

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE MECÂNICA  
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

HEITOR DE AZEVEDO NOWAKOWSKI  
VICTOR YUGO KENGO

**DESENVOLVIMENTO DE JOGO DE SIMULAÇÃO PARA ENSINO  
PRÁTICO DO MÉTODO 5S**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

CURITIBA

2015

HEITOR DE AZEVEDO NOWAKOWSKI

VICTOR YUGO KENGO

**DESENVOLVIMENTO DE JOGO DE SIMULAÇÃO PARA ENSINO  
PRÁTICO DO MÉTODO 5S**

Monografia apresentada à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito para aprovação.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Carla Cristina  
Amodio Estorilio, Dra.

CURITIBA

2015

## TERMO DE APROVAÇÃO

Por meio deste termo, aprovamos a monografia do Projeto de Pesquisa "DESENVOLVIMENTO DE JOGO DE SIMULAÇÃO PARA ENSINO PRÁTICO DO MÉTODO 5S", realizado pelo aluno(s) Heitor de Azevedo Nowakowski e Victor Yugo Kengo, como requisito para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Prof<sup>a</sup>. Carla Cristina Amodio Estorilio, Dra.

DAMEC, UTFPR

Orientador

Prof<sup>a</sup>. Maria das Graças Contin Garcia Pelisson, Esp.

DAMEC, UTFPR

Avaliador

Prof. Walter Luiz Mikos, Dr.

DAMEC, UTFPR

Avaliador

Curitiba, 17 de dezembro de 2015.

## RESUMO

NOWAKOWSKI, Heitor de Azevedo; KENGO, Victor Yugo. Desenvolvimento de jogo de simulação para ensino prático do método 5S, 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecânica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Curitiba-PR, 2015.

A crescente busca por redução de custo leva as empresas à implementação de recursos no ambiente fabril. Um dos métodos que promete melhorar a eficiência através da destinação adequada de materiais, organização, limpeza, identificação e utilização é o método “5S”. Porém, ainda que o treinamento pareça simples, a manutenção de uma mudança organizacional ainda é um desafio. Para contribuir nesse sentido, o presente trabalho propõe o desenvolvimento de um jogo de simulação para o ensino prático do método 5S, visando contribuir com a sua implantação nas organizações industriais. Para isso, foram realizadas revisões bibliográficas a respeito do método 5S e sobre metodologias de desenvolvimento de jogos de simulação, visando identificar uma metodologia adequada para o desenvolvimento do jogo pretendido. A metodologia adotada para este trabalho é um agregado da Metodologia de Projeto de Pahl *et al.* (2007) e a Metodologia de *design* de jogo de simulação para treinamento de Rocha e Araujo (2013). A metodologia se divide em seis partes, sendo elas: Esclarecimento da tarefa; Projeto conceitual; Plano de treinamento; Implementação; Integração e teste; e Avaliação dos resultados. Como resultado, desenvolveu-se o projeto de um jogo para treinamento do método 5S, dividido em duas rodadas com o tempo sendo cronometrado: na primeira, os participantes recebem uma maleta desorganizada para realizar a montagem de um carrinho; após montagem, os aplicadores apresentam o método 5S e os participantes fazem a organização das maletas para fixar os conceitos ensinados; na segunda rodada, os mesmos participantes repetem a montagem com a maleta organizada. Após 3 testes com 4 participantes em cada, obteve-se uma redução de tempo média de 44,8% entre a primeira e a segunda rodada.

**Palavras-chave:** Método 5S; Produção Enxuta; Jogo de simulação; Treinamento; Desenvolvimento de Produto.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Jogo do desafio 5S. ....	23
Figura 2 - Forma de marcação aceita no jogo dos números 5S. ....	24
Figura 3 - Rodada 01, jogo dos números 5S. ....	25
Figura 4 - Rodada 02, jogo dos números 5S. ....	25
Figura 5 - Rodada 03, jogo dos números 5S. ....	26
Figura 6 - Rodada 04, jogo dos números 5S. ....	26
Figura 7 - Rodada 05, jogo dos números 5S. ....	27
Figura 8 - Rodada 06, jogo dos números 5S. ....	28
Figura 9 - Rodada 07, jogo dos números 5S. ....	28
Figura 10 - Jogo do seis sigma, catapulta. ....	29
Figura 11 - Jogo de simulação da fábrica de lanternas. ....	30
Figura 12 - Fluxograma de fases e tarefas de desenvolvimento. ....	32
Figura 13 - Etapas de trabalho da fase de concepção. ....	33
Figura 14 - Exemplo de matriz morfológica. ....	34
Figura 15 - Modelo de Matriz de Pugh. ....	35
Figura 16 - Escore dos critérios utilizados na matriz de Pugh. ....	35
Figura 17 - Etapas de trabalho principais no anteprojeto. ....	36
Figura 18 - Etapas de trabalho de detalhamento. ....	37
Figura 19 - Metodologia de <i>design</i> de jogos de simulação de simulação para treinamento. ....	43
Figura 20 - Esboço solução 01, fluxo vermelho. ....	51
Figura 21 - Esboço solução 02, fluxo amarelo. ....	52
Figura 22 - Esboço solução 03, fluxo verde. ....	53
Figura 23 - Minimodelo Ferrari 599 HY-KERS. ....	57
Figura 24 - Minimodelo Ferrari Dino 246 GT. ....	58

Figura 25 - Desenho de montagem Ferrari 599 HY-KERS. ....	59
Figura 26 - Desenho de montagem Ferrari Dino 246 GT. ....	60
Figura 27 - Maleta para rodada 1, montagem desorganizada. ....	61
Figura 28 - Produto adquirido para peças sobressalentes: (a) montado e (b) peças utilizadas. ....	61
Figura 29 - Maleta para rodada 2, montagem organizada. ....	62
Figura 30 - Etiquetas coloridas para identificação. ....	62
Figura 31 - Maleta desorganizada, minimodelos (a) 599 HY-KERS e (b) Dino 246 GT. ....	64
Figura 32 - Maleta para organização do minimodelo 599 HY-KERS. ....	65
Figura 33 - Maleta para organização do minimodelo Dino 246 GT. ....	66
Figura 34 - Maleta organizada, minimodelo 599 HY-KERS, (a) configuração e (b) disposição dos componentes. ....	66
Figura 35 - Maleta organizada, minimodelo Dino 246 GT, (a) configuração e (b) disposição dos componentes. ....	67

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Inter-relação e os benefícios do método 5S para com outras ferramentas gerenciais.....	19
Quadro 2 - Fatores de fracasso mais comuns na implantação do método 5S. ....	22
Quadro 3 - Resumo das metodologias.....	45
Quadro 4 - Metodologia para o desenvolvimento do jogo para treinamento de 5S...46	
Quadro 5 - Lista de requisitos para desenvolvimento do jogo.....	48
Quadro 6 - Matriz morfológica analisando produtos no mercado, parte 1.....	49
Quadro 7 - Matriz morfológica analisando produtos no mercado, parte 2.....	50
Quadro 8 - Matriz de Pugh adaptada para análise das soluções.....	54
Quadro 9 - Aplicando o método 5S. ....	65

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Preços dos jogos exemplificados na seção “Jogos de simulação”.....	31
Tabela 2 - Custo detalhado do projeto. ....	63
Tabela 3 - Comparação entre o projeto e os produtos encontrados no mercado.....	63
Tabela 4 - Teste 1, engenheiros mecânicos.....	67
Tabela 5 - Teste 2, alunos da graduação de engenharia mecânica.....	68
Tabela 6 - Teste 3, não atuantes na área. ....	68
Tabela 7 - Média dos testes realizados.....	68

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

**5S:** Cinco Sentos (*Seiri* – Utilização; *Seiton* – Ordenação; *Seiso* – Limpeza; *Seiketsu* – Padronização; *Shitsuke* – Autodisciplina)

**PWT:** Tabela Global de Comparação, do inglês *Penn World Table*

**QFD:** Desdobramento da Função Qualidade, do inglês *Quality Function Deployment*

**SDSU:** Universidade do Estado de São Diego, do inglês *San Diego State University*

**TED:** Base Total de Dados Econômicos, do inglês *Total Economy Database*

**VV&A:** Validação, Verificação e Aceitação

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	11
1.1	Contexto do tema .....	11
1.2	Objetivos.....	13
1.3	Justificativa .....	14
2	5S E METODOLOGIAS PARA DESENVOLVIMENTO DE JOGOS.....	15
2.1	Método 5S .....	15
2.1.1	Senso de utilização .....	16
2.1.2	Senso de ordenação .....	16
2.1.3	Senso de limpeza.....	17
2.1.4	Senso de padronização .....	17
2.1.5	Senso de autodisciplina .....	18
2.1.6	Benefícios da utilização .....	18
2.2	Formas de implantação do método 5S .....	19
2.2.1	Dificuldades de aplicação e implantação.....	21
2.2.2	Jogos de simulação .....	23
2.3	Metodologias para desenvolvimento de produto .....	31
2.3.1	Metodologia proposta por Pahl <i>et al.</i> (2007).....	31
2.3.2	Metodologia SDSU ( <i>San Diego State University</i> ).....	38
2.3.3	Metodologia de <i>design</i> de jogos de simulação para treinamento .....	40
3	METODOLOGIA .....	44
3.1	Metodologia da pesquisa .....	44
3.2	Sequência adotada para o desenvolvimento do projeto .....	44
4	DESENVOLVIMENTO DO JOGO.....	47
4.1	Esclarecimento da tarefa.....	47
4.2	Projeto conceitual .....	48
4.3	Plano de treinamento .....	55
4.4	Implementação .....	57
4.5	Integração e teste.....	64
4.6	Avaliação dos resultados .....	67
5	CONCLUSÕES.....	69
	REFERÊNCIAS .....	70
	Apêndice A – Instruções para os aplicadores do jogo .....	73

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contexto do tema

Conforme análise de dados de comparações internacionais de produtos e insumos como *Penn World Table*<sup>1</sup>(PWT) e *Total EconomyDatabase*<sup>2</sup>(TED), é possível observar que, diferentemente dos países que conseguiram ascender à condição de países desenvolvidos no século XX, o crescimento econômico no Brasil durante o período antes da crise de 2008 foi fundado essencialmente na acumulação de fatores de produção e não no crescimento da produtividade (DE NEGRI e CAVALCANTE, 2014).

Para melhorar este índice, a indústria vem procurando otimizar e organizar os recursos disponíveis e, tendo em vista os mercados internacionais, vem investindo na implementação de técnicas consolidadas para o aumento da lucratividade e redução de custos. Neste sentido, a metodologia conhecida como “Produção Enxuta” fornece diversas soluções para otimizar a produção de forma a obter o máximo desta e de seus funcionários.

Após a Segunda Guerra Mundial, a indústria no Japão enfrentou alta escassez de recursos, o que inviabilizava o sistema proposto por Ford. Frederick Taylor e Henry Ford, no início do século XX, desenvolveram um sistema de produção que predominou mundialmente até a década de 90. Este sistema tem como proposta a redução do custo de determinado produto mediante da produção em larga escala, especialização e divisão do trabalho, porém sem preocupação quanto à qualidade e os desperdícios gerados no processo.

Visando a eliminação de desperdícios, foi criado o Sistema Toyota de Produção, conhecida no Brasil como “Produção Enxuta” (WOMACK e JONES, 2004). Com a eliminação de desperdícios e elementos desnecessários, com objetivo de reduzir custos, a ideia básica era manufaturar apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida (OHNO, 1997). A Produção Enxuta visava

---

<sup>1</sup>*Penn World Table*: Tabela usada como base de comparação constituída por dados internacionais de PIB, estoques de capital e de trabalho, medidos constantemente.

<sup>2</sup>*Total EconomyDatabase*: Tabela usada como base de comparação, cujo os dados dividem em informações de PIB, população, número de trabalhadores e horas trabalhadas.

eliminar oito tipos de desperdícios, conforme Liker (2004), são eles: Superprodução; Espera (tempo à disposição); Transporte desnecessário; Sobre processamento ou processamento incorreto; Excesso de inventários; Movimentação desnecessária; Defeitos e Criatividade de funcionário não utilizada.

Entre os métodos aplicáveis na Produção Enxuta, que contribuem para a eliminação desses desperdícios, tem-se o método 5S, desenvolvido no Japão nos anos 80 e difundido não somente para o setor industrial automotivo, como também, para escritórios, residências e outros (LIKER, 2004).

O método 5S é um conjunto de cinco conceitos simples que, ao serem praticados, são capazes de modificar o seu humor, o seu ambiente de trabalho, a maneira de conduzir suas atividades rotineiras e as suas atitudes (LAPA, 1998). O termo 5S é derivado de cinco palavras japonesas, todas iniciadas com a letra S, que para a tradução no português foram utilizadas como sendo cinco sentidos: Utilização; Ordenação; Limpeza; Padronização e Autodisciplina.

Os principais benefícios do método 5S, segundo Hirano (1996), são: a diminuição de defeitos de produção, acidentes de trabalho, avarias dos equipamentos, não conformidades, com uma inerente qualidade de produtos e serviços; e um aumento de produtividade, satisfação dos clientes e dos funcionários com o trabalho, rapidez na utilização de materiais e visualização dos problemas.

De acordo com Ribeiro (2010), ao longo da difusão do método 5S no Brasil, muitas das organizações que promoveram sua implantação não obtiveram os resultados desejados, limitando-se às atividades de descarte e limpeza temporária das instalações, sem que isso se tornasse um hábito das pessoas.

Para o ensino do método 5S, as maneiras mais comuns são através da realização de palestras ou da distribuição de cartilhas e livros. De acordo com Sauaia (1989), palestras tendem a não prender a atenção dos ouvintes por períodos prolongados de tempo, além de dependerem fortemente da capacidade pedagógica do palestrante e da qualidade do material apresentado.

Buscando facilitar o ensino e a implantação do método 5S, este trabalho propõe o desenvolvimento de um jogo de simulação que, segundo Sauaia (1989), constitui uma técnica vivencial em que o centro das atenções se localiza no grupo de participantes, provocando com isto uma situação de extraordinária motivação.

Agregando-se definições é possível afirmar que jogos de simulação representam uma técnica educacional dinâmica, desenvolvida para propiciar aos

educandos um aprendizado marcante. Desta forma, são utilizados como passagem entre a academia eo ambiente empresarial, sendo uma representação da realidade (LACRUZ, 2004).

Os programas do método compreendem em uma série de atividades para a eliminação de desperdícios que contribuem para erros, defeitos e lesões no local de trabalho. Porém, ao implantar o método nas empresas, diversas dificuldades são encontradas, dentre elas cabe ressaltar a necessidade de comprometimento da gerência, resistência à mudança de hábitos, impaciência com a evolução do método e ensino somado a fixação dos conceitos do método (RIBEIRO, 2010).

As aplicações de técnicas realizadas nas empresas brasileiras para o ensino do método 5s são, em sua maioria, compostas por implantação do programa através de treinamento de pessoal sobre os conceitos a serem aplicados (TAVARES, FERREIRA e KROM, 2004). A busca em acervos bibliográficos, tanto em sites acadêmicos quanto em cartilhas voltadas à produção enxuta, não foi observada uma aplicação do método de maneira lúdica aqui no Brasil. Desta maneira se faz necessário um estudo voltado a utilização de jogos para o ensino do 5S em empresas brasileiras, visto que este sistema ocorre apenas em outros países como, por exemplo, o Reino Unido que possui alguns jogos referenciados na seção “Jogos de simulação”.

## **1.2 Objetivos**

O objetivo do projeto consiste em desenvolver um jogo para implantação e consolidação dos conceitos do método 5S em indústrias de manufatura.

Para alcançar o objetivo supracitado, os seguintes objetivos específicos deverão ser desenvolvidos:

- Compreender os conceitos envolvidos no método 5S;
- Entender a situação fabril onde o 5S será aplicado, incluindo os procedimentos e habilidades necessários junto àqueles que serão treinados;
- Identificar as formas de implantação em campo industrial do método 5s;
- Identificar soluções em jogos similares;

- Identificar uma metodologia de projeto adequada para o desenvolvimento de jogos dessa natureza;
- Testar a aplicabilidade do conceito do jogo proposto.

### **1.3 Justificativa**

A definição do método 5S, como foco do jogo para treinamento, baseia-se na vasta aplicação deste nas empresas. Por não possuir restrições de implementação quanto ao tipo de produção, o método 5S é aplicado de forma abrangente.

Esta aplicação sendo feita de maneira lúdica, com o objetivo de facilitar a compreensão é de grande valia como método de ensino, visto uma maior facilidade e envolvimento dos participantes em treinamento. Com isto, desenvolver um jogo que supra esta demanda ainda não explorada traz um benefício positivo ao realizar esta pesquisa.

## 2 5S E METODOLOGIAS PARA DESENVOLVIMENTO DE JOGOS

Este capítulo apresenta os conceitos do método 5S, as estratégias e vantagens de sua implantação. Também apresenta jogos com propostas similares, visando entender a metodologia utilizada em seus desenvolvimentos e suas estratégias de ação.

### 2.1 Método 5S

Os programas 5S compreendem uma série de atividades para a eliminação de desperdícios que contribuem para erros, defeitos e lesões no local de trabalho. De acordo com Silva (1994), quando o 5S chegou ao Brasil, em 1991, não sendo possível fazer a tradução direta dos conceitos, foram então utilizadas palavras com a letra 's' no início. Para transmitir o significado de cada conceito, foi adotada a expressão 'senso de' antes de cada palavra. A tradução dos cinco sentidos são:

1. *Seiri* – Senso de utilização;
2. *Seiton* – Senso de ordenação;
3. *Seiso* – Senso de limpeza;
4. *Seiketsu* – Senso de padronização;
5. *Shitsuke* – Senso de autodisciplina.

