



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Faculdade de Engenharia
Departamento de Engenharia Industrial
Curso de Engenharia de Produção

João Henrique Santos da Cruz
Luiz Gustavo Cunha Biato

**Desenvolvimento de jogo empresarial sobre o Sistema Toyota de
Produção segundo a abordagem do Design Thinking**

Rio de Janeiro

2014

João Henrique Santos da Cruz
Luiz Gustavo Cunha Biato

**Desenvolvimento de jogo empresarial sobre o Sistema Toyota de Produção
segundo a abordagem do *Design Thinking***



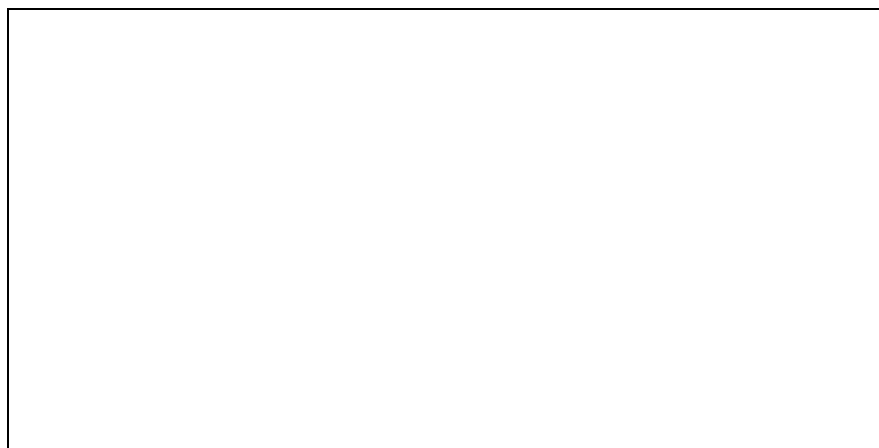
Projeto de Graduação, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção, ao programa de Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientador: Prof. Ricardo Miyashita, D.Sc.

Rio de Janeiro

2014

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/B



Autorizamos apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial deste projeto, desde que citada a fonte.

João Henrique Santos da Cruz

Data

Luiz Gustavo Cunha Biato

Data

João Henrique Santos da Cruz

Luiz Gustavo Cunha Biato

**Desenvolvimento de jogo empresarial sobre o Sistema Toyota de Produção
segundo a abordagem do *Design Thinking***

Projeto de Graduação apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção, ao programa de Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 13 de Agosto de 2014.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Ricardo Miyashita (Orientador)
Departamento de Engenharia Industrial – UERJ

Prof. Dr. Carlos Alexandre da Silva Prado
Departamento de Engenharia Industrial – UERJ

Rio de Janeiro

2014

DEDICATÓRIA

Dedico esta obra a Deus, minha família, namorada e amigos que apoiaram e deram suporte durante todo o processo, pois, sem estes, esta obra não seria possível.

João Henrique Santos da Cruz

Dedico esta obra à minha família, sem a qual não conseguiria traçar o rumo da minha vida.

Luiz Gustavo Cunha Biato

AGRADECIMENTOS

João Henrique Santos da Cruz

Agradeço aos meus pais Eliane e Jorge pela educação que me deram e por terem dedicado sua vida por mim. Meu caráter e a forma como eu lido com o próximo foi certamente fruto de todo o carinho e amor que recebi de vocês.

Aos meus irmãos Juliana, Gabriel e Miguel por todo carinho e apoio ao longo da minha trajetória.

A minha namorada Beatriz por estar ao meu lado ao longo de todo esse projeto. Mesmo que por vezes não tenha te envolvido, você sempre foi o meu norte e força para me dedicar a finalizar esse projeto. Muito obrigado por tudo!

Aos meus amigos da Engenharia da UERJ por todos os momentos que ficarão na minha memória para sempre, das festas, das risadas, dos estudos, dos momentos de felicidade, dos momentos de alívio, dos momentos de dificuldade, vocês sempre estiveram ao meu lado me apoiando, inclusive na realização deste projeto.

Aos meus amigos que coletei na vida que participaram da formação de quem eu sou hoje, dos meus trejeitos, da forma como eu falo e trato as pessoas, sem vocês talvez eu fosse uma pessoa totalmente sem graça e fria.

E, por fim, agradeço aos professores da UERJ que montaram a minha formação profissional que será o que vai me guiar daqui para frente. Um agradecimento especial aos professores Ricardo Miyashita e Carlos Alexandre Prado por nos passar seus conhecimentos, que ajudaram a desenvolver esta obra e me mostrar que eu estou seguindo a profissão certa.

Luiz Gustavo Cunha Biato

Agradeço a Deus por me dar forças e saúde para enfrentar todos os momentos adversos neste caminho sinuoso e conseguir alcançar meus sonhos.

Aos meus pais Eliane e Luiz Paulo, e a minha avó Maria que me ajudaram a traçar esta longa caminhada até o presente momento da minha vida. Sem sombra de dúvidas, eu não conseguiria ter alcançado minhas vitórias se não fosse todo o carinho, dedicação e orientação por eles fornecidos. Por isso, venho agradecer por todos esses anos dedicação à minha educação e formação moral e pessoal.

Ao nosso orientador prof. Ricardo Miyashita e ao nosso prof. Carlos Alexandre Prado por nos guiar no desenvolvimento deste projeto e a todos os docentes da faculdade de engenharia de produção da UERJ por transmitirem seus conhecimentos para minha formação profissional e também pessoal, o meu agradecimento.

A todos os meus amigos que de alguma forma me ajudaram, ao longo de todos esses anos de faculdade, o meu obrigado.

Gostaria de agradecer também a Rita Valéria que me ajudou desde o momento que entrei na faculdade de Engenharia de Produção.

E por fim, gostaria de agradecer a minha namorada Bruna Valle por estar ao meu lado em todos os momentos, fossem eles bons ou ruins.

Não perca a fé. Estou convencido de que a única coisa que me permitiu seguir adiante foi o meu amor pelo que fazia. Você tem que descobrir o que você ama. Isso é verdadeiro tanto para o seu trabalho quanto para com as pessoas que você ama. Seu trabalho vai preencher uma parte grande da sua vida, e a única maneira de ficar realmente satisfeito é fazer o que você acredita ser um ótimo trabalho e a única maneira de fazer um excelente trabalho é amar o que você faz. Se você ainda não encontrou o que é, continue procurando. Não sossegue! Assim como todos os assuntos do coração, você saberá quando encontrar. E, como em qualquer grande relacionamento, só fica melhor e melhor à medida que os anos passam. Então continue procurando até você achar. Não sossegue!

Steve Jobs

RESUMO

BIATO, Luiz Gustavo Cunha; CRUZ, João Henrique Santos da. Desenvolvimento de jogo empresarial sobre o Sistema Toyota de Produção segundo a abordagem do *Design Thinking*. Rio de Janeiro, 2014. Monografia (graduação em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia Industrial, faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

Este projeto tem como objetivo criar, a partir dos conceitos e ferramentas do *Design Thinking*, um jogo empresarial que simule a implantação de alguns conceitos do Sistema Toyota de Produção, voltados para o aprendizado de estudantes do ensino médio e universitários. Utilizou-se um processo de criação de jogos baseado no *Design Thinking*, que foram a revisão bibliográfica sobre o tema *Design Thinking*, a busca por textos que explicitem conceitos do Sistema Toyota de Produção e suas aplicações em jogos empresariais, o desenvolvimento do jogo empresarial, a utilização das fases do *Design Thinking* (observação, ideação e prototipagem), a realização de testes de aplicação do jogo, a meta *debriefing*, a melhoria do jogo e, por fim, a análise dos resultados e conclusão do estudo. O jogo criado se mostrou bastante coerente com a proposta de treinar os jogadores nos conceitos abordados da Produção enxuta. Foi feita uma aplicação piloto e os participantes relataram boa aceitação. Este processo de criação de jogos mostrou potencial para ser aplicado na criação de novos jogos.

Palavras-chave: Sistema Toyota de produção; Produção Enxuta; *Design Thinking*; Jogo empresarial; Inovação.

ABSTRACT

BIATO, Luiz Gustavo Cunha; CRUZ, João Henrique Santos da. Desenvolvimento de jogo empresarial sobre o Sistema Toyota de Produção segundo a abordagem do *Design Thinking*. Rio de Janeiro, 2014. Monografia (graduação em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia Industrial, faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

This project aims to create, from the concepts and tools of Design Thinking, a business game that simulates the deployment of some concepts of the Toyota Production System, geared to the learning of students in high school and college. We used a process of creating games based on Design Thinking, which were a literature review on the topic Design Thinking, the search for texts they explain concepts of the Toyota Production System and its applications in business games, the development of the business game, the use of the phases of Design Thinking (observation, ideation and prototyping), the realization of the game application testing, debriefing goal, the improvement of the game and, finally, the analysis of the results and conclusion of the study. The game created proved quite consistent with the proposal to train the players on the concepts covered lean production. A pilot application and the participants reported good acceptance was made. This process of creating games showed potential to be applied in creating new games.

Keywords: Toyota Production system; Lean Manufacture; Design Thinking; Business Game, Innovation.

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - AVALIAÇÃO DOS PRINCIPAIS CONCEITOS A SEREM ABORDADOS NO JOGO, SEGUNDO OS ENTREVISTADOS.	63
---	----

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: ACOMPANHAMENTO ANUAL DE ARTIGOS PUBLICADOS USANDO O TERMO “ <i>DESIGN THINKING</i> ”	22
FIGURA 2: RELAÇÃO PERCENTUAL DE ARTIGOS PUBLICADOS EM CADA VERTENTE	23
FIGURA 3: ILUSTRAÇÃO DO MÉTODO LINEAR PROPOSTO (OGILVIE E LIEDTKA, 2012).....	29
FIGURA 4: GAME CANVAS.....	56
FIGURA 5: FLUXOGRAMA DE SÍNTESE DO PROJETO	59
FIGURA 6: FLUXOGRAMA DE SÍNTESE DO PROJETO (CONTINUAÇÃO)	59
FIGURA 7 - MONTAGEM DO BARQUINHO DE PAPEL.....	67
FIGURA 8 - MONTAGEM DA CANOA DE PAPEL	68
FIGURA 9 - MONTAGEM DO AVIÃO-CAÇA DE PAPEL	69
FIGURA 10 - MONTAGEM DO AVIÃO-CAÇA DE PAPEL MODELO GLIDER	70
FIGURA 11 - PLACAS DE FENOLITE 50X50MM	72
FIGURA 12 - PARAFUSOS 5/32 x 2.1/2	73
FIGURA 13 - PORCAS 2.1/2	73
FIGURA 14 – ARRUELAS	73
FIGURA 15 - TUBO DE POLIURETANO 45MM X 6MM.....	73
FIGURA 16 - PRODUTO FINAL DA LINHA DE MONTAGEM	74
FIGURA 17 - LAYOUT PRODUTIVO DO CENÁRIO 1.....	76
FIGURA 18 – LAYOUT PRODUTIVO DO CENÁRIO 3	77

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: EVOLUÇÃO DAS HABILIDADES DE <i>DESIGN</i> (INNS, 2013, p41)	26
QUADRO 2: DESCRIÇÃO DAS QUATRO PERGUNTAS DO MODELO LINEAR CRIADO POR OGILVIE E LIEDTKA (2012)	28
QUADRO 3 – REPRODUÇÃO DAS IDEIAS DO BRAINSTORMING	64
QUADRO 4 - INSIGHTS APÓS GAME CANVAS	65
QUADRO 5 - DEFINIÇÃO DE POSTOS DE TRABALHO DO CENÁRIO 1	75
QUADRO 6 - DEFINIÇÃO DE POSTOS DE TRABALHO DO CENÁRIO 3	77
QUADRO 7 - PONTUAÇÕES DO CENÁRIO 2	81
QUADRO 8 - POSSÍVEIS MODIFICAÇÕES DO CENÁRIO 2	87

LISTA DE ABREVIATURAS E DE SIGLAS

CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
DT	<i>Design Thinking</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
PCP	Planejamento e Controle da Produção
STP	Sistema Toyota de Produção
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Sumário

INTRODUÇÃO	17
1. REVISÃO DA LITERATURA.....	20
1.1. O <i>DESIGN THINKING</i>	20
1.1.1. OBSERVAÇÃO	20
1.1.2. IDEACÃO	21
1.1.3. PROTOTIPAGEM.....	21
1.2. A PESQUISA	21
1.2.1. ARTIGOS SOBRE A ABORDAGEM	23
1.2.2. REVISÃO E CRÍTICA	29
1.2.3. APLICAÇÃO	32
1.2.4. ENTREVISTA.....	37
1.3. CONCEITOS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	39
1.3.1. VISÃO GERAL.....	39
1.3.2. <i>JUST-IN-TIME</i>	40
1.3.3. <i>KANBAN</i>	41
1.3.4. <i>POKA-YOKE</i>	43
1.3.5. <i>TAKT TIME</i>	44
1.3.6. SETE DESPERDÍCIOS.....	44
1.3.6.1. DESPERDÍCIO POR SUPERPRODUÇÃO	45
1.3.6.2. DESPERDÍCIO POR ESPERA.....	45
1.3.6.3. DESPERDÍCIO POR TRANSPORTE	45
1.3.6.4. DESPERDÍCIO POR PROCESSAMENTO	45
1.3.6.5. DESPERDÍCIO POR ESTOQUE	46
1.3.6.6. DESPERDÍCIO NOS MOVIMENTOS	46
1.3.6.7. DESPERDÍCIO NA ELABORAÇÃO DE PRODUTOS DEFEITUOSOS	46
1.4. JOGOS SOBRE PRODUÇÃO ENXUTA.....	47
1.4.1. CONSTRUÇÃO ENXUTA	47
1.4.2. COMPILAÇÃO DE JOGOS DIDÁTICOS	47
1.4.3. DINÂMICA MIB UTILIZANDO BLOCOS DE LEGO	49
1.4.4. DINÂMICA DE UMA FÁBRICA DE CANETAS.....	50
1.4.5. DINÂMICA DE UMA FÁBRICA DE CARRINHOS DE MADEIRA	50
1.4.6. DINÂMICA EM UMA FÁBRICA DE CARRINHOS DE LEGO.....	51
2. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS.....	52
2.1. DEFINIÇÃO DO ESCOPO DO TRABALHO	52
2.1.1. JOGO EMPRESARIAL.....	52
2.1.2. TEMA.....	52
2.1.3. PÚBLICO-ALVO	53
2.2. REVISÃO DA LITERATURA.....	53
2.2.1. <i>DESIGN THINKING</i>	53
2.2.1.1. CONCEITOS	53
2.2.1.2. PESQUISA GOOGLE ACADÊMICO	53

2.2.1.3.	PESQUISA BASE CAPES.....	54
2.2.2.	RESUMO DOS CONCEITOS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	54
2.2.3.	PESQUISA DE JOGOS SOBRE PRODUÇÃO ENXUTA	54
2.3.	DESENVOLVIMENTO DO JOGO NUMA ABORDAGEM <i>DESIGN THINKING</i>	54
2.3.1.	PRIMEIRA ETAPA DE OBSERVAÇÃO	55
2.3.1.1.	OBSERVAÇÃO DO COMPORTAMENTO DOS ALUNOS.....	55
2.3.1.2.	INTUIR A REAL DEMANDA	55
2.3.2.	PRIMEIRA ETAPA DE IDEACÃO	55
2.3.2.1.	<i>BRAINSTORMING</i> DIRECIONADO.....	55
2.3.2.2.	“ <i>GAME CANVAS</i> ”	56
2.3.3.	PRIMEIRA ETAPA DE PROTOTIPAGEM	56
2.3.3.1.	PRIMEIRO PROTÓTIPO	56
2.3.3.2.	REFINAMENTO DO PRIMEIRO PROTÓTIPO	57
2.3.3.3.	SEGUNDO PROTÓTIPO.....	57
2.3.4.	SEGUNDA ETAPA DE IDEACÃO	57
2.3.5.	SEGUNDA ETAPA DE PROTOTIPAGEM.....	58
2.3.6.	SEGUNDA ETAPA DE OBSERVAÇÃO	58
2.3.7.	TERCEIRA ETAPA DE IDEACÃO E <i>META-DEBRIEFING</i>	58
2.3.8.	TERCEIRA ETAPA DE PROTOTIPAÇÃO E PRODUTO FINAL.....	58
2.4.	APRESENTAÇÃO DO PRODUTO FINAL	59
2.5.	SÍNTESE DO PROJETO	59

3. DESENVOLVIMENTO..... 60

3.1.	UTILIZANDO O <i>DESIGN THINKING</i>	60
3.1.1.	PRIMEIRA ETAPA DE OBSERVAÇÃO	60
3.1.1.1.	OBSERVAÇÕES DE AULA SOBRE O TEMA	60
3.1.1.2.	ENTREVISTA POR FORMULÁRIO	61
3.1.2.	PRIMEIRA ETAPA DE IDEACÃO	63
3.1.2.1.	<i>BRAINSTORMING</i> DIRECIONADO E “ <i>GAME CANVAS</i> ”	64
3.1.2.2.	<i>BRAINSTORMING</i> DA EQUIPE DE PROJETO	65
3.1.3.	PRIMEIRA ETAPA DE PROTOTIPAGEM	65
3.1.3.1.	PRIMEIRO PROTÓTIPO	65
3.1.3.2.	REFINAMENTO DO PRIMEIRO PROTÓTIPO	67
3.1.3.3.	SEGUNDO PROTÓTIPO.....	68
3.1.4.	SEGUNDA ETAPA DE IDEACÃO	70
3.1.5.	SEGUNDA ETAPA DE PROTOTIPAGEM	71
3.1.5.1.	TERCEIRO PROTÓTIPO	71
3.1.5.2.	IMPLEMENTAÇÃO DO JOGO	71
3.1.5.3.	DEFININDO O PRODUTO	72
3.1.5.4.	DEFININDO O MÉTODO DE TRABALHO DE PRODUÇÃO	74
3.1.5.4.1.	MÉTODO DO PRIMEIRO CENÁRIO	75
3.1.5.4.2.	MÉTODO DO CENÁRIO 2	76
3.1.5.4.3.	MÉTODO DO CENÁRIO 3	76
3.1.5.5.	DEFININDO A DINÂMICA DO JOGO.....	78
3.1.5.5.1.	DINÂMICA DO PRIMEIRO CENÁRIO	79
3.1.5.5.2.	DINÂMICA DO SEGUNDO CENÁRIO.....	80
3.1.5.5.3.	DINÂMICA DO CENÁRIO 3	82
3.1.5.6.	DEFININDO O ROTEIRO DO JOGO	83

3.1.6.	SEGUNDA ETAPA DE OBSERVAÇÃO	83
3.1.6.1.1.	ASPECTOS POSITIVOS	84
3.1.6.1.2.	ASPECTOS A MELHORAR	85
3.1.7.	TERCEIRA ETAPA DE IDEAÇÃO E <i>META-DEBRIEFING</i>	86
3.1.8.	TERCEIRA ETAPA DE PROTOTIPAÇÃO - PRODUTO FINAL	88
4.	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	89
4.1.	OBJETIVO DE ESTUDO	89
4.2.	RESULTADOS ALCANÇADOS	89
4.3.	SÍNTESE DOS RESULTADOS.....	90
	CONCLUSÃO	92
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
	APÊNDICE A – LISTA DOS ARTIGOS COLETADOS NA BASE CAPES	100
	APÊNDICE B – GUIA PARA O 1º CENÁRIO (1ª APLICAÇÃO).....	104
	APÊNDICE C - GUIA PARA O 2º CENÁRIO (1ª APLICAÇÃO)	107
	APÊNDICE D - GUIA PARA O 3º CENÁRIO (1ª APLICAÇÃO)	111
	APÊNDICE E – FORMULÁRIO DE FEEDBACK (1ª APLICAÇÃO)	114

INTRODUÇÃO

Esta parte da obra visa a explanação sucinta do conteúdo que será abordado. Este projeto trata da pesquisa e do desenvolvimento de um jogo empresarial sobre o Sistema Toyota de Produção (STP) utilizando-se a abordagem *Design Thinking* (DT).

Contexto da Pesquisa

Cada vez mais as empresas necessitam de soluções inovadoras para atrair mais clientes para consumir seus produtos e serviços. Estas soluções são vistas como diferenciais necessários para a sobrevivência no mercado e exposição maior da marca.

Em razão disto, de uns anos para cá vem se disseminando uma abordagem chamada *Design Thinking* (DT). Este conceito tem como parâmetro o modo como os *designers* pensam, que tem como essência explorar diferentes oportunidades e pensar tudo aquilo que prejudica o bem-estar na vida das pessoas, abordando-as sob diversas perspectivas, de forma que se provenha soluções inovadoras.

O DT expõe diversos princípios e ferramentas que podem ser utilizados pela equipe para a coleta de dados e percepção dos problemas do caso em estudo. A partir desta coleta, é feito o cruzamento dos dados para criar informações úteis e a criação de *insights*, ou seja, ideias para a solução dos problemas. A partir destes *insights*, são feitos protótipos das possíveis soluções para os problemas e, após a realização dos testes, procura-se refletir sobre a utilização dos mesmos e se foram satisfatórias as soluções encontradas.

Uma das principais dificuldades das empresas é a implementação do Sistema Toyota de Produção (STP). A grande quantidade de conceitos e exposição das melhorias que a filosofia propõe dificilmente é assimilada pelos funcionários. Há ainda a resistência dos mesmos por mudanças no ambiente de trabalho que deve ser considerada.

Um dos recursos utilizados pelas empresas para repassar ideias e conceitos aos seus funcionários de forma didática, direta e dinâmica é a utilização de jogos empresariais. Estes jogos são modelos que representam situações de problema/solução dentro das empresas e que fazem com que os participantes

interajam entre si e com o sistema proposto, a fim de que, ao final do jogo, todos compreendam as ideias propostas.

