segunda, relacionada às cartas *ferramentas*. As cartas *O que sou* seriam agora acessadas através da ponte, quando os jogadores atravessariam de um lado da cidade para o outro no intuito de entrar nos demais estabelecimentos e buscar mais dicas. O acesso à ponte se daria através das respostas às cartas *O que sou*, quando os jogadores precisariam acertar ou desafiar outro jogador (e este, errar), para ganhar o acesso. Caso contrário, ficariam impedidos de continuar a sua jogada até a próxima rodada. Já as cartas *ferramentas* poderiam ser adquiridas acessando o espaço no tabuleiro “Caixa enxuta”, no intuito de facilitar a sua aquisição, já que na primeira experimentação as cartas foram pouco utilizadas, tendo em vista que a única forma de adquiri-las era através do acesso à um estabelecimento específico, ou a cada nova rodada.

Figura 16 - Caixa enxuta e ponte

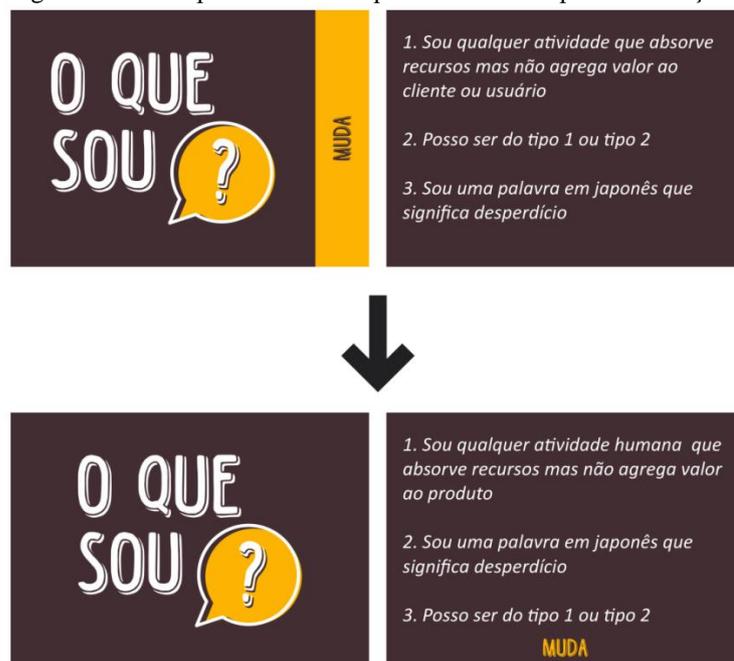


Fonte: Próprio autor

- e) Alterar dinâmica de escolha do respondente e do grau de pontuação ao responder com mais ou menos dicas

As cartas *O que sou* podem gerar zero, um, dois ou três pontos, a depender da exatidão da resposta e do número de dicas utilizadas pelo jogador para chegar à resposta. Diferente da primeira experimentação, o jogador poderia agora desafiar outro jogador para responder a pergunta ou tentar adivinhar a resposta correta, ou ainda tentar acertar com menos ou mais dicas, para ganhar mais ou menos pontos. Dessa forma todo conteúdo da carta foi transferido para o verso da mesma, e a leitura da primeira dica seria feita pelo mediador, dando a oportunidade do jogador responder ou desafiar outro jogador. Caso o jogador optasse por responder, ele ainda poderia pedir mais dicas para chegar à resposta.

Figura 17 - Exemplo de carta “O que sou” antes e após as alterações



Fonte: Próprio autor

f) Liberar “poderes” no jogo para quem completar os 4 níveis

Com a inserção da Caixa “Enxuta”, a tendência era ter um maior fluxo de aquisição das cartas Ferramentas. Para estimular essa aquisição, foi destinada uma pontuação para quem acumulasse as quatro cartas de níveis diferentes de uma mesma ferramenta ou quatro cartas de ferramentas diferentes, de um mesmo nível.

g) Aumentar tempo de aplicação, ou agilizar a experimentação

A segunda experimentação foi realizada num mesmo período de tempo que a primeira, porém, como os jogadores já estavam habituados ao conteúdo e jogabilidade, previu-se que o tempo seria mais bem aproveitado. Caso ainda fosse constatada a sua insuficiência, seria estudado o aumento do período da experimentação, numa próxima etapa.

4.2.4 Avaliação

Para avaliar a reação dos participantes diante da experimentação, esta etapa compreendeu os passos de Teste e Meta-Debriefing proposto pelo metamodelo de desenvolvimento e avaliação de aprendizado para jogos de empresas, proposto por Miyashita, Barbosa e Azeredo (2007), como descritos a seguir.

4.2.4.1 Teste

Assim como no primeiro ciclo desta pesquisa, esta etapa compreendeu os passos de Teste e Meta-Debriefing proposto pelo metamodelo de desenvolvimento e avaliação de aprendizado para jogos de empresas, proposto por Miyashita, Barbosa e Azeredo (2007).

Após as melhorias implementadas, o protótipo do *serious game* “A Cidade Enxuta” foi novamente experimentado pelo grupo de servidores administrativos do Campus Muzambinho do IFSULDEMINAS no dia 07/03/2023, quando os dois grupos foram novamente alocados na Sala de reuniões do Campus, o primeiro das 13h30min às 15h00min, e o segundo de 15h00min às 16h30min. Vale ressaltar que, como se tratava do segundo ciclo, foi destinado um tempo de aproximadamente 10 minutos para tratar rapidamente das melhorias implementadas, tendo em vista o objetivo de melhora incremental do jogo, de acordo com as sugestões dos participantes. Assim como no primeiro ciclo, os jogadores foram organizados em uma mesa redonda, onde o tabuleiro e demais itens necessários estavam dispostos, conforme Figura 18.

Figura 18 - Servidores durante 2ª experimentação do jogo



Fonte: Próprio autor

O próprio pesquisador atuou novamente como mediador, instruindo os participantes quanto às regras e procedimentos durante a experimentação. O caso abordado nesta rodada foi o Caso 6 (Apêndice B) que trabalhou, dentre outras questões, o desperdício denominado “Processamento ou Superprocessamento”. Para esta rodada já era esperado um desempenho melhor dos participantes, tendo em vista as melhorias implementadas. Como exemplo disso, algumas dúvidas sobre as possibilidades de locomoção do jogador no tabuleiro, entrada dos estabelecimentos e trilha de pontuação, não se repetiram durante essa rodada. A inserção da ponte como obstáculo, e sua travessia associada à resposta correta da carta “O que sou”, além da inserção das caixas enxutas, que possibilitou um acúmulo mais rápido de cartas ferramentas, foram ideias bastante elogiadas pelos participantes.

A inserção de cartas ferramentas de ataque trouxe uma maior dinamicidade ao jogo, e a especificação mais precisa das questões referentes ao caso (situação problema) contribuiu para um melhor direcionamento das respostas dos jogadores. Algumas das cartas “O que sou” que traziam questões subjetivas foram utilizadas, possibilitando momentos de troca de conhecimento entre mediador e participantes, e o estabelecimento de relações entre conteúdos.

O estabelecimento de regras mais claras com relação às formas de pontuar respondendo ou desafiando os jogadores com as cartas “O que sou” incentivou os participantes a responderem mais do que desafiarem os seus oponentes, já que esta ação valia mais pontos.

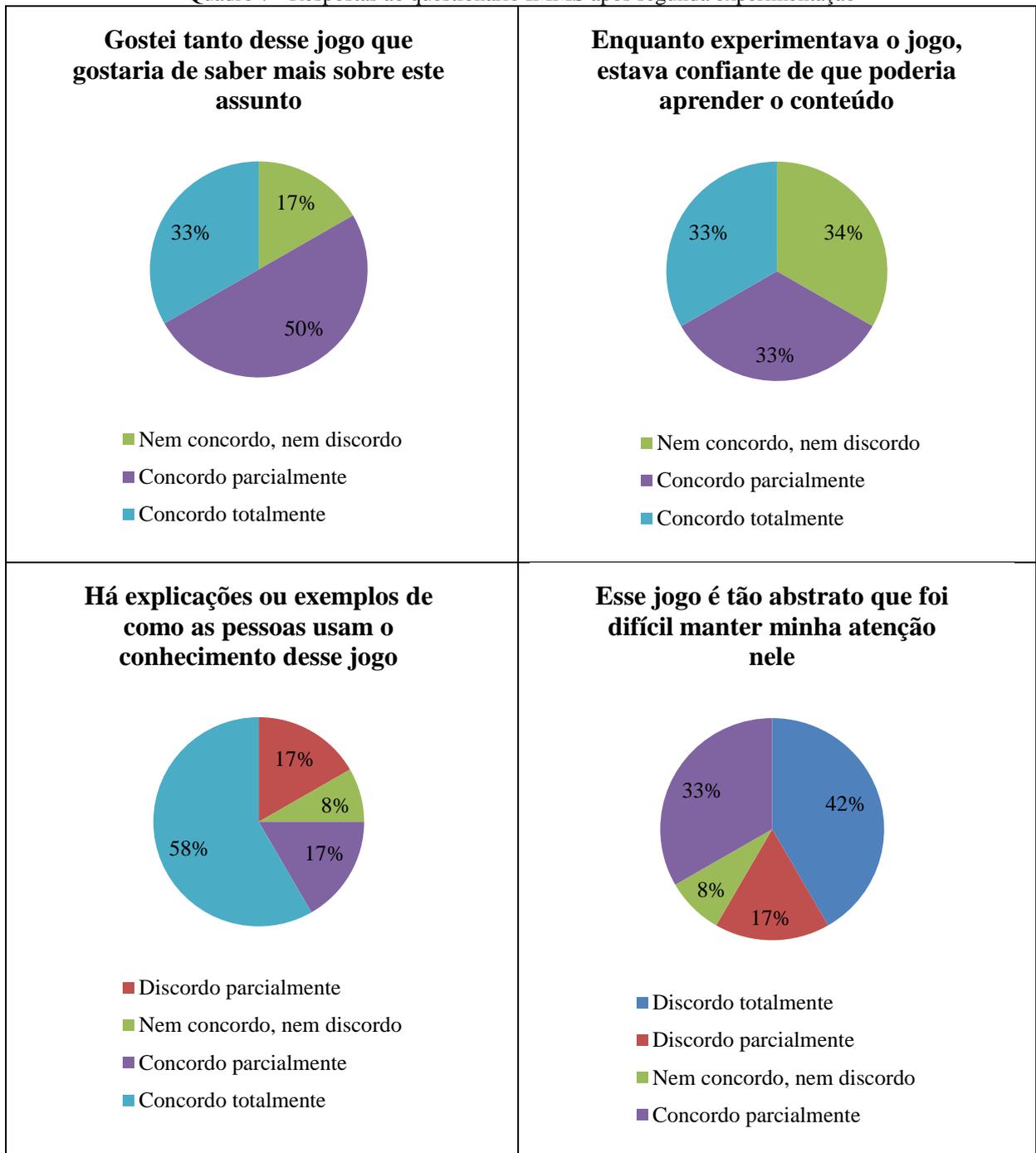
Ainda que a duração da segunda e primeira experimentação tenham sido iguais, e em ambas, tenha sido trabalhado apenas um caso, durante a última prática, foram oportunizados

mais momentos de interação entre os jogadores e mediador, sejam motivados pelas ações do jogo ou para se esclarecer ou relacionar conteúdos.

Além dessas primeiras impressões percebidas durante a experimentação e depois, no momento de *Debriefing*, foi novamente disponibilizado o formulário online com o questionário IMMS e um espaço para sugestões e apontamentos mais precisos relacionados ao jogo, considerando os seus aspectos estéticos, tecnológicos, narrativos e mecânicos.

As respostas ao formulário podem ser acessadas em sua totalidade, através do link disponibilizado no Apêndice A deste trabalho. Algumas das respostas do questionário IMMS da segunda experimentação foram organizadas graficamente para uma melhor visualização, e são apresentadas a seguir.

Quadro 7 - Respostas ao questionário IMMS após segunda experimentação



Fonte: Próprio autor

A segunda seção do formulário oportunizou aos participantes sugerirem melhorias referentes aos componentes do jogo em seus diversos aspectos (estéticos, mecânicos, tecnológicos e narrativos). Tais sugestões podem ser acessadas em sua totalidade através do link disponibilizado no Apêndice A deste trabalho. Algumas dessas são apresentadas no Quadro 8.