Esse método, se bem aplicado, cria um processo contínuo para o melhoramento do ambiente de trabalho (LIKER, 2004).

A aplicação destes sentidos na melhoria do ambiente de trabalho, não somente no sentido físico, mas também no sentido moral, propicia um ambiente limpo e organizado, tornando-o agradável e fazendo as pessoas se sentirem bem no espaço de trabalho (LAPA, ALVES e BARROS, 1998).

Para Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), a implantação de práticas de 5S pode levar à redução de custos, à melhoria da pontualidade de entregas e da produtividade, ao aumento da qualidade do produto e um ambiente de trabalho seguro. A seguir são explicitados, de forma mais detalhada, os cinco sentidos do método.

### **2.1.1 Senso de utilização**

O primeiro senso conhecido como utilização, seleção, organização ou classificação, tem como objetivo identificar materiais, ferramentas, utensílios, equipamentos, informações e dados como “necessário” ou “desnecessário”. Desta forma, é possível realizar o descarte ou dar o devido destino a alguém que possa fazer uso do mesmo.

Além disso, é necessário combater o hábito natural do ser humano de armazenar utensílios, ou seja, é preciso identificar o porquê dos excessos de materiais, adotando medidas preventivas de forma a evitar o acúmulo (LAPA, ALVES e BARROS, 1998). Segundo Nakata (2000), considerar utilizável um material de provável não utilização é uns dos principais problemas combatidos pelo primeiro senso.

### **2.1.2 Senso de ordenação**

O senso de ordenação ou arrumação, é utilizado para definir os locais apropriados bem como os critérios para estocar, guardar ou dispor os materiais que não foram descartados no primeiro S, considerados como essenciais para a execução das atividades, de modo a facilitar o uso, manuseio, a procura e a localização de cada item (LAPA, ALVES e BARROS, 1998). Este senso é popularmente conhecido pela frase “cada coisa no seu lugar, e um lugar para cada coisa”.

Semelhantemente ao primeiro senso, este deve ser aplicado no dia-a-dia. Diminuindo o tempo de busca por um determinado objeto, a ordenação propicia um ambiente mais agradável, economia de tempo, melhoria no fluxo de materiais e pessoas e conseqüentemente menor desgaste físico e mental e maior rapidez no resgate de pessoas em situações de emergência(SILVA, 2003).

### **2.1.3 Senso de limpeza**

Para Osada (1992), a limpeza é muito mais que manter as coisas sem sujeira. Na verdade, é uma filosofia, um comprometimento com as coisas que se usa de maneira a garantir suas condições de funcionamento. Este é o fundamento do senso de limpeza.

Nesta fase, o ato de limpar não se restringe a uma faxina, mas sim ao aprendizado em “não sujar”. Ou seja, praticar a limpeza de forma habitual e rotineira identificando fontes de sujeira, suas causas e eliminando-as, de modo que um padrão seja estabelecido (SILVA, 2003).

Realizado de forma sistemática, o terceiro senso, possibilita encontrar e corrigir falhas nos equipamentos de modo a diminuir a probabilidade de tempo perdido com manutenção e evitar acidentes.

### **2.1.4 Senso de padronização**

O quarto senso, padronização, consiste em um conjunto de hábitos, procedimentos e normas considerando a necessidade de manter os três primeiros sentidos (MARTINS e LAUGENI, 2005). Conforme Lapa, Alves e Barros(1998), este S deve criar condições para favorecer a saúde, garantindo um ambiente sem agentes poluentes e não agressivo, tomando cuidado para que as informações e comunicados sejam claros, de fácil leitura e compreensão.

É possível resumir esta etapa com a palavra “ergonomia”, sendo que um ambiente propício para o trabalho, tanto individual quanto em grupo, é alcançado pela implementação deste senso.

Para Osada (1992)este senso é definido pela palavra “padronização”, que significa manter um estado de limpeza que inclui considerações como cores, formas e tudo que pode causar uma impressão de limpeza.

Deve-se considerar a padronização como estabelecimento dos procedimentos de organização, arrumação e limpeza afim de garantia constante da manutenção do 5S (OSADA, 1992).

A realização de rotinas de inspeção e o registro de procedimentos padronizados permite que esta etapa seja alcançada, com o objetivo de que não haja dúvidas a respeito da organização que deve ser mantida.

### **2.1.5 Senso de autodisciplina**

O último senso, sendo o mais difícil de ser alcançado, é o senso de autodisciplina, que busca incentivar o desenvolvimento da disciplina de manter todas as outras etapas atingidas anteriormente (MARTINS e LAUGENI, 2005), significando que, durante toda a implantação do programa, a autodisciplina deve estar sendo desenvolvida. Durante este período os hábitos são fixados, as atitudes reeducadas e a obediência à rotina e busca constante da melhoria são implementadas.

Segundo Lapa, Alves e Barros (1998), a autodisciplina referida pelo quinto senso, envolve desenvolver o hábito de observar e seguir normas, regras, procedimentos, atender especificações, sejam escritos ou informais. A palavra-chave para esta etapa é cultura (MARTINS e LAUGENI, 2005).

Quando o senso de autodisciplina é atingido, pode-se afirmar que foi criada uma cultura de manutenção de bons hábitos no local de aplicação, ou seja, já se chegou à etapa em que todos os outros S's já são cumpridos com uma boa eficiência. No entanto, não significa dizer que a implantação do método foi concluída, pois é necessário realizar auditorias, avaliações e críticas construtivas de modo que a disciplina de manutenção do método 5S seja atingida (SILVA, 2003).

### **2.1.6 Benefícios da utilização**

Sendo o método 5S um processo educacional, que frequentemente é introduzido como base para implantação de outras ferramentas gerenciais, através de sua interação com melhorias em outras funções, se torna difícil quantificar seus benefícios (SOUSA, SILVA, *et al.*, 2007). Porém, se fosse para citar, os principais benefícios do método são os seguintes (HIRANO, 1996):

- Diminuição de defeitos de produção, que proporcionam redução dos custos, e aumento da capacidade produtiva;
- Diminuição de acidentes de trabalho com o objetivo de eliminação total destes;

- Diminuição de avarias dos equipamentos, otimizando a manutenção;
- Aumento da produtividade pela redução da perda de tempo a procurar objetos. Só permanecem no local de trabalho objetos realmente necessários e ao alcance da mão;
- Aumento da satisfação dos clientes;
- Diminuição das não conformidades, com uma inerente qualidade de produtos e serviços;
- Aumento da rapidez na utilização de materiais e visualização dos problemas;
- Aumento da satisfação das pessoas com o trabalho, com a disciplina e padronização dos trabalhos.

No Quadro 1 abaixo são apresentadas as contribuições que o método 5S pode trazer a cada recurso gerencial (RIBEIRO, 2010).

<b>Filosofias/Recursos Gerenciais</b>	<b>Contribuição diretas do 5S</b>
Organização Internacional para Padronização – ISO 9000	Conservação dos recursos; Identificação, sinalização, manuseio e rastreamento; Ambiente adequado à qualidade; Procedimentos; Cumprimento aos procedimentos;
Desdobramento da Função da Qualidade – QFD e Kaizen	Postura crítica e proativa;
Qualidade Total – TQC	Aspectos físicos; Padronização; Aspecto comportamental;
<i>Just in Time</i> – JIT	Combate ao desperdício, ter e usar somente o necessário;
ISSO 14000	Redução de consumo e reutilização; Combate à poluição e coleta seletiva;
OHSAS 18000	Redução e/ou eliminação das condições inseguras; Redução e eliminação de atos inseguros;
Controle Estatístico de Processos – CEP	Condições favoráveis para controle; Confiabilidade dos dados.

**Quadro 1 - Inter-relação e os benefícios do método 5S para com outras ferramentas gerenciais.**  
Fonte: adaptado de Ribeiro (2010).

## 2.2 Formas de implantação do método 5S

A implantação do método 5S nas empresas é aparentemente simples, bem como a sua manutenção dentro das organizações, porém, os resultados, depois de um período inicial de motivação, são aquém do esperado. Para que se obtenha sucesso, segundo Umeda (1997), devemos seguir um conjunto de passos conforme seguem:

- 1: compreender bem o método 5S, consistindo basicamente em entender o que é o programa, suas origens e sua relação com os empregados e a organização em si;
- 2: preparação de materiais didáticos para treinamentos, execução dos treinamentos, atividades concretas a serem desenvolvidas, avaliação dos resultados e estudos das formas de prosseguimento ao programa;
- 3: promover o senso de utilização, ou seja, eliminar os materiais desnecessários e não acumular, além de comprar somente materiais para serem utilizados imediatamente;
- 4: aumentar a segurança no trabalho e a eficiência operacional através do senso de ordenação. Para tanto é preciso eliminar o desperdício, por conta de atraso, na procura de materiais e/ou pessoas dentro do ambiente de trabalho;
- 5: conservar sempre limpo o local de trabalho promovendo o senso de limpeza;
- 6: ter saúde e adquirir bons hábitos, para esta chave deve-se promover a melhoria de instalações sanitárias, praticar atividades laborais, implementar contramedidas com relação ao pó, ruído, trabalhos sob calor intenso e riscos à saúde, bem como realizar exames periódicos dos funcionários;
- 7: promover a manutenção e melhoria do 5S utilizando o processo de repetição do ciclo, é necessário que sejam tomadas ações corretivas em caso de metas não atingidas e buscar constantemente a melhoria.

Ao analisar a proposta de Umeda (1997), notamos que os dois primeiros passos estão focados no entendimento e ensino do método tanto para os que estarão implementando-o quanto para os funcionários que irão fazer parte como um todo do processo. A partir do terceiro ao sétimo passo envolve a aplicação e manutenção dos cinco sentidos apresentados anteriormente.

Outra proposta de implantação é apresentada por Daychoum (2008), conforme segue abaixo:

1. Realização de treinamentos para todos os níveis responsáveis pelo desenvolvimento e acompanhamento do programa;
2. Avaliação inicial com a finalidade de determinar os pontos fracos de cada setor como, por exemplo, poeira, ruídos, desordem, etc.;
3. Utilização de uma metodologia de análise e solução de problemas a fim de que sejam encontradas as causas raízes;

4. Estabelecimento de ações corretivas e preventivas para o bloqueio das causas;
5. Verificação dos resultados das etapas anteriores através de auditorias e avaliações periódicas.

Novamente podemos observar que o ensino e entendimento das práticas do Método 5S são o primeiro passo importante para a correta e efetiva implantação dentro dos ambientes fabris e corporativos.

### **2.2.1 Dificuldades de aplicação e implantação**

Segundo Osada (1992), os conceitos do 5S são simples, porém as pessoas tendem a dar-lhes significados diferentes. Conforme o autor explica, é essencial que as palavras, ou sentidos, tenham o mesmo entendimento entre todos.

Outra dificuldade encontrada, na implantação definitiva do método, diz respeito à manutenção de um ritmo constante depois das atividades iniciadas, sendo eficiente em todos os aspectos (OSADA, 1992).

Segundo Carvalho (2011), as normas do programa vão se aprimorando e fazendo com que os ambientes de trabalho se tornem cada vez mais agradáveis. Porém o processo tem sua maior dificuldade do programa em uma mudança da mentalidade e do comportamento dos envolvidos nos processos, e, portanto, exigem muita paciência e perseverança dos envolvidos.

Frequentemente, as pessoas cometem erros por “abrirem a guarda” quanto aos sentidos. Por isso, as instruções têm crucial importância. Praticar, entender e internalizar o que deve ser feito e os porquês compõem um grande passo para o sucesso do método (OSADA, 1992).

No Quadro 2, enunciamos os fatores mais comuns deste fracasso.

Fator de fracasso	Descrição
Falta de entendimento dos conceitos	O 5S é visto como um programa de ordem e limpeza e não como um processo educacional.
Falta de um plano estratégico	Pela sua simplicidade as atividades são desenvolvidas de forma aleatória, sem sistemática, sem meta, de forma voluntária e dissociado do processo de sobrevivência e competitividade da organização.
O plano limita-se até o dia de lançamento (Dia D ou Dia da Grande Limpeza)	A maioria das organizações conseguem chegar com sucesso até o dia de lançamento. Passado este dia, o programa esfria até ser esquecido. A organização não tem plano para a manutenção do programa.
Encarar o 5S como um “enlatado”	Não existe “receita de bolo” para o 5S. Cada organização tem sua característica e sua cultura. Implantar o 5S da mesma forma que foi visto em uma outra organização é um grande erro.
Achar que o 5S é uma “panaceia”	Apesar de seu alto poder de influência em todos os segmentos, já que é um processo educacional, o 5S está longe de ser um remédio para todos os males. Política de RH ineficaz, baixo grau de instrução, tecnologia obsoleta, gestão intuitiva, excesso de níveis hierárquicos e baixos níveis salariais, são exemplos de problemas complexos que o máximo de o 5S pode fazer é trazê-los à tona.
Ter pressa na execução	Querer mudar drasticamente a cultura da organização e das pessoas é uma tentativa que não obtém efeitos duradouros. Portanto, acreditar que em três ou quatro meses o 5S estará implantado é não reconhecer as particularidades e limitações das pessoas. Hábitos resultantes de vários anos de vida não são rapidamente modificados.
Fazer o 5S para os outros	Este é uma prática frequente nas organizações. Fazer 5S para uma visita do presidente, autoridade ou profissionais de outras organizações; fazer 5S para o chefe, comitê ou avaliadores; fazer 5S para o cliente é o mesmo que “jogar o lixo embaixo do tapete”.
Limitar o 5S às instalações e ao ambiente de trabalho	Dar uma conotação estritamente técnica, usando uma linguagem restrita às instalações e ao local de trabalho, faz com que o 5S seja visto como um programa que traz benefícios apenas para a organização, desmotivando as pessoas ao longo do processo de implantação.

**Quadro 2 - Fatores de fracasso mais comuns na implantação do método 5S.**

Fonte: adaptado de Ribeiro (2010).

Na próxima seção serão abordados alguns jogos encontrados no mercado para o ensino, tanto do 5S, quanto de outras ferramentas gerenciais de produção. Estes jogos serão utilizados como base para a elaboração do projeto preliminar deste trabalho.

## 2.2.2 Jogos de simulação

No mercado existem vários jogos que são utilizados para demonstrar as implicações práticas de alguns conceitos de produção enxuta como o impacto sobre a produtividade e duração do processo.

É possível encontrar alguns jogos de simulação na internet, por exemplo, através do sítio da internet [www.leangames.co.uk](http://www.leangames.co.uk), alguns destes jogos são sucintamente demonstrados a seguir.

### 2.2.2.1 Jogo do desafio 5S

A *Lean Games* possui dois jogos para o ensino do método 5S, ambos funcionam basicamente da mesma forma, sendo diferenciados entre si pelo tamanho do grupo de aplicação, portanto explicitamos aqui apenas o “Desafio do 5S”.

Sendo uma simulação de trabalho manual ideal para o uso prático de jogos de simulação para participantes tanto dos ambientes de fábrica quanto para escritórios, ele trabalha com entendimento e aplicação dos princípios do 5S (*Lean Games*, 2015).

O jogo é baseado num quebra-cabeças envolvendo a montagem de um conjunto com placas de alumínio de 10mm de espessura que juntas formam o algarismo “5” e a letra “S”. Compreendendo duas caixas separadas, Figura 1, uma organizada e outra desorganizada o jogo possui diversas rodadas (*Lean Games*, 2015).



Figura 1 - Jogo do desafio 5S.  
Fonte: sítio [www.leangame.co.uk](http://www.leangame.co.uk)

Alternando as caixas organizada e desorganizada entre os times, os participantes entendem a importância da utilização dos princípios ensinados dentro do método 5S.

#### 2.2.2.2 Jogo dos números

Um dos mais famosos jogos para ensino prático do 5S é o “Jogo dos Números”. Um exercício simples onde folhas impressas com uma coleção de números e letras são utilizadas, conforme explicado pelo sítio *NHS Institute for Innovation and Improvement* (2006-2013), o participante precisa marcar, conforme Figura 2, os números de 1 a 49 na sequência através de vários estágios em um tempo pré-determinado:

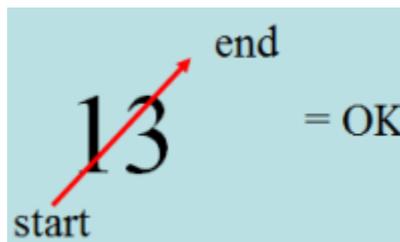


Figura 2 - Forma de marcação aceita no jogo dos números 5S.  
Fonte: sítio [www.institute.nhs.uk](http://www.institute.nhs.uk)

Rodada 01 – O ambiente de trabalho atual: utilizando a configuração da Figura 3 marcar a sequência em um tempo máximo de **60 segundos**. Marcar quantos números foram riscados ao final do período. Depois, do resultado ser divulgado, indagar aos participantes qual foi o sentimento do mesmo ao realizar a rodada e qual foi o motivo que este não conseguiu marcar mais números.