Este projeto tem como objetivo criar, a partir dos conceitos e ferramentas do DT, um jogo empresarial que simule a implantação de alguns conceitos do STP. Ao longo deste estudo, faremos uma revisão sobre os artigos mais relevantes que foram publicados envolvendo o DT e um pequeno resumo dos conceitos que serão utilizados do STP, a fim de estabelecermos um método para a criação, desenvolvimento e aplicação do jogo criado e chegarmos a uma solução satisfatória para o problema.

Objetivo do Estudo

Este estudo visa a criação de um jogo empresarial acerca do Sistema Toyota de Produção, utilizando-se da abordagem *Design Thinking*.

Relevância da Pesquisa

O presente trabalho visa desenvolver e aplicar um método de criação de jogos baseado nos conceitos do *Design Thinking*. Trata-se de um método inovador visto que não foram encontrados casos semelhantes de utilização desta abordagem.

Metodologia

Os procedimentos utilizados na execução deste trabalho foram:

1. Revisão bibliográfica sobre o tema *Design Thinking*;
2. Busca por textos que explicitem alguns conceitos do sistema Toyota de produção e suas aplicações em jogos empresariais;
3. Desenvolvimento do jogo empresarial utilizando a abordagem *Design Thinking* (observação, ideação e prototipagem);
4. Testes;
5. Meta *debriefing*;
6. Melhoria e implementação final;
7. Análise dos resultados e classificação das conclusões do estudo.

Os procedimentos metodológicos acima citados serão descritos em detalhe no capítulo 3 deste projeto.

Limitações do Projeto

A principal limitação do método descrito é o pequeno horizonte de tempo disponível para a realização do estudo. Isso implica em desenvolver apenas um único jogo para esta temática, abrindo possibilidade para desenvolvimentos futuros.

Estrutura do Trabalho

Na introdução, trata-se do contexto do estudo sobre o tema, seu objetivo, a relevância da pesquisa para a Engenharia de Produção, a metodologia empregada, suas limitações e, por fim, a estrutura do trabalho.

No capítulo 1, tem-se uma revisão sistemática do tema *Design Thinking* e um breve resumo dos principais conceitos do sistema Toyota de produção, bem como alguns jogos empresariais voltados para o tema.

No capítulo 2, definiu-se toda a metodologia a ser seguida ao longo do projeto e a descrição de cada etapa do método utilizado.

No capítulo 3, desenvolveu-se o jogo empresarial utilizando os conceitos do *Design Thinking*, bem como a estruturação de suas etapas em observação, ideação e prototipagem, não sendo necessariamente lineares, chegando até a sua aplicação e melhorias.

No capítulo 4, tem-se uma análise dos resultados obtidos, mostrando as expectativas, as dificuldades encontradas e o resultado de todo o projeto em relação aos objetivos traçados.

E na conclusão, as palavras finais sobre este estudo.

1. REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo tem por objetivo evidenciar os conceitos teóricos e metodologias utilizadas no desenvolvimento de produtos e serviços utilizando a abordagem *Design Thinking* (DT). A partir deste conhecimento, dar-se-á embasamento para todo o desenvolvimento e criação deste projeto.

Essencialmente, serão mostrados os principais aspectos do DT, se baseando principalmente na obra de Tim Brown, *Design Thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias*. (BROWN, 2010)

Num segundo momento, serão analisados os artigos mais relevantes do meio acadêmico sobre o tema, a fim de se ter uma base de conhecimento diversificada e atual sobre as técnicas utilizadas, aplicações reais e críticas construtivas.

E por último, uma revisão simples e dinâmica sobre alguns artigos que explicitam os conceitos do Sistema Toyota de Produção (STP) que foram utilizados para o desenvolvimento do jogo e suas aplicações.

1.1. O *Design Thinking*

Metodologia voltada para as necessidades do ser humano, alinhada à inovação e soluções criativas para os problemas, sendo as mesmas tecnologicamente viáveis. Utiliza dos princípios de desejabilidade, praticabilidade e viabilidade. (BROWN, 2010)

O trabalho do design pode ser esquematizado em três fases: Observação, Ideação e Prototipagem. As etapas não são lineares e podem ser iniciadas a qualquer momento do processo. (BROWN, 2010)

1.1.1. Observação

Fase que tem como objetivo entender o que o cliente deseja e a forma que o mesmo utiliza o produto ou serviço a partir de observações do seu uso com os mesmos ou semelhantes e seu cotidiano.

A coleta de insights começa com empatia, ou seja, com a compreensão de como as pessoas experimentam o mundo, física, cognitiva e emocionalmente, e como funcionam grupos sociais e culturas. Isso requer que o gestor-designer se

exponha ao mundo e dele participe. Também exige que se preste atenção em seus extremos. (BROWN, 2010)

1.1.2. Ideação

Uma gigantesca gama de ideias surge ao longo das observações, por mais que as mesmas sejam divergentes em alguns pontos, sendo necessário que estas ideias sejam filtradas, convergindo para um número menor de ideias, que gerarão, a partir de ferramentas como *brainstorming* e mapas conceituais, ideias inovadoras, chamadas por Tim Brown de *insights*. Estes *insights* é que ditarão a construção e desenvolvimento de protótipos. (BROWN, 2010)

1.1.3. Prototipagem

Os protótipos são a ideia mestre desta etapa e devem ser vistos como uma maneira de aprender sobre um conceito à medida que o mesmo se interage com o protótipo do produto. Essa fase é cada vez mais rápida e barata graças às novas tecnologias disponíveis no mercado. A partir dela, é que são tomadas as decisões de reajustes, implementação e conclusão do produto, podendo ser totalmente descartado ou retornar às etapas anteriores do processo de criação. (BROWN, 2010)

1.2. A pesquisa

Para analisar quais as principais ideias difundidas sobre o DT no meio científico, é necessário que se faça uma revisão da literatura atual. Com esse objetivo, iniciou-se uma procura na base de pesquisa de artigos científicos CAPES, utilizando o termo “*Design Thinking*”. Esta pesquisa teve um retorno de um número significativo de artigos, dos quais foram selecionados os sessenta artigos mais citados por outros autores, num período de dez anos. A lista com todos os artigos coletados está relacionada no apêndice A.

A partir da coleta desta quantidade de artigos, pôde-se verificar uma tendência na publicação de artigos referenciando o termo “*Design Thinking*”. Há um crescimento acentuado nas publicações a partir do ano de 2010, um ano após Tim Brown e Roger Martin, referências no assunto, publicarem suas principais obras, *Change by Design* (BROWN, 2009) e *The Design of Business* (MARTIN, 2009).

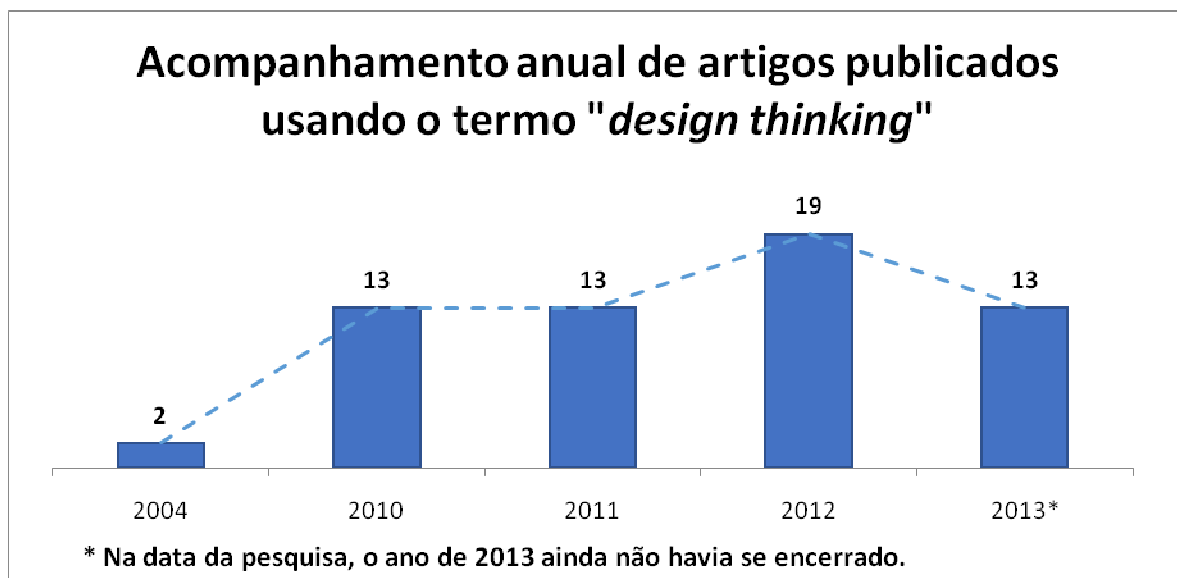


Figura 1: Acompanhamento anual de artigos publicados usando o termo “*Design Thinking*”

Para a compreensão do que está sendo discutido nos artigos e para melhor correlacioná-los, dividiu-se os mesmos em quatro vertentes diferentes:

- Método, onde os autores discutiram sobre as características da abordagem *Design Thinking*;
- Revisão e crítica, onde foram feitas revisões da literatura e críticas positivas e negativas a abordagem;
- Aplicação, onde havia casos onde o *Design Thinking* foi aplicado ou com proposições de aplicações e;
- Entrevista, onde o artigo se baseava em entrevista com os principais autores sobre o tema.

A divisão dos artigos nas vertentes foi feita de acordo com o conteúdo do assunto discutido. Desta forma, verificou-se que a maior parte dos artigos discutia a aplicação da metodologia do *Design Thinking* e seus resultados.

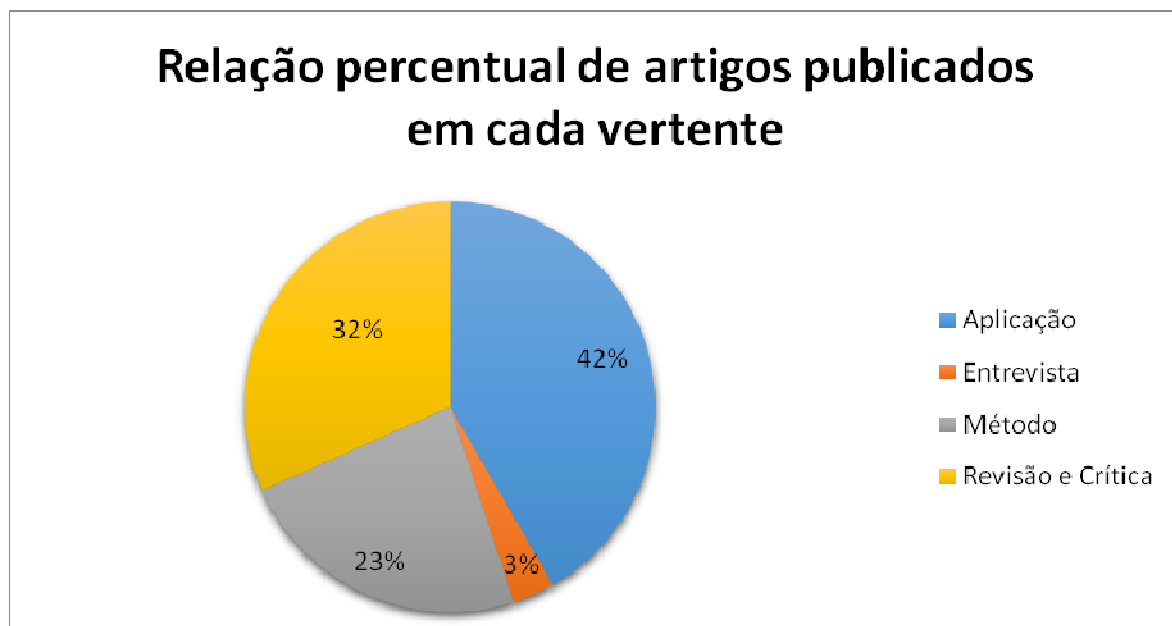


Figura 2: Relação percentual de artigos publicados em cada vertente

A seguir, serão discutidos e relacionados os artigos dentro das vertentes definidas, a fim de se ter uma idealização de quais são as principais abordagens que estão sendo avaliadas no meio acadêmico sobre o tema.

1.2.1. Artigos sobre a abordagem

O termo *Design Thinking* (DT) está sendo utilizado em ambas as esferas, acadêmica e industrial. Não há uma definição universal para o termo “*Design Thinking*”, porém o mais forte denominador comum abraça a centralidade do usuário e empatia para a condição humana (RODGERS, 2013).

Tonkinwise (2011) inicia seu texto falando que o DT não tem absolutamente nada a ver com *designers* pensando, mas sim com o atual discurso popular de inovação e gestão baseada em *design*. Contudo, para Johnson (2012), o DT não resolve os problemas, mas os modela para chegar-se a uma solução.

A estratégia de implementação do DT nos negócios é centrada no usuário como sendo prioridade crítica. Embora, algumas publicações enfatizem a utilização do método como uma ferramenta de melhoria de processos, deve-se considerar que o DT tem suas fronteiras expandidas para fidelização de clientes. A geração atual não deseja apenas ter suas necessidades básicas atendidas, mas também se envolve sentimentalmente com produto ou marca de forma que é criado um relacionamento que fideliza o cliente (WALTON, 2010 & COLLINS, 2013).

Para Rodgers (2013), o conceito de DT está expandindo suas fronteiras disciplinares, conceituais, teóricas e metodológicas para abranger atividades e práticas cada vez mais amplas. Grande parte do sucesso do DT se deve as atividades distintas e valiosas que os *designers* rotineiramente realizam em seu trabalho.

Ainda há uma linha de pesquisa que defende a aplicabilidade do DT como método imprescindível para condução à inovação. É enfatizada a necessidade de fazer uso de um processo desorganizado para retirar o pensamento da chamada “zona de conforto”. Errar faz parte do processo, somente a partir disto consegue-se chegar a uma solução inovadora. Esta desconstrução proposital provoca o fluxo criativo, ou seja, o desenvolvimento de soluções não convencionais. (GOW, 2012; LINTERN, 2012 & TONKINWISE, 2011).

O desenvolvimento do DT e seu valor são mostrados por Stewart (2011), onde o mesmo promove que o DT agrega valor a experiência de uso dos produtos e aumenta o envolvimento das empresas no processo de criação junto aos seus clientes. Por ser uma metodologia recente, ainda não possui um padrão e é um processo mais empírico, usando de algumas ferramentas para facilitar o fluxo.

Em seu artigo, Martin (2010) mostra como os *design thinkers* devem utilizar a metodologia, através do que o autor chama de “funil do conhecimento”, onde deve-se seguir três etapas: identificar oportunidades de mercado, o que ele chama de mistério; oferecer um produto a esse mercado, utilizando a heurística, ou seja, um conjunto de regras a serem seguidas para uma exploração organizada das possibilidades e; codificar as operações para o fornecimento do produto, usando de algoritmos. Para seguir essas etapas, o *design thinker* deve utilizar a lógica abdutiva, que oferece uma linha de raciocínio entre o mundo analítico orientado para os dados e mundo intuitivo movido pelo sentimento. Contudo, para o autor, por mais que os líderes usem esta abordagem, as estruturas das empresas dão mais atenção à parte analítica do que a intuição e originalidade e tem dificuldades em continuar utilizando a metodologia após o seu crescimento. Estas ideias apresentadas por Martin são complementadas por Leavy (2010).

Durante sua obra, Tonkinwise (2011), discute a aplicação ou não da estética em projetos utilizando a metodologia DT e defende que o uso da estética é também parte essencial na criação de um novo produto onde, sem ela, a criação, o

desenvolvimento e a evolução dos produtos se tornam restritos ao que já se conhece na atualidade, limitando as novas formas de expressão.

A IDEO, pensando em facilitar a disseminação da metodologia, elaborou um *kit* de ferramentas para sua aplicação por professores. Newman (2011) mostra que, para a elaboração, a empresa se reuniu com professores, estudantes e profissionais de outras áreas que trabalhavam em profissões de alta pressão e obtiveram *insights* para elaborar o *kit* de forma simples e que pudesse ser usado sempre que necessário.

Há um estudo onde se comenta sobre a utilização de ferramentas para a aplicação do DT, utilizando como pretexto dois casos onde gerentes deveriam elaborar um novo produto. Um deles busca entender a experiência dos usuários com seu produto e a partir disso passa a experimentar diversas ideias na prática para poder ter a percepção de todo o processo e ao final o produto é bem aceito. O primeiro gerente utilizou algumas ferramentas descritas ao longo do estudo durante o processo, como a rotina do cliente, para entender toda a experiência do consumidor com o produto, teste de hipóteses, onde são testadas possíveis ideias com pressupostos válidos, prototipagem rápida, onde se montam modelos físicos simples que mostrem os conceitos e ideias encontrados, e a co-criação junto aos clientes, onde se contrata clientes potenciais para avaliar os produtos e suas experiências com eles, a fim de se obter o máximo de oportunidades de melhoria. Já o segundo gerente não segue esta linha, buscando apenas ter uma grande ideia e utilizando todos os recursos nesta ideia para que ela fosse forçadamente bem aceita no mercado, o que não acontece. (LIEDTKA, 2011).

Segundo Inns (2013), o uso efetivo de *design* impulsiona a competitividade das empresas, apoiando a criação dos produtos, serviços e ambientes exigidos pelos usuários. Isso envolve o uso eficaz de *design* de produto, *design* de engenharia, projeto arquitetônico, *design* de interação, *design* de moda e assim por diante. Num projeto, a composição multidisciplinar da equipe vai depender do enfoque do contexto comercial. Os métodos, processos e práticas criativas destas disciplinas podem ter muitas variações, por exemplo, o desenho e prototipagem seguem formatos variados; métodos diferentes são usados para trazer estrutura para os desafios de *design* encontrados em cada área. Há, no entanto, as semelhanças significativas entre as disciplinas. Se pensarmos sobre como o

designer genericamente agrega valor a uma situação, podemos construir uma lista de funções no quadro 02.

Habilidades associadas com as noções tradicionais de design	Habilidades associadas a um papel alargado para o design em empresas e organizações sem fins lucrativos (ex, " <i>Design Thinking</i> ")
Incubação da Ideia	Facilitação da Ideia
A criação de um amplo portfólio de soluções possíveis em vários níveis de detalhe, em vários estágios do processo de design	Mobilizar e fortalecer o pensamento de outros profissionais para criar opções inovadoras em vários níveis de detalhe
Gestão de <i>Trade-off</i>	Negociação de Valores
Criar soluções que equilibrem os requisitos muitas vezes conflitantes que devem ser resolvidos em um nível "produto" ao resolver um problema	Facilitar o valor de <i>trade-offs</i> entre diferentes opções de inovação e um amplo portfólio de medidas de sucesso - financeira, ecológicos, éticos e sociais
Visualização do Tangível	Visualização do Intangível
Criação de representações visuais de soluções potenciais produtos em vários níveis de detalhe	Utilização de habilidades de visualização para modelar novos sistemas, estratégias e políticas para uma ampla variedade de públicos profissionais
Lidar com a Incerteza	Exploração da Complexidade
Acomodando ideias emergentes e informações em tempo real em vários estágios do processo de design	Atuando como um navegador organizacional ajudando traçar o perfil do impacto das ideias emergentes e informações sobre oportunidades futuras
Traçar o perfil do usuário	Mediação entre os <i>stakeholders</i>
A construção de uma compreensão da história do usuário para ajudar a explorar as motivações e permitir a geração e avaliação de ideias rápida	A construção de uma compreensão das necessidades e motivações de uma grande variedade de <i>stakeholders</i> internos e externos

Quadro 1: Evolução das habilidades de *design* (INNS, 2013, p41)

Björgvinsson *et al* (2012) menciona que o *design* participativo é caracterizado como uma forma de envolver os usuários no projeto antes e após sua concepção. Desse modo, o *Design Thinking* é visto como *design* participativo no qual ocorre a participação de clientes para desenvolvimento do *design*. Este processo é chamado de *design-after-design*, onde melhorias no projeto são efetuadas a partir de observações da versão inicial ou protótipo. O *design* participativo pode contar não só

com auxílio de clientes como também de colaboradores e unidades de negócio. Esse envolvimento provoca o surgimento de controvérsias acerca do *design* e pode influenciar decisões sobre introdução de novas tecnologias e, em maior escala, o *design* participativo altera o próprio ambiente de trabalho e propicia oportunidades para negociações gerenciais sobre um projeto.

O processo mental do DT deve seguir uma estrutura não-linear de pensamento. Destaca-se o fato de que ideias chave são advindas de uma instabilidade no ambiente, o que sugere a experimentação progressiva, imprescindível para dar um passo além do que já se tem conhecimento. Nossos instintos primários, por vezes, tendenciam a análises superficiais. Isso ocorre quando não há suficiente imersão no problema de forma a entendê-lo em sua plenitude (DELEUZE & GUATTARI, 1987 apud TEAL, 2010). Teal (2010) menciona uma pesquisa em que foi identificada uma mudança comportamental em pessoas que, uma vez estimuladas, adaptaram-se prontamente, sobrepondo às suas preferências imediatas uma nova forma de trabalhar que reconhece e efetivamente trata das situações-problema em seu devido grau de complexidade.

Castellion (2010) comenta como Roger Martin (2009) sugere que se desenvolva um sistema próprio de conhecimento sobre *Design Thinking*, definido pelo último como *Integrative Thinking*. Este sistema é composto de três componentes que se apoiam mutuamente: Postura, Ferramentas e Experiência. A primeira e mais abrangente diz respeito a seus objetivos pessoais; um *design thinker* pensa sobre seu papel no mundo, em fazer a diferença. A segunda envolve o apoio para estruturar o pensamento e a maneira de entender o mundo; ferramentas e modelos utilizados para se organizar. A terceira, e última, é pensar sobre quais experiências contribuiriam com o objetivo de aguçar a sensibilidade sobre as coisas e desenvolver novas habilidades e competências.