Quadro 8 - Comentários e sugestões de melhorias após 2ª experimentação (continua)

Componente	Comentário do participante
Tabuleiro	“A diagramação do tabuleiro melhorou. Foram introduzidos componentes interessantes como as pontes, pois as mesmas melhoram a jogabilidade”.
	“(…) Tabela lateral com tipos de desperdícios”.
	“A pontuação (lado direito) deveria ter 06 espaço, de acordo com o numero máximo de jogadores, atualmente tem 04 linhas. Deveria ter quadro ""INICIO". Inserir mais carta extra no tabuleiro, para ficar mais competitivo. Quem tiver mais pontos, terá uma pista extra. Caixa extra deverá ser em um quadrado mais destacado (alterar a cor na casa). Colocar uma ampulheta, para marcar o tempo”
	“Melhorar a trilha de pontuação, pois não fica bem definido os ganhadores com essas pontuações em cada categoria”.
Cartas “O que sou?”	“Muito bem estruturada, porém difícil de guardar as respostas de tantas cartas. Minha sugestão é cada rodada trabalhar um tópico”.
	Devido ao volume e diversidade, os termos relacionados às respostas das dicas contidas nas cartas "O que sou", poderiam estar dispostos junto ao Tabuleiro do Jogo para que os jogadores ao os visualizarem pudessem relacionar as dicas a eles, utilizando assim mais de sua capacidade de interpretação, inteligência e conhecimento do que da memorização em si.
	“Bastante didático e de fácil entendimento”.
Cartas “Ferramentas”	“Sugiro que haja mais possibilidades de ganhar as ferramentas. Em quase todos os estabelecimentos ganhar também. E retirar a "caixinha" onde se ganha a ferramenta.”.
	“Foram mais úteis nessa experimentação que na primeira, mas ainda não achei grande utilidade pra elas (apenas para a abre e fecha)”.
	“Assim como as cartas "O que Sou?" as cartas "Ferramentas" tem um excelente conteúdo e cumpre bem o seu papel dentro do jogo”.
Cartões “Casos”	“Na minha visão já estão muito bons, pois possibilitam aos jogadores, de forma concreta e clara, entenderem o objetivo final do jogo”.
	“Muito bom também. Sugiro que as perguntas tenham respostas objetivas, com alternativas. Cada jogador tenha um cartão e quando deseje responder o caso tenha o feedback do acerto de 100% ou não”.
Outros aspectos	“Um excelente jogo para ser usado em treinamentos, cursos. Faz abrir os pensamentos e fazer com que pensemos "fora" da caixa!”
	“Tabuleiro deve ser maior”.
	“Jogar em dupla afim de discutir o caso”.

Fonte: Próprio Autor

4.2.4.2 Meta-Debriefing

A partir da observação da experimentação e das respostas ao questionário IMMS, as alterações sugeridas pelos participantes no passo anterior foram avaliadas pelo pesquisador e orientador da pesquisa, quanto à relevância diante do objetivo do estudo, bem como a capacidade de sua implementação, considerando os recursos e tempo disponível.

Os comentários erguidos durante a prática e Debriefing, bem como a análise das respostas ao questionário IMMS, sugerem que, de um modo geral, as mudanças implementadas foram bem aceitas pelos participantes. Comentários como “A diagramação do tabuleiro melhorou. Foram introduzidos componentes interessantes como as pontes, pois as mesmas melhoram a jogabilidade” ou “Na minha visão já estão muito bons, pois possibilitam aos jogadores, de forma concreta e clara, entenderem o objetivo final do jogo”, podem ser considerados bons *feedbacks* quando se está trabalhando a ideia de melhoria contínua de um *serious game*, através da pesquisa-ação.

Algo que se tornou perceptível foi a dificuldade de alguns envolvidos em memorizar alguns conceitos, necessários ao bom rendimento no jogo. Algumas sugestões de melhorias tendem a suprir essa lacuna, como a que sugere a inserção de uma “(...)Tabela lateral com tipos de desperdícios”. Considerando a aplicação do jogo dentro de um programa de treinamento enxuto, implementações como esta não fazem o mesmo sentido, pois facilitaria demasiadamente a experimentação, tendo em vista que a resposta (ou parte dela) estaria à vista dos jogadores durante a prática. Entende-se que, por não haver sido ministrado um treinamento conceitual, tal conteúdo ainda seja pouco conhecido dos participantes, e daí, a dificuldade em memorizar os conceitos.

Entendendo que o processo de melhoria do jogo é continuado, a opinião dos participantes é fundamental e, no objetivo de mantê-los motivados, para que assim tenham um melhor rendimento no jogo e, obviamente, um maior interesse pelo conteúdo trabalhado pela experimentação, as melhorias sugeridas neste ciclo foram analisadas e organizadas, e são anunciadas na próxima etapa. Vale ressaltar que algumas sugestões não atendidas após a primeira experimentação, quando se desejava estudar uma forma de implementação mais precisa ou viável, foram implementadas no terceiro ciclo e são posteriormente destacadas.

4.2.5 Identificação da aprendizagem

Com a consolidação das respostas ao questionário IMMS, após a segunda experimentação, foram avaliadas as melhorias executadas e identificadas novas melhorias relevantes ao objetivo do estudo. Tais sugestões foram organizadas no Quadro 9, que utiliza a ferramenta de gestão 5W2H para resumir as ações de melhoria propostas pelos participantes, que serviram de base para o próximo ciclo da pesquisa-ação.

Quadro 9 - 5W2H - Melhorias a serem implementadas no 3º ciclo (continua)

5W					2H	
O quê? (What)	Porquê? (Why)	Onde? (Where)	Quem? (Who)	Quando? (When)	Como? (How)	Quant o custa? (How much)
Melhorar diagramação da trilha de pontuação	A separação por categorias confunde os jogadores sobre quem está vencendo parcialmente a rodada	Tabuleiro	Pesquisador	Até a 3ª experimentação (18/04/23)	Alterar <i>layout</i> , unificar trilhas	Edição criativa / gráfica
Definir ponto de início	Trazer padrão e previsibilidade para o início da partida	Tabuleiro	Pesquisador	Até a 3ª experimentação (18/04/23)	Inserir indicação de início, ou início para cada pontuação alcançada através dos dados	Edição criativa / gráfica
Utilizar instrumento para medir tempo	Organizar o acesso ao livro de dicas	Durante a experimentação	Pesquisador	Durante a 3ª experimentação (18/04/23)	Utilizar cronômetro/ampulheta para mensurar o tempo de acesso ao livro de dicas	Edição criativa / gráfica.
Não utilizar todas as cartas “O que sou” desde o começo do jogo	Muitas cartas sugerem muito conteúdo para se trabalhar ao mesmo tempo, podendo gerar confusão ou aumentar o nível de dificuldade	Cartas “O que sou”	Pesquisador	Até a 3ª experimentação (18/04/23)	Utilizar apenas parte das cartas “O que sou” na primeira rodada, e inserir as demais, com o passar das rodadas, aumentando gradativamente o número de cartas no jogo	Edição criativa / gráfica.

Quadro 9 - 5W2H - Melhorias a serem implementadas no 3º ciclo (conclusão)

5W					2H	
O quê? (What)	Porquê? (Why)	Onde? (Where)	Quem? (Who)	Quando? (When)	Como? (How)	Quanto custa? (How much)
Substituir caixa enxuta, por estabelecimentos que dão cartas ferramentas aos jogadores	Dificuldade em adquirir cartas ferramentas faz com que sejam pouco utilizadas	Cartas “Ferramentas” e Tabuleiro	Pesquisador	Até a 3ª experimentação (18/04/23)	Alterar layout do tabuleiro, inserindo indicações de cartas ferramentas nos estabelecimentos	Edição criativa / gráfica
Jogador receber feedback da sua resposta, e oportunizar outros responderem caso não esteja 100% certa	Oportunizar respostas e discussões mais completas aos casos	Durante a experimentação	Pesquisador e participantes	Durante a 3ª experimentação (18/04/23)	Criar padrão de avaliação das respostas, oportunizando outros jogadores continuarem o jogo e descobrirem a resposta correta (quando um jogador errar), ou complementarem a resposta errada do outro jogador.	Sem custo direto
Tabuleiro deve ser maior	O tabuleiro está pequeno para 6 jogadores	Tabuleiro	Pesquisador	Até a 3ª experimentação (18/04/23)	Aumentar o tamanho, organizando melhor os elementos no tabuleiro.	Edição criativa / gráfica
Possibilitar jogar em duplas	Fomentar debates dentro das duplas,	Durante a experimentação	Pesquisador e participantes	Durante a 3ª experimentação (18/04/23)	Sugerir como forma de aplicação, a utilização de duplas	Sem custo direto
Dar mais utilidade para as cartas ferramentas	Parecem não ter relação com o jogo	Cartas Ferramentas	Pesquisador	Até a 3ª experimentação (18/04/23)	Contextualizar e ilustrar melhor as cartas ferramentas, de forma a atrelar ao conteúdo do jogo	

Fonte: Próprio Autor

4.3 Terceiro ciclo da pesquisa-ação

4.3.1 Diagnóstico

O terceiro ciclo desta pesquisa teve início com o resultado da última etapa do ciclo anterior. À medida que as mudanças implementadas para a segunda experimentação foram avaliadas, e novas possibilidades de melhoria foram identificadas, foram definidas as ações que seriam desempenhadas neste ciclo. Dessa forma, a etapa de Diagnóstico deste ciclo se constitui de uma análise dos fatores que influenciaram a reação dos participantes com relação às melhorias implementadas e na identificação de novas falhas ou oportunidades de melhorias levantadas, bem como no apontamento de possibilidades de resolução dessas lacunas, para embasamento da etapa de planejamento deste ciclo.

A segunda experimentação do jogo “A Cidade Enxuta” apresentou resultado similar ao da primeira experimentação, tendo em vista que foi trabalhado a mesma quantidade de um caso durante a rodada, porém os jogadores apresentaram um desenvolvimento sutilmente melhor em relação ao da primeira aplicação, já que nesta oportunidade foi possível realizar mais momentos de *feedbacks* e troca de conhecimentos.

Algumas melhorias foram implementadas e geraram reação positiva dos participantes, como nos casos da melhoria da diagramação do tabuleiro e da inserção de novas cartas de ataque no jogo, que trouxeram mais dinamicidade ao jogo. Por outro lado algumas dificuldades não foram resolvidas de forma total, como o grande volume de conteúdo abordado e falta de conexão entre as cartas ferramentas e o restante do jogo.

As melhorias sugeridas após a segunda experimentação se dividem em mudanças de *design*, que alterariam de alguma forma a jogabilidade do jogo, e mudanças práticas, de execução, que surgem como sugestão para trazer ainda mais dinamicidade ao jogo. Desse modo, entendeu-se que as mudanças poderiam ser trabalhadas pelo pesquisador, principal desenvolvedor gráfico deste trabalho.

4.3.2 Plano de ação

Diante das mudanças elencadas, surge a necessidade de planejar as suas implementações, de acordo com o tempo e recursos disponíveis. O Quadro 9 traz sucintamente as melhorias sugeridas como resultado do segundo ciclo da pesquisa-ação, cabendo a este tópico demonstrar mais precisamente os detalhes desta execução.

As sugestões podem novamente ser divididas em “melhorias de *design*/gráficas”, “Melhorias de conteúdo/descrições” e “melhorias de aplicação/regras”, sendo as Melhorias de *design*/gráficas: Melhorar diagramação da trilha de pontuação, definir pontos de início, substituir caixa enxuta por estabelecimentos que fornecem cartas ferramentas e aumentar tamanho do tabuleiro; Melhorias de conteúdo/descrições: Melhorar o conteúdo e ilustrações das cartas “Ferramentas”; e Melhorias de aplicação/regras: Utilizar instrumento para medir tempo, particionar a utilização das cartas “O que sou”, Fornecer feedback e oportunizar complementação das respostas aos jogadores e possibilitar jogar em duplas/grupos ao invés de jogadores individuais.

4.3.2.1 Ação da pesquisa

A ação da pesquisa para este terceiro ciclo da pesquisa-ação, diz respeito à execução das melhorias elencadas no parágrafo anterior de acordo com a sua classificação. Com relação às alterações de *design* e gráficas, o pesquisador utilizou novamente o CorelDRAW, um programa de desenho vetorial bidimensional para *design* gráfico desenvolvido pela Corel Corporation. As alterações relativas à aplicação e regras do jogo, além da representação gráfica necessária, precisaram ser documentadas para posterior organização de manual de aplicação. A ação deste ciclo com os desdobramentos de cada alteração estão pormenorizadas no próximo tópico.