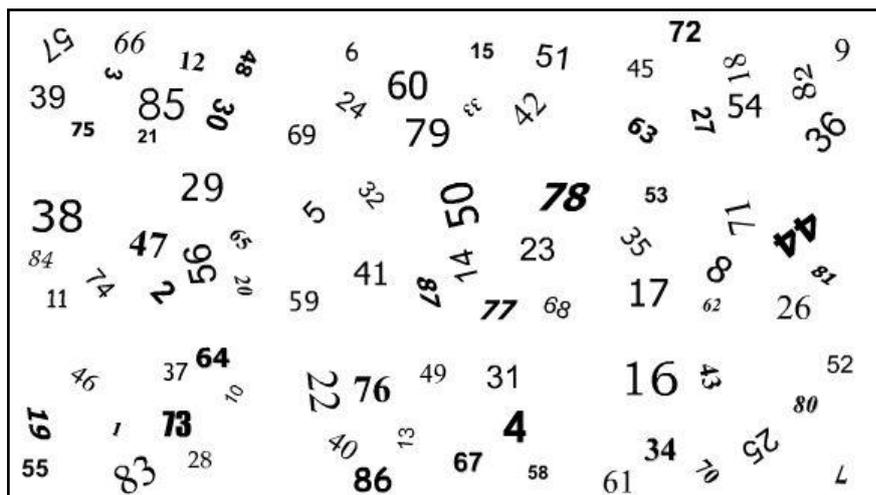


Figura 3 - Rodada 01, jogo dos números 5S.

Fonte: sítio [www.institute.nhs.uk](http://www.institute.nhs.uk)

Rodada 02 – Ordenação: utilizando a configuração da Figura 4 marcar a sequência em um tempo máximo de **50 segundos**. Marcar novamente quantos números foram marcados ao final do período. Ao divulgar os resultados dos participantes perguntar se os mesmos conseguiram uma pontuação maior e, se sim, qual foi o motivo dessa melhora.

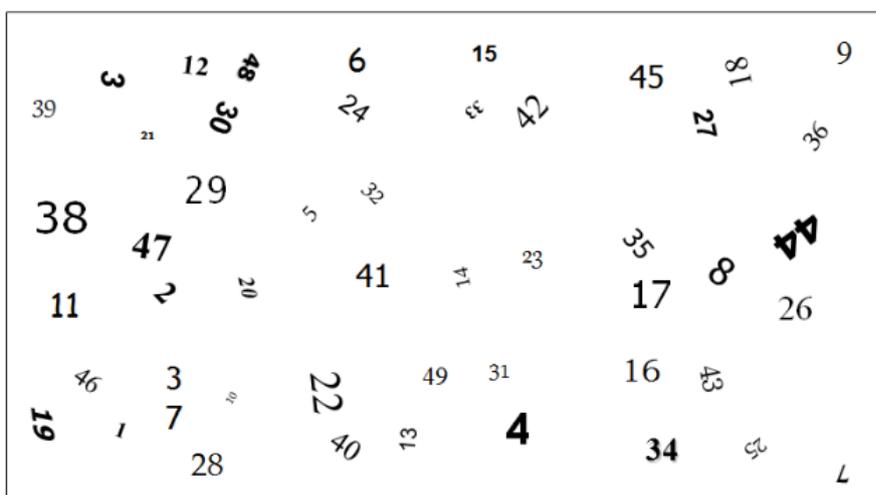


Figura 4 - Rodada 02, jogo dos números 5S.

Fonte: sítio [www.institute.nhs.uk](http://www.institute.nhs.uk)

Rodada 03 – Organização: agora os participantes terão uma nova chance para melhorar a pontuação. Utilizando a configuração da Figura 5, que apresenta um sistema de divisão, marcar a sequência em um tempo máximo de **40 segundos**. Marcar novamente quantos números foram marcados ao final do período. Ao divulgar os resultados dos participantes perguntar se os mesmos conseguiram uma

pontuação maior e, se sim, qual foi o motivo dessa melhora. Esses questionamentos demonstram para o participante as melhoras apresentadas a cada rodada.

39 3 12 48 21 30	6 15 24 33 42	45 81 27 9 36
38 29 47 11 2 20	5 23 41 14 23	35 17 8 44 26
46 3 7 19 1 28	22 49 31 40 31 4	16 43 34 33 7

Figura 5 -Rodada 03, jogo dos números 5S.

Fonte: sítio [www.institute.nhs.uk](http://www.institute.nhs.uk)

Rodada 04 – Organização: utilizando a configuração da Figura 6, que apresenta um sistema de divisão ainda mais sistemático e na ordem sequencial, marcar a sequência em um tempo máximo de **20 segundos**. Marcar novamente quantos números foram marcados ao final do período. Ao divulgar os resultados dos participantes perguntar se os mesmos conseguiram uma pontuação maior e, se sim, qual foi o motivo dessa melhora.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42	43	44	45
46	47	48	49					

Figura 6 -Rodada 04, jogo dos números 5S.

Fonte: sítio [www.institute.nhs.uk](http://www.institute.nhs.uk)

Rodada 05 – Padronizar: utilizando a configuração da Figura 7, agora apresentando os números organizados sistematicamente e em um padrão de posição, marcar a sequência em um tempo máximo de **20 segundos**. Marcar novamente quantos números foram marcados ao final do período. Ao divulgar os resultados dos participantes perguntar se os mesmos conseguiram uma pontuação maior e, se sim, qual foi o motivo dessa melhora.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42	43	44	45
46	47	48	49					

**Figura 7 - Rodada 05, jogo dos números 5S.**

**Fonte: sítio [www.institute.nhs.uk](http://www.institute.nhs.uk)**

As últimas duas rodadas são utilizadas para reforçar ainda mais a melhora com implantação do método 5S.

Rodada 06 – Encontre os números faltantes: utilizando a configuração da Figura 8, o participante deve encontrar os números faltantes em um tempo máximo de **60 segundos**. Após a conclusão de contagem dos resultados passar rapidamente para a próxima rodada.

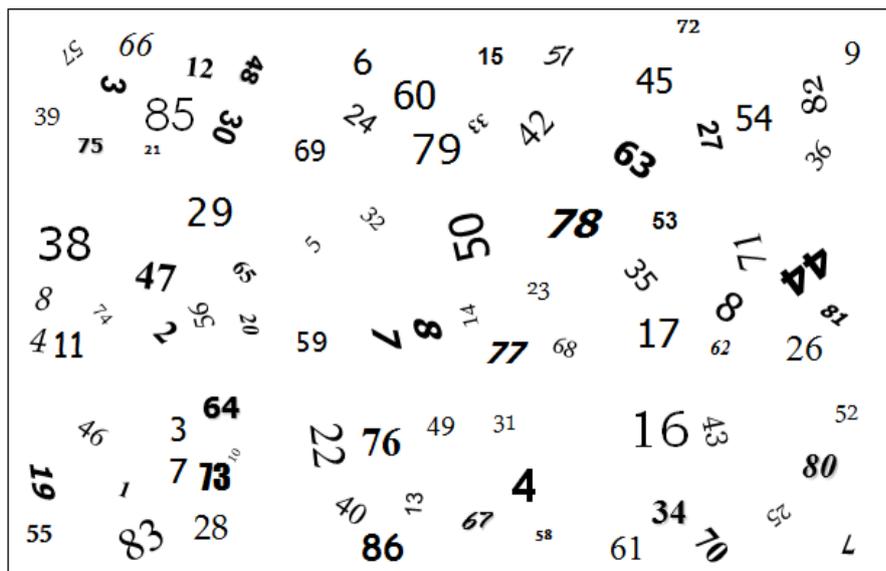


Figura 8 -Rodada 06, jogo dos números 5S.

Fonte: sítio [www.institute.nhs.uk](http://www.institute.nhs.uk)

Rodada 07 – Encontre os números faltantes: utilizando a configuração da Figura 9, o participante deve encontrar os números faltantes em um tempo máximo de **5 segundos**. Obviamente estes falarão “18” e “41”. Neste ponto deve-se perguntar para os participantes como estes poderão aplicar os conhecimentos obtidos durante a prática em seus respectivos ambientes de trabalho.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25	26	
28	29	30	31	32	33	34	35	36
37	38		40	41	42	43	44	45
46	47	48	49					

Figura 9 -Rodada 07, jogo dos números 5S.

Fonte: sítio [www.institute.nhs.uk](http://www.institute.nhs.uk)

Considerando que um jogo poderia ser utilizado para diversos fins, a fim de coletar ideias para o desenvolvimento de um jogo para treinamento de 5s, outros serão explorados.

### 2.2.2.3 Jogo do seis sigma

Este jogo é uma simulação de treinamento prático ideal para demonstração de aplicação de técnicas de resolução de problemas como diagramas causa e efeito, *brainstorming* e seis sigma. É utilizado como base de exercícios para compreensão do processo, variação de controle e melhoria de desempenho nas entregas (*Lean Games*, 2015).

Segundo a *Lean Games* (2015) a catapulta, Figura 10, é projetada para atirar uma pequena bola, como a de ping pong, em alvo determinado e tipicamente colocado de 3 a 4 metros de distância. Existem uma quantidade de configurações e variáveis projetadas dentro da catapulta, que necessitam serem compreendidas e controladas, para que cada tentativa de acerto do alvo tenha repetibilidade e acurácia.



Figura 10 - Jogo do seis sigma, catapulta.  
Fonte: sítio [www.leangame.co.uk](http://www.leangame.co.uk)

O jogo da catapulta pode demorar de 1 a 8 horas dependendo do aprofundamento necessário para o aprendizado e geralmente é utilizado com um time pequeno entre 4 e 6 pessoas (*Lean Games*, 2015).

#### 2.2.2.4 Simulação de fábrica de lanternas

Esta simulação de manufatura enxuta é baseada na montagem de lanternas, tendo componentes maiores necessita de menos habilidade manual. Afim de reforçar a importância do aperfeiçoamento da qualidade o jogo possui uma quantidade de peças modificadas para causar defeitos durante a montagem (*Lean Games*, 2015).

Alguns dos conceitos demonstrados por esta simulação, Figura 11, são mapeamento de filtro de qualidade, registro de dados, entendimento dos requisitos do cliente, análise de Pareto, *layout* e benefícios do treinamento(*Lean Games*, 2015).



Figura 11 - Jogo de simulação da fábrica de lanternas.  
Fonte: [sítio www.leangame.co.uk](http://www.leangame.co.uk)

Conforme foi visto, os jogos apresentados, em sua maioria, se baseiam em montagens, seja um quebra-cabeça (palavra 5S), uma ferramenta (lanterna) ou uma miniatura de equipamento (catapulta).

Na Tabela 1 são colocados os valores, nas moedas locais e convertidos para real, dos jogos citados anteriormente. Ressaltamos que o valor para o “Jogo dos números” equivale somente à impressão das folhas utilizadas em cada rodada.

**Tabela 1 - Preços dos jogos exemplificados na seção “Jogos de simulação”.**

<b>Jogo</b>	<b>Preço moeda local</b>	<b>Preço convertido pelo BCB<sup>3</sup></b>
Jogo do desafio 5S	£195.00	R\$ 1.116,10
Jogo dos números	-	R\$ 30,00
Jogo do seis sigma	£325.00	R\$ 1.860,17
Simulação da fábrica de lanternas	£325.00	R\$ 1.860,17

**Fonte: autoria própria.**

Considerando que esse trabalho visa desenvolver um jogo para o treinamento industrial do método 5S, algumas metodologias aplicadas para desenvolver produtos em geral e jogos, em específico, serão analisadas.

### **2.3 Metodologias para desenvolvimento de produto**

Conforme Bomfim (1984), metodologia é definida como o estudo de métodos, técnicas e ferramentas, bem como as suas aplicações à definição, organização e solução de problemas, tanto teóricos quanto práticos. Para o autor, o estudo da metodologia de projeto significa tratar da geração, adaptação e aplicação de conceitos dos diversos campos da ciência na proposição de procedimentos lógicos. Na sequência são apresentadas várias metodologias que servem para desenvolver produtos ou jogos.

#### **2.3.1 Metodologia proposta por Pahlet *al.* (2007)**

A sequência de resolução de problema proposta por Pahlet *al.* (2007) é dividida em fases, sendo as principais delas: planejamento e esclarecimento da tarefa, projeto conceitual, projeto preliminar e projeto detalhado. Discute-se que nem sempre é clara a divisão entre as fases. Porém, estas etapas servem como base para o planejamento e controle das atividades a serem realizadas. Estas tarefas podem ser visualizadas na Figura 12, que demonstra, de maneira esquemática, o sistema de funcionamento da metodologia.

<sup>3</sup> BCB: Banco Central do Brasil, utilizada cotação do dia 09/10/2015.

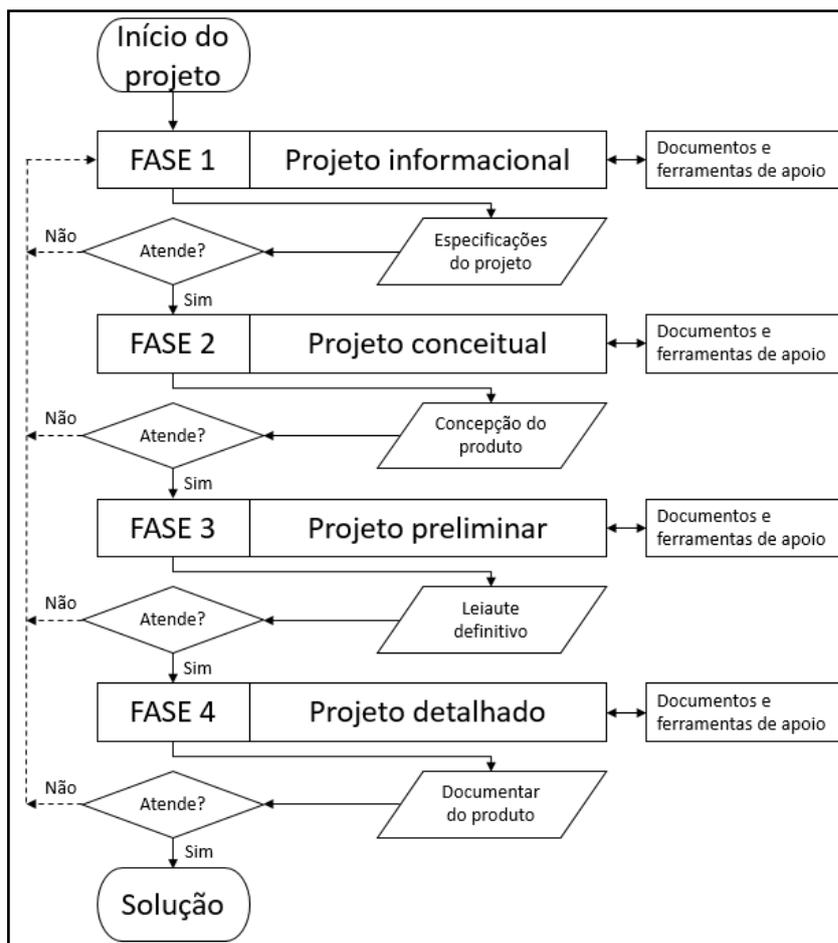


Figura 12 - Fluxograma de fases e tarefas de desenvolvimento.  
Fonte: adaptado de Pahl *et al.* (2005).

Para realização bem-sucedida de cada uma das fases, são propostas algumas tarefas principais.

### 2.3.1.1 Projeto informacional

Nessa fase deve ser estudado o ciclo de vida do produto de modo a adequar o novo produto ao portfólio da empresa. Também deve ser estudado o posicionamento do produto no mercado assim como a situação da empresa, avaliando suas fraquezas e pontos fortes. Após ter esclarecido essas questões é elaborado a proposta de desenvolvimento do produto, também definindo uma lista de requisitos.

### 2.3.1.2 Projeto conceitual

Na fase de concepção é definida a solução preliminar do projeto. Para tanto, esta etapa leva em consideração, conforme demonstrado na Figura 13, o esclarecimento do problema e sua contribuição na estrutura de funcionamento.

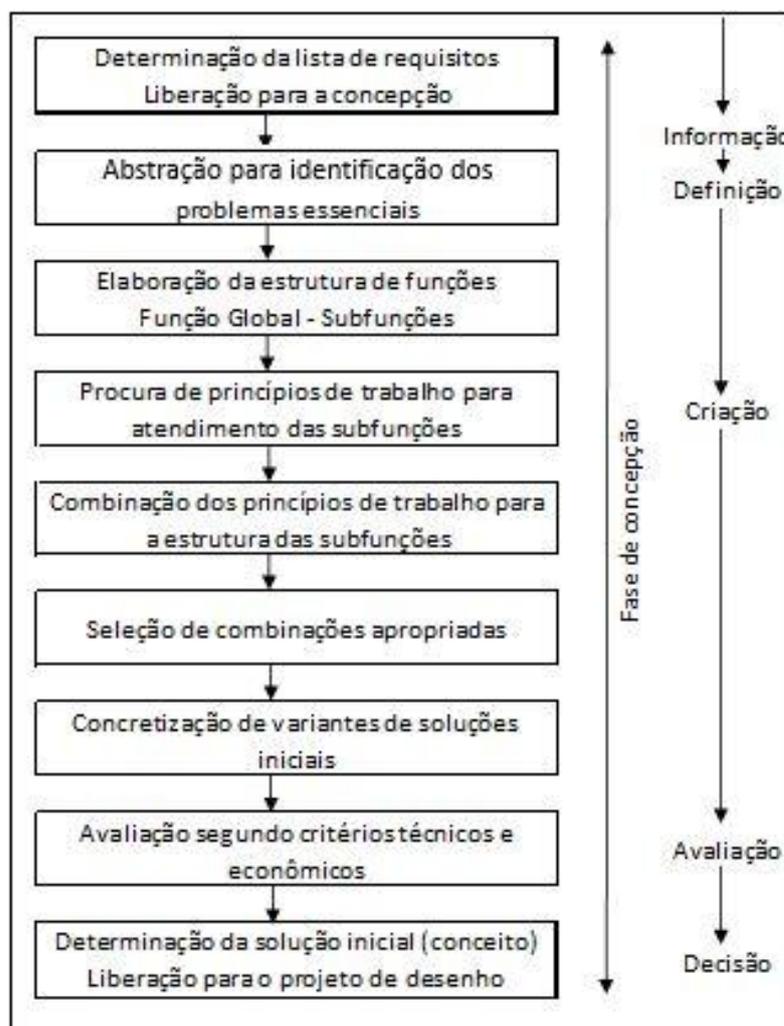


Figura 13 - Etapas de trabalho da fase de concepção.  
Fonte: adaptado de Pahl *et al.* (2005).