Dorst (2011) destaca que existem dois níveis distintos de abdução, sendo seu ponto convergente atingir um resultado esperado em forma de agregação de valor. A primeira forma de abdução estaria associada à forma convencional de resolução de problema na qual sabemos que valor queremos criar e o COMO fazer para alcançá-lo. O que faltaria neste cenário é O QUE, o objeto, serviço ou sistema que define o problema e, conseqüentemente, a solução potencial com a qual a pergunta poderá ser respondida. A outra maneira de abdução é mais complexa, pois somente se

sabe o valor que se deseja obter como resultado esperado, sendo inexatos o O QUE e o COMO, aproximando-se às soluções complexas do *Design Thinking*.

Ogilvie e Liedtka (2012) criaram um modelo linear simples de um processo de *Design Thinking*, acompanhada por um conjunto de ferramentas de *design* que acreditam que irá beneficiar os gestores. É facilmente transportado sob a forma de quatro questões e dez ferramentas. Estas quatro questões seriam: *WHAT IS?* (O que é?), *WHAT IF?* (E se?), *WHAT WOWS?* (O que impressiona?) e *WHAT WORKS?* (O que funciona?), e dentro destas quatro perguntas que as dez ferramentas são divididas. No quadro abaixo, foi montada uma breve descrição do enfoque de cada uma das ferramentas.

O que é?	E se?
Argumenta que toda inovação de sucesso começa com uma avaliação precisa da realidade atual. É uma questão exploratória com base em dados.	Está focada na geração criativa de novas ideias.
O que impressiona?	O que funciona?
Ajuda os gestores a priorizar as possibilidades e, em seguida, prototipar as mais atrativas.	Traduz ideias em ação, na forma de pequenas apostas de mercado.

Quadro 2: Descrição das quatro perguntas do modelo linear criado por Ogilvie e Liedtka (2012)

Ogilvie e Liedtka (2012) afirmam ainda em seu texto que todos os *designers* vão reconhecer essas quatro perguntas. Embora cada conjunto de especialistas utilize diferentes rótulos para descrevê-las, essas são as questões centrais embutidas em uma abordagem de *Design Thinking*.

Dentro de “O que é?” as ferramentas que são propostas neste método são: Visualização, *Mapeamento de experiências*, análise da cadeia de valor e mapeamento mental. Já em “E se?” as ferramentas propostas são: *Brainstorming* e desenvolvimento de conceito. Em “O que impressiona?” as ferramentas propostas são: simulação e prototipagem rápida. Finalmente em “O que funciona?” temos: co-criação do cliente e lições aprendidas. (OGILVIE e LIEDTKA, 2012).

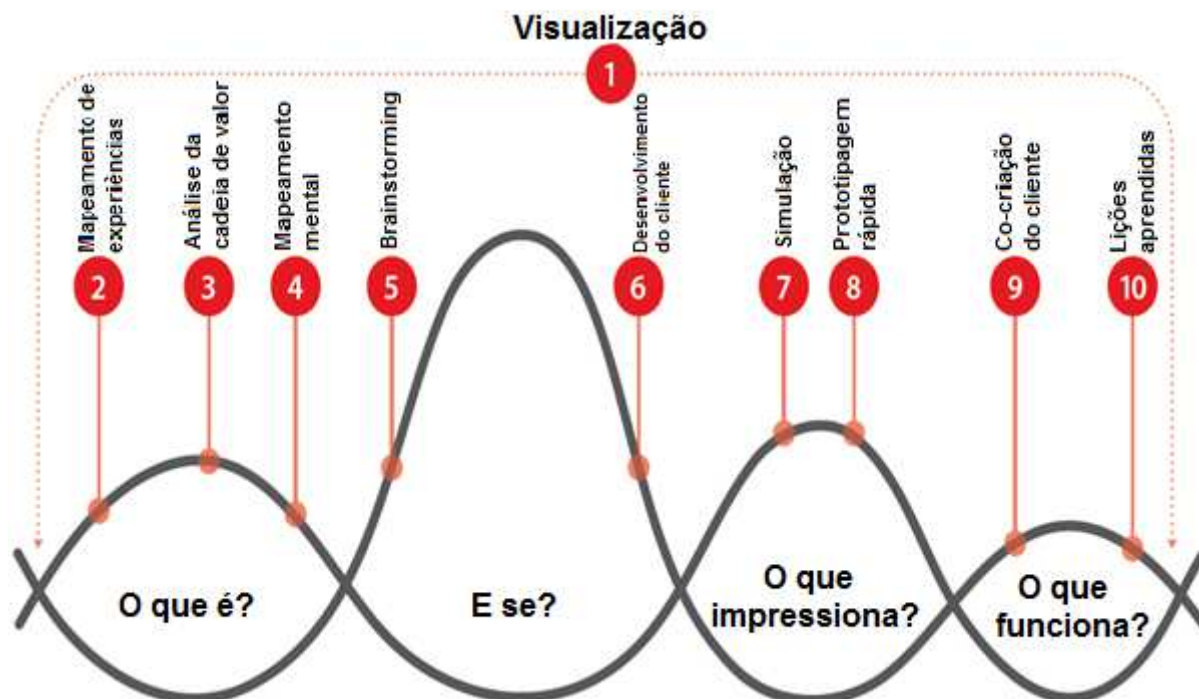


Figura 3: Ilustração do método linear proposto (OGILVIE e LIEDTKA, 2012)

1.2.2. Revisão e crítica

Uma comparação entre os principais autores do *Design Thinking* (DT), Roger Martin e Tim Brown, foi feita por Thornton (2010) mostrando as correlações e diferenças entre suas obras. O texto aponta algumas críticas sobre como Brown mostra a abordagem DT de forma corrida e vaga, assim como Martin muitas vezes se perde nos próprios projetos. Thornton critica também o fato de nenhum dos dois autores dizerem de forma explícita como aplicar o DT.

Johnson (2012) descreve que um projeto utilizando o DT necessita ser contextualizado durante todo o seu processo de criação e é preciso saber o que tem que ser melhorado. O processo tem que ser o mais realista possível, pois só assim os *designers* conseguirão saber as reais necessidades do cliente. No *Design Thinking*, não existe a figura do “eu”. Neste processo, tudo gira entorno do “nós”. Todos são parte crucial para a solução dos problemas. Falhar neste processo não é uma opção, é obrigatório. Depois do fracasso, o sucesso vem mais rápido (Johnson, 2012).

“Design Thinking não é um processo linear como o TQM ou o JIT— é uma mudança de paradigma. Empresas, que vislumbram o Design Thinking como uma metodologia que pode ser facilmente adaptada para sua própria cultura, podem estar indo de encontro a uma frustração” (COLLINS, 2013, p 35).

Para Collins, *Design Thinking* é uma abordagem que foi feita para aproveitar a criatividade do *designer* no contexto dos negócios. Foi originalmente proposta como uma fonte de vantagem competitiva sustentável. Embora tenha havido exemplos claros de sucesso nesse contexto, também houve falhas. Desde o início, a abordagem *Design Thinking* era um meio para oferecer a criatividade. Mas, a fim de recorrer à cultura empresarial do processo, foi reduzido a um processo mais linear - supostamente para eliminar a confusão, conflito, falha, emoções e iteração que são parte integrante do processo criativo (COLLINS, 2013).

Goldschmidt e Rodgers (2013) fizeram uma comparação sobre a abordagem do *Design Thinking* em três grupos diferentes de estudantes de design: graduandos de desenho industrial, graduandos de arquitetura e candidatos à PHD em design. Observou-se que existem algumas diferenças entre os alunos de graduação, porém existe uma enorme diferença entre os dois grupos de alunos de graduação e os candidatos a doutorado, principalmente em relação ao método do projeto.

Alguns métodos de critério analisados no Design como Medida de Desenvolvimento Intelectual (MID) e Medida de Design (MOD) foram utilizados por Portillo (2010) e a partir disto, percebeu-se que pessoas com pensamento dualista possuem uma visão mais limitada em relação à definição de critérios enquanto pessoas com pensamento multidisciplinar empregam os mesmos de forma integrada e ampla, sendo este o ideal para a aplicação dos processos de *design*. Já Poulsen e Thorgersen (2011) discutem a importância dos *designers* presenciarem o desenvolvimento da geração de ideias durante o processo de *Design Thinking* e não ficar apenas numa interação apenas verbal, já que o método tem certa complexidade e possui diversas dimensões de interação.

Já McCullach (2013) faz uma crítica sobre a forma como *Design Thinking* surgiu como a solução dos problemas, mas aos poucos foi deixado de lado por não apresentar resultados satisfatórios. As principais críticas são relacionadas ao fato do *Design Thinking* não priorizar o próprio *design*, mostrar a concepção de produto de uma forma simples e não ser exatamente para todos como é dito. O artigo também cita pontos fortes, como facilitar a comunicação entre departamentos, ter diversas visões das necessidades e comportamentos dos consumidores, a antecipação de tendências e a prototipagem dos produtos, mas também propõe melhorias como

mais rigor e prática ao invés de abordagens intuitivas, melhorar a visão de oportunidades, a estrutura das estratégias dispostas e comunicação.

Mayfield (2012) mostra em sua publicação um projeto de uma empresa de bens de consumo que foca no uso de um método para reduzir as complexidades das operações, podendo gerar possíveis oportunidades para o futuro. A mesma mostra ferramentas usualmente utilizadas pelas empresas para melhorar sua gestão, porém que apresentam falhas e dificuldades em alguns pontos. O artigo propõe um modelo a ser seguido para que se tenha certa agilidade na hora de confrontar as complexidades, em quatro passos: acompanhar os processos, manter e compartilhar entendimentos, reduzir os pontos cegos e separar as questões das perguntas.

Gerentes e executivos foram ensinados e condicionados através de suas experiências a abordarem os problemas sob as lógicas indutivas e dedutivas, insistindo em provas quantificáveis de se ter alcançado o resultado desejado de uma decisão. Essa ênfase é chamada confiável, consistente e previsível, mas não necessariamente conduz aos melhores resultados. Alternativa a esta abordagem está a dos *designers* que utilizam lógica abdutiva, ou seja, realizam inferências sobre a melhor explicação para um fenômeno (MARTIN, 2009 apud CANNON, *et al.*, 2010).

Levy (2011) explica que no estágio do mistério ocorre um processo de exploração realizado pelas pessoas que estão trabalhando sobre as complexidades do mistério. Já no estágio heurístico, a empresa tem de desenvolver especialistas habilidosos com conhecimento tácito parcial da heurística. Por último, no estágio do algoritmo as empresas precisam direcionar-se para ganhos em eficiência e de escala. É essencial para os líderes o entendimento e a identificação do próximo mistério que tornará o algoritmo previamente elaborado obsoleto.

Wells (2013) comenta o desafio da formação de profissionais da área tecnológica com perfil de *Design Thinking*, centrado no ser humano. Sua abordagem do assunto de maneira concisa extrapola o *Design Thinking* como elemento essencial para competitividade. Sugere que *design* não pode ser resultado de eventos pré-programados, mas depende das descobertas e da experiência de um indivíduo para, em conjunto a outras pessoas, utilizar sua imaginação, percepção, emoção e insights ao tomar decisões. Em outras palavras, é necessário que haja

interferência da capacidade criativa na área tecnológica, representada pela manifestação da individualidade.

Souza (2011) destaca o contraste entre as ferramentas de simulação de sistemas térmicos de construção, os resultados obtidos e como podem ser traduzidos em soluções de *Design Thinking*. Aponta a dificuldade de interpretação dos dados, muitas vezes pelo usuário depender de conhecimento sobre física, conhecimentos de transferência de calor e fenômenos dinâmicos a fim de interpretar o output da simulação para tomada de decisões do projeto, que neste caso específico se trata de uma solução integrada em *design*, engenharia e arquitetura.

1.2.3. Aplicação

Utilizando a tríade de Brown para aplicação do *Design Thinking*: desejabilidade, praticabilidade e viabilidade, alguns pesquisadores têm observado que as empresas conseguem implementar o método através da coparticipação de clientes, empregados, fornecedores e aliados estratégicos num processo denominado “co-criação”. Isto se torna ainda mais factível com advento das redes sociais que promovem interatividade entre comunidades que possuem interesses em comum, empresas e clientes. Os feedbacks gerados a partir desse e de outros canais de interatividade agregam valor não só à elaboração de produtos e serviços inovadores, mas numa escala ainda maior, ao modelo de negócios, ao desenvolvimento de estratégias inovadoras e aos processos e estruturas organizacionais (LEAVY, 2012).

Du, Jing e Liu (2012) propõe um modelo de processo onde se pode compartilhar as ideias do *Design Thinking* para a criação de projetos colaborativos. O modelo é apresentado e aplicado, onde após a aplicação percebeu-se que os dados coletados podem ser colocados em uma base de dados para futuras revisões e mudanças nos projetos.

Gow (2012), em seu artigo, cita um simples exemplo que se pode utilizar a abordagem *Design Thinking*, o “desafio do egg-drop”. Onde, a priori, os alunos são subdivididos em grupos, recebem alguns materiais básicos como papel, cola, etc. e tentam achar uma solução para o ovo não quebrar. Contudo, toda a experiência é terminada quando se vai para o teste final para saber se o ovo quebra ou não. Em vez de esta experiência durar apenas um dia, Gow cita que, utilizando o *Design*

Thinking, esta dinâmica pode se tornar muito mais interessante e ideias muito mais inovadoras podem surgir se os participantes tiverem um prazo maior para a elaboração do projeto final e puderem aprender com o erro durante a etapa de criação.

Em seu artigo, Collins (2013) enfatiza que a literatura sobre *Design Thinking* descreve esta ferramenta como extremamente poderosa e significativa e que não deve ser ignorada pelos negócios. Ainda na aplicação, os resultados ficaram aquém do potencial sugerido. Assim, deve ser feita a seguinte pergunta: *Design Thinking* é um conceito obsoleto, ou é simplesmente um conceito que não tem sido abraçado em sua totalidade pela comunidade empresarial? Collins ainda afirma que projetar produtos com baixos preços e manter a qualidade ao fazê-lo é necessário na economia atual, sendo um exemplo de onde o *Design Thinking* pode ser aplicado. O *Design Thinking* poderia desempenhar um papel importante no processo de busca por soluções inovadoras para os problemas básicos, por exemplo, a água potável em países em desenvolvimento, e essas soluções não só devem ser de baixo custo e qualidade satisfatória, mas também de fácil manutenção, capazes de serem facilmente manuseadas. Todo o caminho de pesquisa percorrido para encontrar a solução para um problema faz parte do *Design Thinking*. Ideias e soluções sempre surgem deste processo. A prototipagem de ideias incompletas auxilia na construção do meio para se chegar a um resultado esperado. Podemos não entender um problema de projeto sem imergirmos na sua exploração e desenvolvimento. Em outras palavras, nossas ideias nos ajudam a entender o problema e propõem resolve-lo. Por outro lado, precisamos entender algo de um problema de projeto antes que possamos trazer a nossa concepção criativa e sistemática de pensar, o problema e a solução evoluem juntos.

Tem-se discutido, inclusive, de que maneira o *Design Thinking* pode atuar na diminuição do vão que existe entre a academia e a prática, uma vez que focaliza suas análises no problema em questão, e a outra na proposição de novas soluções (ROMME, 2004). Nesse respeito, instituições de ensino em Administração de Empresas têm buscado aplicar os princípios do *Design Thinking* no âmbito pedagógico. A abordagem é utilizada para despertar nos alunos, futuros administradores, a habilidade de pensar de forma inovadora sobre os problemas. Entende-se que o processo não linear de observação, definição, idealização,

prototipagem e teste auxiliam no auto aprendizado do aluno que poderá enxergar futuramente, de maneira mais intuitiva, como desenvolver um plano de negócios adequado a uma empresa através de soluções até então desconhecidas (ARTUR LUGMAYR, 2013).

O artigo de Welsh e Dheler (2012) se dedica a mostrar inovações na área pedagógica para o aprendizado dos alunos de faculdade, utilizando a lógica do *Design Thinking* para criar uma aprendizagem integrada e mais articulada, seguindo um pouco da linha de raciocínio que Steinbeck (2004) propôs anteriormente ao mostrar como a metodologia, alinhada a novas tecnologias de informação e mídias sociais, é capaz de mudar a competência criativa dos estudantes de qualquer disciplina.

Seidel e Fixon (2012) mostram uma discussão sobre como o *Design Thinking* deve ser aplicado por novas equipes multidisciplinares, associando a metodologia a outros métodos, tanto na fase divergente, quando diversas ideias são geradas, quanto na fase convergente do processo, quando se devem afunilar os caminhos a serem seguidos. Segundo eles, pode-se usar métodos comuns de desenvolvimento de projetos alinhados aos conceitos do *Design Thinking*, porém com a ressalva de não se usar demasiadamente as técnicas de *brainstorming* e equipe reflexiva.

Pradhan (2012) faz uma breve apresentação sobre o crescimento do varejo na Índia, principalmente voltado à área rural e como o *Design Thinking* cria uma vantagem competitiva por se voltar para as necessidades do ser humano e a partir delas criar oportunidades de mercado usando soluções criativas, desde o processo de desenvolvimento do produto até o usuário final. Pradhan mostra exemplos de empresas que aplicaram esse conceito, como a Titan, que criou showrooms onde tinha toda sua linha de produtos exposta para o público em uma época em que havia apenas uma opção, a Shoppers Stop, que refez toda a sua linha de produtos voltada para os desejos dos clientes, e a Flipkart e Aaramshop, que mudaram a forma de entregar seus produtos aos clientes, a primeira alinhando com o cliente a data, hora e o local de entrega, e a segunda oferecendo a venda dos produtos agrícolas como num mercado financeiro.

Uma aplicação prática foi um *workshop* onde os participantes receberam materiais para idealizarem e construírem suas próprias ideias individualmente em formato 3D. Então, depois cada projeto individual, foi posto no chão em uma matriz

desenhada. Todos os participantes puderam então visualizar as ideias dos outros participantes para obter novas inspirações. Em seguida, foram estipuladas regras para a seleção dos projetos e desenvolvimento de uma atividade em grupo. Essa abordagem também suporta a captura de informações que é tão crítica em *workshops* eficazes. Os participantes registraram então detalhes de seus projetos em folhas de cartolina cuidadosamente projetadas, que poderiam então ser dobradas nas representações 3D. Estes foram então posicionados, pelos participantes do *workshop*, no quadrante mais adequado de uma matriz no chão. Neste exemplo, o eixo usado para descrever os quatro quadrantes da matriz foi o nível de risco do projeto potencial e o nível de impacto potencial do projeto (INNS, 2013).

O *design* é uma abordagem de estruturação de pensamento para lidar com os problemas dentro de projetos, de métodos de visualização e criação de protótipos, mas também métodos que estruturam o perfil dos usuários, gerando mais ideias. Estes métodos podem proporcionar grandes plataformas para a estruturação do pensamento de pessoas que trabalham em conjunto, mas em um *workshop*, precisam ser apresentados de uma forma que permita a absorção rápida, já que os participantes não necessariamente são treinados em seu uso. Este é o espaço crítico, onde o *design* se torna o *Design Thinking*. O desafio é criar métodos que possam, antes de tudo, ser rapidamente absorvido por um não-especialista qualquer, mas que também devem ser capazes de estruturar o pensamento e capturar ideias (INNS, 2013).

Alguns dos artigos sobre “aplicação” têm conteúdo não muito relevante para este projeto, como Friedman (2011), que faz uma breve introdução do tema *Design Thinking* e mostra a vontade do autor em relação aos estudos voltados à biotecnologia. Ou então uma apresentação sobre como melhorar a experiência do usuário de uma biblioteca utilizando o *Design Thinking*. (BELL, 2011)

Há aplicação do *design thinking* também na área de advocacia. Muito embora advogados sejam formados e treinados para balisar suas análises em situações passadas, precedentes legais e fatos, o *Design Thinking* poderia auxiliá-los a observar outros aspectos. Por exemplo, a lei não é simplesmente “A Lei” em si, mas a maneira como indivíduos encaram sua aplicação e à medida que a lei passa a ser aplicada de formas diferentes seu entendimento muda. Com isso, fatores como o juiz

e o tribunal no qual o caso está em juízo influenciam na defesa. Além disso, a comunicação promovida pelo *design* participativo induz à colaboração entre escritórios de advocacia e entre empresa e cliente. Essa interação reduz custos e aumentam as chances de alcance dos resultados desejados (SZABO, 2010).

Peter Lloyd (2012) menciona como o *Design Thinking* pode ser ensinado através de um curso de ensino à distância promovido pela *The Open University*. É provido um ambiente virtual para as aulas, fóruns, posts de protótipos e *sketches*, fotos, vídeos ou outros conteúdos. Esse ambiente promove a interação e discussão multidisciplinar dos alunos e professores e a diversidade de *backgrounds* que promovem um enriquecimento das discussões. As atividades são aplicadas de forma a envolver os alunos nos conceitos do *Design Thinking* pela prática, a saber por:

- 1) estruturar o problema em seu nível correto;
- 2) estabelecer diálogo produtivo para progredir em uma proposta de *design*;
- 3) observar o *design* ao redor em sua plenitude e;
- 4) utilizar *expertise* de outros pela liderança e gestão de pessoas.

Design Thinking tem sua aplicação na engenharia de requisitos para desenvolvimento de novos sistemas e aplicativos. Contrário ao método sequencial de concepção, análise e negociação, especificação técnica e desenvolvimento, o *Design Thinking* traz a abordagem centrada no ser humano com elaboração de modelo de prototipagem rápida a fim de se desenvolver um projeto inovador. Essa abordagem se faz necessária no cenário de desenvolvimento de aplicativos, onde o dinamismo impõe mudanças frequentes em funcionalidades, velocidade e conveniência. Dessa forma o *Design Thinking* é utilizado como vantagem competitiva, pois caso seu aplicativo não seja adequado ao uso, o cliente simplesmente realiza *download* de um aplicativo da concorrência que melhor atenda às suas necessidades (VETTERLI, 2013).

Tan e Wong (2012) discutem o desafio enfrentado por pedagogos quanto à aplicação do ensino religioso em escolas públicas e privadas para crianças. Uma vez que não há uma abordagem que se adeque a todos, sugerem que seja utilizado *Design Thinking* para melhor tratativa desse problema de alta complexidade, com benefícios advindos de melhor formação da identidade do estudante e seu crescimento como adulto e cidadão.