4.3.3 Tomada da ação

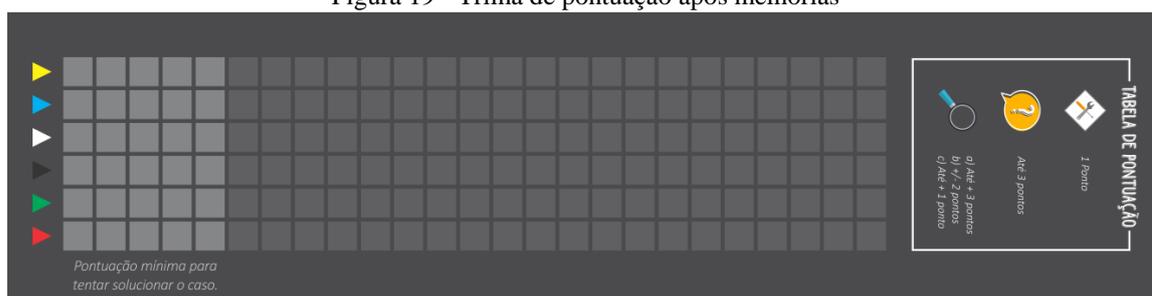
Este tópico está organizado da seguinte forma: Indica-se o tipo de melhorias apontadas, e destacam-se as sugestões referentes a este tipo, trazendo em seguida a ação realizada em relação a estas sugestões.

As sugestões de melhorias de *design*/gráficas foram:

a) Melhorar diagramação da Trilha de pontuação

O pesquisador realizou alterações no layout, unificando a Trilha de pontuação, e definindo um valor de pontuação para cada ação no jogo (no topo da trilha, há uma explicação gráfica do valor da pontuação para cada tipo de ação), além de clarificar as regras de pontuação, através de uma tabela posta acima da trilha, conforme Figura 19.

Figura 19 - Trilha de pontuação após melhorias

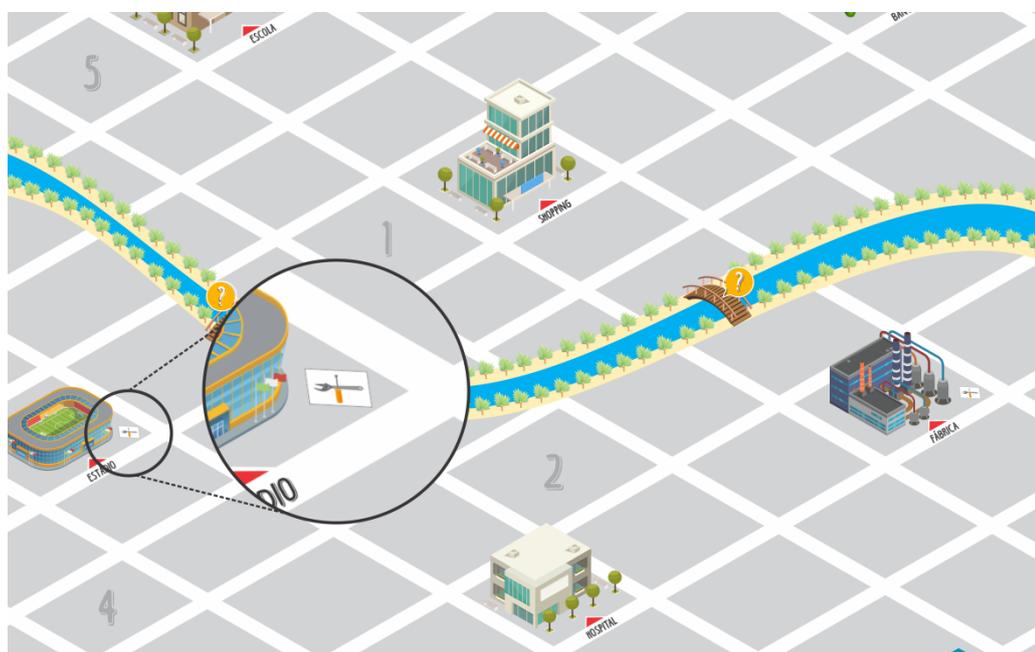


Fonte: Próprio autor

- b) Definir pontos de início
- c) Substituir caixa enxuta por estabelecimentos que fornecem cartas ferramentas

Também foram estabelecidos pontos iniciais, onde cada jogador, de acordo com a pontuação obtida através dos dados deve começar a rodada. Outra inserção foi a da identificação de estabelecimentos que fornecem cartas ferramentas aos jogadores que adentrarem-no. Os detalhes são evidenciados pela Figura 20.

Figura 20 - Detalhes do tabuleiro



Fonte: Próprio autor

- d) Aumentar tamanho do tabuleiro

O Tabuleiro foi ampliado em duas vezes o tamanho anterior, e conseqüentemente o layout foi modificado para um melhor posicionamento dos dados, além de inseridas outras

informações referentes à pontuação e bonificações, além de disponibilizados espaços para alocação das cartas do jogo, conforme Figura 21.

Figura 21 - Tabela de bonificação e espaço para cartas do jogo



Fonte: Próprio autor

As sugestões de melhorias de conteúdo e descrições foram:

- a) Melhorar o conteúdo e ilustrações das cartas “Ferramentas” do jogo

Diante da crítica recorrente com relação às cartas “Ferramentas” o pesquisador entendeu que o sucesso desse item dependia de uma reestruturação total. Na tentativa de integrar melhor esse conteúdo ao jogo, as ilustrações e descrições das cartas foram reescritas, substituindo descrições técnicas voltadas para o ambiente da manufatura, para descrições mais sucintas e práticas, voltadas ao ambiente administrativo. Além da reestruturação, houve a diminuição do número de ferramentas trabalhadas pelo jogo, passando de seis para quatro, na ideia de trabalhar menos conteúdo, porém de uma forma mais precisa e aprofundada. Dessa forma, o jogador teria acesso a um número maior de informação referente a uma mesma ferramenta enxuta, e poderia relacionar mais facilmente o conteúdo das cartas ao conteúdo do jogo e à resolução dos casos. Essa transformação é exemplificada na Figura 22.

Figura 22 - Cartas ferramentas após melhorias implementadas



Fonte: Próprio autor

As sugestões de melhorias relacionadas à aplicação e regras do jogo foram:

- a) Utilizar instrumento para medir tempo
- b) Particionar a utilização das cartas “O que sou”

Com relação à primeira sugestão, foi estabelecido o tempo de 20 segundos para que o jogador acessasse o livro de dicas, utilizando um cronômetro para essa marcação. A respeito da segunda sugestão, na primeira rodada, foram utilizadas apenas as cartas “O que sou” referente aos princípios enxutos e desperdícios combatidos pelo pensamento enxuto, sendo proposta a inserção das cartas referente a conceitos enxutos, e questões subjetivas, nas rodadas posteriores.

- c) Fornecer *feedback* e oportunizar complementação das respostas aos jogadores

Houve uma mudança na regra para o jogador que tenta acertar a solução do caso. Anteriormente, se o jogador não acertasse completamente a resposta, não receberia nenhum ponto. Porém, a partir desta experimentação, ficou estabelecido que a resposta correta à questão A valeria até três pontos, à questão B valeria dois pontos (positivos em caso de acerto ou negativos em caso de erro), e à questão C valeria um ponto. Se o jogador deixar de responder ou responder incorretamente alguma das questões, não pontua, e o próximo jogador com a melhor pontuação no jogo terá a oportunidade de responder e acumular pontos extras.

- d) Possibilitar jogar em duplas/grupos

O principal objetivo dessas experimentações foi identificar oportunidades de melhoria e, para isso, foi essencial contar com a colaboração e percepção individual de cada um dos participantes. Para manter a consistência com as experimentações anteriores, o jogo foi reaplicado da mesma forma. No entanto, foi prevista a opção de aplicação em duplas ou grupos no Manual de aplicação, oferecendo maior flexibilidade e adaptabilidade à prática. A escolha da forma de aplicação dependerá do objetivo da prática ou do ambiente em que ocorrerá, proporcionando uma experiência mais personalizada e eficiente para cada grupo de participantes.

4.3.4 Avaliação

4.3.4.1 Teste

Neste último ciclo da pesquisa, a etapa de avaliação também compreendeu os passos de Teste e Meta-Debriefing proposto pelo metamodelo de desenvolvimento e avaliação de aprendizado para jogos de empresas, proposto por Miyashita, Barbosa e Azeredo (2007).

Após as melhorias implementadas, o protótipo do *serious game* “A Cidade Enxuta” foi novamente experimentado pelo grupo de servidores administrativos do Campus Muzambinho do IFSULDEMINAS no dia 18/04/2023, quando os dois grupos foram novamente alocados na Sala de reuniões do Campus, o primeiro das 13h30min às 15h00min, e o segundo de 15h00min às 16h30min. Considerando que este seria o último ciclo da pesquisa, e alguns dos envolvidos estavam participando de atividades institucionais ou de férias no dia da aplicação, foi proposta a redução no número de participantes por grupo, sendo estabelecidos dois grupos, um com quatro servidores e outro com cinco, projetando-se também a possível análise da influência do quantitativo de jogadores na fluência e duração da prática, como já tinha sido sugerido pelos participantes em momentos anteriores.

Neste terceiro ciclo, novamente foram apresentadas as melhorias realizadas ao jogo, de acordo com as sugestões dos participantes. Assim como os demais ciclos, os jogadores foram organizados em uma mesa redonda, onde o tabuleiro e demais itens necessários estavam dispostos, conforme Figura 23.

Figura 23 - Servidores durante 3ª experimentação do jogo



Fonte: Próprio autor

O próprio pesquisador atuou novamente como mediador, instruindo os participantes quanto às regras e procedimentos durante a experimentação. O caso abordado nesta rodada foi o Caso 4 e, em um dos grupos, o Caso 02 (Apêndice B) que trabalharam, dentre outras questões, os desperdícios denominados “Habilidades/Talentos” e “Movimentação”.

Nesta terceira experimentação foi perceptível a maior agilidade na execução da prática, promovida tanto pela familiarização dos participantes com o jogo, quanto pela diminuição no número de participantes. Diferente das outras experimentações, nesta foi possível jogar mais de uma rodada, ou seja, trabalhar um segundo caso (situação-problema).

Esse tempo a mais, poderia também ser utilizado para a realização de treinamento conceitual, ou *feedbacks* mais aprofundados.