Conforme Pahl *et al.* (2007), a primeira etapa do projeto conceitual utiliza a abstração visando quebrar as barreiras de soluções convencionais e preconceitos para com novas ideias. Para isso, é preciso verificar com cuidado se os caminhos inovadores e práticos, para a solução, são passíveis de implementação.

Para a próxima etapa é definido, por Pahl *et al.* (2007), o conceito de **função** como a relação geral e desejada entre entrada e saída de um sistema, com a finalidade de cumprir uma tarefa.

Sabendo-se isso, deve-se elaborar estruturas de funções demonstrando as inter-relações, identificadas na lista de requisitos, de forma que seja de fácil entendimento e visualização. O objetivo é identificar para quais subfunções devem ser encontrados novos princípios de funcionamento e para quais podem ser utilizadas soluções existentes (PAHL, BEITZ, *et al.*, 2007).

Para a devida análise dos requisitos técnicos, quanto à elaboração de um esboço do produto, é necessário o entendimento da matriz morfológica. Segundo Yan (1998) a matriz morfológica tem o objetivo de sistematizar as diferentes combinações de elementos ou parâmetros com o objetivo de encontrar soluções para o problema proposto mediante listagem das funções do produto (lista de requisitos técnicos), dos possíveis meios para cada função e agrupar visualmente as funções e princípios de solução para explorar as combinações.

A matriz morfológica consiste, conforme Figura 14, em uma tabela na qual a primeira coluna vertical contém as características gerais e atributos que são relevantes para o problema e as linhas horizontais devem conter as alternativas para cada atributo ou função (OSTERTAG, OSTERTAGOVÁ e HUNADY, 2012).

Funções	Princípios de solução							
Acomodar o usuário sentado								
Acomodar usuário encostado								
Apoiar utensílios de alimentação								
Apoiar utensílios de estudo								
Armazenar/organizar utensílios de estudo								
Acomodar com segurança o usuário	Proteção nos elementos de junção	Cantos arredondados	Material Resistente	Dimensões ergonômicas	Formato que sustente	Mecanismos intuitivos		

Figura 14 - Exemplo de matriz morfológica.

Fonte: [sítio https://www.behance.net/](https://www.behance.net/).

Para analisar qual será a melhor opção dentre, por exemplo, três soluções utilizaremos a matriz de Pugh, esta é composta por entradas de critérios (requisitos técnicos) que compõem as linhas e nas colunas são alocadas as concepções, como

pode ser visualizado na Figura 15. Uma concepção é definida como referência e os demais são comparados a ele utilizando uma escala de melhor, igual ou pior em consideração aos critérios, sendo inseridos respectivamente um sinal de positivo, número zero ou sinal de negativo. Conforme Figura 16, ao final de cada coluna de concepção, há um somatório que indica o escore final (ROZENFELD, FORCELLINI, *et al.*, 2006).

		Concepções					
		Concepção 1	Concepção 2 (referência)	Concepção 3	...	...	Concepção m
Critérios	Critério 1		0				
	Critério 2		0				
	Critério 3		0				
	...	...	...	...	...	...	...
	...	...	...	...	...	...	...
	...	...	...	...	...	...	...
	Critério n	...	...	...	...	...	...
	Total +1		0				
	Total -1		0				
Total Global		0					

Figura 15 - Modelo de Matriz de Pugh.  
Fonte: Rozenfeld *et al.* (2006)

Critério	Valor
Melhor que	+1
Igual a	0
Pior que	-1

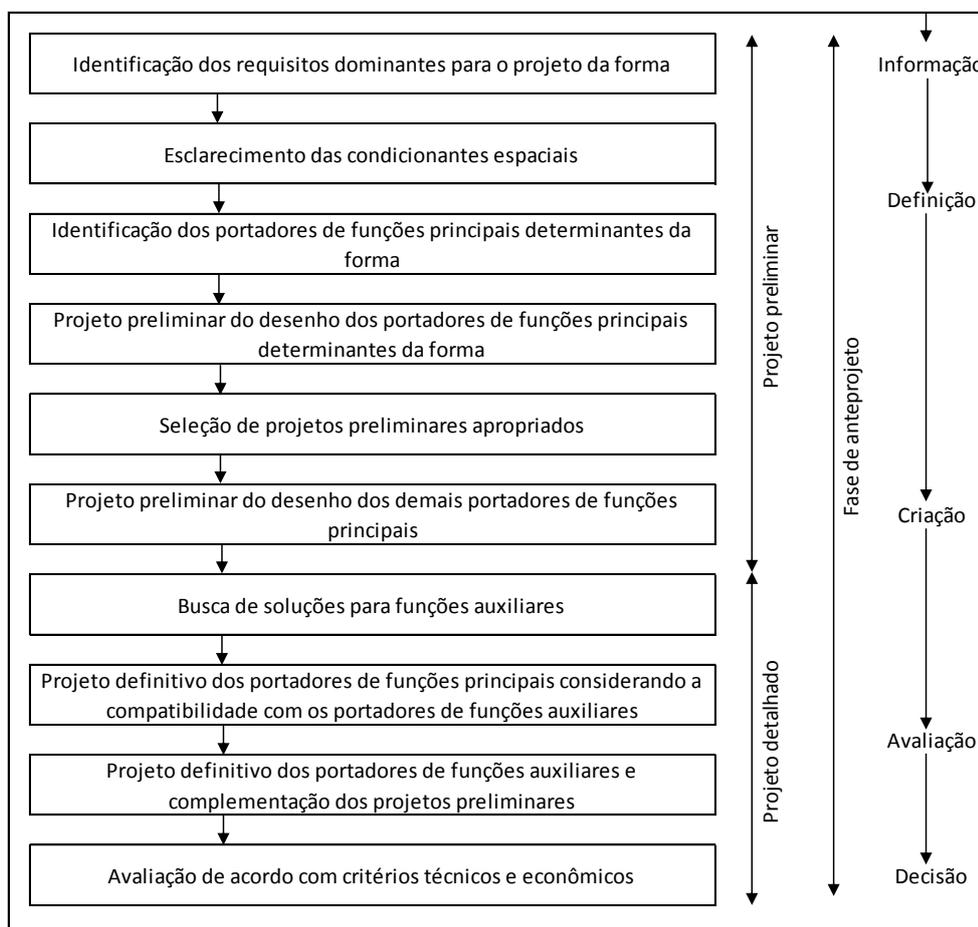
Figura 16 - Escore dos critérios utilizados na matriz de Pugh.  
Fonte: adaptado de Rozenfeld *et al.* (2006)

Ao final do projeto conceitual é determinado a solução inicial, ou conceito, para as funções desejadas, e este poderá passar para a próxima fase.

### 2.3.1.3 Projeto preliminar

O projeto preliminar, ou anteprojeto, é a fase que, partindo da estrutura de funcionamento ou da solução básica, constrói de maneira clara e completa a estrutura do produto, levando em consideração os critérios técnicos e econômicos

previamente estabelecidos (PAHL, BEITZ, *et al.*, 2007). Este é subdividido em etapas, conforme Figura 17, nas quais podemos identificar os conjuntos de subdivisões projeto do desenho preliminar, projeto do desenho detalhado e complementação e verificação.



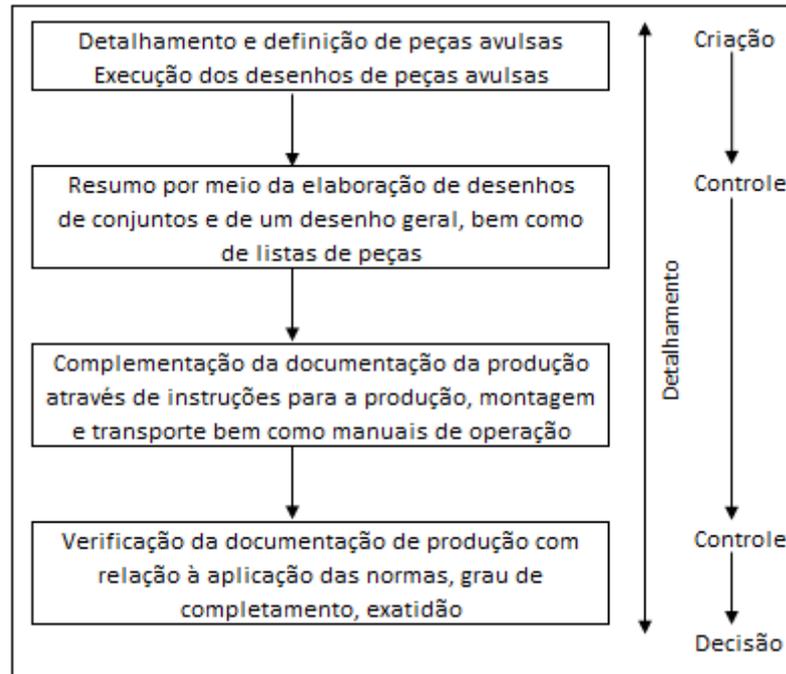
**Figura 17 - Etapas de trabalho principais no anteprojeto.**  
**Fonte: adaptado de Pahl *et al.* (2005).**

Conforme os autores Pahl *et al* (2007) explicam, ao se comparar com a fase anterior, o projeto preliminar é de maior complexidade uma vez que se agregam os métodos de identificação de falhas e de otimização aos já conhecidos e utilizados métodos para busca de solução, seleção e avaliação.

#### **2.3.1.4 Projeto detalhado**

Conforme Pahl *et al* (2007), entende-se por detalhamento do projeto, a complementação da estrutura de construção para o produto por meio de prescrições definitiva para a forma, o dimensionamento e o acabamento superficial de todos os

componentes. Como pode ser visualizado na Figura 18, o detalhamento é executado em várias etapas de trabalho.



**Figura 18 - Etapas de trabalho de detalhamento.**  
Fonte: adaptado de Pahl *et al.* (2005).

O foco do detalhamento é a elaboração de documentação para a produção, tais como:

- Desenhos de componentes individuais;
- Desenhos de fabricação;
- Desenhos de conjuntos;
- Desenho completo;
- Listas de peças;
- Prescrição para transporte e montagem;
- Instruções para os testes de controle e qualidade;
- Instruções de operação, manutenção e reparação.

Por este motivo, esta fase do desenvolvimento do projeto é fortemente auxiliada e automatizada pelas possibilidades de processamento gráfico, sendo isto uma tendência cada vez maior atualmente (PAHL, BEITZ, *et al.*, 2007).

### **2.3.2 Metodologia SDSU (*San Diego State University*)**

A metodologia SDSU é uma metodologia para criação de jogos de tabuleiro, aplicada pelos alunos da disciplina de *Exploratory learning through educational simulation and games* (Aprendizado exploratório através de simulações e jogos educacionais), ofertada pela *San Diego State University* nos EUA. No material, encontra-se um roteiro para a criação conceitual e detalhada de jogos de tabuleiro. O roteiro proposto pode ser encontrado no site da SDSU (DODGE, 2003) e segue as seguintes fases.

#### **2.3.2.1 Análise de conteúdo do jogo**

É proposto que o primeiro passo no desenvolvimento do jogo seja a elaboração de uma lista de palavras e conceitos associados ao tema do jogo, também conhecido como brainstorming. Aqui é enfatizado que todas as ideias devem ser consideradas, sem adoção de critérios de refinamento nesse estágio. Pode ser incluído nessa lista: palavras, frases, conceitos ou breves descrições de elementos. É esperado que apenas uma fração dessa lista de conteúdo esteja presente de fato no conceito final do jogo.

#### **2.3.2.2 Primeira incubação**

Apontada como a fase chave para o processo criativo de desenvolvimento de um jogo, nessa etapa, o desenvolvedor deve se afastar da tarefa por algum tempo (não indicado exatamente quanto), lembrando-se ocasionalmente da lista gerada no primeiro momento. Durante esse tempo relações-chaves entre os itens colocados na lista inicial devem surgir naturalmente, e novos itens podem ser adicionados no momento em que o desenvolvedor voltar novamente sua atenção para a atividade de criação.

#### **2.3.2.3 Segmentação**

Nessa fase todos os itens devem ser segmentados em seis classes diferentes. Cada uma dessas classes está relacionada com elementos de jogos de tabuleiro,

sendo esses: peças, formas ou padrões, caminhos ou progressões, possibilidades, recompensas e, finalmente, princípios. Cada um dos itens da lista pode ser associado a mais de uma classe, da mesma forma que não é incomum que alguns itens não consigam ser associados a nenhuma das categorias citadas.

#### **2.3.2.4 Identificação de estruturas do jogo**

Nessa fase acontece a procura por elementos, conceitos e formas, dentro da lista do conteúdo que se deseja abordar, que possam ser representados de maneira análoga a uma mecânica de funcionamento comumente encontrada em jogos de tabuleiro. O princípio para identificar essas estruturas é a observação da segmentação produzida na fase anterior. Elementos classificados em categorias diferentes (por exemplo, caminhos e possibilidades) devem ser organizados em estruturas funcionais tipicamente encontradas em jogos de tabuleiro. Quando possível, as estruturas formadas para a mecânica do jogo devem refletir com exatidão a estrutura do conteúdo abordado.

#### **2.3.2.5 Delineamento inicial do leiaute do jogo**

Com as ideias e estruturas identificadas anteriormente, a partir desse momento do processo de desenvolvimento, passa a ser possível gerar o leiaute do tabuleiro do jogo. Nessa fase o criador deve se utilizar também de elementos representativos (moedas, palitos, etc.) para simular o funcionamento do produto, sendo comum o uso de peças de outros jogos para representar os conceitos do novo jogo. É recomendado que o criador se coloque na posição de jogador e responda se o funcionamento do jogo pode ser relacionado a algum conceito teórico, caso a resposta seja negativa, a mecânica deve ser modificada ou aprimorada.

#### **2.3.2.6 Segunda incubação**

Após o delineamento de um leiaute inicial para o jogo e de uma mecânica básica de funcionamento, novamente, é recomendado que o desenvolvedor do jogo se afaste da tarefa. Com o tempo, novas ideias, refinamentos e avanços no leiaute serão gerados. A segunda incubação é uma maneira de evitar que existam muitos leiautes intermediários entre a versão inicial e a versão final do jogo.

### **2.3.2.7 Refinamento e detalhamento**

Após certo nível de refinamento das propostas de modificações no leiaute inicial, um novo leiaute deve ser criado, iniciando-se então o detalhamento dos elementos de funcionamento do jogo (cartas, pontuações, equilíbrio dos eventos aleatórios), além de testes de funcionamento para gerar melhorias, até que se considere o jogo satisfatório para a realização de seu objetivo. O detalhamento do jogo e o processo de refinamento final do leiaute, posteriores ao segundo estágio de incubação, são feitos de maneira simultânea, sendo que o detalhamento dos elementos do jogo é necessário para que a mecânica do jogo seja testada através da realização de partidas experimentais. Os testes podem eventualmente levar a ajustes no conceito do jogo, porém, o mais esperado é que sejam apenas ajustados os atributos do detalhamento do jogo.

### **2.3.3 Metodologia de *design* de jogos de simulação para treinamento**

A metodologia encontrada, que apresenta uma proposta bem detalhada, é a descrita por Rocha e Araujo (2013), a qual consiste de três principais fases: pré-produção (planejamento), produção (análise, projeto, implementação, integração e teste), e pós-produção (execução e avaliação dos resultados).

Os processos são sequenciais e iterativos. Caso necessário, há um retorno para algum dos processos anteriores até que este seja refinado. Os processos contêm subprocessos específicos para identificar e implementar cada requisito do jogo, e estes podem acontecer ou não dependendo do tipo de treinamento que for planejado, podendo também alguns subprocessos acontecerem em paralelo, dentro da duração do processo. Antes da passagem entre processos, há a realização de validação, verificação e aceitação (VV&A) dos modelos e artefatos gerados. Estes processos da metodologia são detalhados na sequência (ROCHA e ARAUJO, 2013).

#### **2.3.3.1 Planejamento**

Nesta fase, a equipe desenvolvedora deve entender a situação do mundo real que deverá ser simulada, bem como os procedimentos e habilidades a serem treinados. Para o devido entendimento, tanto os analistas de simulação quanto os especialistas do domínio da aplicação e os treinadores, elaboram um planejamento de início baseados nas necessidades do treinamento. Este planejamento precisa conter descrições do cenário e problema real, necessidade e motivações de treinamento, os protocolos e procedimentos envolvidos e especificação dos recursos envolvidos para o auxílio das operações que devem ser realizadas.

#### **2.3.3.2 Análise**

Na fase de análise, deve-se realizar um detalhamento do jogo, onde, para um jogo de simulação, será feito com o levantamento de requisitos dos diversos produtos que devem ser gerados, simulação e métricas de avaliação.