Há uma linha de pesquisa que tenta definir o design thinker em quatro diferentes tipos de acordo com a forma com que cada um constrói seu aprendizado. Aplicou-se uma pesquisa em estudantes de design a fim de se extrair resultados que melhor pudessem avaliar as classificações de nível e perfil de aprendizado em *Design Thinking*. Dentre as classificações são avaliadas as capacidades de experiência concreta, experimentação ativa, conceitualização abstrata e observação reflexiva. Em suma, são analisadas as formas de aprendizado pelos atos de sentir, fazer, pensar e observar. É reforçado que não há um perfil ideal dentre essas áreas e classificações, tendo cada um seus pontos positivos e a desenvolver como design thinkers (CARMEL-GILFILEN & PORTILLO, 2010).

A utilização de *Design Thinking* para problemas de alta complexidade fez com que Yixiong (2013) utilizasse este conceito para proposição de um sistema de montagem de produtos. Essa abordagem consiste na expressão de requerimentos de *design* e elaboração de produtos pela imitação de um sistema biológico de organização. As células dos produtos são utilizadas para compor o sistema produtivo de montagem. O modelo explicita a função de cada parte do produto e suas correlações.

1.2.4. Entrevista

Tim Brown, em entrevista, conta que muitas ideias chegam ao mercado simplesmente porque alguém do topo as apoia, não porque são as melhores. E ele propõe como alternativa o *Design Thinking*: a incorporação dos métodos de solução de problemas e de geração de ideias dos *designers* à organização tradicional, trabalhando com e, vez por outra, contra a área de pesquisa e desenvolvimento (P&D) tradicional. A intenção é ampliar horizontes e instilar uma orientação mais inovadora, especialmente durante crises econômicas. (BUDMAN, 2010)

Tim Brown segue em seu raciocínio que em um mundo onde a “comoditização” é cada vez mais acelerada, a rápida transferência de conhecimento implica que as novas ideias e as melhores práticas estarão disponíveis para todos. É difícil competir quando se tenta fazer escolhas a partir do mesmo conjunto de opções existente para todo mundo. Então, o *Design Thinking*, aquele que usa os métodos e abordagens que os profissionais da área empregam, trata de gerar novas opções a escolher. Seja ao criar um produto, serviço ou ambiente, seja ao abordar

situações como nunca se abordou antes. Brown afirma ainda que as pessoas costumam pensar em P&D como o lugar em que novas opções de escolha são elaboradas nas organizações. Mas, em P&D, há apenas um grupo muito específico de pessoas que podem fazer isso, ou seja, cientistas e engenheiros tecnicamente treinados. Se for um profissional de *marketing*, de Recursos Humanos ou um enfermeiro, é bem improvável que seja capaz de inventar alguma tecnologia, mas pode usar técnicas dos *designers* para ter novas ideias. Há um papel claro e real para a alta liderança, mas não é o de ter as ideias, e sim criar as condições para que elas existam. Uma organização que está bem integrada e usa a tecnologia eficazmente será capaz de alinhar-se em torno das inovações que emergirem dela (BUDMAN, 2010).

Em entrevista para uma revista científica, Gianfranco Zaccai conta que o *Design Thinking* está se mantendo em grande forma e que os executivos estão cada vez mais procurando outras maneiras de olhar para as suas empresas, porque eles viram que a linear, aparentemente pragmática, analítica-quantitativa abordagem de pensar o negócio não tem rendido os resultados esperados. Eles viram que o processo de pensamento que bons *designers* têm usado por muito tempo, assim como as metodologias e ferramentas que eles usam, parece complementar e informar o pensamento empresarial tradicional (LOCKWOOD, 2010).

Ao ser perguntado sobre quais profissionais são utilizados no desenvolvimento de um novo produto, Gianfranco Zaccai diz que trabalha com pessoas em todas essas áreas. E que, em geral, no entanto, os compromissos que tendem a ser os mais produtivos são aqueles que eles e o cliente veem de uma forma mais estratégica do que tática. Na maioria das vezes, esses compromissos vêm de empresas que sentem que há um problema ou uma oportunidade. Eles não são específicos, pois eles não vêm até nós dizendo: "Nós gostaríamos que você desenvolvesse isto". Em vez disso, eles dizem: "Nós temos algumas questões que precisam ser abordadas. Nossos concorrentes estão fazendo assim e assado". (LOCKWOOD, 2010)

Roger Martin (2012), em uma entrevista, explicita como o pensamento analítico amplamente utilizado em grandes empresas é apenas uma extrapolação do passado, onde são considerados e reforçados fatores previamente existentes. Por consequência disso, muitas decisões baseadas nas informações provenientes

dessas análises fazem com que se conviva com resultados semelhantes aos já obtidos, previsíveis. Em contrapartida, o *Design Thinking* tem como base o pensamento intuitivo, auxiliando os líderes das organizações a enxergarem novas maneiras de mudar o ambiente, de desafiar o existente e propor novas soluções, alcançando assim resultados diferentes. No entanto, ambas as formas de pensar não são mutuamente excludentes, são complementares. Ainda, segundo Martin, os líderes de negócio devem se tornar *designers* no sentido de passarem a integrar intuição às suas decisões.

1.3. Conceitos do sistema Toyota de produção

Neste tópico, os conceitos utilizados para a criação do jogo serão abordados com o intuito de dar embasamento teórico a dinâmica. Os conceitos explicitados são todos baseados na obra “O sistema Toyota do ponto de vista da engenharia de produção” de Shigeo Shingo (1996).

1.3.1. Visão Geral

O Sistema Toyota de Produção é uma filosofia de sistema que visa a eliminação total das perdas (SHINGO, 1996, p.129) e buscar sempre a melhoria contínua através da reflexão incansável de suas ações, tanto dentro da empresa quanto junto aos seus parceiros e fornecedores, ajudando-os também nesse processo de melhoria. (SHINGO, 1996, p. 231)

Para que se chegue a esse nível de eficiência, o STP possui alguns princípios que devem ser seguidos e que servem como norte para que qualquer empresa possa implementar em sua estrutura e filosofia.

Todas as decisões em relação à produção devem ser baseadas numa visão de longo prazo, ou seja, por mais que se tenham soluções no curto prazo que façam com que se produza mais e se tenha lucro mais rápido, deve-se priorizar aquilo que vai dar retorno durante mais tempo, mesmo que esta solução demore um longo período para ser desenvolvida. Para esta definição, todas as opções são consideradas em um processo lento e de forma consensual, de forma que a melhor seja escolhida para ser implementada. No entanto, assim que se definida, rapidamente é implementada.

Shingo (1996, p. 103) afirmou que a Toyota buscou separar o operador da máquina, automatizando ao máximo a linha, criando operadores multifuncionais, que

podem operar mais de uma máquina e utilizar o seu tempo produtivo para outros processos.

Na Toyota, é construída uma cultura em toda a empresa para que, caso ocorra algum problema na linha, a mesma seja imediatamente interrompida e, através de sinalização, informar aos supervisores. A linha deve retornar ao funcionamento apenas quando este problema tiver uma solução definitiva para garantir que não seja necessário parar a linha novamente. (SHINGO,1996, p. 108-109)

O autor também afirmou que a Toyota possuía mais equipamentos que em outras empresas devido ao fato de utilizar menores capacidades de suas máquinas, com o intuito de, caso se tenham flutuações da demanda, seja possível atendê-las somente contratando trabalhadores temporários. As máquinas são desenhadas de maneira que, com pouco tempo de treinamento, estes trabalhadores temporários se adequem de forma rápida a produção, sem causar falta de produtos. Tem-se preferência para máquinas de baixo custo, havendo grandes estudos em relação ao uso de máquinas produzidas ou projetadas dentro da própria empresa, utilizando apenas tecnologias confiáveis e plenamente testadas, que atendam aos processos e aos funcionários. (SHINGO,1996, p. 107-108)

1.3.2. Just-in-time

Shingo (1996, p. 133) se refere ao *just-in-time* como a estratégia para atingir a produção sem estoque (ou estoque zero), de forma que o processo receba os itens necessários, nas quantidades necessárias e nos momentos necessários, sem geração de estoques.

Na Toyota, a produção deve ser igual ao número de pedidos, não excedendo este número, provocando assim um estoque de carros acabados igual a zero. Para poder atingir esse equilíbrio, a mesma adotou a produção contrapedido, ou seja, através do método do supermercado, onde se planeja a produção de forma que o que foi comprado hoje será demandado amanhã, evitando a geração de estoques e atendendo a pedidos reais de consumidores, tendo como controlador a ferramenta Kanban, não levando em consideração a capacidade e a utilização da máquina como fatores no controle da produção. (SHINGO, 1996, p. 133)

Para precisar a previsão de demanda de forma que o planejamento não seja superdimensionado, pesquisar o mercado é uma das maneiras que se tem para

conhecer os seus consumidores, identificando eventos que possam anteceder demandas reais. Simultaneamente, deve-se pensar em reduzir o ciclo de produção através da redução dos lotes de produção, dos tempos de preparação e espera e sincronizar os fluxos de peças durante todo o processo para se atingir prazos cada vez mais curtos. (SHINGO, 1996, p. 121-128)

1.3.3. Kanban

“No prefácio do seu livro, *The Toyota Production System* (Cambridge, MA: *Productivity Press*, 1987), Taiichi Ohno deixa clara a diferença entre o Sistema Toyota de Produção e o *Kanban*. O *Kanban*, diz ele, é simplesmente um meio de chegar ao *just-in-time*. A confusão surgiu porque o termo “regras de *Kanban*” havia sido usado tanto para se referir aos princípios de produção como para o *Kanban*. Essa distinção torna-se mais óbvia quando a consideramos nos termos das três funções administrativas:

- Planejamento – estabelece o sistema de objetivos, como por exemplo, o layout da planta, operações-padrão, etc;
- Controle – garante a execução correta do plano;
- Inspeção – compara a execução ao plano de maneira que um ou outro problema possa ser corrigido ou ajustado, se necessário.” (SHINGO, 1996, p. 101)

O objetivo final da metodologia de produção da Toyota é um sistema ideal no qual todos os processos produtivos estão encadeados em um fluxo de peças unitárias coerente.

Muitas vezes, chegam entregas oriundas de outros processos para planta de montagem final, as quais criam um fluxo de produtos que se aproxima do sistema total descrito acima. Na Toyota, podem ser vistos, com frequência, carrinhos transportadores com os dizeres “Veículo com Preferência”. Esses veículos carregam peças em pequenos lotes mistos que são necessários na montagem final e não podem sofrer atrasos. Da mesma forma, empilhadeiras transportam peças das plantas de forjamento, fundição e estampagem diretamente à usinagem. Todas essas atividades são sincronizadas e controladas através do sistema *Kanban*.

Taiichi Ohno afirmou claramente que o STP é um método de manufatura, ao passo que o sistema *Kanban* é apenas um meio para aplicar esse método. Na prática, no entanto, os dois sistemas são integrados e há muitas análises que não fazem distinção entre os dois.

A integração dos dois sistemas estende-se às seis regras do *Kanban* listadas abaixo. Por uma questão de clareza, iremos explicar cada regra separadamente estabelecendo a diferença entre as regras do sistema *Kanban* e as regras do STP:

1) Um processo retira peças do processo precedente, quando cartões *Kanban* são removidos, onde os *Kanban* dão instruções de transporte ou retirada.

Essa regra é composta de dois elementos:

- Retirar apenas o número de peças especificado pelo *Kanban* removido;
- Partir de um processo para retirar peças do imediatamente precedente.

Obviamente, se o processo subsequente é alimentado por peças provenientes do processo precedente sem que haja remoção do *Kanban*, surgirão estoques desnecessários.

Como o STP é dirigido para a produção contrapedido e não em uma produção por projeção, o motivo para que processos posteriores tomem peças dos processos anteriores é fazer com que se produza apenas o que já foi vendido. Consequentemente, a regra apresentada acima não é uma regra *Kanban*, mas uma regra do STP.

2) O processo anterior produz as peças nas quantidades e na ordem ditadas pelo *Kanban* removido, onde o *Kanban* fornece instruções de produção.

Os *Kanban* previnem a perda por superprodução restringindo o fluxo total de peças. Portanto, nenhuma peça deve ser feita sem referência ao *Kanban*. O *Kanban* também mantém o estoque interprocessos a um nível mínimo, de maneira que produzir peças em qualquer ordem que não seja especificada pelo *Kanban* pode provocar a falta de peças. Assim, essa também é uma regra do STP que estipula o uso do *Kanban* como meio de controle visual. Quando existir um estoque considerável entre processos, essa regra torna-se desnecessária.” (SHINGO, 1996, p. 229)

3) “Nada é transportado e nada é feito sem o *Kanban*, onde o *Kanban* previne a superprodução e o transporte excessivo.

Visto que o *Kanban* previne a superprodução, o STP iria desmoronar se a Regra Três não fosse obedecida. A esse respeito, essa é, indubitavelmente, a regra mais importante do sistema *Kanban* para executar a produção com estoque zero, através do STP.

4) Os *Kanban* acompanham sempre as próprias peças, onde os cartões *Kanban* são etiquetas de identificação atestando a necessidade de peças.

O sistema não poderia funcionar se os *Kanban* se extrviassem das peças. Consequentemente, essa é uma regra crucial do sistema *Kanban*.

5) Toda peça deve ser de qualidade aceitável, onde o sistema previne defeitos através da garantia de que qualquer processo que esteja gerando defeitos seja identificado.

A circulação de muitos *Kanban* não trará grandes problemas a um processo. Isso se deve ao fato de que o STP comprime o estoque ao mínimo e estabelece apenas um número correspondente de cartões *Kanban*. Portanto, a Regra Cinco não é uma regra *Kanban*, mas uma regra do STP.

6) O número de *Kanban* cai ao longo do tempo, onde os *Kanban* são ferramentas para identificar problemas e para controle de estoque.

O uso do *Kanban* pode limitar os estoques a quantidades adequadas através do controle do que deve e o que não deve ser produzido; vista desse modo a regra seis é, certamente, uma regra *Kanban*. Por outro lado, essa regra envolve uma aplicação do *Kanban* que coloca as atividades de melhoria continuamente em ação através da redução do estoque do sistema de produção. Na verdade, ela impossibilita que se abandone a prática das melhorias. Isso significa que esse princípio é considerado, mais apropriadamente, como sendo uma regra do STP. (SHINGO, 1996, p. 230)

Na discussão acima, fez-se uma distinção entre o sistema *Kanban* e o STP, embora, na prática, os dois sejam considerados sinônimos frequentemente. No entanto, se essas rigorosas distinções não forem mantidas, os esforços para melhorar os princípios citados podem resultar em políticas equivocadas ou medidas superficiais. (SHINGO, 1996, p. 231)

1.3.4. Poka-yoke

Poka-yoke são métodos de inspeção utilizados na Toyota, onde os mesmos possibilitam a inspeção 100% através do controle físico ou mecânico. O dispositivo *Poka-yoke* em si não é um sistema de inspeção, mas um método de detectar defeitos ou erros que pode ser usado para satisfazer uma determinada função de inspeção. A principal filosofia por trás do *Poka-yoke* é de que, caso seja encontrado algum problema na linha, a mesma deve ser parada até que o problema seja

corrigido (método de controle) ou gerar um aviso ao trabalhador do posto (método de advertência), porém, neste caso, o processo pode ser continuado, podendo gerar novos defeitos. Defeitos mais frequentes, geralmente, exigem um *Poka-yoke* de controle. Se a frequência do defeito é baixa e o defeito puder ser corrigido, é aconselhado um *Poka-yoke* de advertência. Entretanto, quando o defeito é impossível de ser corrigido, é preferível um *Poka-yoke* de controle, seja qual for a frequência com que este defeito ocorra. (SHINGO, 1996, p. 152)

1.3.5. Takt time

A carga de trabalho ao longo dos postos deve ser balanceada, visando um sincronismo do fluxo e evitando assim a formação de estoques e ao máximo as perdas junto a restrição do sistema, ou seja, a atividade que possui a menor capacidade de produzir.

Para que aconteça a efetiva sincronização do fluxo, a Toyota se baseia no conceito de *takt time*, ou seja, o tempo disponível que o sistema tem para que se produza uma determinada demanda solicitada pelo cliente. Este tempo determina o ritmo que a produção terá para produzir as peças solicitadas e como cada tarefa deverá ser feita para atingir este ritmo. Caso o ritmo seja atendido, a demanda sempre será atendida e não haverá formação de estoques.

As tarefas tendem a ser todas padronizadas, buscando a melhoria contínua. Essa busca reflete principalmente nos casos em que se tem alta rotatividade de funções, fazendo com que os novos operadores não tenham dificuldade em aprender as novas atividades e assim reduzindo o tempo de treinamento.

1.3.6. Sete desperdícios

A única forma de aumentar o lucro é reduzindo os custos, sendo esta a maior prioridade do sistema. Em busca disto, vasculha-se por todos os tipos de desperdícios, principalmente as que não são notadas, devido ao fato destes já terem se tornado parte natural do trabalho. Para essa busca, utilizasse principalmente controle visual (SHINGO, 1996, p. 108-110) Os desperdícios são definidos como quaisquer atividades que não contribuem para as operações e, com o intuito de verificar os mesmos, a Toyota recebe sugestões dos próprios funcionários e tem uma taxa de 90% de adoção destas.

Shingo (1996, p. 225) lista em sua obra sete desperdícios que devem ser minimizados a fim de reduzir o tempo de atravessamento do produto na linha de produção e atingir um dos objetivos do Sistema Toyota de Produção que é a produção com estoque zero. Estes sete desperdícios são explicitados abaixo:

1.3.6.1. Desperdício por superprodução

Podem ser classificadas como perdas quantitativas, onde se faz mais produtos que o necessário, gerando quantidades de estoque desnecessárias, e perdas antecipadas, onde se faz o produto antes que ele seja necessário, gerando esperas desnecessárias. Para mitigar este tipo de perda, deve-se adotar o conceito de *just-in-time*, que significa abastecer o processo com os itens necessários no momento e quantidade necessários, com o intuito de não se gerar estoques. (SHINGO, 1996, p. 103)

1.3.6.2. Desperdício por espera

Espera é o tempo que se leva desde o fim de uma operação até o início da próxima e este deve ser o mínimo possível. Pode ser causada pelos grandes tempos de setup das máquinas ou pela não-sincronização do fluxo das peças devido a desbalanceamento de carga nas operações ou pelos lotes grandes. Para solucionar este desperdício, o uso do sistema de Troca Rápida de Ferramentas ajuda a diminuir os tempos de setup e o balanceamento da carga e a utilização de lotes unitários ajuda a sincronizar o fluxo entre os processos. (SHINGO, 1996, p. 226)

1.3.6.3. Desperdício por transporte

Tempo que se leva transportando um o produto processado até a próxima operação. Por não apresentar nenhum valor agregado ao produto, é considerado como perda, podendo ser causado por distâncias grandes entre uma operação e outra. A solução para a redução destes tempos com transporte é a utilização de empilhadeiras para o transporte das peças, a ou uma mudança de layout da fábrica, onde não se necessite realizar o transporte. (SHINGO, 1996, p. 112)

1.3.6.4. Desperdício por processamento

Perdas com processamento estão ligadas a processos que não agregam valor ao produto em si, como movimentos desnecessários, acessórios inúteis, dentre

outros. Utilizando de técnicas de análise de valor, é possível reduzir ou retirar esses processos inúteis ou modificar o método, ganhando em eficiência e tempo. (SHINGO, 1996, p. 115)

1.3.6.5. Desperdício por estoque

O fato de se ter prazos de entrega muito maiores que os ciclos de produção pode fazer com que os produtos sejam feitos muito antes do solicitado, gerando assim estoques de produto acabado, ocupando espaços e tempo de produção que poderiam ser utilizados na fabricação de outro pedido com tempo de entrega menor (SHINGO, 1996, p. 120). Isso também ocorre com a adoção de produção empurrada, quando se deixa a máquina produzindo apenas para manter as máquinas em operação. Esses estoques gerados podem ser evitados adotando apenas a produção contrapedido. Devido a mesma não poder ter prazos de entrega muito longos, é necessário que se reduza ao máximo os ciclos de produção, balanceando as linhas e sincronizando o fluxo de peças, além da adoção de lotes pequenos de produção. (SHINGO, 1996, p. 126)

1.3.6.6. Desperdício nos movimentos

Um posto de trabalho não padronizado pode fazer com que o operador perca tempo em movimentos que não agregam valor ao produto. A não padronização faz com que diferentes postos que exerçam a mesma tarefa possuam diferentes tempos de produção, o que dificulta o balanceamento de carga da linha. Para reduzir os desperdícios com movimentos, é necessário um estudo ergonômico para o projeto de cada posto individualmente. O STP busca soluções de baixa tecnologia, simples e de baixo custo em vez de realizar grandes investimentos com automação industrial. (SHINGO, 1996, p. 110)

1.3.6.7. Desperdício na elaboração de produtos defeituosos

Ao longo dos processos, podem haver defeitos devido à falta de manutenção das máquinas, configuração errada ou manuseamento equivocado do operador, fazendo com que o produto final esteja fora da especificação desejada, havendo que ser reprocessado ou até mesmo descartado. Para se evitar isso, deve-se implementar inspeção em 100% do processo, como a auto inspeção por parte do

operador, chamada de manutenção produtiva, ou então através de dispositivos de inspeção automáticos chamados de Poka yoke. (SHINGO, 1996, p. 151)

1.4. Jogos sobre produção enxuta

Este tópico tem como objetivo mostrar alguns dos principais artigos relacionados ao tema “jogos empresariais sobre produção enxuta”, afim de verificar o que já se foi feito ao longo dos últimos anos. Os artigos abaixo citados foram coletados da base Google Acadêmico utilizando o termo “jogos sobre produção enxuta”.