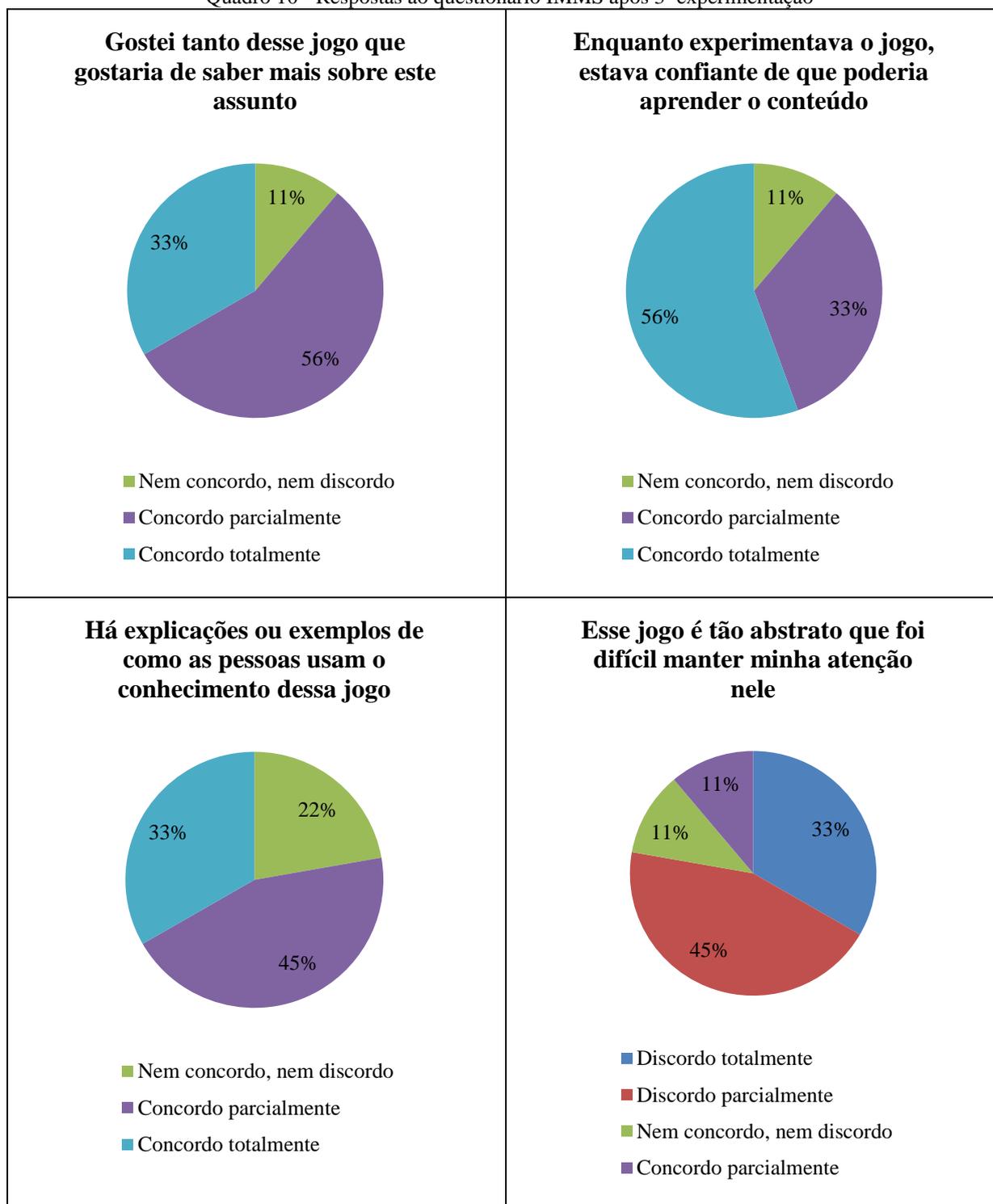
O aumento no tamanho do tabuleiro facilitou a visualização e mobilidade dos jogadores durante a execução, e a definição dos pontos de início através da jogada de dados, pôs fim a indefinição do jogador no momento de escolha por onde se deveria iniciar a sua jogada. A alocação e visualização dos pontos na trilha de pontuação foram facilitadas depois das mudanças realizadas, sendo um ponto de concordância entre os participantes.

A alteração realizada nas cartas Ferramentas do jogo foi de suma importância para o sucesso da experimentação, tendo em vista que o conteúdo trabalhado pelas cartas se aproximou ainda mais do abordado nas situações problemas do jogo, e a diminuição do número de ferramentas, no intuito de explicar e exemplificar melhor esta seção do jogo surtiu efeito positivo, já que a associação com a prática administrativa, com a qual os participantes estavam familiarizados, foi ainda mais facilitada. Dessa forma os jogadores puderam compreender com mais clareza o uso das ferramentas e aplicar esse conhecimento na resolução dos desafios propostos pelo jogo.

Além dessas primeiras impressões percebidas durante a experimentação e depois, no momento de *Debriefing*, foi novamente disponibilizado o formulário online com o questionário IMMS e um espaço para sugestões e apontamentos mais precisos relacionados ao jogo, considerando os seus aspectos estéticos, tecnológicos, narrativos e mecânicos.

As respostas ao questionário podem ser acessadas em sua totalidade, através do link disponibilizado no Apêndice A deste trabalho. Algumas das respostas do questionário IMMS da terceira experimentação foram organizadas graficamente para uma melhor visualização, e são apresentadas a seguir.

Quadro 10 - Respostas ao questionário IMMS após 3ª experimentação



Fonte: Próprio autor

A segunda seção do formulário oportunizou aos participantes sugerirem melhorias referentes aos componentes do jogo em seus diversos aspectos (estéticos, mecânicos, tecnológicos e narrativos). Tais sugestões podem ser acessadas em sua totalidade através do

link disponibilizado no Apêndice A deste trabalho. Algumas dessas são apresentadas no Quadro 11.

Quadro 11 – Comentários e sugestões de melhorias após 3ª experimentação (continua)

Componente	Comentário do participante
Tabuleiro	“As alterações feitas no tabuleiro tornaram as marcações muito mais claras e reduziram a confusão na movimentação dos personagens pelos jogadores”.
	“Para mim foi uma grande evolução da primeira versão para terceira versão. O tabuleiro ficou mais claro para definir minha estratégia”.
	“A melhoria em questão deixou o jogo mais didático e com visual mais atraente, sedo que os itens que foram inseridos, conjuntamente com as opções adicionadas para serem utilizadas durante as partidas, proporcionaram maior clareza das finalidades e dos objetivos do jogo”.
	“O tabuleiro atual ficou mais compreensível, mas também pode ser pelo fato de que ficamos mais familiarizados com o jogo”.
Cartas “O que sou?”	“As melhorias realizadas tornaram a função dessas cartas mais evidente e puderam inserir no jogo a oportunidade dos jogadores de se familiarizar com os conceitos e dessa forma apreender durante a partida, na medida em que as utilizam, as possíveis aplicações de tais conhecimentos”.
	“As dicas estão mais claras”
	“A forma de apresentação desta carta ficou melhor já que não é mais necessário ficar virando a carta para ver o que ela representa”.
	“(…) informar se a resposta se refere ao "um principio" "um conceito" para facilitar”.
Cartas “Ferramentas”	“Essas sim, fez muita diferença. O jogo ficou mais atraente com as novas cartas”.
	“Boa ferramenta estratégica para nivelar o jogo entre os participantes; obtenção de pontos e adquirir conhecimento relacionado ao conteúdo”.
	“(…) as cartas "Ferramentas", parecem ter o objetivo de alcançar o mesmo efeito. No entanto, acredito que talvez seja necessário pensar numa maneira de utiliza-las com maior frequência durante as partidas, a fim de que os jogadores possam se familiarizar cada vez mais com o que cada conceito representa de modo prático no dia a dia das empresas”.
Cartões “Casos”	“Os ajustes que foram inseridos nessas cartas parecem ter deixado mais clara a intenção de quais são os objetivos finais que devem ser alcançados pelos jogadores. Isso está muito bem evidenciado no texto do caso apresentado, bem como nas alternativas A, B e C , trazidas para elucidação desse”.
	“(…) achei a melhoria muito bem colocada. Ficou mais claro”.

Quadro 11 - Comentários e sugestões de melhorias após 3ª experimentação (conclusão)

Componente	Comentário do participante
Participação no processo de melhoria do jogo	“Excelente! O jogo tem o potencial de se tornar uma ferramenta valiosa para treinamentos utilizando a metodologia <i>lean</i> . Com sua natureza dinâmica e interativa, o jogo oferece uma oportunidade única para os jogadores praticarem a identificação de problemas e a busca de soluções de forma colaborativa e eficiente. Além disso, a natureza lúdica do jogo torna o processo de aprendizado mais envolvente e divertido, aumentando a motivação dos participantes e, portanto, melhorando a eficácia do treinamento.”
	“A minha participação foi muito empolgante, pois consegui aprender bastante e ter uma nova visão sobre os processos administrativos envolvidos em diversos cenários no qual a soma desses cenários resultava-se em um caso. (...) O uso do seu jogo ajudará muitas pessoas no ambiente corporativo, além de proporcionar um novo panorama de ferramenta facilitadora de aprendizagem para gestores e funcionários”.
	“A colaboração na construção e processo de aperfeiçoamento e melhoria do jogo foi uma experiência satisfatória. Sendo válida a oportunidade de sugerir melhorias estéticas, e estratégicas tornando-o interessante, desafiador e agradável. Ademais contribuiu para desenvolver habilidades e conhecimentos que podem ser empregados nas atividades laborais”.

Fonte: Próprio Autor

4.3.4.2 Meta-Debriefing

A partir da observação da experimentação e das respostas ao questionário IMMS, os comentários dos participantes em relação às melhorias implementadas e ao estado atual da ferramenta foram analisadas. A partir destas informações, o pesquisador e orientador da pesquisa concluíram que a experiência de melhoria incremental do jogo foi bastante positiva.

Os comentários erguidos durante a prática e Debriefing, bem como a análise das respostas ao questionário IMMS, sugerem que o jogo atingiu um bom nível nos seus variados aspectos. Comentários como “Para mim foi uma grande evolução da primeira versão para terceira versão”, “consegui aprender bastante e ter uma nova visão sobre os processos administrativos envolvidos em diversos cenários” reforçam a ideia de que não só os aspectos estéticos, tecnológicos, narrativos e mecânicos do jogo alcançaram bons níveis, como também a sua função educativa, ainda que esta análise não seja o principal objetivo deste trabalho.

Durante o processo de pesquisa, alguns participantes sugeriram alterações que facilitariam ainda mais a abordagem das questões apresentadas durante a aplicação. No entanto, foi considerado que uma maior facilidade poderia tornar o jogo menos desafiador e, conseqüentemente, reduzir a motivação dos jogadores. Portanto, optou-se por manter um nível desafiador que incentivasse a participação e o envolvimento dos participantes, mesmo que já possuíssem certo grau de conhecimento sobre o assunto abordado. Isso se justifica pelo fato de que o jogo é destinado a ser utilizado como parte de um treinamento, e espera-se que

os jogadores tenham um conhecimento prévio da temática. Assim, manter um nível de dificuldade apropriado é crucial para garantir a motivação e o engajamento dos jogadores no processo de aprendizagem.

Os comentários, sugestões e análises realizadas durante os ciclos desta pesquisa foram organizados num relatório que apresenta o resultado desta pesquisa-ação, e avalia o processo de melhoria incremental do jogo, objeto deste estudo. Tal relatório é apresentado na próxima etapa.

4.3.5 Identificação da aprendizagem

Após os sucessivos ciclos da pesquisa, foi elaborado um relatório que sintetiza todo o processo de desenvolvimento e apresenta, por meio do Projeto Final, a versão final do produto objeto deste estudo.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um jogo que pudesse servir como ferramenta para capacitar servidores públicos na metodologia enxuta, trabalhando seus princípios, principais conceitos e ferramentas, adaptando o conteúdo que teve sua origem no setor produtivo, para o ambiente administrativo. Para isso, optou-se por utilizar o recurso da melhoria incremental, através da realização de uma pesquisa-ação, que contou com a participação de servidores públicos que atuam em setores administrativos do IFSULDEMINAS Campus Muzambinho.

A cada experimentação, novas melhorias eram apontadas pelos participantes e analisadas pelo pesquisador e orientador da pesquisa. Com a implementação das melhorias sugeridas nos Quadros 5 e 8 foi possível atingir um bom nível de aceitação, conforme comentários postos no Quadro 11. A partir do desdobramento dessa pesquisa e da replicação do jogo em outros ambientes, oportunidades de melhorias podem ser identificadas e podem ser implementadas de acordo com o objetivo do pesquisador.

A seguir são apresentados alguns comparativos entre as versões iniciais e finais dos itens que compõem o jogo, após o terceiro ciclo da pesquisa. Primeiramente, o tabuleiro do jogo, que teve seu tamanho duplicado (do formato A3 para A2), possibilitando a inclusão de informações referente às regras de pontuação e bonificação, trazendo maior clareza a esses aspectos do jogo. As principais melhorias realizadas ao tabuleiro do jogo dizem respeito à padronização dos espaços e organização da trilha de pontuação, além de mudanças que aprimoraram a conexão entre as cartas do jogo, como a inclusão de diferentes pontos de

aquisição de cartas "Ferramentas" e a inserção de pontes acessadas por meio das cartas "O que sou".

Figura 24 - Versão inicial x versão final (Tabuleiro)



Fonte: Próprio Autor

Em seguida são apresentadas as cartas que compõem o jogo, que são de dois tipos:

a) Cartas “O que sou”

As cartas 'O que sou' apresentam resumos de conceitos abordados no jogo por meio de três dicas, as quais desafiam os jogadores a descobrirem qual conceito está sendo descrito. Essas cartas sofreram poucas modificações estéticas (apenas alterando o lado onde a resposta é posta), estando as suas melhorias concentradas mais na sua forma de utilização e regras de pontuação durante a prática.