#### **2.3.3.3 Projeto**

Realizar o mapeamento das estruturas e funcionalidades dos modelos que devem ser construídos, documentá-los para o processo de implantação na sequência. O plano de treinamento deve ser elaborado e necessita contemplar cada treinamento com seus dados e requisitos, descrevendo que o método de treinamento utilizará o jogo de simulação. Também deve ser especificado o programa de treinamento, com objetivos, público alvo, metodologia e conteúdo, etc.

#### **2.3.3.4 Implementação**

Na fase de implementação, todos os recursos necessários são modelados e implementados: arte, programação (quando aplicado) e áudio.

#### **2.3.3.5 Integração e teste**

Nesta etapa, a integração do jogo completo e seus testes é realizada para posterior lançamento e/ou utilização.

### **2.3.3.6 Execução**

Tendo em vista que a metodologia proposta é um jogo de simulação para treinamento, se faz necessário um controle e gerenciamento dos treinamentos para posterior análise. Portanto, capturar os dados de saída é o objetivo da fase de execução.

### **2.3.3.7 Avaliação dos resultados**

Na etapa 7, são avaliados os desempenhos dos *trainees*<sup>4</sup> durante e depois da execução do treinamento, bem como dos modelos de simulação para sua melhoria e, posteriormente, podem ser gerados relatórios de avaliação para outros interessados.

### **2.3.3.8 Verificação, validação e acreditação**

Simulações precisam ser verificadas e validadas com os requisitos e dados do mundo real, semelhantemente aos softwares, e para isso a verificação é realizada pelos desenvolvedores para verificar se os artefatos gerados refletem os requisitos de entrada de maneira correta. Já a validação é realizada pelos especialistas de domínio para validar os artefatos gerados quanto a reflexão e consistência com o problema abordado. E, finalizando, a acreditação é o aceite oficial do software para um determinado conjunto de objetivos.

Para a realização bem-sucedida de cada uma das fases, são propostas algumas tarefas principais a serem completadas. Essas tarefas podem ser visualizadas na Figura 19, que mostra de maneira esquemática o sistema de funcionamento da metodologia.

---

<sup>4</sup>*Trainees*: pessoas que receberão o treinamento do método 5S.

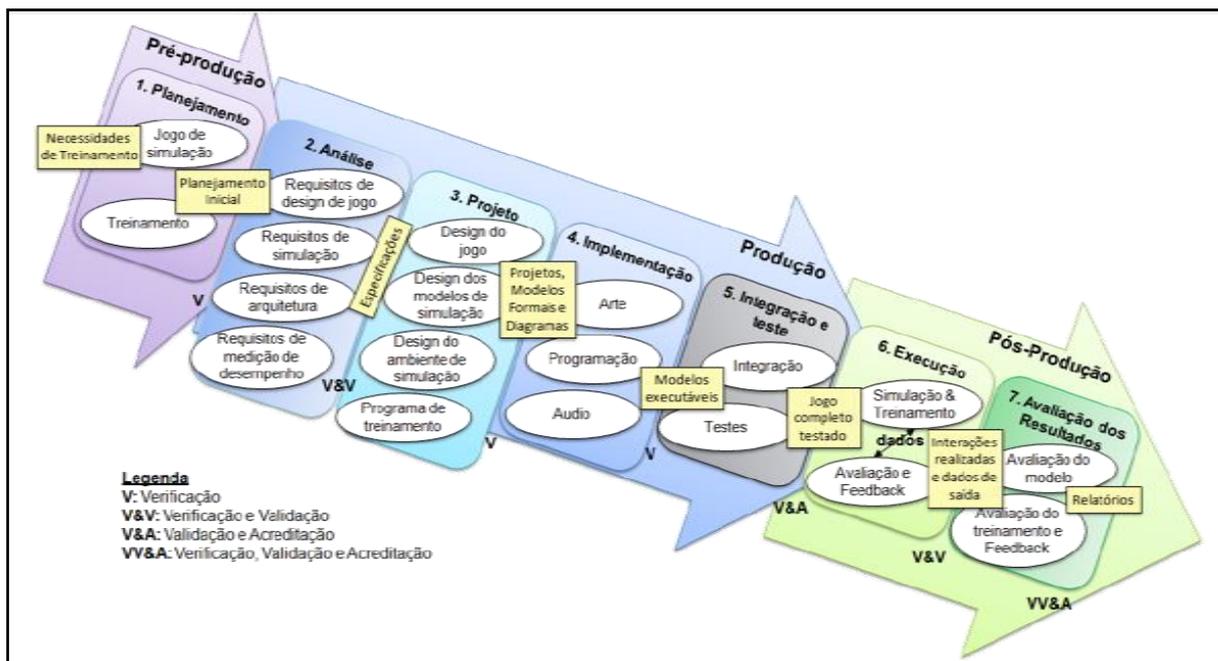


Figura 19 - Metodologia de *design* de jogos de simulação de simulação para treinamento.  
Fonte: Rocha e Araujo (2013).

As metodologias exploradas nesse capítulo servirão de base para a construção da metodologia a ser apresentada no capítulo 3.

### **3 METODOLOGIA**

Esse capítulo apresenta a metodologia adotada para o desenvolvimento dessa pesquisa, considerando o objetivo geral desse trabalho.

#### **3.1 Metodologia da pesquisa**

Para concluir o objetivo geral, primeiramente serão feitas algumas revisões bibliográficas sobre metodologias de desenvolvimento de produtos e jogos. Após a revisão das metodologias utilizadas para desenvolvimento de produtos e jogos, as mesmas são comparadas visando a construção de uma metodologia própria. Com a metodologia específica, o jogo será desenvolvido seguindo uma sequência de tarefas e sub tarefas, as quais incluem alguns métodos operacionais, os quais serão apresentados no próximo item.

#### **3.2 Sequência adotada para o desenvolvimento do projeto**

Para o desenvolvimento de um novo produto, tal como o objetivo deste trabalho, é necessário a adoção de uma metodologia capaz de suportar a concepção do mesmo. Avaliando as literaturas disponíveis, identificamos que nenhuma metodologia por si só iria conseguir atender aos múltiplos requisitos para a criação do jogo para a aplicação do treinamento de 5S.

Foi então preciso construir uma metodologia própria, baseada nas metodologias revisadas, para que fosse possível suprir as necessidades do desenvolvimento do projeto em questão. Sendo assim, as três foram ordenadas e as etapas similares entre as três foram associadas na mesma linha, visando facilitar a identificação do que poderia ser utilizado para compor uma metodologia personalizada para este caso. O Quadro 3 apresenta essa associação e comparação entre as três metodologias.

<b>Metodologia de Projeto “Pahlet <i>et al.</i>”</b>	<b>Metodologia Auxiliar Jogos Sérios</b>	<b>Metodologia Auxiliar Jogo de Tabuleiro</b>
<b>1) Esclarecimento da tarefa:</b> - Definição da tarefa; - Elaborar especificações.	<b>1) Planejamento:</b> - Entender a situação do mundo real e os procedimentos e habilidades dos que serão treinados; - Planejamento inicial a partir das necessidades de treinamento; - Compreender o cenário e operações que devem ser realizadas.	<b>1) Análise de conteúdo do jogo:</b> - Elaboração de uma lista de palavras e conceitos associados ao tema do jogo.
	<b>2) Análise:</b> - Detalhamento do jogo; - Levantamento de requisitos; - Métricas de avaliação; - Análise dos requisitos do jogo; - Identificar os requisitos do ambiente; - Requisitos de medição de desempenho.	<b>2) Primeira incubação:</b> - Afastar-se da tarefa por algum tempo; - Adicionar novos itens no momento em que voltar sua atenção para a criação.
<b>2) Projeto conceitual:</b> - Identificação dos problemas essenciais; - Estabelecer estrutura de funções; - Procura de princípios de soluções; - Concretização das variantes de princípios de solução; - Avaliação com base nos critérios técnicos e econômicos.	<b>3) Projeto:</b> - Mapear as estruturas e funcionalidades dos modelos que devem ser construídos; - Projetar e documentar; - Plano de treinamento; - Especificar o programa de treinamento.	<b>3) Segmentação:</b> - Segmentar os itens em seis classes diferentes.
	<b>4) Implementação:</b> - Modelar e implementar recursos necessários (arte).	<b>4) Identificação de estruturas do jogo:</b> - Procurar elementos, conceitos e formas, para serem representados analogamente a uma mecânica de funcionamento encontrada em jogos de tabuleiro; - Identificar as estruturas.
<b>3) Projeto preliminar:</b> - Desenvolver leiautes preliminares; - Refinamento e avaliação sob critérios técnicos e econômicos; - Otimizar e completar o projeto das formas; - Verificar erros; - Preparar a listas preliminares e documentos de produção.	<b>5) Integração e Teste:</b> - Integração do jogo completo, e seus testes, para posterior lançamento e/ou uso.	<b>5) Delineamento inicial do leiaute do jogo:</b> - Gerar o leiaute do tabuleiro do jogo; - Utilizar também de elementos representativos; - Simular o funcionamento do jogo.
	<b>6) Execução:</b> - Capturar os dados de saída para avaliação do modelo de simulação.	<b>6) Segunda incubação:</b> - Desenvolvedor do jogo se afastar da tarefa novamente.
<b>4) Projeto detalhado:</b> - Finalizar os detalhes; - Completar os desenhos detalhados e documentos de produção; - Verificar todos os documentos.	<b>7) Avaliação dos Resultados:</b> - Avaliar o desempenho dos trainees na execução do treinamento; - Avaliação dos modelos para sua melhoria; - Relatórios de avaliação.	<b>7) Refinamento e detalhamento:</b> - Criar novo leiaute; - Testar o funcionamento para gerar melhorias; - Detalhamento dos elementos do jogo; - Realização de partidas experimentais.
	<b>8) Verificação, Validação e Acreditação:</b> - Validação realizada pelos especialistas; - Verificação pelos desenvolvedores; - Acreditação e aceite oficial do jogo.	

**Quadro 3 - Resumo das metodologias.**

Fonte: autoria própria.

A metodologia adaptada é composta, principalmente, pela metodologia de Pahl *et al.* (2007) e a “Metodologia de *design* de jogos de simulação para treinamento”.

Ressaltamos que a metodologia proposta por Pahl *et al.* (2007) tem maior utilização em projetos de engenharia, no entanto, com as devidas adaptações, pode-se utilizar para projetos nos mais diversos campos de atuação, bem como no desenvolvimento de jogos de simulação, foco deste trabalho. Sendo assim, o Quadro 4 mostra a estrutura da metodologia definida para o desenvolvimento do projeto proposto, justificando o motivo desta composição.

<b>Metodologia para o desenvolvimento do jogo para a aplicação do treinamento de 5S: Etapas, fases e métodos operacionais</b>	<b>Justificativa das fases escolhidas para esse caso</b>
<p><b>1) Esclarecimento da tarefa:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entender a situação do mundo real que será simulado e os procedimentos e habilidades demandadas para os que serão treinados;</li> <li>• Planejamento inicial a partir das necessidades de treinamento;</li> <li>• Compreender o cenário e operações que devem ser realizadas;</li> <li>• A partir das necessidades identificadas, desdobrar em <b>requisitos técnicos</b>, visando contemplar no jogo todos os requisitos identificados.</li> </ul>	<p>Primeira etapa definida através da junção dos passos descritos na metodologia de jogos sérios e Pahl <i>et al.</i> (2007). Os três primeiros requisitos foram selecionados por serem um sequenciamento detalhado das atividades de reconhecimento do ambiente e necessidades para o ensino através de jogos de simulação. Já o último passo foi selecionado, de Pahl <i>et al.</i> (2007), por explorar os requisitos técnicos necessários de forma simples e objetiva.</p>
<p><b>2) Projeto conceitual:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise dos requisitos do jogo e do ambiente;</li> <li>• Métricas de desempenho para avaliação do jogo;</li> <li>• Propor princípios de solução;</li> <li>• Concretização das variantes de princípios de solução (gerando 3 soluções possíveis);</li> <li>• <u>Identifica a melhor solução</u> em função dos requisitos listados;</li> </ul>	<p>Novamente, nesta etapa, foram agregadas contribuições das duas metodologias em escalas semelhantes. A elaboração da matriz morfológica e posteriormente a análise de Pugh serão de extrema importância na geração de soluções básicas do problema e o posterior refinamento das mesmas resultará no jogo objeto deste trabalho.</p>
<p><b>3) Plano de treinamento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar um plano de treinamento “<b>relatório</b> com a descrição do jogo e o treinamento passo a passo”.</li> </ul>	<p>A partir desta etapa do projeto a metodologia predominante é a proposta por Rocha e Araujo (2013) que, sendo específica para jogos de simulação, satisfaz as necessidades para o desenvolvimento do produto em questão. Deve-se ressaltar que, na etapa de <b>Implementação</b>, serão utilizados elementos construídos através da metodologia de Pahl <i>et al.</i> (2007), tal como a lista de requisitos técnicos e a matriz morfológica na geração do melhor modelo de protótipo e testes. A última etapa, <b>Avaliação dos Resultados</b>, é onde os derivados da etapa de testes serão aferidos para as devidas conclusões.</p>
<p><b>4) Implementação:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelar e implementar recursos necessários para gerar um protótipo para teste (<i>Composição, custos, tempo de desenvolvimento e criação final</i>).</li> </ul>	
<p><b>5) Integração e Teste:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integração do jogo completo e testes lógicos, simulando a sua utilização em campo.</li> </ul>	
<p><b>6) Avaliação dos Resultados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliar o desempenho dos <i>trainees</i> durante e depois da execução do treinamento;</li> <li>• Avaliação dos modelos de simulação para sua melhoria;</li> <li>• Relatórios de avaliação do jogo, considerando os conceitos envolvidos.</li> </ul>	

**Quadro 4 - Metodologia para o desenvolvimento do jogo para treinamento de 5S.**

Fonte: adaptado de Pahl *et al.* (2007) e Rocha e Araujo (2013) pelos autores.

## 4 DESENVOLVIMENTO DO JOGO

O objetivo do jogo de simulação, desenvolvido neste trabalho, é a fixação de conceitos do método 5S. Para tanto foram utilizadas as metodologias apresentadas na seção METODOLOGIA, conforme será detalhado na sequência.

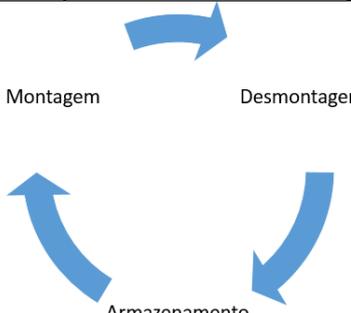
### 4.1 Esclarecimento da tarefa

Nesta etapa do desenvolvimento o objetivo foi o entendimento dos requisitos de jogo, da situação de mercado e a seleção de ideias através do estudo de jogos existentes. Estes pontos foram esclarecidos anteriormente, onde na seção “Método 5S” detalhamos o método e o significado dos sentidos definidos pelas palavras de origem japonesa. Na seção “Formas de implantação do método 5S” foram levantadas pesquisas de outros autores referentes aos principais pontos de atenção na implantação do método 5S dentro das empresas. Por último, na seção “Jogos de simulação” estão citados alguns jogos para ensino de ferramentas tais como o método 5S.

A partir do acima exposto, foi elaborada a lista de requisitos técnicos conforme Quadro 5 abaixo. Os requisitos foram desdobrados a partir das necessidades, lembrando que uma necessidade pode dar origem a mais de um requisito técnico. Neste caso específico não foi utilizada a primeira casa da qualidade do QFD<sup>5</sup> por não haver a necessidade de ranquear os requisitos técnicos, visando dar prioridade igual a todos os requisitos dentro do jogo.

---

<sup>5</sup>Quality Function Deployment(QFD), ou Desdobramento da Função Qualidade, é uma das ferramentas da qualidade que foi criada na década de 60 pelo japonês Yoji Akao e que tem como objetivo principal permitir que a equipe de desenvolvimento do produto incorpore as reais necessidades do cliente em seus projetos de melhoria

<b>Necessidade</b>	<b>Requisitos técnicos</b>
Utilizar diversas vezes Possibilitar transporte	Material resistente / peças resistentes
	Resistente a inúmeras montagem e desmontagem
	Portátil
Ser de baixo custo	Pesar menos que 2kg
	Custo do produto não superior a R\$ 150,00
Ser passível de replicação	Explicar a estrutura / composição do jogo
Ser ergonômico	Não demandar esforços mecânicos
	Não demandar esforços visuais
	Ser seguro
	Peças com tamanhos confortáveis ao manuseio
Demandar pouco Tempo (Máximo 30 min)	Número de componentes adequado ao tempo
	Instruções objetivas
	Instruções gráficas
Permitir avaliação de desempenho	Identificar métrica para medir desempenhos no jogo contemplando 5s
	Permitir <i>check list</i> das ações executadas durante o jogo
Ensinar: 1º S – Utilização	Permitir identificação de itens necessários e desnecessários
Ensinar: 2º S – Ordenação	Permitir separação e agrupamento de peças semelhantes
Ensinar: 3º S – Limpeza	Fornecer materiais que possam ser “sujos” e limpos
Ensinar: 4º S – Padronização	Incluir vista de montagem em explosão do conjunto
	Incluir procedimento de montagem
Ensinar: 5º S – Autodisciplina	
Permitir Armazenamento fácil	Fornecer local para separar as peças
Possibilitar analogia com o campo industrial	Utilizar processo existente em campo fabril.