1.4.1. Construção enxuta

Segundo Romanel e Freitas (2011), os jogos permitem a participação ativa e, ao invés de apenas ouvir e ver como fazer algo, os jogos são um meio de praticar por si mesmo. Com base nisso, desenvolveram um jogo voltado à construção enxuta, uma adaptação da produção enxuta à construção civil. Os mesmos tiveram a percepção da dificuldade dos operários em assimilar e internalizar os conceitos da construção enxuta e criaram um jogo de tabuleiro e cartas chamado “Desafiando a Produção”, onde, ao longo da trajetória no tabuleiro, os participantes recebiam desafios e questões relacionadas à realidade do canteiro de obras e que demonstravam os procedimentos corretos e errados, fomentando o debate e podendo ser utilizado como uma ótima ferramenta de aprendizagem.

1.4.2. Compilação de jogos didáticos

Teixeira (2009) tem como objetivo em seu estudo fazer uma revisão dos principais jogos voltados para o sistema Toyota de produção e para a construção enxuta, lançados até aquela época. A mesma faz uma análise de cada jogo, dividindo em três classificações:

1) Estabilidade

- *Beer Game* - voltado para a interação entre os elos de uma cadeia de suprimentos, com intuito de mostrar a importância da informação e como a falta dela provoca o efeito chicote, flutuações nos pedidos de cada elo da cadeia (STERMAN, 1992, *apud* TEIXEIRA, 2009);

- *Parade Game* – jogo que demonstra o efeito de variabilidade e tem o intuito de mostrar aos participantes a importância de se trabalhar com equipes confiáveis e tarefas mais fáceis de serem executadas para a diminuição da variabilidade (TOMMELEIN et al, 1999 *apud* TEIXEIRA, 2009).

2) Padronização

- *Heijunka* didático - jogo que objetiva demonstrar o nivelamento da produção e mostrar os níveis de estoque em cenários onde a produção é sequencial ou variada (CÓ et al, 2008 *apud* TEIXEIRA, 2009);

- Jogo do Andaime - trabalha a redução do tempo de *setup* através da padronização das atividades na produção de andaimes para executar a alvenaria de um edifício de seis andares onde há desníveis em cada um, utilizando recursos como cartolina, fitas de plástico e cola, da forma mais rápida e com a melhor qualidade possível (HEINECK e SILVEIRA, 2006 *apud* TEIXEIRA, 2009).

3) *Just-in-Time*

- Jogo dos barcos – simula uma linha de produção de barcos divididos em duas etapas para se produzir o máximo de barcos possíveis no menor tempo, onde, no primeiro momento se aprende sobre o sistema de produção em si e, num segundo momento, se trabalham os conceitos do STP e a introdução das melhorias propostas (PANTALEÃO et al, 2003 *apud* TEIXEIRA, 2009);

- Fábrica de casas de lego - simula uma linha de produção para a fabricação de quinze casinhas de lego com oito participantes, uma parte na linha de produção, outra no controle dos indicadores, com o objetivo de desenvolver atitudes *lean* nos participantes, para que os mesmos percebam por si mesmos a implantação de pacotes de trabalho, controle de estoque, *kanban*, balanceamento de carga, entre outros conceitos (HEINECK et al, 2003 *apud* TEIXEIRA, 2009);

- Fábrica de carrinhos lego - também simula uma linha de produção de trinta e nove carrinhos feitos de Lego, seguindo algumas regras como divisão de postos de trabalho, redução de estoques e interface com um fornecedor de materiais. Este jogo trabalhou conceitos como simplificação de operações, redução de lotes, padronização, entre outros, visando encontrar uma sequência de produção otimizada (HEINECK et al, 2005 *apud* TEIXEIRA, 2009);

- Fábrica de canetas – o objetivo deste jogo é, através da produção de canetas, mostrar as principais diferenças entre produção empurrada e produção puxada em dois cenários diferentes, sendo o primeiro com produção empurrada de forma livre e o segundo com produção puxada com a redução dos lotes de produção e implantação do *Kanban* (COSTA et al, 2006 *apud* TEIXEIRA, 2009).

- Lean academy simulation - Este jogo tem como objetivo produzir o maior número de aviões Lego em 12 minutos para cada rodada, onde se teriam ordens diferentes de cada fornecedor e os participantes poderiam modificar o modo de produção de acordo com os conceitos *Lean*, que seriam registrados com o intuito de observar a evolução do aprendizado dos jogadores (MCMANUS et al, 2007 *apud* TEIXEIRA, 2009).

- Jogo do abajur – o objetivo deste jogo é comparar as diferenças entre diversos métodos de produção, como produção artesanal, produção em massa e produção enxuta, através da fabricação de abajures de papel, trabalhando conceitos como variabilidades de produção e tempo de espera (OZELKAN et al, 2007 *apud* TEIXEIRA, 2009).

- Linha de balanço - Este jogo tem como objetivo dar às participantes noções de planejamento de linha de produção através de linhas de balanço, trabalhando conceitos de padronização e estabilidade, utilizando casas de lego (HEINECK et al, 2006 *apud* TEIXEIRA, 2009).

Teixeira (2009) afirma que os jogos apresentados no estudo diversificam suas abordagens, sendo somente um conceito específico ou vários de uma única vez e que a criação dos jogos deve variar para cada público alvo.

1.4.3. Dinâmica MIB utilizando blocos de Lego

Pinho, Leal e Almeida (2005) mostram em seu artigo a utilização da Dinâmica MIB - Montagem Interativa de Bloquinhos, ou seja, a utilização dos blocos de Lego na formulação de jogos didáticos voltado ao sistema Toyota de produção, com uma abordagem inicialmente empurrada e depois puxada. Seu objetivo, segundo os autores, é descrever esta dinâmica e demonstrar como esta abordagem facilita o aprendizado dos participantes.

A dinâmica consiste na montagem de bloquinhos LEGO®, que representam linhas de montagem em uma fábrica. A fábrica produzirá três tipos de produtos finais

e terá pelo menos três postos de trabalho. O jogo é dividido em quatro rodadas e em cada uma tem-se uma reflexão da rodada, a análise dos resultados obtidos, a proposição de melhorias e a explicação de um dos conceitos que será aplicado na próxima rodada. Os conceitos abordados são o 5S, *Kanban*, troca rápida de ferramentas, nivelamento de produção e *takt time*.

1.4.4. Dinâmica de uma fábrica de canetas

Althoff, Colzani e Seibel (2009) montam uma dinâmica que faz uso de simulação de uma linha de montagem de canetas, demonstrando o sistema de produção enxuta. A dinâmica tem duração de uma hora com equipes de dez a catorze participantes, onde cada um tem uma função, seja operacional, seja analítica, havendo também a participação de fornecedores e clientes que demandam canetas de diversas cores em lotes diferentes ao longo dos períodos. Segundo Althoff, Colzani e Seibel (2009), o jogo havia três situações: a primeira se refere a uma fábrica com sistema de produção em massa. A segunda simula uma fábrica com a implantação dos conceitos iniciais do sistema de produção enxuta, enquanto a terceira engloba todos os conceitos envolvidos no sistema. A cada etapa, foram coletados os dados dos resultados de cada fábrica explanados os conceitos a serem desenvolvidos na mesma. Com isso, após toda a dinâmica, puderam perceber uma grande melhoria em relação ao desperdício que se tinha no primeiro cenário. A equipe também recebeu um feedback positivo dos participantes em relação a dinâmica e ao método de ensino.

1.4.5. Dinâmica de uma fábrica de carrinhos de madeira

Reno et al. (2011) em seu artigo visa criar um jogo com uma dinâmica também voltada a produção enxuta, onde os mesmos tem o objetivo de através das rodadas ter a percepção de melhoria na produção de cada grupo. Para isso, foi criado um jogo que simulava a produção de uma fábrica de carros com carrinhos de madeira. A cada rodada, um conceito era apresentado aos grupos e se iniciava o período de produção, onde, ao final de cada um, se contabilizavam os indicadores de lucro, produtividade por operador, segurança e nível de inventário. Ao longo do jogo, percebeu-se melhorias como diminuição de desperdícios, balanceamento de carga, melhores fluxos, melhoria na troca de ferramentas, padronização de operações, controle das atividades e diminuição dos estoques.

1.4.6. Dinâmica em uma fábrica de carrinhos de lego

Lazzarotto et al. (2011) propõe um jogo utilizando peças de lego para a produção de dois protótipos de carros. A dinâmica do jogo se dá através de três etapas, onde são inseridos os conceitos a cada uma. O objetivo do jogo é mostrar a diminuição dos tempos e dos desperdícios que eram gastos na produção sem a utilização do sistema, utilizando das etapas para fixar o conhecimento nos participantes. A primeira etapa se tratou da produção de acordo com a ordem de montagem recebida, porém com suas funções de trabalho e processos sendo feitos de forma aleatória e arbitrária, de acordo com a organização dos próprios participantes. Nesta etapa, inclui-se o conceito de 5S para que os mesmos separem as peças por cores e formatos, a fim de facilitar a montagem, porém ainda sem organização do trabalho. Na etapa seguinte, se incluiu o conceito de fluxo contínuo e de divisão do trabalho em estações de trabalho, bem como o fornecimento do material no método *just-in-time*. Por último, o fornecimento do material passou a ser feito utilizando o método *kanban*, através de copos de plástico, que não se mostrou efetivo devido ao fato de aumentar o lead time de produção.

2. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS

O presente capítulo tem como objetivo mostrar toda a metodologia utilizada para o desenvolvimento do projeto, desde a definição do escopo do trabalho até o desenvolvimento e implementação do jogo em si, a fim de que seja fácil identificar quais os caminhos seguidos ao longo do mesmo, organizar melhor as ideias e mostrar ao público alvo como foi elaborado o projeto.

2.1. Definição do escopo do trabalho

Inicialmente, como em todo projeto, deve-se definir qual o escopo do trabalho, ou seja, quais os parâmetros que serão utilizados para se ter um norteamento ao longo de todo o projeto. Estes parâmetros devem ser bem definidos e seguidos, pois, caso o contrário, pode ocorrer atraso na entrega do mesmo e até mesmo ter de refazê-lo.

Os parâmetros estão definidos abaixo:

2.1.1. Jogo empresarial

Criação de um jogo de empresas usando a abordagem de desenvolvimento do *Design Thinking*, devido à mesma ter uma metodologia recente e inovadora, que vem dando certo no meio empresarial e que se tornou um objeto interessante de pesquisa para temas antes abordados de uma maneira cartesiana e antiquados, dando assim um enfoque a ideias coletivas para a elaboração de algo “*outside the box*”.

2.1.2. Tema

Criar um jogo temático usando a metodologia, o qual ficou definido que seria voltado ao sistema Toyota de produção, conhecido como produção enxuta ou *lean manufacturing*. O mesmo sistema é bastante presente na realidade das fábricas e na formação do engenheiro de produção como forma de enxergar os principais desperdícios e como os mesmos afetam a produção de uma empresa. Hoje, já existem no mercado outros jogos que abrangem este tema, de forma singular no que tange conceitos do tema. Contudo, não foi encontrado algum que utilize a metodologia *Design Thinking* para a sua criação.

2.1.3. Público-alvo

O público-alvo do jogo ficou definido como voltado a estudantes de graduação em engenharia de produção e profissionais ligados ao tema, principalmente os que trabalham em fábricas, devido à necessidade de demonstrar situações a este público que fossem mais próximas à realidade encontrada nas fábricas e que fosse visualmente mais fácil de assimilar, visto que teoricamente apenas se tem uma ideia do que ocorra. Num projeto mais ambicioso, busca-se também atingir o público de ensino médio das escolas para que estes tomem o conhecimento prévio de um tema que será abordado na faculdade de engenharia de produção e talvez despertar nestes indivíduos o interesse pelo curso.

2.2. **Revisão da literatura**

Para ter uma compreensão do projeto, antes é necessário ter uma base de conceitos sobre o que é e como foi utilizado a abordagem *Design Thinking* nos últimos anos, bem como ver quais vertentes da produção enxuta já foram exploradas em jogos empresariais a fim de ter uma base teórica de construção e obter ideias para o desenvolvimento do caso.

2.2.1. Design Thinking

Foi buscado primeiramente artigos sobre o tema que dá a base para o processo de elaboração do projeto e com isso estruturar todo o processo de criação e desenvolvimento do jogo.

2.2.1.1. Conceitos

Tim Brown é considerado o principal difusor do *Design Thinking* no mundo, sendo referência no assunto e, para poder entender sua abordagem e quais seus diferenciais, utilizou-se como principal base de conhecimento seu livro, "*Design Thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias*." (BROWN, 2010).

2.2.1.2. Pesquisa Google Acadêmico

Para se ter uma ideia do assunto além da base adquirida com o livro, foi feita uma busca no Google Acadêmico, site de pesquisas de artigos e publicações, para

uma primeira aproximação ao estado da arte do assunto, ou seja, ter um contato inicial sobre a abordagem no mundo acadêmico.

2.2.1.3. Pesquisa base Capes

Após o contato inicial, já com a intenção de se aprofundar o conhecimento sobre o tema, foi feita uma pesquisa sistemática na base Capes, base que contém os principais artigos e publicações feitas por especialistas em diversos assuntos, sobre o termo “*Design Thinking*”, separando os sessenta artigos que possuíam maior relevância de acordo com a base. Esta pesquisa foi feita com o intuito de identificar quais as principais vertentes o tema está seguindo na academia e suas principais utilizações. Fez-se então a revisão destes artigos buscando o conteúdo pertinente ao tema desenvolvido neste projeto para dar sustentação teórica para os conceitos abordados.

2.2.2. Resumo dos conceitos do sistema Toyota de produção

Para se ter um embasamento teórico para a dinâmica do jogo a ser desenvolvido, buscou-se resumir os principais conceitos do STP, utilizando da obra de Shigeo Shingo como principal referência.

2.2.3. Pesquisa de jogos sobre produção enxuta

Em seguida foi feita uma pesquisa na base de dados “Google Acadêmico” utilizando-se o termo “jogos sobre produção enxuta”, buscando os artigos com maior relevância para o assunto tratado neste trabalho. O intuito desta pesquisa foi verificar os jogos já criados ao longo dos últimos anos e obter ideias sobre o tema e sobre a dinâmica de jogos para ter uma base para a criação do novo jogo.

2.3. Desenvolvimento do jogo numa abordagem *Design Thinking*

Após a pesquisa para embasamento sobre o tema *Design Thinking* e sobre os jogos atuais sobre conceitos do Sistema Toyota de Produção, iniciou-se o desenvolvimento do jogo voltado à produção enxuta, utilizando a sequência metodológica da abordagem. Contudo, esta sequência não necessariamente precisa ser linear.

2.3.1. Primeira etapa de observação

A etapa de observação é o momento que a equipe de pesquisa observa o comportamento dos usuários em relação ao uso do assunto abordado, no caso produção enxuta, para obter ideias sobre o tema e tentar capturar as reais necessidades dos usuários daquele princípio que tem de se aperfeiçoar.

2.3.1.1. Observação do comportamento dos alunos

Devido à natureza da equipe deste projeto, utilizou-se como um dos parâmetros de observação o comportamento dos alunos da disciplina Planejamento e Controle da Produção II da Faculdade de Engenharia de Produção da UERJ, esta que aborda o conceito de produção enxuta, a partir do relato dos alunos com relação ao aprendizado durante a disciplina e pela experiência da própria equipe do projeto que já havia feito parte deste processo de aprendizado. A partir de um formulário criado pela equipe, qualquer pessoa que tenha tido contato com o tema ou tivesse interesse poderia respondê-lo e, com isso, se teve uma base de percepções das vontades e necessidades dos interessados.

2.3.1.2. Intuir a real demanda

A partir destas observações, foi possível intuir qual a real demanda de lacunas de conhecimentos práticos a serem preenchidos pelo jogo.

Os conceitos candidatos a virarem objeto de estudo para a elaboração do jogo são: Sete desperdícios, *just-in-time*, *kanban* e *takt time*.

2.3.2. Primeira etapa de ideação

A etapa de ideação tem como objetivo gerar possíveis ideias a partir do que foi observado na etapa anterior.

2.3.2.1. *Brainstorming* direcionado

Para se ter uma gama maior de ideias e diferentes visões, os alunos da disciplina "Introdução ao Projeto de Graduação" da Faculdade de Engenharia de Produção da UERJ foram convidados a participar de um *brainstorming* direcionado sobre o tema "*Design Thinking* e sua aplicação em um jogo empresarial".

2.3.2.2. "Game canvas"

Como intuito de nortear quais os assuntos seriam abordados ao longo do *brainstorming*, utilizou-se da ferramenta chamada "*business canvas*", a qual foi adaptada e nomeada "*game canvas*", onde a mesma serviu como um guia do desenvolvimento das ideias devido sua estrutura ser dividida em blocos, organizando de forma melhor cada ponto a ser discutido. Após o *brainstorming*, todas as ideias geradas foram alocadas nos blocos (divergir) em uma cartolina com post-its e registradas para que a equipe do projeto pudesse avaliar quais seriam aproveitadas (convergir).

Game Canvas		
Diretrizes	Conceitos	Elementos motivantes
Públicos	Tema	Tipos de Jogos
Recursos		Benefícios

Figura 4: Game Canvas

2.3.3. Primeira etapa de prototipagem

A prototipagem busca trazer para a realidade as ideias geradas durante a ideação, de forma que ela seja concreta e possa ser avaliada se é útil ou não, sem depender de muitos recursos e sim de forma simples e objetiva.

2.3.3.1. Primeiro protótipo

O primeiro protótipo do jogo saiu de uma síntese da primeira seção de *brainstorming* realizada com os alunos e avaliada pela equipe do projeto. Esta primeira ideia contemplou um jogo utilizando papel e tesoura para a produção de um artefato e que ao longo dos processos de compra de matéria prima, corte, fabricação, controle de qualidade, estocagem e entrega se poderia ilustrar conceitos

de produção enxuta. A ideia inicial foi a realização de uma linha de montagem de barcos de papel, com a utilização de folhas de papel A4 e tesoura.

2.3.3.2. Refinamento do primeiro protótipo

Após o primeiro protótipo do jogo ter sido elaborado em suas linhas gerais no primeiro *brainstorming*, notou-se que a ideia da linha de montagem simples para barcos de papel era restrita quanto à diversificação do jogo no que diz respeito à mudança dos cenários durante a dinâmica. Então, foi realizado novamente um *brainstorming* somente com a equipe do projeto e o orientador e surgiram outras ideias como a diversificação da matéria-prima, a variação do tamanho e da cor do papel; a estampa de um “logo” da empresa, sendo um quadrado ou um círculo utilizando-se um gabarito específico; e a criação de outro produto na linha, uma canoa de papel que também utiliza os mesmos recursos de produção que o barco de papel. Este último produto, no entanto, utiliza-se de um terço da matéria-prima do primeiro.

2.3.3.3. Segundo protótipo

Durante a etapa de criação e desenvolvimento da dinâmica, foram realizados testes de montagem e foi constatado que o processo de montagem das canoas de papel poderia comprometer o andamento do jogo devido a sua complexidade.

Como o enfoque do jogo é o sistema produtivo e não os produtos em si, fez-se a opção de substituir os barcos de papel por aviões-caça de papel e as canoas por aviões tipo Glider, também feitos de papel.

2.3.4. Segunda etapa de ideação

Com o desenvolvimento do jogo utilizando aviões de papel, percebeu-se a dificuldade em demonstrar os mais diversos conceitos do sistema Toyota utilizando este material. A fim de ter um respaldo sobre o desenvolvimento do jogo, consultou-se em um bate-papo o professor da disciplina Planejamento e Controle da Produção II, onde o mesmo mostrou com seu conhecimento ser muito complicado de se abranger todos os conceitos em apenas um jogo. A partir disto, o foco passou a ser apenas em um conceito, voltado aos sete desperdícios, e a re-prototipagem do produto.

2.3.5. Segunda etapa de prototipagem

Com a mudança do foco dos conceitos se direcionando para a diminuição dos sete desperdícios, foi necessário refazer praticamente por inteira a dinâmica do jogo, inclusive o produto a ser apresentado.

Devido à dificuldade em demonstrar as mudanças envolvidas no protótipo do jogo que antes abrangia diversos ciclos de produção de aviões de papel, montou-se uma nova dinâmica com menos cenários e um novo produto, agora com peças fabris para que os participantes tivessem uma sensação maior de estar num processo real de produção. Desta forma, é possível se montar os cenários de forma que seja perceptível as melhorias propostas pelo STP.

A partir disto, iniciou-se a implementação de todo o jogo, com as definições do objetivo do jogo, o produto a ser produzido e o processo de montagem do mesmo, das características de cada cenário da dinâmica, bem como a apuração dos resultados e o roteiro a ser seguido.

2.3.6. Segunda etapa de observação

Com o jogo produzido, foi possível fazer a primeira aplicação com um grupo de cinco pessoas que responderam à pesquisa e um dos integrantes do grupo imerso dentro da equipe, a fim de ter a percepção dos integrantes internamente, sendo possível identificar aspectos positivos e a melhorar.

2.3.7. Terceira etapa de ideação e *meta-debriefing*

A partir do que foi observado ao longo da primeira aplicação, pôde-se gerar novas ideias para possíveis melhorias em diversos aspectos do jogo. Estas ideias puderam ser analisadas a partir de um *meta-debriefing* feito pela equipe do projeto. Os principais aspectos abordados foram em relação ao dinamismo do jogo e o tempo de execução do mesmo, de forma que os participantes se sentissem motivados ao longo de todo o jogo e que absorvessem os conceitos apresentados.

2.3.8. Terceira etapa de prototipação e produto final

Após analisar as ideias geradas, a equipe decidiu implementar as modificações nos respectivos aspectos do jogo, modificando a estrutura da sua

dinâmica e suas características, a fim de dinamizar o jogo e estrutura-lo para sua versão final.

2.4. Apresentação do produto final

Com a aplicação das melhorias no seu desenvolvimento, o jogo “STP Game” está concluído e pronto para sua apresentação final, podendo ser aplicado nas disciplinas do curso e para funcionários de fábricas.

2.5. Síntese do projeto

Abaixo, segue um fluxograma sintetizando as etapas do projeto.