Figura 25 - Versão inicial x versão final (Cartas O que sou)

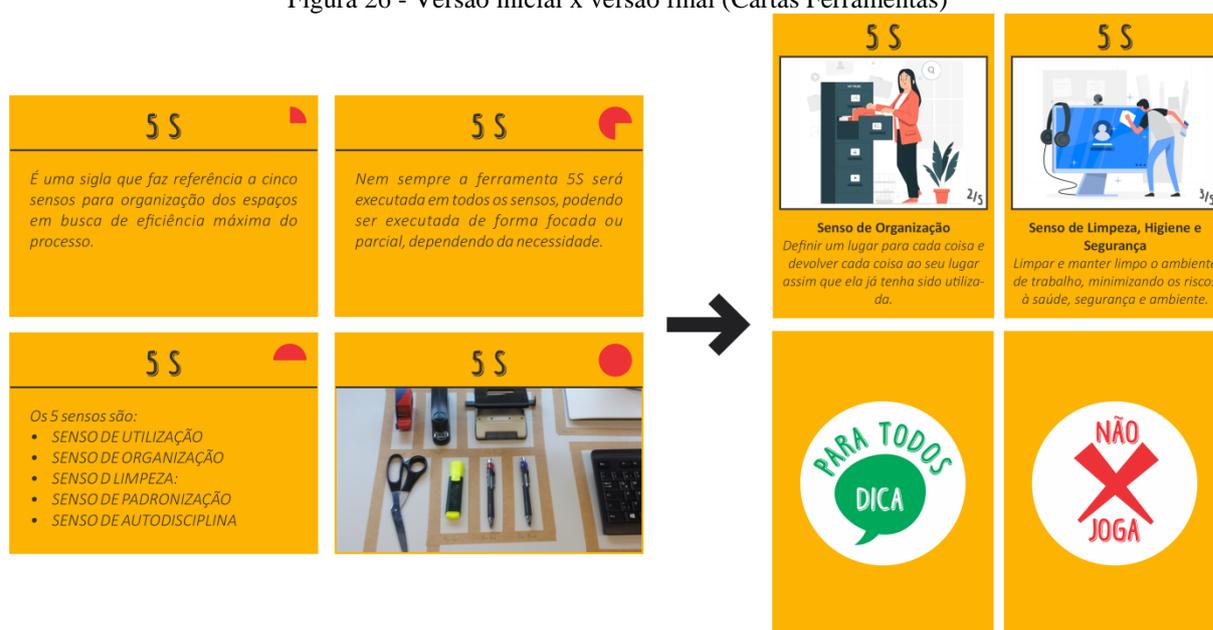


Fonte: Próprio Autor

b) Cartas “Ferramentas”

Inicialmente, as cartas Ferramentas traziam o resumo do conceito de uma determinada ferramenta enxuta separados em quatro cartas, onde as três primeiras se tratavam da descrição propriamente dita, e a última, de uma imagem associada a ferramenta enxuta. Na versão final, optou-se por descrever os passos da aplicação da ferramenta enxuta utilizando cartas numeradas, para que o jogador possa ir completando o sentido e entendendo a função da utilização da ferramenta com vistas à melhoria de processos. Todas as cartas agora são acompanhadas de uma ilustração que ajuda a complementar o sentido, associando uma imagem ao conceito trabalhado pela carta. Desde a segunda experimentação, foram também inseridas “Cartas de ataque”, através das quais os jogadores podem prejudicar os oponentes ou obter vantagens no decorrer da partida.

Figura 26 - Versão inicial x versão final (Cartas Ferramentas)



Fonte: Próprio Autor

4.3.5.1 Exemplo de aplicação

Antes do início da aplicação, o mediador apresenta e contextualiza o jogo, quando também são explicadas as regras (mecânicas e formas de pontuação).

1. As cartas “O que sou” e “Ferramentas” são alocadas nos lugares reservados.
2. A cada jogador é distribuído um kit de marcadores da sua cor.

- Os jogadores definem sua posição inicial no tabuleiro e a sequência da rodada através dos dados (quem alcançar mais pontos inicia, seguindo o fluxo no sentido anti-horário).

Figura 27 - Setup do jogo



Fonte: Próprio Autor

- O caso a ser trabalhado na rodada é sorteado e o mediador faz a leitura para todos os jogadores.

Mesmo depois dessa leitura, o caso pode ser relido pelos jogadores. As dicas relacionadas ao caso estão postas no Livro de Dicas e Respostas, e poderão ser acessadas pelos jogadores através do índice remissivo no verso do Cartão de Caso.

Figura 28 - Cartão de caso



Fonte: Próprio Autor

- Jogador Branco joga os dados (7) e faz o movimento, chegando até o Estádio. Por ser um estabelecimento com símbolo Ferramenta, o jogador ganha uma carta Ferramenta, puxando-a do Deck de Ferramentas.

- a) Caso a carta seja Ferramenta enxuta, o jogador lê em voz alta e deixa a carta visível sob a mesa, do seu lado.
- b) Caso seja uma carta de ataque, ele pode escondê-la para usar em momento oportuno, ou imediatamente.

No exemplo, o jogador puxa a carta que apresenta a ferramenta enxuta TPM, portanto deve lê-la em voz alta

Figura 29 - Rodada 1 – Jogador branco



Fonte: Próprio Autor

As cartas de ataque são ferramentas diferentes das enxutas, que dão ao jogador a oportunidade de ganhar vantagem sobre os adversários. Através delas o jogador pode:

- a) Fechar estabelecimentos para que os outros jogadores não o acessem (ou abrir estabelecimentos fechados);
- b) Jogar duas vezes (extra);
- c) Roubar uma carta ferramenta de qualquer jogador;
- d) Forçar um jogador a ler uma dica em voz alta;
- e) Proibir um jogador de jogar por uma rodada;
- f) Acessar o metrô, e atravessar a cidade sem precisar passar pela ponte.

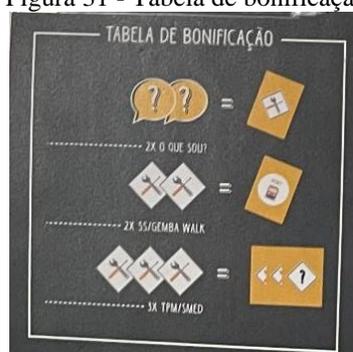
Figura 30 – Exemplos de cartas Ferramentas (de ataque)



Fonte: Próprio Autor

O jogador pode ganhar bonificações ao acumular certas combinações de cartas Ferramentas, como mostra a tabela de bonificação no canto inferior esquerdo do tabuleiro.

Figura 31 - Tabela de bonificação

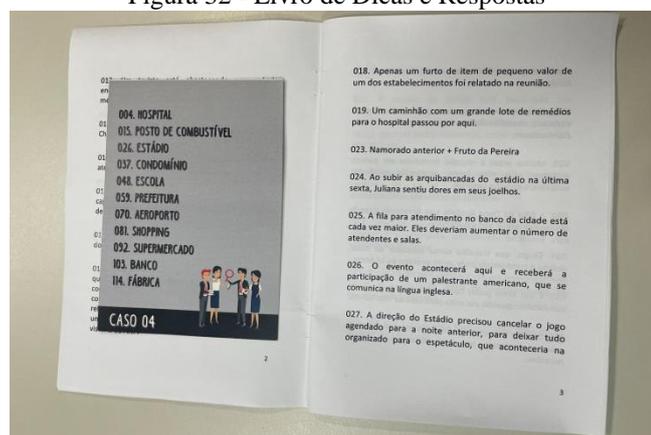


Fonte: Próprio Autor

6. O jogador Branco acessa o Livro de Dicas e Respostas e tem 20 segundos para ler a dica referente ao estabelecimento acessado. As dicas de um mesmo caso são dispostas em páginas diferentes, impossibilitando o acesso indevido pelo jogador.

No exemplo, o jogador lê a dica 26 apenas para si, e, se preferir, pode fazer anotações para ajudar na tentativa de desvendar as questões do caso trabalhado.

Figura 32 - Livro de Dicas e Respostas



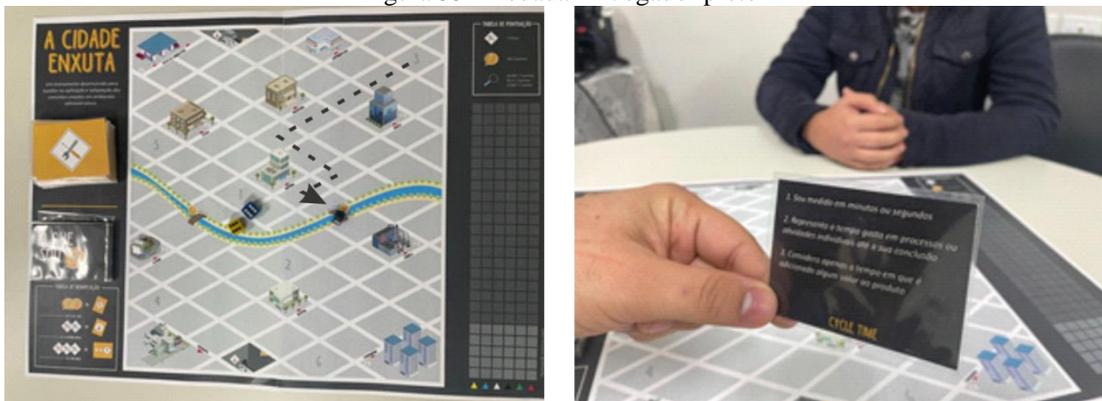
Fonte: Próprio Autor

7. Jogador Preto joga os dados (12) e faz o movimento, chegando até a ponte. Para atravessá-la, o jogador pode escolher responder ou desafiar alguém para responder corretamente sobre qual conceito a carta O que sou sorteada, trata.

Além do acesso à ponte, caso acerte com 1 dica, ganha 3 pontos, 2 dicas, 2 pontos, e 3 dicas, 1 ponto. Caso o jogador desafiado erre, o jogador que desafiou consegue o acesso à

ponte, porém não pontua. Caso o jogador acerte, poderá continuar seu movimento (de acordo com a pontuação conseguida nos dados).

Figura 33 - Rodada 1 - Jogador preto

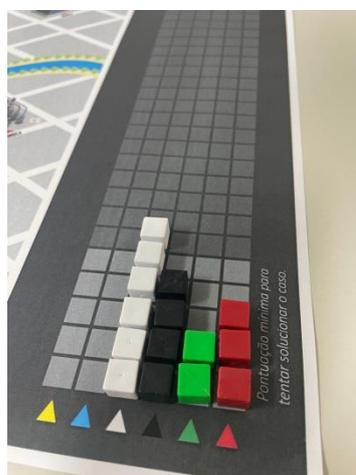


Fonte: Próprio Autor

8. A última rodada é iniciada quando um dos jogadores tenta descobrir a resposta do caso. Caso ele acerte a rodada termina. Porém se errar ou não acertar completamente a resolução, os demais jogadores têm direito a mais uma jogada, para fazer pontos extras.

A sequência do turno da última rodada segue a fila de quem tem mais pontos na trilha de pontuação, podendo não coincidir com a sequência normal das rodadas anteriores. A tabela de pontuação, no canto superior direito do tabuleiro, explica a quantidade de pontos que cada ação dá ao jogador. O jogador só poderá tentar resolver o caso, a partir do momento que ultrapassar a marcação em cinza (no mínimo seis pontos).

Figura 34 - Trilha de pontuação



Fonte: Próprio Autor

4.3.5.2 Projeto Final

Após todas as alterações pertinentes serem realizadas, nesta etapa foram confeccionados e plotados a versão final dos itens necessários para a aplicação do jogo, como Manual de Aplicação (contendo as regras, contextualização, textos explicativos abordando desde a função de cada carta ou item do jogo, e detalhes sobre o modo de instruir os participantes e os principais tópicos a serem abordados durante a experimentação, e na etapa de discussão posterior a aplicação, na qual o aprendizado é aprofundado); Livro de dicas e respostas, Cartões de casos; Cartas “O que sou”, “Ferramentas”, Tabuleiro. Salientamos que o jogo é também composto por itens fornecidos por terceiros, como *meeples* e marcadores de pontuação, conforme demonstrado pela figura 35.

Figura 35 - O jogo e seus componentes



Fonte: Próprio Autor

O jogo "A Cidade Enxuta", desenvolvido como produto deste trabalho, será disponibilizado de forma digital e integral, permitindo a sua plotagem, adaptação e replicação

de forma livre. A disponibilização do Manual de Aplicação junto a esses recursos possibilitará a utilização do jogo para fins de capacitação, como por exemplo, na composição de programas de treinamento enxuto em setores administrativos.