**Quadro 5 - Lista de requisitos para desenvolvimento do jogo.**

**Fonte: adaptado de Pahl et al. (2007).**

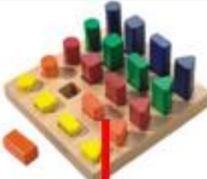
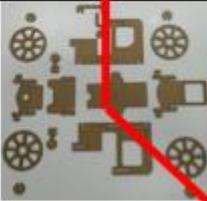
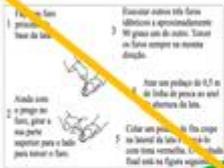
A lista de requisitos será aplicada na seção “Projeto conceitual” com objetivo de conceber os primeiros esboços do produto.

## 4.2 Projeto conceitual

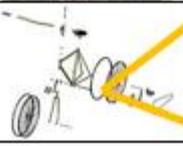
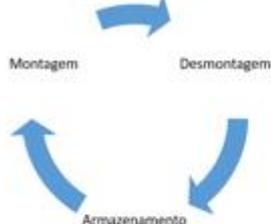
Em posse dos requisitos técnicos foi elaborada a matriz morfológica adaptada como pode ser visto no Quadro 6 e Quadro 7, para obtenção posterior de um princípio de solução (a matriz foi dividida em dois quadros para facilitar o entendimento das mesmas). Não é uma matriz morfológica convencional, que parte de uma estrutura de funções e se desdobra em princípios de soluções, e sim uma

matriz adaptada onde, a partir de requisitos técnicos do projeto, pelas características do produto, foi elaborado os princípios de soluções.

Para a elaboração da matriz morfológica foi necessário a análise da lista de requisitos, separando-os através de semelhança e buscando, posteriormente, opções no mercado para atendê-los. As linhas coloridas correspondem ao fluxo de junção de opções obtidas para obtenção de três possíveis soluções do problema proposto.

Requisitos técnicos	Opção 1	Opção 2	Opção 3
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Material resistente / peças resistentes</li> <li>- Fornecer materiais que possam ser "sujos" e limpos</li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistente a montagem e desmontagem</li> <li>- Portátil</li> <li>- Pesar menos que 2kg</li> <li>- Custo do produto não superior a R\$ 150,00</li> <li>- Peças com tamanhos confortáveis ao manuseio</li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não demandar esforços mecânicos</li> <li>- Não demandar esforços visuais</li> <li>- Ser seguro</li> <li>- Número de componentes adequado ao tempo</li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Explicar a estrutura/composição do jogo</li> <li>- Incluir instruções objetivas</li> <li>- Incluir Procedimento de montagem</li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar métrica para medir desempenhos no jogo contemplando 5s</li> </ul>			

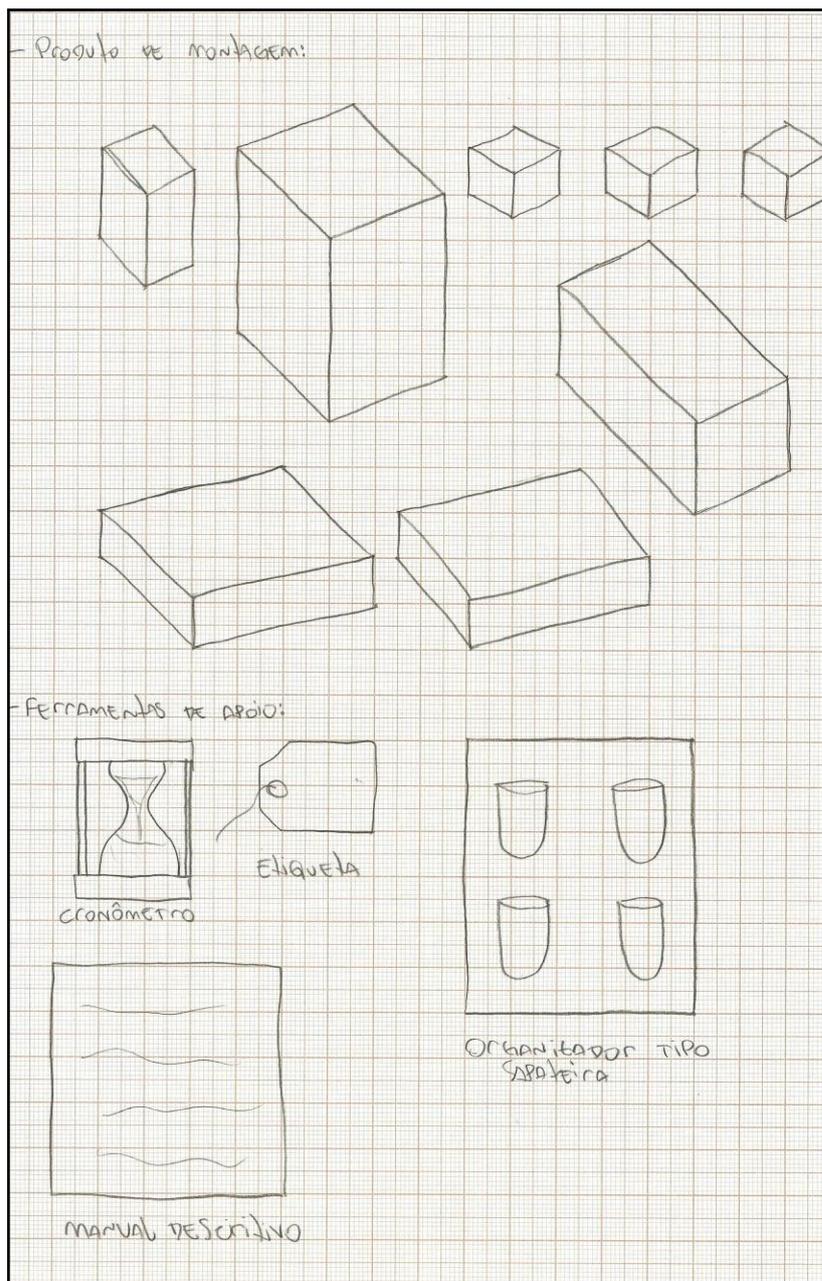
Quadro 6 - Matriz morfológica analisando produtos no mercado, parte 1.  
Fonte: adaptado de Pahl et al. (2007).

Requisitos técnicos	Opção 1	Opção 2	Opção 3
- Permitir <i>check list</i> das ações executadas durante o jogo.			
- Permitir identificação de itens necessários e desnecessários			
- Permitir separação e agrupamento de peças semelhantes			
- Incluir vista de montagem em explosão do conjunto - Instruções gráficas			
			
- Utilizar materiais de apoio			
- Utilizar processo existente em campo fabril.			

**Quadro 7 - Matriz morfológica analisando produtos no mercado, parte 2.**  
**Fonte: adaptado de Pahl et al. (2007).**

Seguindo os três fluxos apresentados acima (vermelho, amarelo e verde) foi possível desenharmos um esboço de três opções de solução.

A primeira solução, Figura 20 seguindo o fluxo vermelho, apresenta um conjunto simples para montagem de um edifício onde os elementos que compõem o jogo seriam mais rudimentares como por exemplo, blocos de madeira para a composição do edifício, um organizador do tipo sapateira e um manual apenas descritivo, onde não são expostas nem figuras explicando a montagem e nem mesmo teríamos um desenho de vista explodida para auxiliar o participante do jogo na tarefa.



**Figura 20 - Esboço solução 01, fluxo vermelho.**  
**Fonte: autoria própria.**

O próximo esboço, Figura 21 seguindo o fluxo amarelo, já nos mostra uma melhora quanto as ferramentas de auxílio. A montagem se trata de um avião com encaixes de forma semelhante a um lego. Para auxiliar na montagem agora podemos notar que houve uma evolução quanto ao manual e o desenho de vista explodida onde temos uma descrição não apenas descritiva da montagem, mas também expositiva com figuras ilustrativas do avião. Ressaltamos também que agora o cronômetro é digital e isto nos proporcionaria uma precisão melhor na avaliação dos resultados.

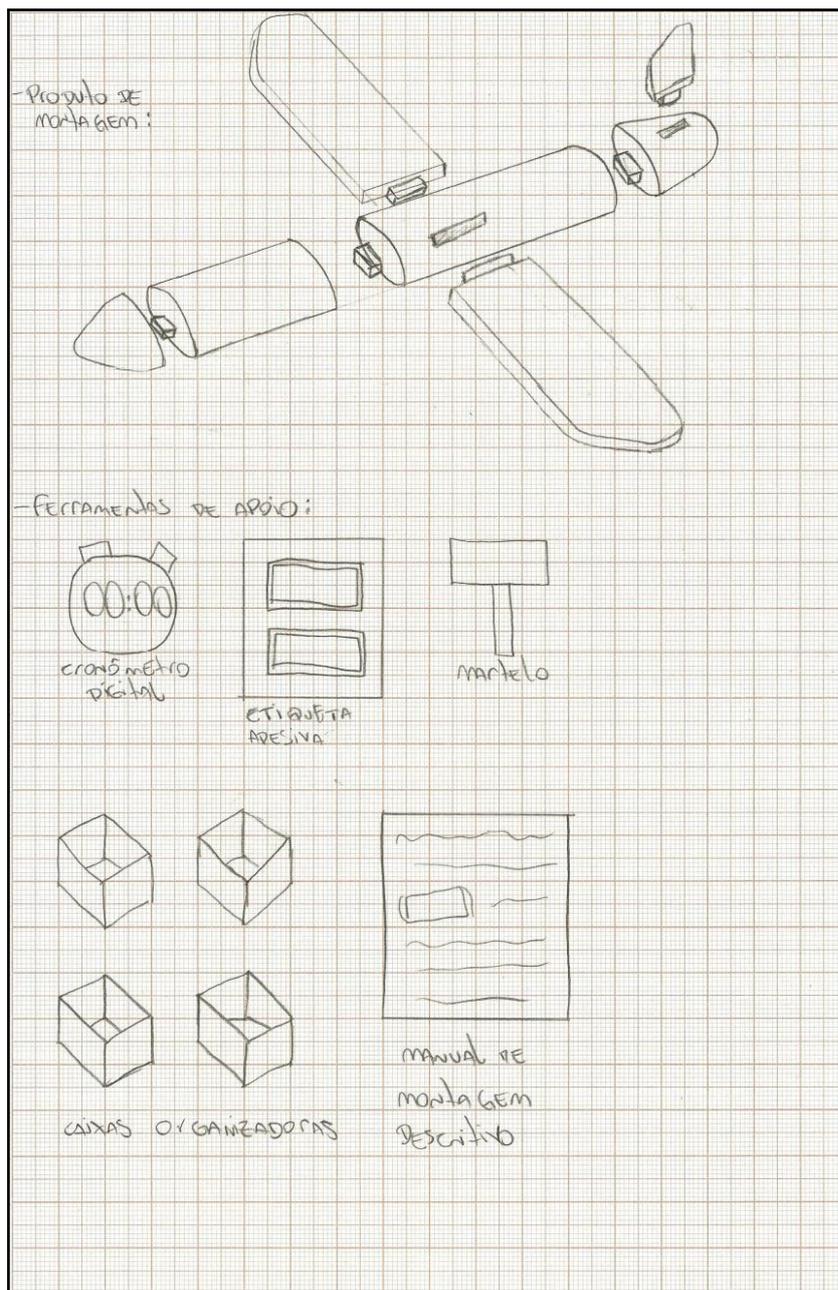


Figura 21 - Esboço solução 02, fluxo amarelo.  
Fonte: autoria própria.

No último esboço desenhado, Figura 22 seguindo o fluxo verde, podemos notar que a montagem se trata de um carro de brinquedo. Neste esboço dispomos de um conjunto mais completo de elementos de auxílio tal como, por exemplo, etiquetas adesivas e coloridas, pequenas ferramentas de plástico e a caixa organizadora com divisões. O manual de montagem somado ao desenho de vista explodida são o grande diferencial desta solução onde, sendo mais completos, nos mostram descrição detalhada de montagem com indicação numeral no desenho de montagem. Outra alteração se trata do modo de contagem do tempo onde não é

necessário incluir no jogo um cronômetro para tal, a ideia neste caso é que os aplicadores utilizem os cronômetros do próprio celular, desta forma barateando o custo do projeto.

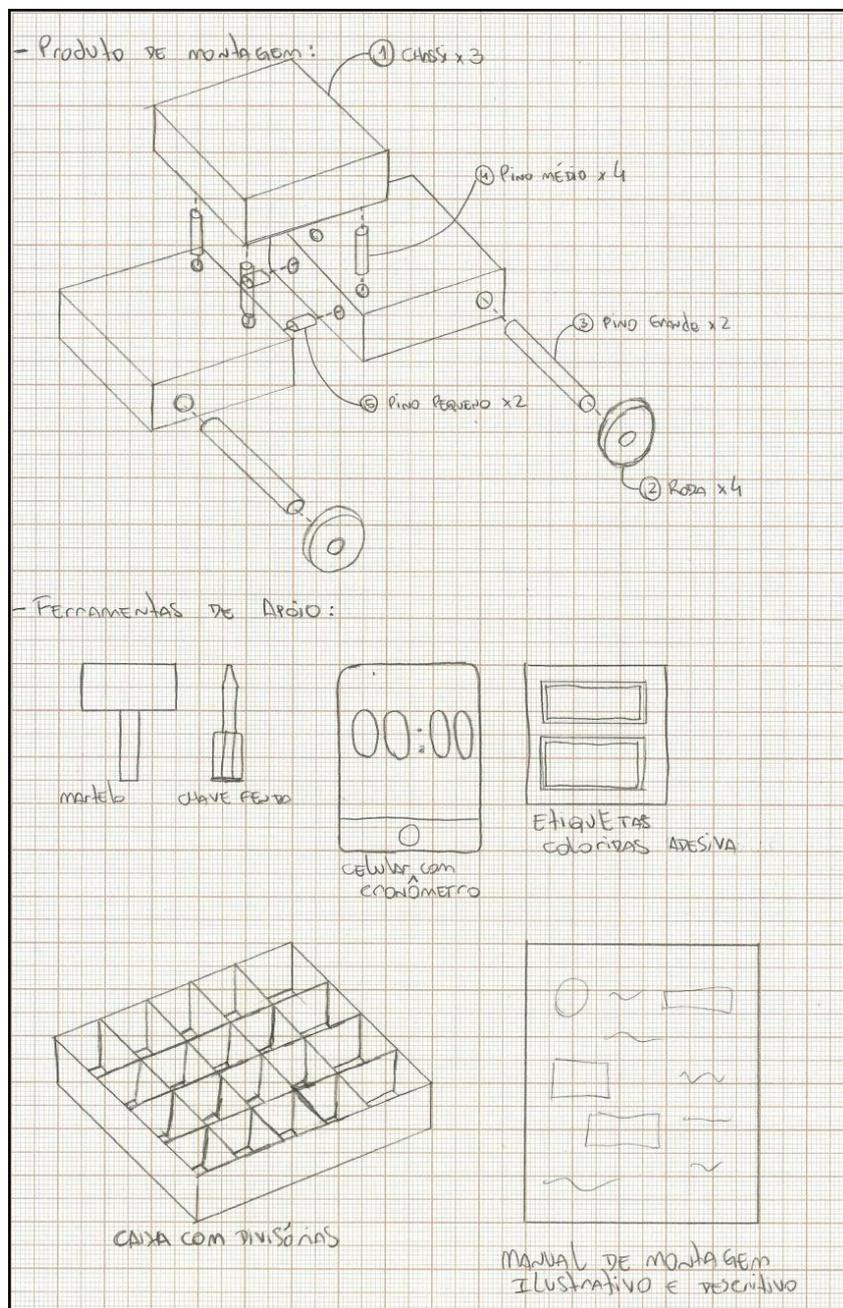
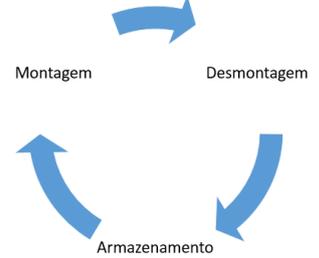


Figura 22 - Esboço solução 03, fluxo verde.  
Fonte: autoria própria.

Em posse das três soluções definidas anteriormente, foi utilizado a matriz de Pugh no Quadro 8, porém com adaptações, ou seja, ao invés de partir das necessidades dos clientes e o nível de importância para cada uma destas, foram utilizados os requisitos técnicos do projeto sem nível de importância, já que não

houve distinção de prioridade para os mesmos, considerando-se todos com igual importância.

A matriz de Pugh adaptada foi utilizada para escolha de conceitos de projeto, auxiliando na determinação de quais potenciais soluções são mais importantes ou melhores para os critérios previamente definidos. Assim, esta matriz incentiva a comparação de diversos conceitos diferentes com um conceito base, criando conceitos mais fortes e eliminando os mais fracos até que um ótimo seja alcançado.