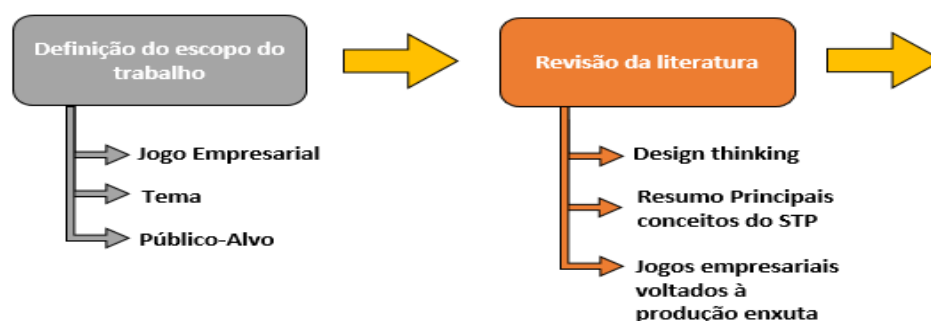


Figura 5: Fluxograma de síntese do projeto

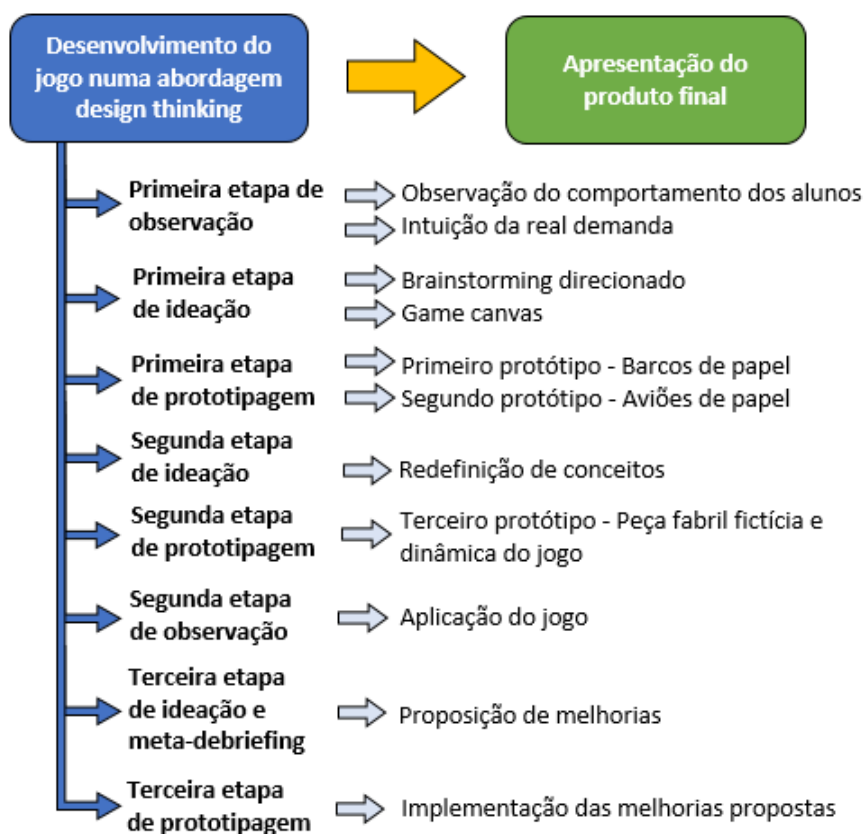


Figura 6: Fluxograma de síntese do projeto (continuação)

3. DESENVOLVIMENTO

Este capítulo visa descrever, de forma detalhada, todo o desenvolvimento do projeto, desde os processos envolvendo os conceitos do *Design Thinking* até a criação do jogo, incluindo a dinâmica, as regras e o roteiro do jogo criado a partir da utilização dos conceitos do STP. Todo o jogo em si será descrito para permitir a reprodutibilidade fiel.

3.1. Utilizando o *Design Thinking*

Como parte importante do processo de desenvolvimento do projeto, a metodologia *Design Thinking* serviu como base para se ter um norte de que linha de pensamento se deveria seguir durante as etapas do projeto.

O *Design Thinking* propõe que o desenvolvimento do produto seja voltado às reais necessidades dos usuários e que para isso deve-se seguir as seguintes etapas:

- Observação, onde a equipe do projeto observa as demandas dos usuários, suas necessidades e principalmente as dificuldades encontradas;
- Ideação, onde a equipe do projeto se une para que se tenha diversas ideias a partir das necessidades encontradas e;
- Prototipagem, onde as ideias geradas se tornam protótipos e os mesmos são testados e melhorados, afim de obter a melhor solução.

Estas etapas não são lineares, podendo ser realizadas ao mesmo tempo e uma antes da outra, se necessário.

3.1.1. Primeira etapa de observação

Com base no *Design Thinking*, a equipe do projeto buscou descobrir as principais necessidades dos possíveis usuários do jogo voltado ao STP. Para isso, utilizou das seguintes ferramentas:

3.1.1.1. Observações de aula sobre o tema

A percepção da equipe de projeto, que fez parte da disciplina “Planejamento e Controle da Produção” que aborda o tema STP, é de que a principal dificuldade dos

alunos era de assimilar os conceitos. Além de ser algo novo, os alunos muitas vezes se confundiam devido a quantidade de conceitos e o pouco tempo com que cada um foi desenvolvido, visto que os conceitos são apresentados em aulas teóricas de duas horas de duração, uma vez por semana durante cinco semanas. Também não há aplicações e visualizações práticas, apenas alguns exercícios teóricos que simulam de forma simplificada o funcionamento do sistema.

3.1.1.2. Entrevista por formulário

Após observar o comportamento dos alunos, a equipe julgou como necessária ter uma resposta dos próprios, mostrando a percepção que cada um tem sobre o tema. Para isso, criou-se um formulário online que foi divulgado entre alunos da faculdade de engenharia de produção da UERJ e para alunos de outros cursos e outras universidades, a fim de obter suas experiências.

A partir da entrevista, chegou-se aos seguintes dados:

- A pesquisa foi respondida por 32 pessoas;
- Grande maioria formada por homens entre 22 e 25 anos;
- Das 32 pessoas, 82% faziam parte da UERJ;
- Todos os entrevistados têm como formação Engenharia de Produção, sendo 67% ainda cursando a faculdade e os outros já formados;
- Apenas 33% dos entrevistados já havia trabalho em alguma fábrica, tendo estes trabalhado entre 1 e 3 anos nas mesmas;
- Praticamente todos que responderam tiveram contato com o tema abordado. Os que não tiveram contato com o tema tinham grandes expectativas no aprendizado do tema.

As maiores dificuldades relatadas pelos entrevistados foram as seguintes:

- *Just-in-time*;
- *Kanban*;
- *Takt Time*;
- *Poka yoke*;
- Tempo reduzido de estudo;
- Diferenciar o STP de TOC;
- Mapeamento do fluxo;

- Visualizar na prática os conceitos utilizados, fazendo um paralelo entre o aprendido em sala e a realidade, devido à falta de vivência na área de dificuldade o entendimento teórico;
- Dificuldade de enxergar a relação entre ferramentas do STP;
- Complexidade na aplicação no dia a dia, devido a carecer no Brasil profissionais capazes de manter a disciplina na aplicação;
- Necessidade de compreender o pensamento celular;
- Atingir estoque zero tendo estoques de produtos em processo no supermercado;
- A otimização da produção através dos métodos.

Destacamos a seguinte resposta de um dos entrevistados, pois a mesma poderia resumir o sentimento de dificuldade dos usuários:

“Por ser um sistema muito abrangente, acredito que a dificuldade maior é como abordar seus elementos de forma holística, para que se entenda a essência da filosofia lean. Muitas vezes temos a noção de just-in-time, kanban, entre outros de forma específica e estudamos estes mecanismos e suas características principais, mas entender o porquê de serem aplicados e os resultados esperados desta aplicação para a empresa é mais difícil. Acho que o tema deveria ser abordado não só em PCP, mas também em outras disciplinas, como Qualidade, visto que um dos objetivos principais do STP é o aumento da qualidade do produto.”

- Entrevistado

Uma das perguntas do questionário era relacionada a quais conceitos seriam importantes de serem avaliados no jogo. Praticamente todos os entrevistados disseram que os conceitos “Just-in-time” e “Kanban” seriam os mais importantes a serem abordados, conforme mostra o gráfico a seguir:

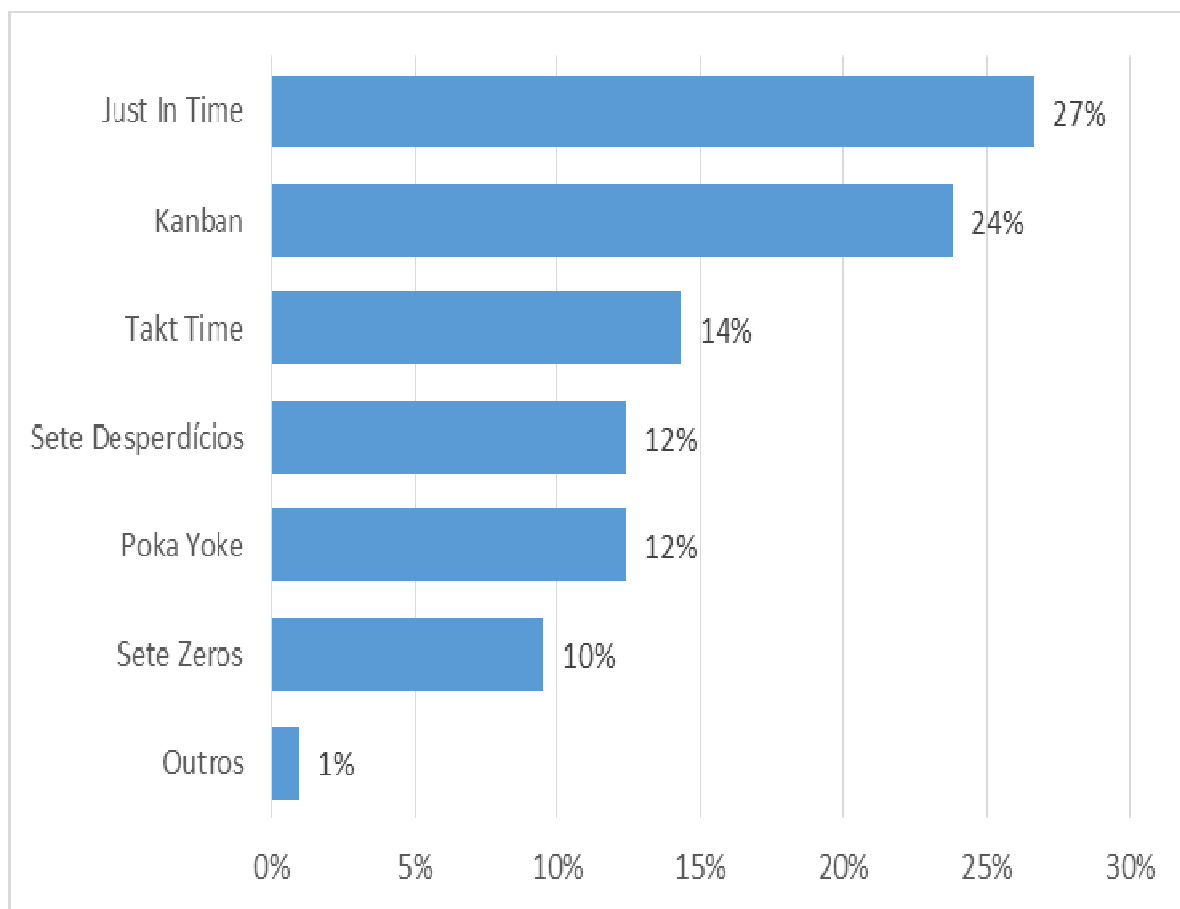


Gráfico 1 - Avaliação dos principais conceitos a serem abordados no jogo, segundo os entrevistados.

Em uma possível aplicação dos jogos, 76% dos entrevistados aceitariam fazer parte da experiência e deixaram uma forma de contato.

Para 85% dos entrevistados, este jogo será de importante a muito importante para o aprendizado do tema.

Em resumo, a criação deste formulário dá um respaldo à percepção inicial ao longo das observações em sala de aula da equipe do projeto, de que os usuários têm dificuldades em assimilar os conceitos e visualizá-los na prática.

3.1.2. Primeira etapa de ideação

Ao mesmo tempo em que eram coletados os dados durante a fase de observações, iniciou-se a fase de ideação, com o intuito de gerar *insights* para o desenvolvimento do jogo. O objetivo era o de que se gerasse a maior quantidade de ideias possíveis em relação ao tema e que, após isto, as mesmas seriam tratadas

para uma menor quantidade que pudesse atender às necessidades dos usuários. Para isso, se utilizou das seguintes ferramentas:

3.1.2.1. *Brainstorming* direcionado e “Game Canvas”

Os alunos da disciplina "Introdução ao Projeto de Graduação" da Faculdade de Engenharia de Produção da UERJ foram convidados a participar de um *brainstorming* direcionado sobre o tema "*Design Thinking* e sua aplicação em um jogo empresarial". O objetivo deste *brainstorming* era se ter uma gama maior de ideias e diferentes visões, principalmente de possíveis usuários do jogo. Um total de doze pessoas participou deste *brainstorming*, apresentando seus pensamentos e complementando os de outros participantes, gerando assim diversas ideias.

Com o intuito de nortear quais os assuntos seriam abordados ao longo do *brainstorming* e organizar as ideias geradas pelos participantes, utilizou-se da ferramenta chamada "*business canvas*", a qual foi adaptada e nomeada "*game canvas*". Esta ferramenta serviu como um guia do desenvolvimento das ideias devido sua estrutura ser dividida em blocos, organizando de forma melhor cada ponto a ser discutido. Após o *brainstorming*, todas as ideias geradas foram alocadas nos blocos em uma cartolina com *post-its* e registradas para que a equipe do projeto pudesse avaliar quais seriam aproveitadas.

Diretrizes	Conceitos	Elementos Motivantes
Utilizar 3 conceitos; <i>Feedback</i> ; Baixo custo; sorte; redes sociais.	<i>Takt-time</i> , Desperdícios; <i>Just-in-time</i> , <i>Kanban</i> ; 5S; <i>Poka-yoke</i> , <i>Layout</i> celular.	Desafio; Recompensa; Visualização dos conceitos; aplicação da teoria;
Públicos	Tema	Tipos de Jogos
Estudantes de Ensino Médio; Universitários, executivos, funcionários de empresas	<i>Just-in-time</i> ; <i>Kanban</i> ; Produção Enxuta.	Jogo da cerveja; <i>Egg-game</i> ; cartas; Simuladores
Recursos		Benefícios
Papel, Tesoura, dinheiro, tecnologia, consultoria		Prática dos conceitos; Aprendizado; motivação.

Quadro 3 – Reprodução das ideias do *brainstorming*

3.1.2.2. *Brainstorming* da equipe de projeto

Após a realização do *brainstorming* junto aos alunos, a equipe do projeto se reuniu para que se começasse a filtrar e organizar melhor as ideias, de forma que se atendesse às necessidades apresentadas pelos usuários. A equipe se reuniu algumas vezes e foi modificando as ideias nos blocos do *game canvas*, surgindo assim os *insights* que seriam os nortes para a etapa de prototipagem do produto.

Das ideias, surgiram os seguintes insights:

Diretrizes	Conceitos	Elementos Motivantes
Utilizar 3 conceitos; <i>Feedback</i> ; Baixo custo.	<i>Takt-time</i> , Desperdícios; <i>Just-in-time</i> , <i>Kanban</i> ; 5S; <i>Poka-yoke</i> , <i>Layout</i> celular.	Desafio; Recompensa Visualização dos conceitos
Públicos	Tema	Tipos de Jogos
Estudantes de Ensino Médio; Universitários.	<i>Just-in-time</i> ; <i>Kanban</i> ; Produção Enxuta.	Jogo da cerveja <i>Egg-game</i>
Recursos		Benefícios
Papel, Caneta; Tesoura, Cola.		Prática dos conceitos; Aprendizado.

Quadro 4 - Insights após Game Canvas

3.1.3. Primeira etapa de prototipagem

Após a coleta dos dados e a transformação dos mesmos em *insights*, iniciou-se o processo de prototipagem do projeto. O primeiro passo foi prototipar os *insights* adquiridos, formando assim o primeiro esboço do que viria a ser o jogo.

3.1.3.1. Primeiro protótipo

Como primeiro esboço para o seguimento do projeto, definiu-se que o jogo teria que contemplar os seguintes parâmetros:

- Local com um espaço mínimo entre as equipes, a fim de evitar espionagens e proporcionar conforto para que os mesmos possam se movimentar e alocar seus insumos e equipamentos;

- Duração de 1h30min a 02h00min para que se possam ser expostos os conceitos e dinâmicas do jogo;
- Turma de 30 alunos, totalizando 5 equipes de 6 participantes cada;
- Equipe de moderadores para auxiliar os alunos ao longo da dinâmica, além de observar seu comportamento e passar os conceitos a serem absorvidos pelos mesmos;
- Necessária a utilização de um computador por equipe, para que possam imputar os valores e se ter uma avaliação final sobre cada equipe;
- A equipe vencedora seria a que tivesse o melhor resultado financeiro, o menor desperdício e a maior quantidade de peças entregues de acordo com os pedidos;
- Como instrumentos para realizar o trabalho, as equipes poderiam decidir entre a utilização de réguas, tesouras, cortadores de papel ou nenhum deles, utilizando apenas a mão;
- Serão passados os seguintes conceitos:
 - Princípios gerais do STP;
 - 5S;
 - Takt-Time;
 - Just-in-time;
 - Sete desperdícios;
 - Poka-yoke.
- Definiu-se que o produto a ser feito seria um barco de papel, de acordo com o modelo abaixo:

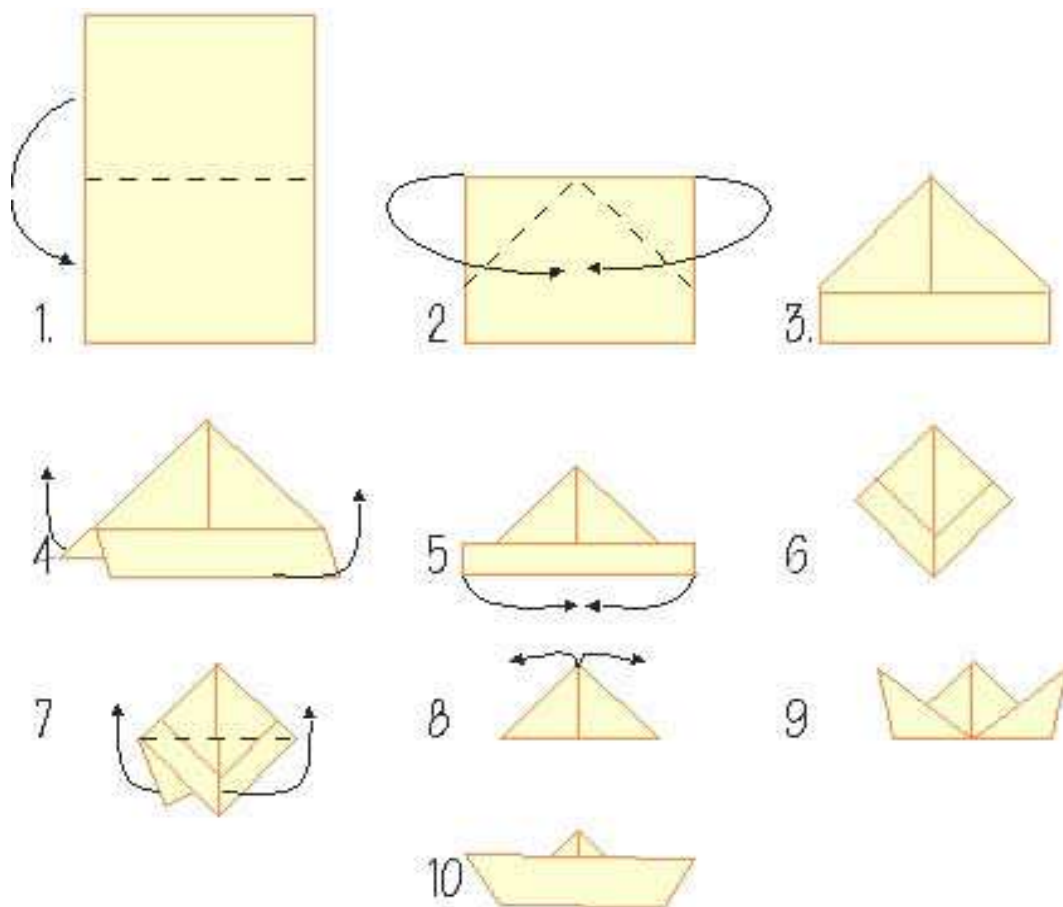


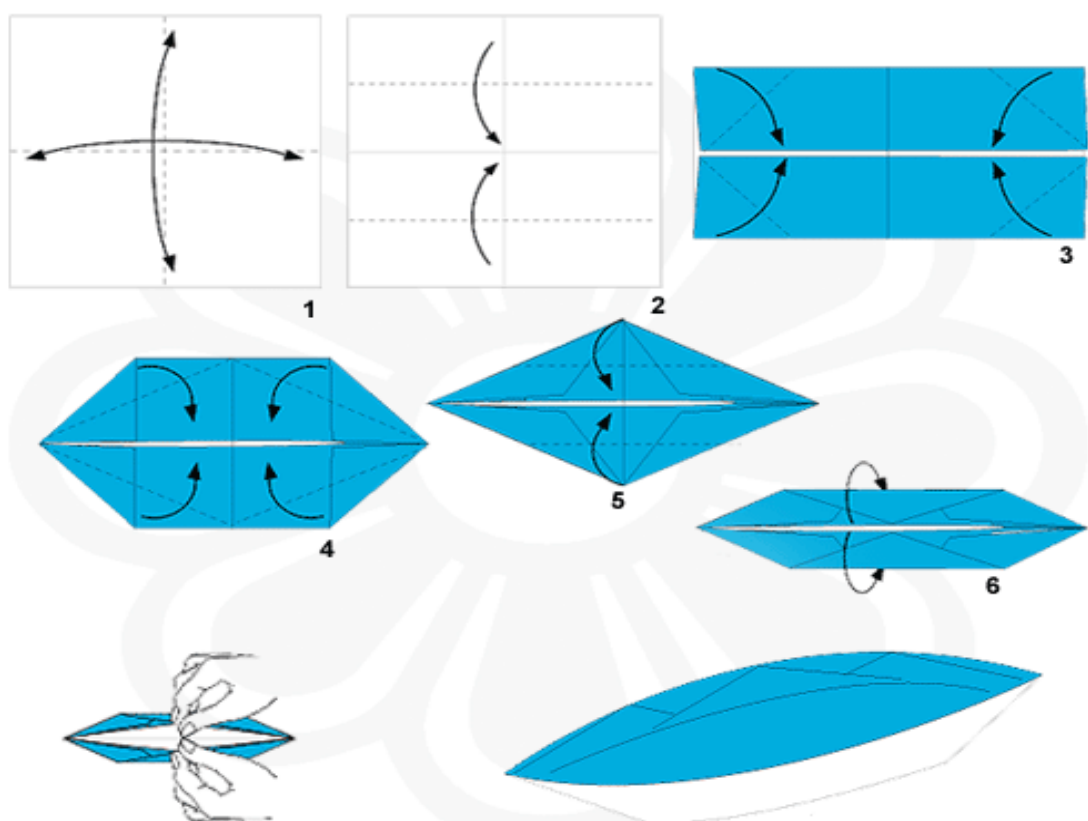
Figura 7 - Montagem do barquinho de papel

3.1.3.2. Refinamento do primeiro protótipo

Após montar de forma sintética o primeiro protótipo, notou-se que a ideia da linha de montagem puramente de barcos de papel era restrita quanto à diversificação do jogo no que diz respeito à mudança dos cenários durante a dinâmica.