A versão final do jogo é composta por (além dos itens fornecidos por terceiros):

- 01 Tabuleiro
- 48 Cartas “Ferramentas”
- 27 Cartas “O que sou?”
- 06 Cartões de Casos
- 01 Livro de Dicas e Respostas
- 01 Manual de aplicação

5 CONCLUSÃO

Este trabalho foi desenvolvido dentro do programa de Mestrado Profissional em Administração, a partir do convênio pactuado entre a Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI e o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas – IFSULDEMINAS. O estudo apresentou como objetivo geral o desenvolvimento de um jogo no formato de um *Serious Game* destinado à capacitação nos conceitos, princípios e ferramentas do pensamento enxuto de servidores que atuam nos ambientes administrativos públicos, resultando, ao final, em um produto organizado e disponibilizado para a comunidade.

A proposta foi alcançada por meio da integração entre as etapas da pesquisa-ação e o metamodelo de desenvolvimento e avaliação de aprendizado para jogos de empresas, proposto por Miyashita, Barbosa e Azeredo (2007), tendo em vista a adequação da metodologia às características do processo que envolve a criação de um produto “gamificado”, como o presente. Sendo assim, a principal contribuição desse estudo é a disponibilização dos arquivos digitais que compõem o jogo “A Cidade Enxuta”, possibilitando assim a sua plotagem e replicação em variados contextos.

Um dos quesitos mais importantes no desenvolvimento do jogo é a definição da abrangência da temática abordada, tendo em vista que o tema “Pensamento Enxuto” é muito amplo e uma abordagem muito genérica ou aprofundada poderia dificultar o alcance do objetivo geral deste estudo. Dessa forma, o assunto tratado pelo jogo desenvolvido nesta pesquisa se ateve aos cinco princípios enxutos, aos oito tipos de desperdícios combatidos pelo Pensamento Enxuto, aos conceitos essenciais da aplicação do Pensamento Enxuto e aos aspectos básicos de algumas das principais ferramentas enxutas.

O jogo faz uso de tecnologia analógica, através de tabuleiro e cartas. A criação gráfica destes itens foi conduzida pelo próprio autor da pesquisa, utilizando o software Corel Draw®, programa de desenho vetorial desenvolvido pela Corel Corporation, além de vetores disponibilizados gratuitamente pela empresa *Freepik* em seu banco de imagens e vetores online. A aquisição dos itens necessários e plotagem dos recursos gráficos foram realizadas utilizando recursos próprios do pesquisador e as aplicações realizadas com a participação dos servidores e nas instalações do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – IFSULDEMINAS, Campus Muzambinho.

Durante a elaboração do jogo, foi necessário superar alguns desafios significativos, como a adaptação do conteúdo ao contexto administrativo, uma vez que o Pensamento Enxuto

tem sua origem no ambiente de produção. Além disso, o aspecto visual e dinâmico do jogo foi uma preocupação constante, já que, sendo um desenvolvimento incremental, era crucial manter os participantes engajados não apenas na experimentação presente, mas também nas futuras. Outro desafio importante foi a organização das agendas do pesquisador e dos servidores participantes, levando em consideração a necessidade de repetir o grupo para obter resultados mais confiáveis.

Para a avaliação dos diversos aspectos do jogo, durante a fase de testes de aplicação, foi utilizado o questionário IMMS adaptado conforme apresentado no Quadro 1 na seção 2.5, cujas respostas serviram de base para as ciclos seguintes da pesquisa. Após a realização de três ciclos da pesquisa-ação, foi possível notar uma grande evolução entre a primeira e a última versão do jogo. Um relatório detalhando o processo de desenvolvimento foi elaborado e a versão final do produto está disponível no Projeto Final (subitem 4.3.5.2) deste estudo.

Durante a execução da pesquisa ficou evidente a importância de considerar a opinião e percepções dos servidores envolvidos, no aprimoramento e qualidade da ferramenta. A análise dos seus *feedbacks* após cada experimentação permitiu identificar as lacunas e oportunidades de aperfeiçoamento que o jogo ainda apresentava, além de garantir a satisfação e engajamento dos envolvidos no processo da pesquisa.

Ainda que não tenha sido a finalidade central do desenvolvimento, percebe-se pelos retornos positivos dos participantes em relação à efetividade do jogo como instrumento educacional, que as melhorias implementadas foram essenciais para aprimorar a experiência de aprendizagem.

Além do seu objetivo principal, este trabalho teve como objetivo específico o desenvolvimento do manual de aplicação, para permitir a aplicação e replicação do jogo em outras situações. O manual elaborado fornece informações abrangentes sobre os aspectos conceituais e técnicos do jogo, além de detalhar orientações quanto ao papel do mediador durante a experimentação. Todas as regras e possibilidades de aplicação são explicadas minuciosamente no manual, o qual é disponibilizado junto ao produto, conforme descrito subitem 4.3.5.2 (Projeto Final).

Com o desenvolvimento do manual e dos recursos necessários para a aplicação e replicação do jogo em outras instituições, espera-se contribuir para o avanço do Pensamento Enxuto e da utilização de jogos no formato de *Serious Games* como ferramentas educativas no setor público.

É importante destacar o pioneirismo deste trabalho na disseminação do Pensamento Enxuto no setor público por meio do uso de ferramentas “gamificadas”. Durante a fase inicial

foi constatada uma lacuna na literatura sobre o assunto, com poucas referências à adaptação do Pensamento Enxuto para ambientes administrativos e ainda menos sobre sua aplicação na forma de um *Serious Game*. Além disso, no contexto específico do setor público, a ausência de ferramentas “gamificadas” voltadas para a temática torna o trabalho ainda mais inovador.

Desde a primeira experimentação ficou evidente a dificuldade dos servidores em assimilar do conteúdo abordado pela ferramenta pelos servidores. Isso se deve, em grande parte, ao fato de que muitos deles não possuíam conhecimento prévio sobre a abordagem enxuta e seus conceitos. Ainda que os ciclos de experimentações tenham influenciado positivamente para a aquisição de conhecimento e familiarização com os princípios do Pensamento Enxuto, aconselha-se a utilização do jogo "A Cidade Enxuta" como forma de reforçar ou introduzir a temática, ou como parte integrante de um programa de treinamento que envolva um aprofundamento teórico, seja por meio de palestras, oficinas ou vídeos explicativos, no objetivo de maximizar os resultados e garantir uma melhor compreensão e aplicação dos conceitos abordados pelo jogo.

Com base nos *feedbacks* dos servidores envolvidos, pode-se afirmar que a adoção da abordagem lúdica e a adaptação dos conceitos enxutos ao ambiente administrativo permitiram uma prévia visualização dos benefícios que podem ser alcançados com essa aplicação. Diante da abordagem, e a partir do conhecimento adquirido, pode-se esperar, não só a disseminação da temática entre os servidores, como a diminuição da resistência e aumento do engajamento destes quanto à adaptação e aplicação da abordagem enxuta em suas práticas laborais.

Em relação às delimitações deste trabalho, ainda que, com a aplicação do jogo desenvolvido, seja esperada uma promoção da diminuição da resistência e do aumento do engajamento dos servidores nos projetos de implementações enxutas, esta pesquisa se limitou ao desenvolvimento do jogo e a sua aplicação, não realizando a avaliação do grau de diminuição da resistência e do aumento do engajamento dos servidores em tais projetos.

Dessa forma, como sugestões para trabalhos futuros, são propostas:

- A avaliação dos possíveis ganhos de conhecimento e grau de resistência e engajamento dos servidores em programas de implementações enxutas, mediante a aplicação do jogo “A Cidade Enxuta” como ferramenta de capacitação;
- A replicação da pesquisa em outros campi do IFSULDEMINAS ou instituições de acordo com o roteiro definido neste trabalho;
- A possível informatização do resultado deste estudo, adaptando-o a tecnologia computacional, como forma de otimizar e maximizar a distribuição e utilização do jogo “A Cidade Enxuta”.

Ademais, motivados pelos resultados desta pesquisa, outros pesquisadores poderão propor a utilização de *Serious Games* como forma de ensino e capacitação, independente da área à qual for destinada a ferramenta.

6 REFERENCIAS

- AL-AOMAR, Raid A.. Applying 5S *Lean* Technology: an infrastructure for continuous process improvement. World Academy Of Science, Engineering And Technology: **International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering**, [S.L.], v. 5, n. 12, p. 2645-2650, 24 dez. 2011.
- ALEXANDRINO, Marcelo; PAULO, Vicente. **Direito Administrativo**. 16 ed. São Paulo: Ed. Método, 2008.
- ALMEIDA, Juliana Pascualote Lemos de; GALINA, Simone Vasconcelos Ribeiro; GRANDE, Marcia Mazzeo; BRUM, Daiane Gressler. *Lean* thinking: planning and implementation in the public sector. **International Journal Of Lean Six Sigma**, [S.L.], v. 8, n. 4, p. 390-410, 9 out. 2017.
- ALVAREZ, Julian; JESSEL, Jean-Pierre; MÉTHEL, Gilles. **PBL and Serious Game**. In: 7th ALE International Workshop, G. Moore–A. Hernandez, Toulouse. 2007.
- ARLBJØRN, Jan Stentoft; FREYTAG, Per Vagn; HAAS, Henning de. Service supply chain management. **International Journal Of Physical Distribution & Logistics Management**, [S.L.], v. 41, n. 3, p. 277-295, 19 abr. 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5462: **Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro, p. 37. 1994.
- BADURDEEN, Fazleena; MARKSBERRY, Philip; HALL, Arlie; GREGORY, Bob. Teaching *Lean* Manufacturing With Simulations and Games: a survey and future directions. **Simulation & Gaming**, [S.L.], v. 41, n. 4, p. 465-486, 27 abr. 2009.
- BARRAZA, Manuel F. Suarez; SMITH, Tricia; DAHLGAARD-PARK, Su Mi. *Lean-kaizen* public service: an empirical approach in Spanish local governments. **The Tqm Journal**, [S.L.], v. 21, n. 2, p. 143-167, 27 fev. 2009. Emerald.
<http://dx.doi.org/10.1108/17542730910938146>.
- BATEMAN, Nicola; PHILP, Lee; WARRENDER, Harry. Visual management and shop floor teams – development, implementation and use. **International Journal Of Production Research**, [S.L.], v. 54, n. 24, p. 7345-7358, 9 maio 2016. Informa UK Limited.
<http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2016.1184349>.
- BORGES, Tiago Silva; ALENCAR, Gidéia; **Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante**: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior. Cairu em Revista; n° 04, p. 1 19-143, 2014
- BRADY. Brady 50 *Lean* Visuals Pocket Book - For improving productivity and safety in your *Lean* facility. **Brady**. Milwaukee. 2022. Disponível em: <<https://www.brady.co.uk/forms/downloads/brady-50-Lean-visuals-pocket-book>>. Acesso em: 02 nov. 2022.
- BRASIL. CONSTITUIÇÃO (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRUSCHI, Mônica; FORCELLINI, Fernando Antônio; *Lean* no serviço público – uma análise da literatura. **Journal of Lean Systems**, Vol. 4, Nº 4, pp. 02-20, 2019.

BYGBALLE, Lena Elisabeth; ENDRESEN, Maria; FÅLUN, Silje. The role of formal and informal mechanisms in implementing *Lean* principles in construction projects. **Engineering, Construction and Architectural Management**, [S.L.], v. 25, n. 10, p. 1322-1338, 31 jul. 2018. Campinas: Papirus, 2012.

CAKMAKCI, Mehmet. Process improvement: performance analysis of the setup time reduction-smed in the automobile industry. **The International Journal Of Advanced Manufacturing Technology**, [S.L.], v. 41, n. 1-2, p. 168-179, 26 mar. 2008. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00170-008-1434-4>.

CARDOSO-JÚNIOR, Aloísio; GARCIA, Victor César Sano; COELHO, Diógenes Vieira; SAID, Camila do Carmo; STRAPASSON, Atahualpa Cauê Paim; RESENDE, Isabela Silveira de. Tradução e Adaptação Transcultural do Instructional Materials Motivation Survey (IMMS) para o Português do Brasil. **Revista Brasileira de Educação Médica**, [S.L.], v. 44, n. 4, 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1981-5271v44.4-20200142>.

CARELLI, Fernanda Pereira Lopes, RODRIGUEZ, Carlos Manoel Taboada, & RÔA, Larissa Maynara (2016). Proposta de adequação do processo de inspeção com base nos conceitos do *Lean* manufacturing: estudo de caso em um fabricante de equipamentos agrícolas. **Journal of Lean Systems**, 1(4): 66-86, 2016.