Requisito técnico	Solução 1 (vermelho)	Solução 2 (amarelo)	Referência (verde)
Material resistente / peças resistentes	-2	-1	0
Fornecer materiais que possam ser “sujos” e limpos	-1	0	0
Resistente a montagem e desmontagem	-1	+1	0
Portátil	0	0	0
Pesar menos que 2kg	0	0	0
Custo do produto não superior a R\$ 150,00	+1	-1	0
Peças com tamanhos confortáveis ao manuseio	0	+1	0
Não demandar esforços mecânicos	-1	+2	0
Não demandar esforços visuais	-1	-2	0
Ser seguro	-1	0	0
Número de componentes adequado ao tempo	-1	-2	0
Explicar a estrutura/composição do jogo	-2	-1	0
Incluir instruções objetivas	-2	-1	0
Incluir Procedimento de montagem	0	0	0
Identificar métrica para medir desempenhos no jogo contemplando 5s	-2	-1	0
Permitir <i>check list</i> das ações executadas durante o jogo.	0	0	0
Permitir identificação de itens necessários e desnecessários	-2	-1	0
Permitir separação e agrupamento de peças semelhantes	0	0	0
Incluir vista de montagem em explosão do conjunto	-1	-1	0
Instruções gráficas	-2	-1	0
 <p>Montagem → Desmontagem → Armazenamento → Montagem</p>	-2	+1	0
Utilizar materiais de apoio	-2	0	0
Utilizar processo existente em campo fabril.	-2	-1	0
<b>SOMA</b>	<b>- 24</b>	<b>- 8</b>	<b>0</b>

**Quadro 8 - Matriz de Pugh adaptada para análise das soluções.**

Fonte: adaptado de Pahl *et al.* (2007).

Foram atribuídos valores entre -2 (dois negativos) e +2 (dois positivos), tendo como referência a solução apresentada através do fluxo verde, comparando-os em função dos requisitos técnicos na primeira coluna. A soma no final do quadro representa a vantagem competitiva de cada solução, tal comparação permitiu identificar as vantagens, desvantagens ou equivalências entre eles, destacando a melhor solução.

Analisando a matriz de Pugh definimos que a melhor solução se trata do conjunto 3, ou fluxo verde, por este ter a maior soma dentre os comparados. Na seção “Implementação” será desenvolvido os elementos do jogo tal como, por exemplo, a composição de itens, o custo dos materiais e tempo demandado de desenvolvimento. Porém antes do desenvolvimento final, seguindo a metodologia proposta para este trabalho, devemos elaborar um plano de treinamento contendo instruções de como jogar o jogo proposto.

### **4.3 Plano de treinamento**

Para a sequência, de desenvolvimento do jogo, é necessário desenvolver um plano de treinamento, sendo este uma descrição do jogo somado ao manual para treinamento e aplicação do mesmo.

Levando-se em consideração o benchmarking realizado anteriormente, o esboço do jogo consiste em simular o ambiente fabril de uma montadora de automóveis, sendo que os participantes serão os responsáveis pela execução da montagem em duas rodadas distintas com o objetivo de demonstrar aos participantes a importância da correta implantação e manutenção do método 5S.

Após rodadas de testes para verificar a aplicação do jogo e ajustes da lógica, foi desenvolvido o plano de treinamento apresentado seguir.

Número de participantes: 2 duplas e 2 aplicadores.

Tempo de jogo: 50 minutos.

Itens necessários:

- Maleta desorganizada/organizada – 2 unidades cada;
- Carrinho de montar e desmontar – 2 unidades;
- Bloquinho de anotações;
- Manual;

- Peças sobressalentes – 1 unidade de lego;
- Lixo (papel de bala, embalagens rasgadas, etc.).

Descrição das rodadas do jogo:

### **Rodada 1:**

- Os 4 participantes são separados em duplas;
- As duplas recebem uma maleta pequena desorganizada do referido jogo;
- As duplas são compostas por “Participante 1” e “Participante 2”;
- O Participante 1 recebe a maleta e o Participante 2 fica encarregado de montá-la, utilizando o desenho da vista explodida do conjunto;
- Enquanto o Participante 2 monta, o Participante 1 deve anotar as possíveis dificuldades do Participante 2;
- Enquanto o Participante 2 monta o carrinho, o tempo deve ser cronometrado pelos treinadores;
- Após a montagem, o Participante 1 apresenta as anotações das possíveis dificuldades do Participante 2;
- Terminada a montagem, os treinadores devem apresentar os conceitos do método 5S.

### **Rodada 2**

- Os treinadores devem retornar a maleta para o Participante 1, o qual deve desmontar tudo e juntar todas as peças novamente na caixa;
- O Participante 1 de cada dupla deve realizar a organização da referida maleta, considerando os conceitos do 5S;
- O Participante 1 irá fornecer a maleta para o Participante 2 novamente, porém, organizada;
- O Participante 2 fará a montagem utilizando a vista explodida do conjunto;
- Enquanto o Participante 2 monta o carrinho, o tempo deve ser novamente cronometrado pelos treinadores;
- A medida que o Participante 2 realiza a montagem, o Participante 1 deve anotar as mudanças obtidas com a maleta organizada.

Após a montagem que as duas duplas realizaram, os treinadores deverão comparar os tempos entre a rodada 1 e a rodada 2, além de analisar as observações qualitativas realizadas pelos Participantes 1 de cada equipe.

Para finalizar a análise, os treinadores devem realizar a comparação entre os tempos das duplas, considerando a rodada 2. A dupla que obtiver o menor tempo na

segunda rodada será a vencedora, provando que aplicou de forma mais abrangente os conceitos do 5S.

#### 4.4 Implementação

A intenção inicial no desenvolvimento de protótipo para testes era a fabricação de todos os componentes presentes no jogo, no entanto por conta do curto tempo para a conclusão do trabalho, optamos por procurar itens disponíveis no mercado. Abaixo serão demonstrados todos os materiais comprados e ao final desta seção haverá uma tabela detalhando os custos parciais e totais do projeto, bem como a comparação destes com os jogos exemplificados na seção “Jogos de simulação”. É importante ressaltar que os custos deste projeto foram todos assumidos pelos alunos.

O elemento de montagem selecionado foi o carro, para tanto foi adquirido dois minimodelos de Ferrari, feitos para a montagem e desmontagem, da fabricante Bburago®. A escolha é justificada pelo fato de os mesmos possuírem o desenho de vista explodida com indicação de montagem de fácil entendimento. Abaixo, em Figura 23 e Figura 24, temos os dois em montagem final.



Figura 23 - Minimodelo Ferrari 599 HY-KERS.

Fonte: fabricante Bburago® ([www.bburago.com](http://www.bburago.com)).



**Figura 24 - Minimodelo Ferrari Dino 246 GT**

**Fonte: fabricante Bburago® ([www.bburago.com](http://www.bburago.com)).**

Como informado anteriormente, os mesmos possuem desenhos de vista explodida que são colocadas na sequência, em Figura 25 e Figura 26. As duas vistas explodidas serão utilizadas como componente integrante do manual de montagem e são de extrema importância na demonstração da utilização do senso de padronização. Pode-se notar que existe uma sequência numeral nos desenhos e esta é a sequência utilizada como correta para a devida montagem dos minimodelos.

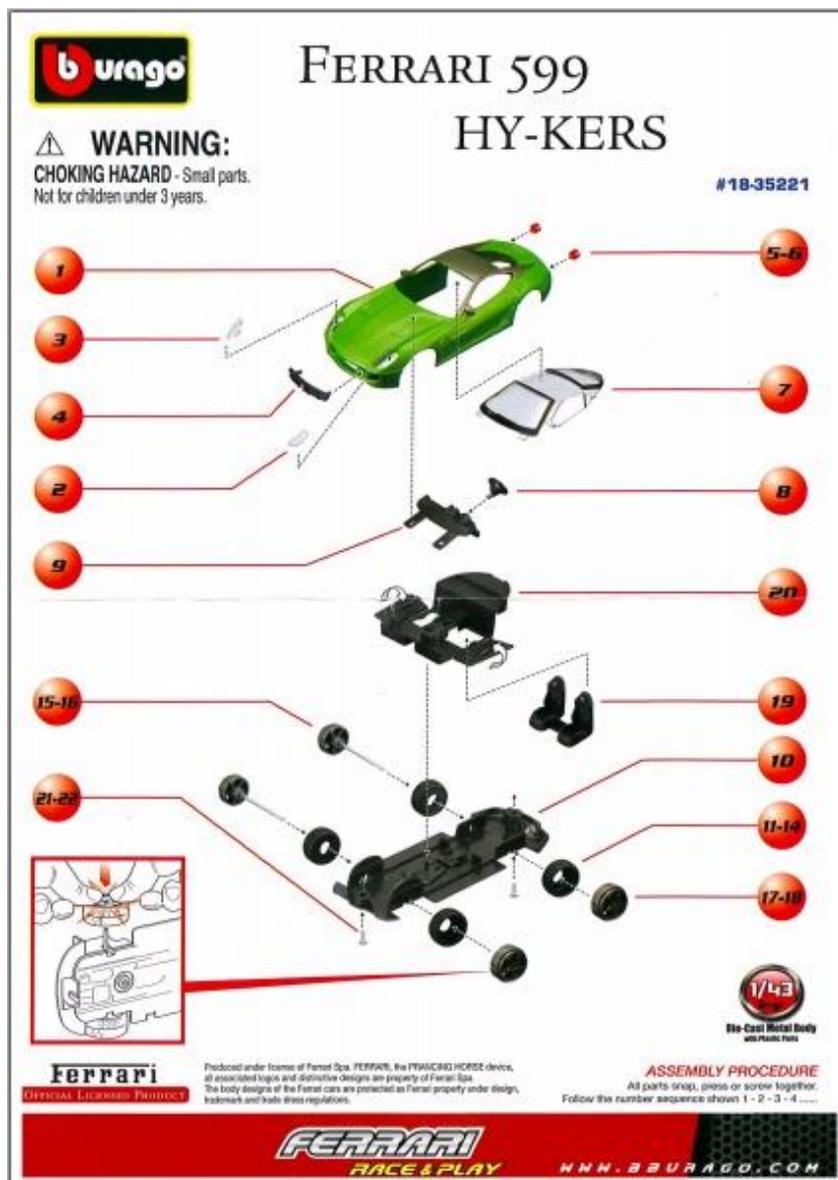


Figura 25 - Desenho de montagem Ferrari 599 HY-KERS.  
Fonte: fabricante Bburago® (www.bburago.com).

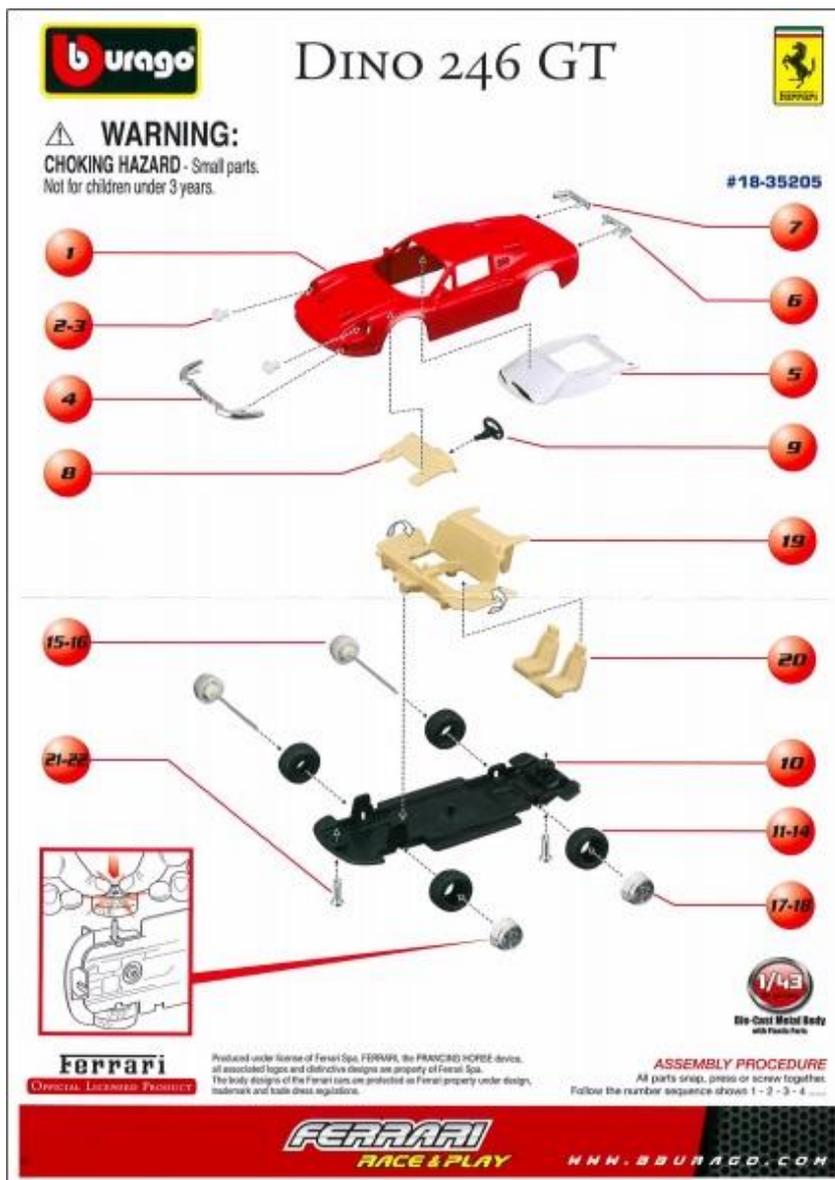


Figura 26 - Desenho de montagem Ferrari Dino 246 GT.  
 Fonte: fabricante Bburago® (www.bburago.com).

Para a primeira rodada do jogo, conforme visto na seção anterior, deve-se apresentar aos participantes uma maleta com os componentes de montagem de forma desorganizada. Para isto, foram adquiridas caixas organizadoras pequenas e com menos divisórias, onde são colocadas as peças do minimodelo juntamente com peças sobressalentes e elementos de sujeira. As maletas menores podem ser vistas na Figura 27 abaixo, foram adquiridas duas maletas pequenas sendo uma para cada dupla.



**Figura 27 - Maleta para rodada 1, montagem desorganizada.**  
**Fonte: fabricante Nitron® (www.nitronplast.com.br).**

Na Figura 28 estão demonstradas as peças sobressalentes que foram colocadas dentro da caixa desorganizada para atrapalhar o desenvolvimento da montagem na rodada 1. Por ser um produto diferente, as peças não encaixam corretamente na montagem dos minimodelos.



(a)



(b)

**Figura 28 - Produto adquirido para peças sobressalentes: (a) montado e (b) peças utilizadas.**  
**Fonte: fabricante Lego® (www.lego.com).**

Para a segunda rodada, serão entregues aos participantes as maletas organizadas para que os mesmos experimentem a diferença da utilização do método 5S durante o processo de montagem. Para tanto, foram adquiridas duas caixas organizadoras grandes, conforme Figura 29, onde pode-se agrupar conjuntos de

peças semelhantes, separar as ferramentas e jogar o lixo ou descarte em alguma das divisões. Essas caixas são vendidas com as divisórias soltas, de forma que podemos montar da maneira que for mais adequada a cada caso, isto será utilizado na próxima seção “Integração e teste”.



**Figura 29 - Maleta para rodada 2, montagem organizada.**

**Fonte: fabricante Nitron® ([www.nitronplast.com.br](http://www.nitronplast.com.br)).**

O último material comprado foram as etiquetas coloridas para identificação na rodada 2 do jogo, na Figura 30 podemos visualizar as mesmas.



**Figura 30 - Etiquetas coloridas para identificação.**

**Fonte: fabricante Post-it ([www.post-it.com.br](http://www.post-it.com.br))**

Agrupando-se os custos dos materiais na Tabela 2, logo abaixo, foi calculado o custo total de material utilizado no projeto, R\$ 142,40. Não foi quantificado os custos referentes a horas de projeto, portanto o valor abaixo não representa o custo final do produto.

**Tabela 2 - Custo detalhado do projeto.**

<b>Material/Componente</b>	<b>Preço total (R\$)</b>
Caixa organizadora grande (x2)	39,80
Caixa organizadora pequena (x2)	19,80
Carro de montar (x2)	79,80
Etiquetas coloridas adesivas (x2)	3,00
<b>TOTAL</b>	<b>142,40</b>

**Fonte: autoria própria.**

Na Tabela 3 abaixo, é comparado o custo em materiais utilizados com os preços dos jogos encontrados e detalhados na seção “Jogos de simulação”. Pode-se notar que é possível produzir o jogo no mercado nacional tendo em vista que todos os materiais comprados podem ter seus custos reduzidos em caso de fabricação.

**Tabela 3 - Comparação entre o projeto e os produtos encontrados no mercado.**

<b>Jogo</b>	<b>Preço (R\$)</b>
Jogo do desafio 5S	1.116,10
Jogo dos números	30,00
Jogo do seis sigma	1.860,17
Simulação da fábrica de lanternas	1.860,17
<b>Jogo de montagem de carro 5S</b>	<b>142,40</b>

**Fonte: autoria própria.**

Na próxima seção serão detalhados tanto a integração quanto os testes realizados para validar o jogo em sua eficácia de treinamento e demonstração de resultados. Será possível observar também como o jogo deve ser aplicado pelos mediadores do mesmo.

## 4.5 Integração e teste

O jogo em questão consiste da realização de simulações para a montagem de dois minimodelos Bburago®. Os minimodelos têm o formato de carros esportivos de passeio. Para montagem de cada minimodelo são necessárias 22 peças.

O grupo para o treinamento consiste em 4 participantes e 2 treinadores, sendo dividido em 2 duplas e um aplicador por dupla para auxiliá-los. O objetivo do jogo foi separado em duas rodadas:

**Rodada 1:** os treinadores fornecem uma maleta desorganizada para cada dupla com itens necessários e desnecessários para a realização da tarefa. Na Figura 31 podemos visualizar as maletas desorganizadas com os componentes de montagem para cada minimodelo. Notar que as mesmas possuem itens que não devem ser utilizados para a montagem tal como, por exemplo, papéis e peças de lego.



Figura 31 - Maleta desorganizada, minimodelos (a) 599 HY-KERS e (b) Dino 246 GT.  
Fonte: autoria própria.