Com isso, foi realizado novamente um *brainstorming* somente com a equipe do projeto e o orientador e surgiram outras ideias como:

- Diversificação da matéria-prima, variando o tamanho e a cor do papel;
- Estampar uma “logo” da empresa, utilizando-se de um gabarito específico;
- Criação de outro produto na linha, uma canoa de papel que também utiliza os mesmos recursos de produção que o barco de papel. Este último produto, no entanto, utiliza-se de um terço da matéria-prima do primeiro, conforme o modelo abaixo:



7. A parte colorida do papel será o interior do bote.

www.amorigami.com.br

Figura 8 - Montagem da canoa de papel

- O processo de produção do produto se dá da seguinte maneira:
 - 1) Os grupos recebem a demanda dos produtos através dos moderadores;
 - 2) Cada grupo decide o quanto de matéria prima irá comprar antes do início do ciclo;
 - 3) Dá-se o início do ciclo onde os grupos deveriam cortar o papel, realizar a montagem dos produtos para atender a demanda;
 - 4) Ao final, os moderadores realizam a inspeção dos produtos entregues e estes rejeitam ou não o lote de acordo com o padrão do produto mostrado a cada equipe no início da dinâmica;
 - 5) Após a entrega da demanda do ciclo é realizado a contabilidade do *stock-out* de cada grupo e dos estoques remanescentes;
 - 6) Um novo ciclo é iniciado e retorna-se ao passo 1.

3.1.3.3. Segundo protótipo

Durante a etapa de criação e desenvolvimento do protótipo de forma física, foram realizados testes de montagem e constatou-se que o processo de montagem das canoas de papel poderia comprometer o andamento do jogo devido a sua complexidade.

Pensando na dinâmica em si e no real objetivo do jogo que é tornar claro o STP para os participantes e fazê-los perceber que houve melhorias significativas utilizando o sistema produtivo e não simplesmente fazer produtos finais, fez-se a opção de substituir os barcos de papel por aviões-caça de papel e as canoas por aviões do modelo Glider, também feitos de papel, conforme os modelos abaixo.

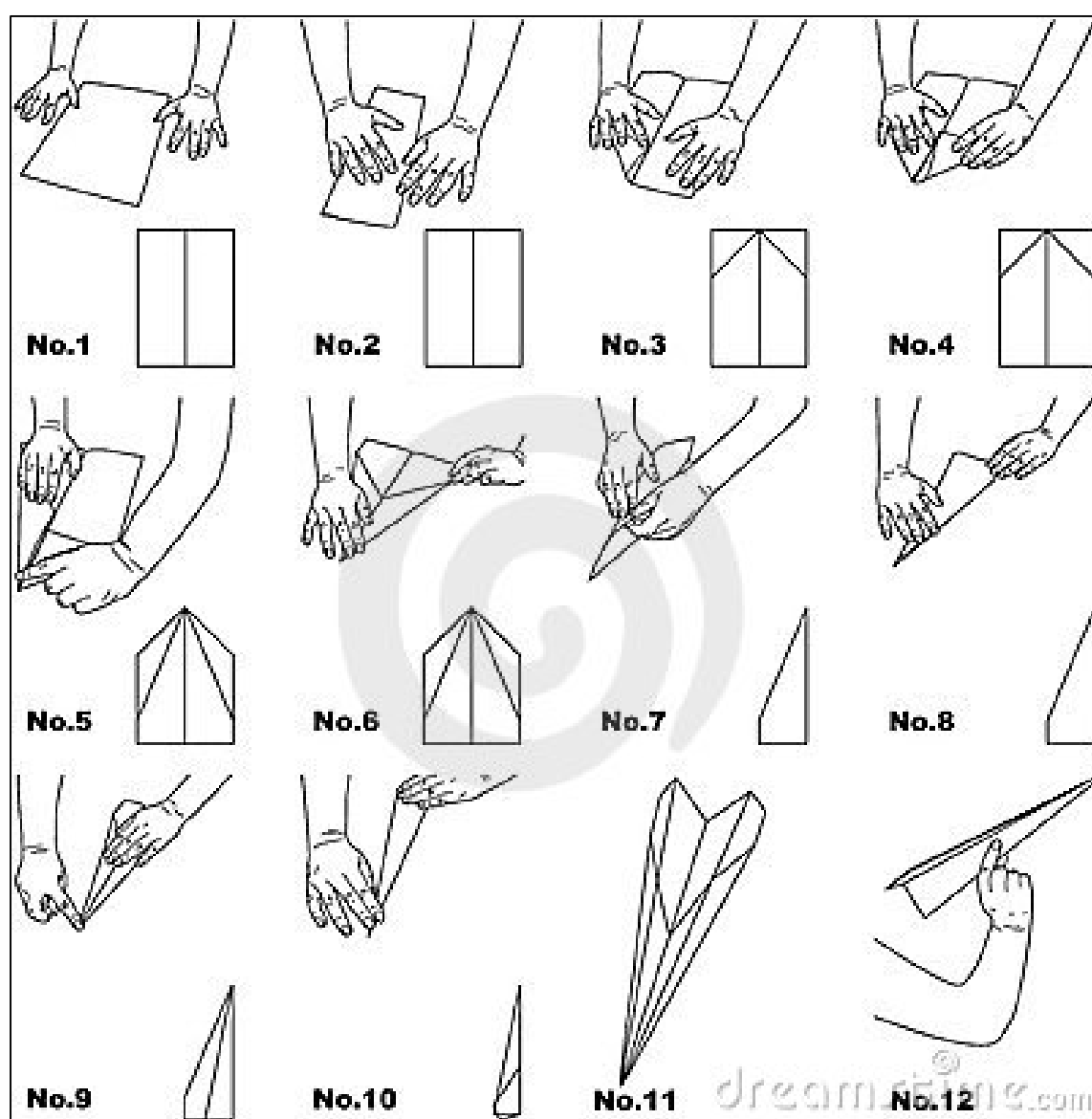


Figura 9 - Montagem do avião-caça de papel

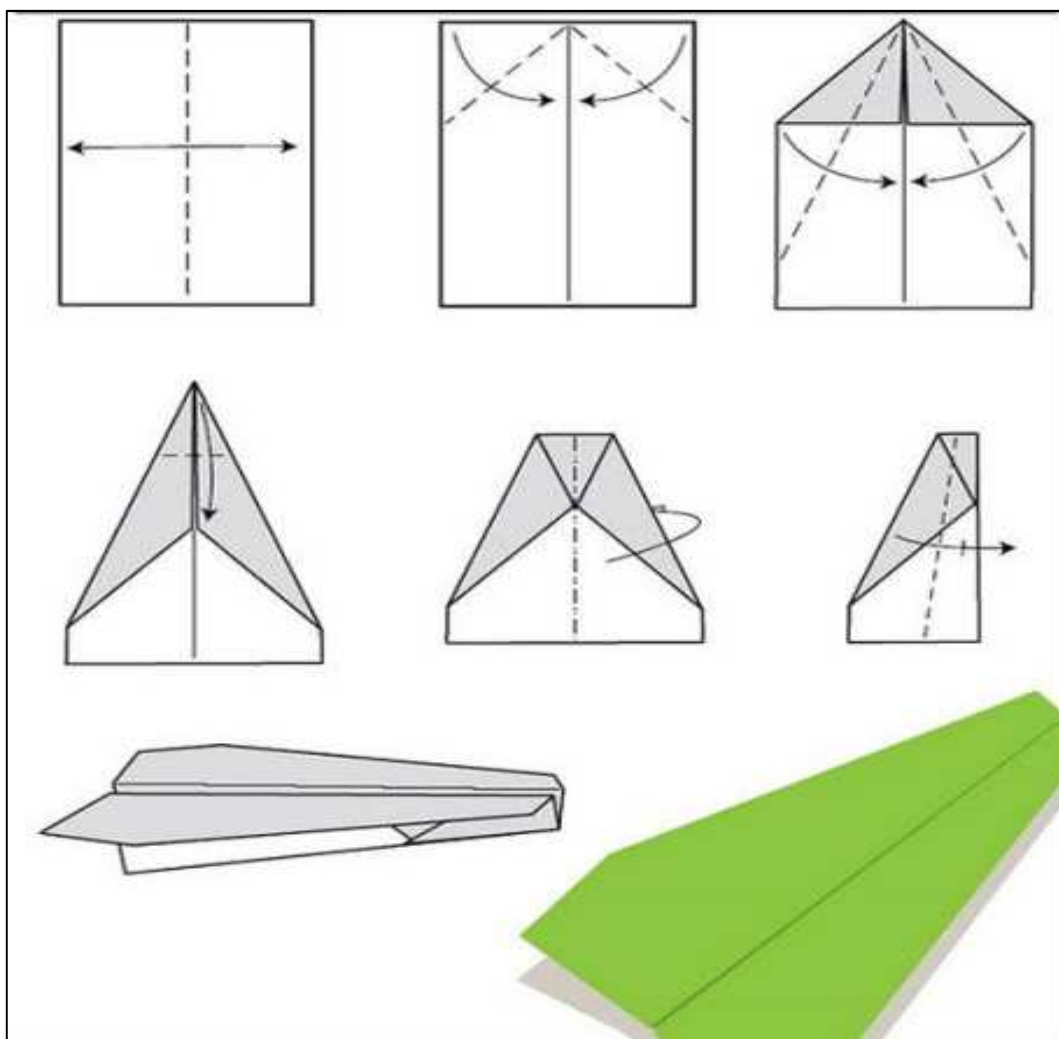


Figura 10 - Montagem do avião-caça de papel modelo Glider

3.1.4. Segunda etapa de ideação

Ao longo do desenvolvimento do jogo e de sua dinâmica utilizando os aviões de papel, percebeu-se certa dificuldade em apresentar os mais diversos conceitos do STP ao longo da dinâmica. A concentração de diversos conceitos acabaria por confundir o aprendizado dos participantes ao longo da dinâmica e não termos o resultado esperado.

Com o intuito de obter um respaldo conceitual-técnico sobre o desenvolvimento do jogo, entrou-se em contato com o professor da disciplina Planejamento e Controle da Produção II, onde o mesmo concordou, com o seu conhecimento sobre o tema, que seria realmente complicado abranger todos os conceitos em apenas um jogo.

Após essa conversa sobre todo o desenvolvimento do jogo que vinha acontecendo, algumas mudanças em relação aos *insights* anteriores foram feitas.

Utilizamos novamente o *game canvas* para distribuir os *insights* e termos novas percepções.

Alguns destes insights estão relacionados abaixo:

- Foco em apenas um conceito – devido à grande quantidade de conceitos antes abrangidos, o foco da equipe foi encontrar o principal conceito que havia necessidade para que os participantes pudessem absorver. Com base nisso, foi feita uma análise das entrevistas feitas anteriormente e da revisão dos jogos empresariais e chegou-se à conclusão de que um jogo que expusesse os sete desperdícios era necessário, já que não há muitos jogos sobre o tema e é um conceito considerado como importante pelos entrevistados;
- Mudança da dinâmica – a dinâmica que anteriormente seria feita em ciclos de produção passa a ser em cenários, com dois cenários pré-estabelecidos pela equipe do projeto e um cenário de produção livre dos grupos;
- Mudança da matéria-prima – como o papel antes era apenas a única matéria-prima, a percepção de desperdício nos cenários se torna baixa. Com isso, tem-se a opção de se montar um produto com peças fabris, onde pode-se aumentar o grau de variabilidade ao longo do processo.

3.1.5. Segunda etapa de prototipagem

Com os novos *insights*, houveram grandes mudanças em todo o jogo, desde a dinâmica até o produto em si.

3.1.5.1. Terceiro protótipo

Devido à dificuldade em demonstrar as mudanças envolvidas no protótipo do jogo que antes abrangia diversos ciclos de produção de aviões de papel, montou-se uma nova dinâmica com menos cenários e um novo produto, agora com peças fabris para que os participantes tivessem uma sensação maior de estar num processo real de produção. Desta forma, é possível se montar os cenários de forma que seja perceptível as melhorias propostas pelo STP.

3.1.5.2. Implementação do jogo

Após a decisão de modificar a dinâmica do jogo e do produto, foi realizado um novo *brainstorming* entre a equipe e o orientador para a decisão de quais materiais

seriam utilizados para a dinâmica do jogo e as definições do método otimizado da produção das peças, a dinâmica e o roteiro que seriam implementados nas aplicações do jogo.

O jogo, chamado de “STP GAME”, consiste em uma dinâmica voltada para a produção de peças chamadas de “calços de motor”, formada por 2 placas, 4 parafusos, 4 separadores, 8 porcas e 4 arruelas. A produção das peças deve ser de forma enxuta, ou seja, que se possa produzir o máximo possível com o menor dispêndio de recursos. O objetivo do jogo é demonstrar os conceitos da produção enxuta para os participantes e que os mesmos tenham a percepção das melhorias implementadas ao final da dinâmica em relação ao início do jogo.

3.1.5.3. Definindo o produto

Com o intuito de tornar o jogo o mais próximo da realidade possível de uma fábrica, mas sem deixar de lado os custos reais do projeto, pensou-se em fazer uma peça que se aproximasse de um produto de uma indústria de metal mecânica. A ideia inicial era tentar unir o maior número de peças possíveis, a um baixo custo, para que pudesse subdividir o processo em vários postos de trabalho.

Num primeiro momento, placas de madeira foram cogitadas para a utilização no projeto, mas o custo e a dificuldade no manuseio para o corte em larga escala fez com que esta opção fosse descartada. No momento seguinte, pensou-se em placas de alumínio mas o risco de pequenos acidentes durante a dinâmica do jogo fez com que esta opção fosse descartada. No final, utilizando-se conhecimentos prévios dos integrantes do grupo, foi sugerido a utilização de pequenas placas utilizadas na confecção de circuito impresso (placas de fenolite) com a dimensão de 50mm x 50mm, já vendidas nestas dimensões.



Figura 11 - Placas de fenolite 50x50mm

Para dar prosseguimento a elaboração da peça, buscou-se produtos com baixo custo e que pudessem ser integrados entre si para a composição de um produto fictício. Então, surgiu a ideia da utilização de parafusos, porcas e arruelas para a junção das duas placas de fenolite.

Depois de ter decidido utilizar o material acima para a criação do produto, notou-se que precisaria a adição de pelo menos mais um posto de trabalho para que a linha de produção não fosse tão simples. Então, surgiu a ideia de colocar um espaçador, utilizando uma mangueira de poliuretano com espessura de 6mm e 45mm de comprimento, entre duas porcas.



Figura 12 - Parafusos 5/32 x 2.1/2



Figura 13 - Porcas 2.1/2



Figura 14 – Arruelas



Figura 15 - Tubo de poliuretano 45mm x 6mm

Todas as peças foram unidas e montou-se o produto “Calço de Motor”, ilustrado na Figura 16.



Figura 16 - Produto final da linha de montagem

3.1.5.4. Definindo o método de trabalho de produção

A partir da definição de peça a ser produzida, a próxima etapa é definir o método de trabalho a ser utilizado pelos participantes para a produção das peças. O método de trabalho a ser utilizado na dinâmica será exclusivamente de trabalho humano, ou seja, não haverá a utilização de máquinas em nenhum de seus postos de trabalho.

A sequência de montagem será a seguinte:

1. Pegar uma placa;
2. Posicionar 4 parafusos na placa;
3. Atarraxar 1 porca em cada parafuso;
4. Colocar um espaçador em cada parafuso;
5. Posicionar a segunda placa;
6. Afixar 4 arruelas e;
7. Atarraxar outra porca em cada parafuso.

Para o produto ser considerado válido, todos os elementos deverão estar em suas posições corretas, todas as porcas deverão estar bem fixadas e atarraxadas e todos os espaçadores deverão possuir a dimensão de 40mm +/- 1mm.

Com a definição de que haveriam três cenários diferentes durante a dinâmica do jogo, é necessário montar dois métodos de trabalho, um para o primeiro cenário, onde o mesmo será feito de forma que se tenham diversos problemas e que estes sejam perceptíveis aos participantes da dinâmica, e o segundo método para o terceiro cenário, onde o mesmo terá as melhores práticas para ser obter a produção de forma correta e com o menor desperdício possível. O segundo cenário será arbitrário, sem a necessidade de que um método de trabalho seja montado, estando os participantes responsáveis por todas as ações.

3.1.5.4.1. Método do primeiro cenário

No primeiro cenário, cada operador deverá realizar exatamente o que for definido, não podendo fazer nenhuma atividade além daquela pré-definida para o seu posto de trabalho. Os postos de trabalho serão divididos segundo o quadro abaixo:

Operador 1	O operador 1 deverá ir ao estoquista, pegar a primeira placa, os quatro parafusos e quatro porcas. Retornar ao seu posto, fazer a montagem das peças. Após, entregar a peça a montagem ao operador 2.
Operador 2	O operador 2 deverá ir ao estoquista, pegar os 4 espaçadores, voltar a seu posto, encaixá-los. Após, entregar a montagem ao operador 3.
Operador 3	O operador 3 deverá ir ao estoquista, pegar a segunda placa e as 4 arruelas, voltar a seu posto, montar as partes. Após, entregar a montagem ao operador 4.
Operador 4	O operador 4 deverá ir ao estoquista, buscar 4 porcas, voltar ao posto, atarraxa-las. Após, entregar a montagem ao operador 5.
Operador 5	O operador 5, o inspetor, deverá verificar se o produto final está montado corretamente, as porcas bem atarraxadas e os espaçadores bem posicionados. Caso a peça esteja boa escrever um "OK" com uma caneta e prosseguir para a venda, caso contrário, deverá desmontá-la e retornar as peças para o estoquista.
Estoquista	Deverá fornecer o material requerido por cada posto de trabalho

Quadro 5 - Definição de Postos de trabalho do cenário 1

Os postos de trabalho serão fisicamente distantes entre si, de maneira a dificultar o transporte das peças e dispostos no seguinte layout:

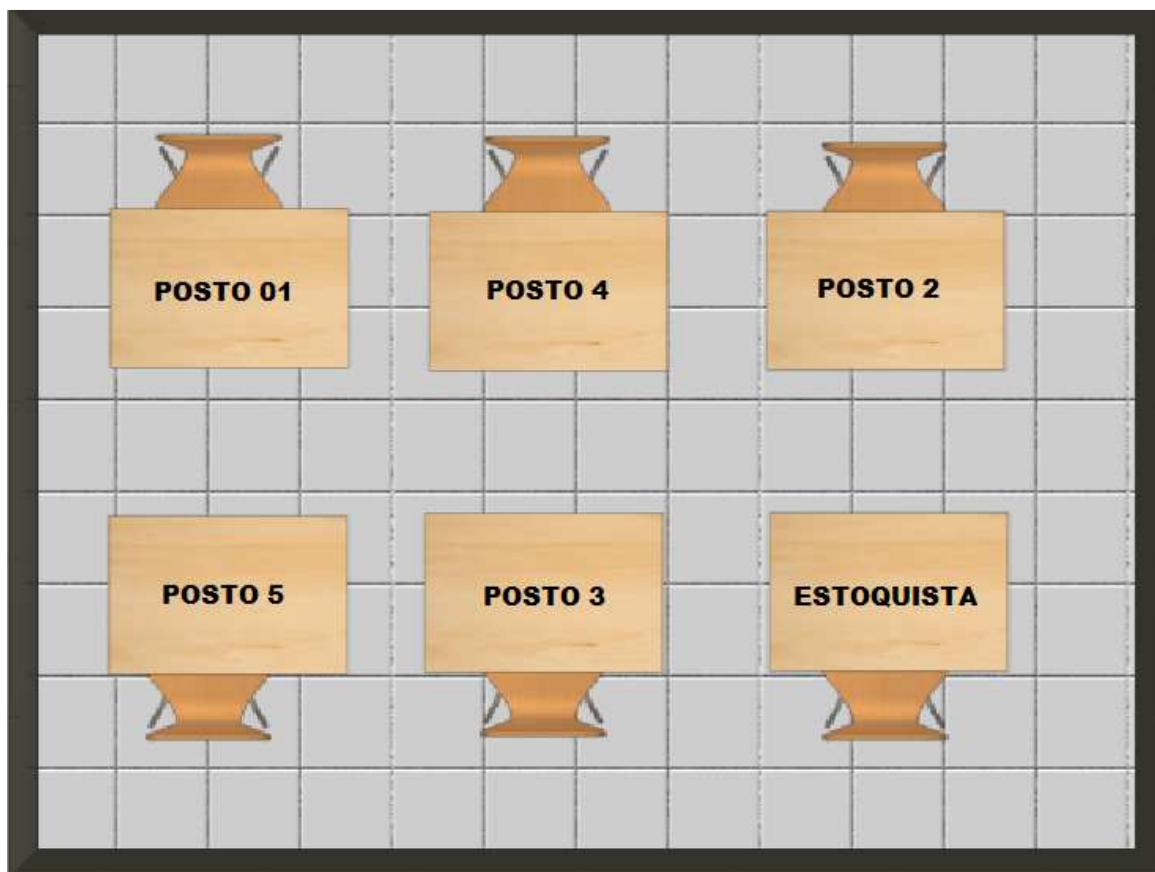


Figura 17 - Layout produtivo do cenário 1

Este layout força aos participantes diversas ações que podem ser consideradas desnecessárias, como deslocamentos, movimentos, esperas, dentre outros.