CARVALHO, Carlos Vaz; LOPES, Manuel Pereira; RAMOS, António Galvão. *Lean* games approaches—simulation games and digital serious games. **International Journal of Advanced Corporate Learning (iJAC)**, v. 7, n. 1, p. 11-16, 2014.

COGHLAN, David; BRANNICK, Teresa. **Doing action research in your own organization**. 2nd ed. London: Sage, 2008

COSSEAU, Valter Lino. **Aplicação de um Método de Implantação da Manutenção Produtiva Total a Partir da Ótica da Teoria das Restrições na Linha de Fabricação de Painéis da Tramontina Farropilha S.A.** Dissertação (Mestrado Engenharia de Produção) UFRGS. Porto Alegre, 2003.

COZBY, Paul C. (2003). **Métodos de pesquisa em ciências do comportamento**. São Paulo, SP: Atlas.

CUEVAS-ORTUÑO, Jonathan; HUEGEL, Joel C; "Serious Games or Challenge-based Learning - A comparative analysis of learning models in the teaching of lean manufacturing," *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, Porto, Portugal, 2020, pp. 1542-1549, DOI: 10.1109/EDUCON45650.2020.9125393.

DENNIS, Pascal. **Produção Lean Simplificada: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008. 192 p. Tradução Rosalia Angelita Neumann Garcia.

DUDEK-BURLIKOWSKA, MARTA; SZEWIECZEK, DANIEL. "The Poka-Yoke method as an improving quality tool of operations in the process." **Journal of achievements in materials and manufacturing engineering**. 36 (2009): 95-102.

EAIDGAH, Youness; MAKI, Alireza Arab; KURCZEWSKI, Kylie; ABDEKHODAEI, Amir. Visual management, performance management and continuous improvement. **International Journal Of Lean Six Sigma**, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 187-210, 6 jun. 2016. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/ijlss-09-2014-0028>.

EVANGELISTA, Clésia de Souza; GROSSI, Fernanda Machado; BAGNO, Raoni Barros. Lean Office – escritório enxuto: estudo da aplicabilidade do conceito em uma empresa de transportes. **Revista Produção e Engenharia**, [S.L.], v. 5, n. 1, p. 462, 23 jul. 2015.

FERRER, Florencia. *Gestão pública eficiente: impactos econômicos de governos inovadores*. Rio de Janeiro: Campus, 2007.

FORMOSO, Carlos T.; SANTOS, Aguinaldo dos; POWELL, James A.. AN EXPLORATORY STUDY ON THE APPLICABILITY OF PROCESS TRANSPARENCY IN CONSTRUCTION SITES. **Journal Of Construction Research**, [S.L.], v. 03, n. 01, p. 35-54, mar. 2002. World Scientific Pub Co Pte Lt.

FREITAS, Lílian Conceição Almeida de; LOPES, Charlie Hudson Turette. A implantação do lean manufacturing (manufatura enxuta): estudo de caso da empresa malhas D'Estefano. **Revista estação científica**, n.21, 2019.
Disponível: <https://portaladm.estacio.br/media/3733735/a-implanta%C3%A7%C3%A3o-do-lean-manufacturing.pdf>. Acesso: 20.jan.2022.

FREITAS, Rodrigo de Castro; FREITAS, Maria do Carmo Duarte; MENEZES, Glauco Gomes de; ODORCZYK, Ricardo Siebenrok. Lean Office contributions for organizational learning. **Journal Of Organizational Change Management**, [S.L.], v. 31, n. 5, p. 1027-1039, 12 jul. 2018. Emerald.

FULLERTON, Tracy. **Game Design Workshop: a playcentric approach to creating innovative games**. 2. ed. Burlington: Morgan Kaufmann, 2008. 496 p.

GEREMEW, Sisay; ABEBE, Muluken; GOCHEL, Amdework. (2022). Production *Lead Time* improvement through *Lean* manufacturing. **Cogent Engineering**. 9. 10.1080/23311916.2022.2034255.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da Ufrgs, 2009. 120 p. (Educação à Distância).

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, Duarte F.; LOPES, Manuel Pereira; CARVALHO, Carlos Vaz de. Serious Games for Lean Manufacturing: the 5s game. **Ieee Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje**, [S.L.], v. 8, n. 4, p. 191-196, nov. 2013. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/rita.2013.2284955>.

GONG, Yiwei; JANSSEN, Marijn. Demystifying the benefits and risks of *Lean* service innovation: a banking case study. **Journal Of Systems And Information Technology**, [S.L.], v. 17, n. 4, p. 364-380, 9 nov. 2015.

GROUT, John. **Mistake-proofing the design of health care processes**. Rockville, Agency for Healthcare Research and Quality. May, 2007.

GUIMARÃES, Leonardo Miranda; NOGUEIRA, Cássio Ferreira; SILVA, Margarete Diniz Brás da. MANUTENÇÃO INDUSTRIAL: Implementação da manutenção produtiva total (tpm). **Revista Exacta**. Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p. 157-197, 30 jul. 2012.. <http://dx.doi.org/10.18674/exacta.v5i1.735>.

HADGRAFT, Roger; HOLECEK, David. Viewpoint: towards total quality using problem based learning. **International Journal of Engineering Education**, Britain, v. 11, n. 1, p. 8-13, 1995.

HAFEY, Robert B.. *Lean Safety Gemba Walks: a methodology for workforce engagement and culture change*. Boca Raton, Florida: **Productivity Press**, 2017. 170 p.

HINCKLEY, Clifford Martin. Combining mistake-proofing and Jidoka to achieve world class quality in clinical chemistry. **General Paper**. Springer-Verlag, v.12 p. 223-230, mar. 2007.

HINES, Peter; TAYLOR, David. *Going Lean: A guide to implementation*. **Lean Enterprise Research Center**, Cardiff, UK, 2000.

HINES, Peter; MARTINS, Ana Lucia; BEALE, Jo (2008) Testing the Boundaries of *Lean Thinking: Observations from the Legal Public Sector*, **Public Money & Management**, 28:1, 35-40, 2008.

HOLMEMO, Marte D.-Q.; INGVALDSEN, Jonas A.. Local adaption and central confusion: decentralized strategies for public service *Lean* implementation. **Public Money & Management**, [S.L.], v. 38, n. 1, p. 13-20, 27 out. 2017.

HUANG, Biyun; HEW, Khe Foon. Measuring Learners' Motivation Level in Massive Open Online Courses. **International Journal Of Information And Education Technology**, [S.L.], v. 6, n. 10, p. 759-764, 2016. EJournal Publishing. <http://dx.doi.org/10.7763/ijiet.2016.v6.788>.

IMAI, Masaaki. *Gemba Kaizen. A Commonsense, Low-Cost Approach to Management*. Das Summa Summarum Des Management, [S.L.], p. 7-15, 1997. Gabler. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-8349-9320-5_2.

JURADO, Pedro José Martínez; FUENTES, José Moyano. Learning to Teach Lean Management through Games: systematic literature review. **Wpom-Working Papers On Operations Management**, [S.L.], v. 8, p. 164, 7 jun. 2017. Universitat Politecnica de Valencia. <http://dx.doi.org/10.4995/wpom.v8i0.7199>.

KARDEC, Alan; NASCIF, Julio. **Manutenção: Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualimark: Petrobras, 2009.

KELLER, Jonh M. (2009). **Motivational Design for Learning and Performance: The ARCS Model Approach**. Florida: Springer.

KELLER, John M. Development and use of the ARCS model of instructional design. **Journal Of Instructional Development**, [S.L.], v. 10, n. 3, p. 2-10, set. 1987. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/bf02905780>.

KEYTE, Beau; LOCHER, Drew. **The Complete Lean Enterprise: Value stream mapping for administrative and office processes**. New York: Productivity Press, 2004.

KOBAYASHI, Kaoru; FISHER, Ron; GAPP, Rod. Business improvement strategy or useful tool? Analysis of the application of the 5S concept in Japan, the UK and the US. *Total Quality Management & Business Excellence*, [S.L.], v. 19, n. 3, p. 245-262, mar. 2008. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/14783360701600704>.

KOCK, Ned. (2004). **The three threats in action research**: A discussion of methodological antidotes in the context of an information systems study. *Decision Support Systems*, 37, pp. 265-286.

LAKATOS, Olivia Neta; MARCONI, Eva Maria. Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LEAL, Fabiano; MARTINS, Paula Carneiro; TORRES, Alexandre Fonseca; QUEROZ, José Antonio; MONTEVECHI, José Arnaldo Barra. (2017). Learning lean with lego: developing and evaluating the efficacy of a serious game. *Production*, 27(spe), e20162227. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6513.222716>.

LEAN INSTITUTE BRASIL WEB SITE. Disponível em: <https://www.Lean.org.br/o-que-e-Lean.aspx>. Acesso em: 23/09/2021.

LIEBENGOOD, Serena McClam; COOPER, Margaret; NAGY, Paul. Going to the *Gemba*: identifying opportunities for improvement in radiology. **Journal Of The American College Of Radiology**, [S.L.], v. 10, n. 12, p. 977-979, dez. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacr.2013.08.016>.

LOPES, Maria da Glória. **Jogos na educação: criar, fazer, jogar**. 6 Ed. São Paulo: Cortez, 2005.

LÚCIO, Fernando Henrique; PENA, Guilherme José Franzoni; RICCI, Gisele Lima; BRAGA, Washington Luís Moreira. Poka-yoke: dispositivos à prova de erros auxiliando na inclusão de pessoas portadoras de deficiência. **Revista Produção e Engenharia**, [S.L.], v. 4, n. 2, p. 385, 22 jan. 2016. Universidade Federal de Juiz de Fora. <http://dx.doi.org/10.18407/issn.1983-9952.2013.v4.n2.p385-394>.

MANZANARES-CAÑIZARES, Carlos; SÁNCHEZ-LITE, Alberto; ROSALES-PRIETO, Víctor F.; FUENTES-BARGUES, José Luis; GONZÁLEZ-GAYA, Cristina. A 5S *Lean* Strategy for a Sustainable Welding Process. *Sustainability*, [S.L.], v. 14, n. 11, p. 6499, 26 mai. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su14116499>.

AL-AOMAR, RA. Applying 5S *Lean* technology: an infrastructure for continuous process improvement. **World Acad Sci, Eng and Technol** 2011;59:2014-2019.

MCCARTHY, Dennis; RICH, Nick. The *Lean* TPM Master Plan. *Lean Tpm*, [S.L.], p. 27-54, 2015. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-08-100090-8.00002-1>.

MCGEE, D. *Lean* and Six Sigma: A Holistic Approach to Process Improvement. In.: ASQ American Society for Quality Congress, Proceedings... Denver, USA, nov. 2005.

MELO, Silmara Rondon. **Educação mediada por tecnologia em fonoaudiologia**: uma comparação entre três métodos de aprendizagem sobre o sistema miofuncional orofacial. 2015. 118 f. Tese (Doutorado) - Curso de Medicina, Programa de Ciência de Reabilitação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

MIAO, Xin; TANG, Yan-Hong; XI, Bao; LIU, Zhi-Yan. *Lean* public management: How *Lean* principles facilitate municipal governance reform in China. **African Journal of Business Management** Vol. 5(5), pp. 1564-1569, 2011.

MIYASHITA, Ricardo; BARBOSA, Vinícius de Figueiredo; AZEREDO, Sérgio Medeiros. **Ensino através de jogos de empresas: proposta de um metamodelo para o desenvolvimento e para a avaliação do aprendizado**. XXVII ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz do Iguaçu – PR. P. 1-9, 2007.

MONSANI, Diego. **Educação de usuários utilizando a gamificação: pesquisa-ação em uma biblioteca do Instituto Federal Catarinense**. Dissertação de mestrado, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 229p, 2016.

MONTEIRO, Mónica; PACHECO, Claudia; DINIS-CARVALHO, José; PAIVA, Francisco. Implementing *Lean* office: a successful case in public sector. **Fme Transaction**, [S.L.], v. 43, n. 4, p. 303-310, 2015.

MONTILVA, J.; BARRIOS, J.; SANDIA, B. A Method Engineering Approach to Evaluate Instructional Products. **Actas de la XXVIII Conferencia Latinoamericana de Informática – CLEI'2002**. Montevideu, Uruguai, Novembro, 2002.