Visto que nenhum operador é inserido no processo de montagem sem receber algum tipo de treinamento, os participantes recebem o desenho da vista explodida do minimodelo para auxiliá-los. Estas imagens já foram apresentadas anteriormente na seção “Implementação” através de Figura 25 e Figura 26.

Cada dupla deve definir quem será o responsável pela maleta (p.1) e quem deverá realizar a montagem (p.2).

Durante a montagem os treinadores ficaram responsáveis pela cronometragem dos tempos para cada dupla. O participante p.1 foi instruído a anotar as dificuldades encontradas por p.2 nesta primeira rodada de montagem.

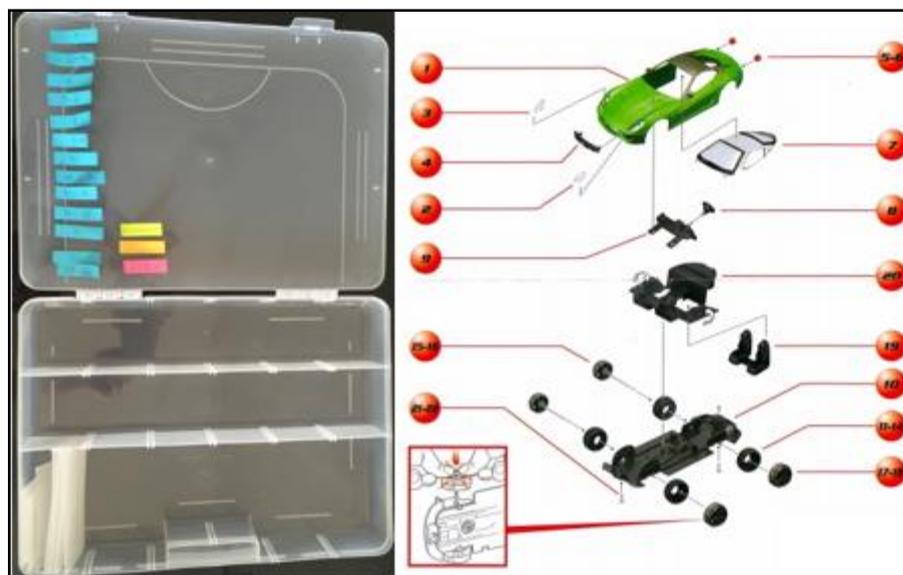
Após a conclusão desta etapa, os treinadores apresentaram um manual resumido, desenvolvido neste trabalho, para aplicação do método 5S, Quadro 9.

Senso	Passo 1	Passo 2
1ºS – Seiri – Utilização	Separar o que é importante	Definir locais para os materiais desnecessários
2ºS – Seiton – Organização	Delimitar as áreas	Colocar etiquetas
3ºS – Seiso – Limpeza	Limpar as instalações e retirar o desnecessário	
4ºS – Seiketsu – Padronização	Eliminar o que não é higiênico	Determinar área de descarte
5ºS – Shitsuke – Autodisciplina	Manter a maleta em constante ordem	Respeitar as normas do jogo

**Quadro 9 - Aplicando o método 5S.**

Fonte: autoria própria.

Após a conclusão da montagem foi fornecida outra maleta para realizar a organização das peças utilizando os conceitos do método 5S. E além da imagem do conjunto montado, também receberam a vista explodida dos componentes, conforme podem ser visualizados nas imagens da Figura 32 e Figura 33.



**Figura 32 - Maleta para organização do minimodelo 599 HY-KERS.**

Fonte: autoria própria.

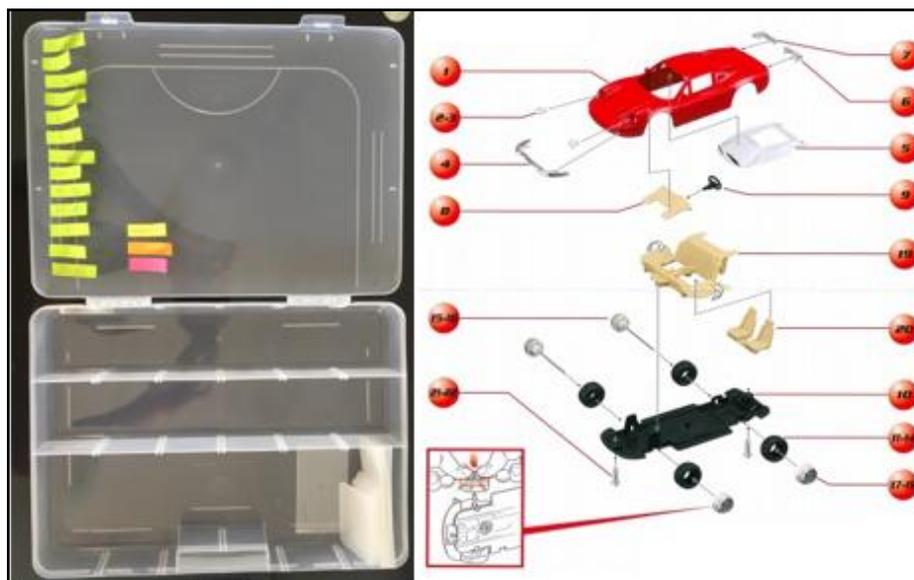


Figura 33 - Maleta para organização do minimodelo Dino 246 GT.  
Fonte: autoria própria.

**Rodada 2:** após as duplas receberem as orientações e as maletas, os participantes as organizaram seguindo as instruções. Com isso, pode-se observar a melhoria de organização das maletas conforme abaixo, Figura 34 e Figura 35.



Figura 34 - Maleta organizada, minimodelo 599 HY-KERS, (a) configuração e (b) disposição dos componentes.  
Fonte: autoria própria.



**Figura 35 - Maleta organizada, minimodelo Dino 246 GT, (a) configuração e (b) disposição dos componentes.**

Fonte: autoria própria.

Os mesmos participantes, que realizaram a montagem anteriormente, fizeram a montagem utilizando as maletas organizadas, sendo possível verificar as diferenças quantitativas e qualitativas.

Com a conclusão de todas as etapas da simulação, realizou-se a comparação dos tempos e a discussão das ferramentas que fizeram parte da simulação, no caso método 5S, estes resultados e discussões estão descritos na próxima seção, “Avaliação dos resultados”.

#### 4.6 Avaliação dos resultados

Os testes foram realizados com um total de 12 participantes, sendo 4 engenheiros mecânicos, 4 alunos da graduação de engenharia mecânica e 4 participantes não atuantes na área, assim foi possível a coleta de resultados para 3 testes.

Podemos ver abaixo os resultados coletados através de Tabela 4, Tabela 5 e Tabela 6.

**Tabela 4 - Teste 1, engenheiros mecânicos.**

Time	Tempo rodada 1(min)	Tempo rodada 2(min)	Diferença de tempo(%)
Dupla 1	10,7	6,1	- 42,99
Dupla 2	10,3	5,5	- 46,6

Fonte: autoria própria.

**Tabela 5 - Teste 2, alunos da graduação de engenharia mecânica.**

Time	Tempo rodada 1 (min)	Tempo rodada 2 (min)	Diferença de tempo (%)
Dupla 3	12,2	6,3	- 48,36
Dupla 4	11,3	6,5	- 42,48

Fonte: autoria própria.

**Tabela 6 - Teste 3, não atuantes na área.**

Time	Tempo rodada 1 (min)	Tempo rodada 2 (min)	Diferença de tempo (%)
Dupla 5	12,7	7,6	- 40,16
Dupla 6	15,3	7,9	- 49,02

Fonte: autoria própria.

Os resultados foram agrupados na Tabela 7 afim de avaliarmos as médias das diferenças de tempo entre as rodadas de número 1 e as rodadas de número 2 para cada dupla participante.

**Tabela 7 - Média dos testes realizados.**

Média dos tempos rodada 1 (min)	Média dos tempos rodada 2 (min)	Média das diferenças de tempo (%)
11,75	6,4	- 44,8

Fonte: autoria própria.

Com os testes podemos notar que todos apresentaram uma significativa redução no tempo de montagem utilizando a maleta organizada, rodada 2. Os resultados obtidos demonstram a importância do método 5S dentro de uma organização, pois além do mesmo organizar os insumos e produtos dentro da fábrica, ainda implanta os princípios básicos da produção enxuta, como redução de tempo, ineficiência e falhas.

## 5 CONCLUSÕES

A utilização do método 5S dentro das indústrias e empresas brasileiras pode ser uma opção simples e de baixo custo para aumentar a produtividade, reduzindo custos fabris. Visto que o método é relativamente mais fácil de implantar do que as demais ferramentas da produção enxuta, ele é geralmente selecionado para introduzir as demais. O grande problema encontrado pelas empresas, no entanto, é manter o 5S em funcionamento. Por ser um método que visa modificar a metodologia de trabalho, a grande dificuldade está em manter o novo hábito. Para que os funcionários vejam o método como algo que realmente deve se tornar parte integrante de suas rotinas, propomos neste trabalho a utilização de uma atividade prática que explicita de forma simples os ganhos obtidos com essa mudança de hábito, a fim de que os mesmos compreendam vantagens impostas pela aplicação dos 5 sentidos.

A atividade prática, elaborada neste trabalho, se trata de um jogo de simulação do método 5S. Ao simular a montagem de um carro de brinquedo sem a utilização do método e, posteriormente, utilizando o mesmo, demonstraram uma redução média de aproximadamente 45% no tempo de montagem. Além disso, ressaltam-se alguns benefícios indiretos observados com a organização. Os jogadores constataram que é menos cansativo realizar uma montagem quando se tem tudo organizado, o que a longo prazo, em uma linha de produção, deve impactar no aspecto ergonômico do trabalho, evitando desgastes físicos e visuais.

Somando-se a isso, o projeto se mostra viável uma vez que, comparando-se com os produtos existentes no mercado internacional, esse teve um custo relativamente menor. O jogo pode ser utilizado tanto pelos setores de Qualidade, visando a melhoria do setor fabril, quanto pelos Recursos Humanos das empresas, visando a mudança de hábito nos escritórios. Para trabalhos futuros, sugere-se experimentar o jogo em diferentes situações de trabalho, visando ajustá-lo para o maior número de atividades possíveis.

## REFERÊNCIAS

- 5S Number Game. **NHS Institute for Innovation and Improvement**, 2006-2013. Disponível em: <<http://www.institute.nhs.uk/images/documents/PWard/5snumbersgame.swf>>. Acesso em: 12 Agosto 2015.
- BBURAGO, 2015. Disponível em: <[www.bburago.com](http://www.bburago.com)>. Acesso em: 1 Novembro 2015.
- BOMFIM, G. A. **Metodologia para desenvolvimento de projeto**. UFPB. Campina Grande. 1984.
- DAYCHOUM, M. **40 + 2 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2008. ISBN 978-85-7452-377-4.
- DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. **Produtividade no Brasil: Desempenho e Determinantes**. Brasília: ABDI; Ipea, v. 1, 2014. ISBN 978-85-7811-228-8.
- DODGE, B. Board game design first steps. **SDSU**, 2003. Disponível em: <<http://edweb.sdsu.edu/courses/edtec670/>>. Acesso em: 10 jun. 2015.
- HIRANO, H. **5S na Prática**. 2ª. ed. São Paulo: Instituto IMAM, 1996.
- KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. **Administração de Produção e Operações**. 8ª. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.
- LACRUZ, A. J. **Jogos de Empresas: Considerações Teóricas**. UCAM. Rio de Janeiro. 2004.
- LAPA, R. **Programa 5S**. São Paulo: Qualitymark Editora, 1998.
- LAPA, R. P.; ALVES, J. F.; BARROS, A. M. **Praticando os 5 Sentos**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 1998.
- LEAN Games, 2015. Disponível em: <[www.leangames.co.uk](http://www.leangames.co.uk)>. Acesso em: 10 Agosto 2015.
- LEGO, 2015. Disponível em: <[www.lego.com](http://www.lego.com)>. Acesso em: 1 Novembro 2015.
- LIKER, J. K. **The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer**. [S.l.]: McGraw-Hill, 2004. ISBN 00-7139-231-9.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2ª. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

NAKATA, K. **Acerto 100%, Desperdício Zero: Um Novo Conceito dos 5S**. São Paulo: Infinito, 2000.

NITRON, 2015. Disponível em: <[www.nitronplast.com.br](http://www.nitronplast.com.br)>. Acesso em: 1 Novembro 2015.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**. Tradução de ARTMED. [S.l.]: Editora S.A., 1997.

OSADA, T. **Housekeeping 5S: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke**. 2ª. ed. São Paulo: Atlas, 1992.

OSTERTAG, O.; OSTERTAGOVÁ, E.; HUNADY, R. Morphological matriz applied within the design project of the manipulator frame. **Procedia Engineering**, 2012. 495-499.

PAHL, G. et al. **Projeto na engenharia: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações**. Tradução de H. A. Werner. 6ª. ed. São Paulo: Editora Edgar Blücher, 2005.

PAHL, G. et al. **Engineering Design: A Systematic Approach**. 3rd. ed. [S.l.]: Springer, 2007.

POST-IT, 2015. Disponível em: <[www.post-it.com.br](http://www.post-it.com.br)>. Acesso em: 1 Novembro 2015.

RIBEIRO, H. **Guia de Implantação do 5S: Como formar a Cultura do 5S na empresa**. Santo André: PDCA Editora, 2010. ISBN 978-85-6340-200-4.

ROCHA, R. V.; ARAUJO, R. B. D. **Metodologia de Design de Jogos Sérios para Treinamento: Ciclo de vida de criação, desenvolvimento e produção**. UFSCar. São Carlos. 2013.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produto: Uma Referência para Melhoria do Processo**. São Paulo: Saraiva, 2006. ISBN 85-0205-446-5.

SAUAIA, A. C. A. **Jogos de Empresas: Tecnologia e Aplicação**. FEA/USP. São Paulo. 1989.

SILVA, C. E. **Implantação de um programa 5S**. XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Ouro Preto, MG: [s.n.]. 2003.

SILVA, J. M. D. **5S: O Ambiente da Qualidade**. Belo Horizonte: Fundação Chirstiano Ottoni, 1994.

SOUSA, A. A. et al. Programa 5S: O caso de Uma Companhia da Polícia Militar do Estado de São Paulo. **XVI SIMPEP**, Bauru, 2007.

TAVARES, D. G.; FERREIRA, J. D. O.; KROM, V. **Programa da Qualidade 5S**. IV Encontro Latino Americano de Pós-Graduação. Vale do Paraíba: [s.n.]. 2004. p. 830-836.

UMEDA, M. **As Sete Chaves para o Sucesso do 5S**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG: [s.n.], 1997.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas: Lean Thinking**. 3ª. ed. São Paulo: Editora Campos, 2004.

YAN, H.-S. **Creative Design of Mechanical Devices**. Singapore: Springer, 1998.

## APÊNDICE A – INSTRUÇÕES PARA OS APLICADORES DO JOGO

### Itens necessários

- 1 intermediador (denominado Participante 3)
- 2 participantes (denominados Participante 1 e 2)
- 1 Maleta pequena desorganizada com material para a montagem de 2 carrinhos
- 1 maleta grande, vazia e com elementos para auxiliar na ordenação de itens, a ser utilizada para organizar apenas o carrinho a ser montado como meta durante o jogo
- Ambiente com mesa e cadeiras para os participantes realizarem as atividades de maneira adequada

### Descrição do jogo

#### Rodada 1

- Selecionar dois participantes por kit (recomenda-se aplicar com no mínimo 4 participantes, considerando a existência de pelo menos 2 kits de jogos;
- Separar os participantes em duas duplas;
- Definir um intermediador responsável para cada dupla (participante 3 em cada kit);
- Definir um participante por dupla para ser o responsável pela maleta (Participante 1) e o responsável pela montagem do carrinho (Participante 2);
- Entregar a maleta pequena desorganizada para o responsável pela dupla (Participante 1);
- O Participante 2 fica encarregado de monta-la, utilizando somente o desenho do conjunto montado;
- O participante 3 Cronometra o tempo, enquanto o Participante 2 monta o carrinho;
- Após a montagem, questionar as possíveis dificuldades que o Participante 2 encontrou. O participante 3 deve anotar todos os comentários;
- Em seguida, o participante 3 apresenta os conceitos do método 5S para todos os participantes;
- Fim da rodada 1.

## **Rodada 2**

- Instruir o Participante 1 a desmontar o carrinho e juntar todas as peças novamente na caixa desorganizada;
- O Participante 1 deve organizar a maleta grande, visando aplicar os conceitos do 5S, utilizando apenas as peças úteis, contidas na caixa pequena e desorganizada;
- O Participante 2 deve montar o carrinho contido na caixa grande, considerando que agora a caixa está ordenada;
- O Participante 3 deve cronometrar o tempo, enquanto o participante 2 realiza a montagem;
- Após a montagem, o Participante 3 deve anotar as novas observações realizadas pelo Participante 2, incluindo as melhorias identificadas por ele mesmo;
- Fim da rodada 2;

## **Finalização e conclusão**

Após a montagem que as duplas realizaram, comparar os tempos entre a rodada 1 e a rodada 2, além de analisar as observações qualitativas realizadas pelos Participantes 3 de cada equipe.

Para finalizar a análise, realizar a comparação entre os tempos das duplas, considerando a rodada 2. A dupla que obtiver o menor tempo na segunda rodada será a equipe vencedora, provando que aplicou de forma mais abrangente os conceitos do 5S.

Fim do jogo!