MORAES, Paulo Henrique de Almeida. **MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL: estudo de caso em uma empresa automobilística**. 2004. 90 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional do Departamento de Economia, Contabilidade e Administração). UNITAL. Taubaté, 2004.

MORAN, José Manoel. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. 5.ed. 2012

MORAN, José Manoel; MASETTO, Marcos T.; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediações pedagógicas**. 10. ed. Campinas: Papirus, 2006. 173 p.

NAKAJIMA, Seiichi. (1988), **Introduction to Total Productive Maintenance, Productivity Press, Cambridge, MA**.

NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda, 1989, 111p.

NOGUEIROL, Renato Lobo. **Gestão da Qualidade**. 1. Ed. São Paulo: Érica, 2010.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PADOVAN, Bruna Caroline; ADAMOVICZ, Jully Anne Luchs. **Avaliação da implantação de um time TPM: estudo de caso em cervejaria**. 2013. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2013.

PADRÓN, Carmen L; DÍAZ, Paloma; AEDO, Ignácio. Towards an Effective Evaluation Framework for IMS LD-Based Didactic Materials: Criteria and Measures. In: **HUMAN-COMPUTER INTERACTION APPLICATIONS AND SERVICES**, 2007, p.312-321.

PALMER, Doc. Maintenance Planning and Scheduling Handbook. New York: McGraw-Hill, 2000.

PANGARTTE, Reginaldo. **Sistemas Poka Yoke para Processo de Teste em Indústria Eletroeletrônica**. 2014. 26 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso de Pós Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Defesa em 2014.

PASIN, Federico; GIROUX, Hélène. The impact of a simulation game on operations management education. **Computers & Education**, [S.L.], v. 57, n. 1, p. 1240-1254, ago. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2010.12.006>.

PASQUINI, Nilton Cesar. A insustentável leveza do sistema poka-yokes: uma revisão de literatura conceitos de dispositivo à prova de erro. *Revista Qualidade Emergente*, v. 7, n. 2, p. 30-49, 2016.

PATRA, Nihar Kanta; TRIPATHY, Jayanta Kumar; CHOUDHARY, B. K.. Implementing the office total productive maintenance (“office TPM”) program: a library case study. **Library Review**, [S.L.], v. 54, n. 7, p. 415-424, 1 set. 2005. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/00242530510611910>.

PIETRO, Laura di; MUGION, Roberta Guglielmetti; RENZI, Maria Francesca. An integrated approach between *Lean* and customer feedback tools: an empirical study in the public sector. **Total Quality Management & Business Excellence**, [S.L.], v. 24, n. 7-8, p. 899-917, ago. 2013.

PROCTER, Stephen; RADNOR, Zoe. Teamworking under *Lean* in UK public services: *Lean* teams and team targets in her majesty's revenue & customs (HMRC). **The International Journal Of Human Resource Management**, [S.L.], v. 25, n. 21, p. 2978-2995, 11 set. 2014.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de, **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**, 2ª Ed., Novo Hamburgo - RS, Associação Pró-Ensino Superior em Novo Hamburgo - ASPEUR Universidade Feevale, 2013. Disponível em: https://aedmoodle.ufpa.br/pluginfile.php/291348/mod_resource/content/3/2.1-E-book-Metodologia-do-Trabalho-Cientifico-2.pdf.> Acesso em: 20/11/21.

RADNOR, Zoe; OSBORNE, Stephen P. *Lean*: a failed theory for public services? **Public Management Review**, v. 15, n. 2, p. 265-287, fev. 2013.

RADNOR, Zoe; WALLEY, Paul. Learning to walk before we try to run: Adapting *Lean* for the public sector. **Public Money & Management**, 28 (1), 13-20, Fev. 2008.

RIZKYA, Indah; SYAHPUTRI, Khalida; SARI, Rachida M; SIREGAR, Ikhsan. 5S Implementation in Welding Workshop – a *Lean* Tool in Waste Minimization. **Iop Conference Series: Materials Science and Engineering**, [S.L.], v. 505, n. 1, p. 012018, 1 maio 2019. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899x/505/1/012018>.

RODRIGUES, Sofia Chibante Teixeira. **Digitalização de informação e aplicação de metodologia SMED**. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial) Faculdade do Porto. Universidade do Porto, Porto, 2003.

ROMERO, David; GAIARDELLI, Paolo; WUEST, Thorsten; POWELL, Daryl; THÜRER, Matthias. New Forms of *Gemba Walks* and Their Digital Tools in the Digital *Lean* Manufacturing World. **Ifip Advances In Information And Communication Technology**, [S.L.], p. 432-440, 2020. Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-57997-5_50.

ROMISZOWSKI, Hermelina Pastor. Avaliação no Design Instrucional e Qualidade da Educação a Distância: qual a relação? **Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância**, v. 03, 2004.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdício**. 1.4 São Paulo: *Lean* Institute Brasil, 2018. 114 p.

SAVI, Rafael; VON WANGENHEIM, Christiane Gresse; BORGATTO, Adriano Ferreti. A Model for the Evaluation of Educational Games for Teaching Software Engineering. In: **BRAZILIAN SYMPOSIUM ON SOFTWARE ENGINEERING (SBES)**, 25., 2011, São Paulo. Anais [...] . São Paulo: IEEE, 2011. p. 194-203.

SCHAEFFER, Edna Heloisa. **O jogo matemático como experiência de diálogo: análise fenomenológica da percepção de professores de matemática**. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

SCHELL, Jesse. **The Art of Game Design: A Book of Lenses**. Burlington: Morgan Kaufmann Publishers, 2008. 518 p.

SERAPHIM, Everton Cesat. SILVA, Iris Bento. AGOSTINHO, Osvaldo Luís. *Lean* Office em organizações militares de saúde: estudo de caso do Posto Médico da Guarnição Militar de Campinas. **Gestão & Produção**, São Carlos, vol. 17, nº 2, 2010.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez, 2013.

SHINGO, Shigeo. *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. [S.l.]: Taylor & Francis, 1985.

SHOOK, John. *Managing to Learn: Using the A3 Management Process to Solve Problems Gain Agreement*, Mentor and Lead. *Lean Enterprises Inst Inc*, 2008. 138 p.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Eстера Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005

SILVA, Ivo; XAMBRE, Ana Raquel; LOPES, Rui Borges. A simulation game framework for teaching *Lean* production. **International Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 4, n. 2, p. 81-86, 2013.

SILVA Ivo; LOPES Rui Borges. Teaching lean thinking with a business game. **proceedings** of the XVIII international conference on industrial engineering and operations management, Guimarães, Portugal, 9–11 July 2012, pp.ID168.1–ID168.10. Guimarães, Portugal: ABEPRO–Brazilian Association of Industrial Engineering

SIMÕES, Andreia; TENERA, Alexandra. Improving setup time in a Press Line – Application of the SMED methodology. **Ifac Proceedings Volumes**, [S.L.], v. 43, n. 17, p. 297-302, 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.3182/20100908-3-pt-3007.00065>.

SOLIMAN, Mohammed Hamed Ahmed. (2020). **Takt Time, Cycle Time, One- Piece Flow and Hejunka**. 10.13140/RG.2.2.35114.03522.

SOLIMAN, Mohammed Hamed Ahmed. **Gemba Walks the Toyota Way: the place to teach and learn management**. Independently Published, 2020. 58 p. ISBN: 979-8697492970.

SOUSA, Mariana Ribeiro Barreto Duarte; DUARTE, Karina Silva Borges; PEREZ, Marina Cavalcanti; LYRIO, Marcelo Viana Lima. A experiência de implementação do modelo de excelência em gestão. **Master** , v. A, p. 326-341, 2017.

SOUSA, Rui M; STADNICKA, Dorota; DINIS-CARVALHO, José; RATNAYAKE R. M. Chandima; ISOHERRANEN, Ville; "Gamification based lean knowledge dissemination: A case study," **IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)**, Bali, Indonesia, 2016, pp. 164-168, DOI: 10.1109/IEEM.2016.7797857.

SUGAI, Miguel; MCINTOSH, Richard Ian; NOVASKI, Olívio. Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso. **Gestão & Produção**, [S.L.], v. 14, n. 2, p. 323-335, 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-530x2007000200010>.

SUSMAN, Gerald I; EVERED, Roger D. (1978). An assessment of the scientific merits of action research. **Administrative Science Quarterly** , 23 (4), pp. 582-603.

SUZUKI, Tokutaro. **TPM in process industries**. Portland: Productivity Press Inc. 1994.

TAKAHASHI, Yoshikazu; OSADA, Takashi. **Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: IMAN, 1993.

TAPPING, Don; SHUKER, Tom. **LEAN OFFICE: gerenciamento do fluxo de valor para áreas administrativas**. São Paulo: Leopardo Editora, 2010. 186 p. (Coleção Hemus Produção).

TERENCE, Ana Cláudia Fernandes; ESCRIVÃO FILHO, Edmundo. Abordagem quantitativa, qualitativa e a utilização da pesquisa-ação nos estudos organizacionais. **Anais..** Fortaleza, CE: [s.n.], 2006.

TERSE, Cristiano; ARAUJO, Leandro. **Lean Office: Sistematizando filosofia, conceitos e práticas dos escritórios enxutos**. XX SEMEAD, Seminário de Administração, 2017.

TEZEL, Algan; KOSKELA, Lauri; TZORTZOPOULOS, Patrícia. (2009). The Functions of Visual Management. **International Research Symposium**. Manchester, UK. January, 2009.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 1986.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. (Tradução de Lólio Lourenço de Oliveira.), 2005.

TSOU, Jeng-Chung; CHEN, Jeng-Min. Dynamic model for a defective production system with Poka-Yoke. *Journal Of The Operational Research Society*, [S.L.], v. 56, n. 7, p. 799-803, jul. 2005. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1057/palgrave.jors.2601877>.

TURATI, Renata Cristina; MUSETTI, Marcel Andreotti (2018). Análise da variabilidade dos tempos no *Lean Healthcare*: um estudo de caso em um pronto socorro brasileiro. **Journal of Lean Systems**, 3(2): 02-25, 2018.

TURATI, Renata Cristina; MUSETTI, Marcel Andreotti. Aplicação dos conceitos de *Lean office* no setor administrativo público, 26º Encontro Nacional de Engenharia de Produção, **ENEGEP**, ABEPRO, Fortaleza, p. 1-9, 2006.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T; ROSS, Daniel Ross. **A máquina que mudou o mundo**. 2 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A mentalidade enxuta nas empresas**: elimine o desperdício e crie riqueza. 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998. 427 p.

WOMACK, James P; JONES, Daniel T. **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth In Your Corporation**. 1st Free Press ed., rev. and updated New York (N.Y.): Free press, 2003.

ZAMBELLO, Aline Vanessa. Técnicas de pesquisa. In: **Metodologia da pesquisa e do trabalho científico** / ZAMBELLO, A.V.; SOARES, A.G.; TAUIL, C.E.; DONZELLI, C.A.; FONTANA, F.; MAZUCATO, T.P.da.S.; CHOTOLLI, W.P.; organizador: MAZUCATO, T. Penápolis: FUNEPE, p. 63, 2018. Disponível em: <<http://funepe.edu.br/arquivos/publicacoes/metodologia-pesquisa-trabalho-cientifico.pdf>>. Acesso em 18/11/21.

ZYDA, Michael. From visual simulation to virtual reality to games. **Computer**, [S.L.], v. 38, n. 9, p. 25-32, 2005.

APÊNCIDE A – FORMULÁRIOS DE AVALIAÇÃO E RESPOSTAS

Formulário de avaliação (1ª experimentação) - [Link](#)

Formulário de avaliação (2ª experimentação) - [Link](#)

Formulário de avaliação (3ª experimentação) - [Link](#)

Respostas ao formulário de avaliação (1ª experimentação) - [Link](#)

Respostas ao formulário de avaliação (2ª experimentação) - [Link](#)

Respostas ao formulário de avaliação (3ª experimentação) - [Link](#)

APÊNDICE B – MATERIAIS (VERSÃO INTEGRAL)

Livro de Dicas e Respostas

Tabuleiro

Cartas “*O que sou*”

Cartas “*Ferramentas*”

Cartões de Casos

Manual de Aplicação

Link unificado para pasta dos arquivos (versão integral): [Link](#)

APÊNDICE C – CASOS TRABALHADOS NAS EXPERIMENTAÇÕES

Cartão de Casos (1ª 2ª e 3ª experimentações): [Link](#)