3.1.5.4.2. Método do cenário 2

O segundo cenário se propõe a deixar que os participantes refaçam o primeiro cenário da forma que acharem melhor após assimilar os conceitos expostos do STP.

Os participantes devem reorganizar da forma que acharem melhor o layout e a forma de produzir, anotando em um formulário as mudanças propostas. Eles devem se reunir durante 10 minutos para montar esta proposição e mais 5 minutos para se organizarem, além de preencher o formulário.

3.1.5.4.3. Método do cenário 3

O terceiro e último cenário tem como objetivo mostrar as mudanças feitas na produção para que a mesma seja feita de forma enxuta e com o mínimo de desperdício.

Para isso, o processo passará a contar com operadores individuais que realizarão todas as operações e montagem da peça, aumentando assim a taxa de produção do sistema, a confiabilidade da produção e possibilitando que o produto seja verificado em relação a defeitos a cada operação, diminuindo assim a possibilidade de rejeição da peça.

Com isso, os postos de trabalho se reduzem a seguinte esquematização:

Operador	Cinco participantes fazem a função de operador que deverá ir ao estoquista e solicitar um kit de montagem com todas as peças e realizar todas as operações na sequência e verificar a cada uma se há defeitos. Após as etapas isso, entregar a peça montada ao operador 2.
Estoquista	Deverá separar e fornecer o kit com o material requerido por cada posto de trabalho.

Quadro 6 - Definição de postos de trabalho do cenário 3

Os postos de trabalho serão dispostos no seguinte layout:

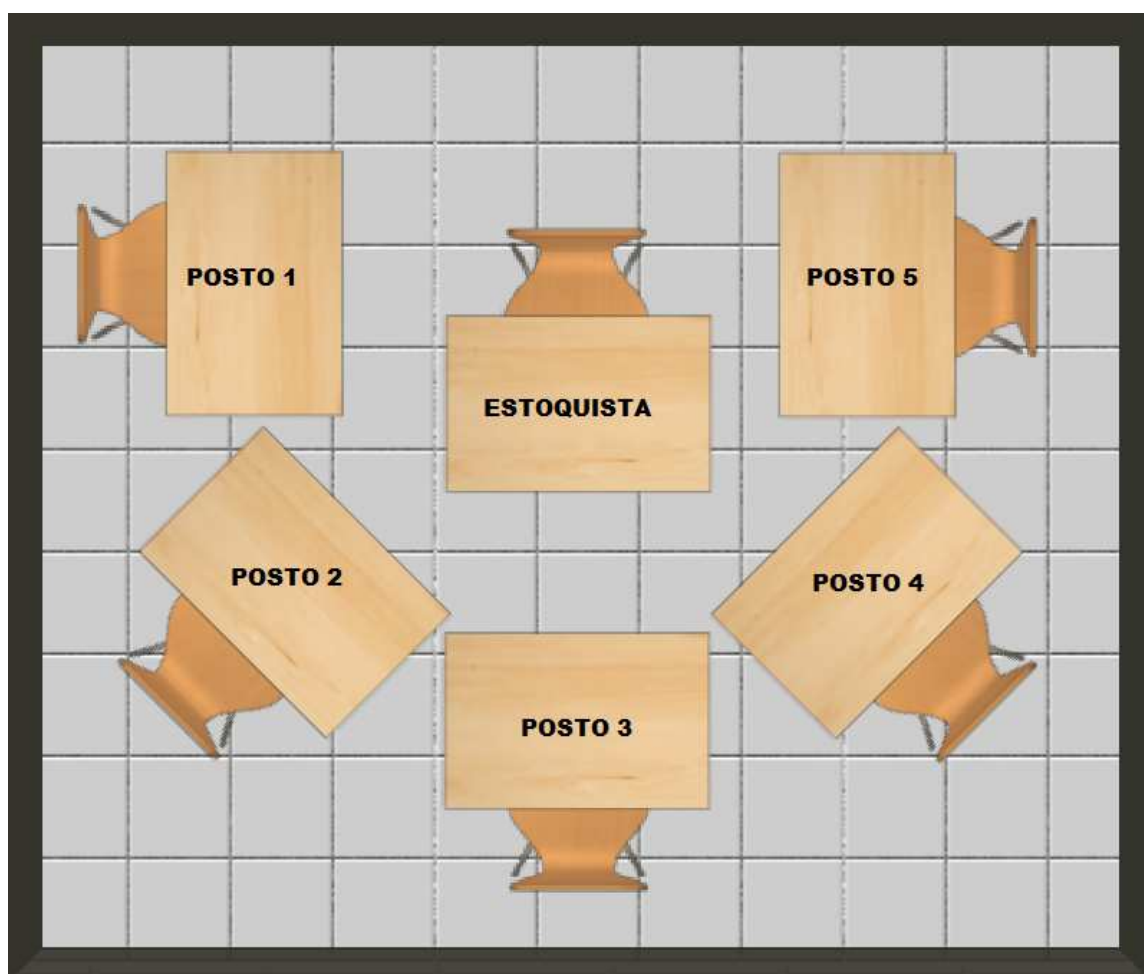


Figura 18 – Layout produtivo do cenário 3

3.1.5.5. Definindo a dinâmica do jogo

Este jogo foi elaborado para a aplicação em uma turma com no máximo 30 participantes para que a aplicação e o controle sejam mais fáceis. Os elementos restritivos são: o espaço físico, a dificuldade no controle das equipes e a limitação do material fornecido. A turma deverá ser dividida em cinco grupos e com seis pessoas participantes cada e cada grupo receberá dez kits para montagem das peças.

Para a realização do jogo, além dos produtos a serem produzidos, será necessário a utilização de uma sala de aula que comporte trinta mesas e trinta cadeiras, que simularão cada posto de trabalho, e com espaço razoável que permita o trânsito de pessoas. Além de um notebook e um projetor para a exposição da dinâmica e dos conceitos do STP.

O jogo contará com três cenários de produção, sendo o primeiro e o último pré-definidos pelas regras do jogo. O primeiro cenário será a simulação de uma fábrica totalmente desorganizada que precisa sofrer modificações para aumentar sua produtividade. Após a realização do primeiro cenário, todos farão uma pausa onde passarão por uma aula teórica sobre o tema “Sistema Toyota de Produção”, que dará subsídios para que os grupos proponham melhorias em seus sistemas produtivos. Já o terceiro cenário será montado pelos mediadores para que seja demonstrado a utilização correta dos conceitos do STP e assim mostrar a diferença de resultados alcançados entre os dois cenários anteriores.

O jogo contará com as seguintes etapas:

- 1) Apresentação – os mediadores irão apresentar aos participantes a proposta do jogo;
- 2) Será solicitado que os participantes dividam-se em grupos de seis pessoas;
- 3) Cada grupo será alocado em seus respectivos locais de postos de trabalho;
- 4) Serão apresentadas as regras do jogo para toda a turma através do equipamento multimídia;
- 5) Se iniciará o primeiro cenário produtivo e ao final serão coletados os resultados de cada grupo individualmente;
- 6) Serão apresentados os conceitos do Sistema Toyota de Produção;

- 7) Uma breve pausa para os grupos se reunirem e definirem seu novo layout de sistema produtivo;
- 8) Depois da montagem dos novos sistemas, dar-se-á início ao segundo cenário e ao final serão coletados os resultados de cada grupo individualmente;
- 9) Cada grupo deverá descrever, em um formulário dado, detalhadamente cada modificação feita em seu sistema produtivo;
- 10) Em seguida, os mediadores implementarão o terceiro cenário e darão início a esta etapa. Ao final, serão coletados os resultados de cada grupo individualmente;
- 11) Serão expostos os motivos pelos quais foram implementados tais definições de postos e layout e serão comparados os resultados dos três cenários de cada grupo individualmente;
- 12) Para dar um sentido de jogo propriamente dito à dinâmica além do aprendizado, o ganhador será aquele grupo que propor a melhor solução para o segundo cenário;
- 13) Por fim, será entregue aos grupos um questionário de feedback com críticas e sugestões ao jogo.

3.1.5.5.1. Dinâmica do primeiro cenário

Será dada uma possível demanda de produção no início da rodada e será confirmada a demanda exata no meio da produção.

Haverá partes defeituosas nos estoques sem que as equipes saibam das mesmas. Caso alguma das peças finalizadas tenha algum defeito, esta será recusada.

Com estas disposições, as peças estarão todas misturadas e distante dos postos de trabalho, aumentando o nível de dificuldade das equipes.

Algumas regras foram definidas para este cenário e que devem ser seguidas:

- O estoquista só poderá manusear o estoque quando for solicitado por um dos operadores e somente na quantidade solicitada;
- Somente o estoquista poderá manusear o estoque;
- O estoquista só pode atender um posto de cada vez;
- O lote de transferência será de duas unidades por posto;

- Cada operador deverá levar as peças para o posto seguinte e retornar ao seu posto de trabalho;
- Cada operador só deverá buscar as peças necessárias para suas operações quando a peça do posto anterior estiver no seu local de trabalho (setup interno e não simultâneo) em todos os postos;
- Cada operador só poderá fazer a sua própria função;
- O layout definido pelos moderadores não poderá ser modificado.

O pedido só será dado como entregue e o cronometro só será parado quando as peças demandadas estiverem com o “OK” dado pelo inspetor. Quando as peças estiverem inspecionadas, este deverá levantar a mão para sinalizar aos moderadores;

Após o de finalizar o tempo determinado ou então as equipes finalizarem as peças solicitadas, serão coletados os dados das equipes como quantidade de peças produzidas, rejeitadas, tempo de produção total e se há estoques intermediários ou não. Variação do lead-time por unidade produzida.

Após a coleta dos dados, se iniciará uma apresentação dos conceitos do sistema Toyota de Produção, mais especificamente sobre o Just-in-Time e a eliminação dos desperdícios, de forma que os participantes adquiram os conhecimentos necessários para a próxima etapa.

3.1.5.5.2. Dinâmica do segundo cenário

Será demandada uma quantidade inicial de peças e durante a produção será confirmada a demanda correta, porém desta vez menor do que a inicial.

Haverá partes defeituosas nos estoques sem que as equipes saibam das mesmas. Caso alguma das peças finalizadas tenha algum defeito, esta será recusada.

As decisões como lote de transferência, repasse de estoque, auto inspeção em relação aos materiais defeituosos, balanceamento de carga, entre outras, serão tomadas pela própria equipe.

Ao final da rodada, serão coletados os resultados para comparação entre as equipes em relação ao cenário anterior e entre elas, para poder definir a equipe que melhor se organizou.

Toda e qualquer decisão tomada pela equipe deverá ser justificada.

Os resultados utilizados para a comparação são os seguintes:

- Stock-out
- Estoque em processo
- Estoque de produto acabado
- Lead-time
- Quantidade de produtos defeituosos

O quadro abaixo mostra a quantidade de pontos que cada equipe acumulará. A equipe vencedora será aquela que acumular menos pontos e o critério de desempate será a equipe que somar menor pontuação na seguinte ordem: quantidade de produtos defeituosos, stock-out, lead-time, estoque de produto acabado e por último estoque em processo.

Stock-out	Cada item não entregue, soma +5 pontos
Estoque em processo	Cada produto em processo, soma +1 pontos
Estoque de produtos acabados	Cada item acabado e não utilizado, soma +3 pontos
Quantidade de produtos defeituosos	Cada item entregue com defeito, somar +5 pontos
Lead-time	Se os produtos forem entregues antes do prazo, soma +1 ponto por minuto

Quadro 7 - Pontuações do cenário 2

Se ao final do tempo de ciclo a equipe não atingir o número total de peças da demanda, será considerado o Stock-out e somado cinco pontos para cada uma das peças não entregues. Para cada produto em processo na linha de produção, será somado um ponto ao término do ciclo. Caso no fim do ciclo a equipe produza mais produtos que a demanda exige, será somado três pontos para cada uma destas peças. Para cada produto defeituoso ao final da linha, será somado o valor de cinco pontos à equipe. Se os produtos forem entregues antes do fim do ciclo, será somado um ponto para cada minuto de adiantamento, arredondando o tempo de antecipação sempre para cima. Todas as pontuações podem ser cumulativas, de modo que se um produto é entregue a mais e com defeito, será considerado os pontos de produtos defeituosos e produtos acabados.

A elaboração deste quadro, juntamente com a sua respectiva pontuação, é de total responsabilidade e percepção dos autores. O critério de escolha dos pontos não foi aleatória, os autores julgaram suas importâncias baseadas em critérios e estudos próprios mas não referenciados em nenhuma literatura.

Após verificar a equipe vencedora, haverá um momento para discussão dos pontos fortes e fracos das equipes, onde as equipes colocarão os benefícios da aplicação de conceitos do STP nos resultados.

3.1.5.5.3. Dinâmica do cenário 3

Será dada uma possível demanda de produção no início da rodada e será confirmada a demanda exata no meio da produção.

Haverá partes defeituosas nos estoques sem que as equipes saibam das mesmas. Caso alguma das peças finalizadas tenha algum defeito, esta será recusada.

O layout do cenário 3 foi pensado pelos autores do jogo. Este cenário é dito como “ideal”, claro que poderá ser melhorado visto que o STP busca sempre a melhoria contínua. Este cenário, contudo, possui a aplicação dos conceitos do STP.

Layout em U, com os postos de trabalho próximos uns aos outros com o mínimo de transporte possível e com o estoquista no centro dos postos para que a movimentação seja uniforme e equidistante.

Produzir somente o necessário, somente o que vai ser vendido, baseado na confirmação da demanda durante o decorrer da dinâmica.

A inspeção será dada a todo momento para que não haja desperdício com retrabalho.

Lote unitário de transferência para evitar formação de filas de estoque em processo e reduzir tempo de espera.

Algumas regras foram definidas para este cenário e que devem ser seguidas:

- O estoquista poderá manusear o estoque a qualquer momento;
- O estoquista poderá separar as peças em kits antes do início da dinâmica;
- Somente o estoquista poderá manusear o estoque;
- O estoquista só pode atender um posto de cada vez;
- O lote de transferência será de uma unidade;
- Cada operador só poderá fazer a sua própria função;
- O layout definido pelos moderadores não poderá ser modificado;

3.1.5.6. Definindo o roteiro do jogo

Após definir toda a dinâmica do jogo, bem como suas regras e ações a serem tomadas, há a necessidade de se montar um roteiro a ser seguido durante a aplicação dos jogos e para conhecimento dos participantes. Foram montados roteiros para cada um dos cenários para os grupos e um roteiro para os moderadores seguirem, a fim de ter uma organização das etapas.

Os roteiros, que serão entregues a cada equipe no decorrer da dinâmica, se encontram nos Apêndices B – Guia para o 1º cenário, Apêndices C – Guia para o 2º cenário e Apêndices D – Guia para o 3º cenário.

Antes de dar início a dinâmica, os moderadores deverão organizar o local onde a mesma será realizada conforme a Figura 17 - Layout produtivo do cenário 1. Respeitando inclusive uma distância mínima tal que diferentes grupos não possam interferir espacialmente um ao outro no decorrer do jogo.

Depois de o local ser preparado, os participantes devem ser convidados a entrarem ao recinto e dividirem-se em grupos de seis pessoas. Feito isso, os grupos entre si deverão escolher em qual lugar cada um deverá ficar alocado.

Com os grupos em seus locais de trabalho, os moderadores deverão se apresentar e expor o que será realizado. Que se trata de um jogo que visa abordagem do STP. Feito isso, cada grupo receberá o roteiro do 1º cenário conforme o Apêndice B.

Será dado um intervalo para que os participantes possam ler as instruções e se dividir em cada posto de trabalho. Logo após, os moderadores sortearão os lotes dos kits dos produtos aleatoriamente para que cada grupo não se sinta favorecido ou prejudicado pelo material recebido.

Depois de todos os grupos com seus materiais e postos posicionados, dar-se-á início ao cenário 1 e o decorrer do resto do jogo, de acordo com a dinâmica estabelecida acima.

3.1.6. Segunda etapa de observação

Com o intuito de verificar a consistência da dinâmica proposta, a equipe de moderadores estimou importante fazer uma primeira aplicação com um único grupo, a fim de validar a dinâmica e verificar possíveis ajustes a serem feitos para as próximas aplicações.

Para esta aplicação, foram convidadas cinco pessoas que responderam à pesquisa feita anteriormente sobre as dificuldades do STP, a fim de ter um retorno delas sobre os aspectos apresentados. Todos os participantes são da faculdade de Engenharia de Produção e apenas um participante não havia feito a disciplina que aborda o tema Sistema Toyota de Produção. Além disso, um dos integrantes da equipe do projeto também fez parte do grupo, com o intuito de perceber as dificuldades dos participantes ao longo da dinâmica. O resto da equipe ficou observando e ditando o ritmo da dinâmica.

Para ajudar na percepção dos aspectos por parte dos participantes, usou-se um formulário de feedback, onde os mesmos poderiam citar a opinião deles sobre o jogo e indicar os pontos positivos e negativos.

O feedback gerou algumas informações relevantes como:

- A idade dos participantes variou entre 21 e 28 anos;
- 60% dos participantes eram do sexo feminino;
- 80% dos participantes não havia feito a disciplina “Planejamento e Controle da Produção 2” que trata do tema Sistema Toyota de Produção;
- 60% dos integrantes opinaram sobre o jogo como “Muito interessante” e o restante como “Interessante”.
- 100% dos participantes estavam acima do 8º período letivo, indicando que estão próximos a concluir a graduação em Engenharia de Produção;
- 100% dos participantes tiveram a percepção de que os conceitos do Sistema Toyota de Produção foram bem transmitidos, indicando que a prática ajudou os alunos a fixar de forma alternativa a conceituação.
- 80% Uma sugestão quase que unânime entre os participantes para melhoria do jogo foi de que o mesmo deveria ser mais dinâmico e que poderia haver menos peças defeituosas no meio das peças úteis para a produção.

3.1.6.1.1. Aspectos positivos

A primeira aplicação foi de extrema importância principalmente em relação ao objetivo do jogo que é repassar os conceitos dos sete desperdícios de forma que os participantes, ao término do jogo, tenham absorvido o máximo possível e que a utilização dos mesmos de forma correta é realmente eficaz.

O principal ponto é que todos os participantes consideraram o tema e a dinâmica interessantes, percebendo bem os conceitos que foram discutidos durante

as aulas do tema abordado. Segundo eles, a aplicação prática dos conceitos dá uma visão melhor do que pode ocorrer na produção no dia-a-dia.

As dificuldades no primeiro cenário foram percebidas pelos participantes, deixando-os incomodados e com vontade de praticar as mudanças necessárias, podendo ser considerado como um ponto positivo, já que provoca os mesmos a pensarem como e o que devem mudar.

A explicação do cenário 2 pôde mostrar aos participantes as melhores práticas do STP e algumas destas foram implementadas pelos próprios participantes durante a dinâmica, mostrando que alguns conceitos foram bem absorvidos. Alguns dos aspectos ficaram bem parecidos com os do cenário ideal montado pela equipe do projeto.

Outro ponto destacado foi a apresentação de todo o jogo, utilizando bem os recursos como a apresentação virtual, os roteiros, a planilha de pontuação e as peças utilizadas durante o jogo.

3.1.6.1.2. Aspectos a melhorar

Por ser uma primeira aplicação, diversos aspectos necessitam de melhorias. Como a base do *Design Thinking* é saber as reais necessidades das pessoas em relação ao produto, o respaldo dado pelos próprios participantes do jogo ajuda a nortear os principais pontos onde se deve aplicar melhorias.

O principal ponto a melhorar que foi unânime entre todos os participantes foi a longa duração da dinâmica. A mesma teve duração de duas horas e os participantes, ao final, se mostravam exaustos e já sem muita motivação, diferente do início do jogo onde os mesmos estavam entusiasmados com a novidade. Além disso, o fato de possuir apenas um grupo participando sem gerar competição e não ter algum tipo de prêmio ao final da dinâmica também serviram como elementos desmotivantes.

Outro aspecto relatado pelos participantes foram as constantes paradas no ritmo da apresentação da dinâmica, onde se tinha uma parte de explicação do cenário ou conceituação teórica logo após a parte prática do cenário, que acabava por cortar o clima de produção.

Apesar da montagem do cenário 2 ter sido próxima ao cenário ideal, houve uma grande quantidade de estoque em processo, devido ao fato dos participantes receberem lotes de transferência de toda a demanda solicitada. Apesar de se

atender a demanda solicitada, esse cenário geraria desperdícios que utilizando lotes unitários seriam mitigados.

O fato de se retirar a montagem das 4 primeiras porcas no cenário 3 também foi criticada, devido ao fato de não mostrar as outras melhorias em relação aos desperdícios.

A equipe do projeto teve algumas percepções da dinâmica que também podem ser melhoradas como a falta de recursos de áudio para entreter os participantes durante o tempo de produção. Além disso, o fato de não haver estoques intermediários no primeiro cenário fez com que alguns participantes ficassem muito tempo apenas observando e esperando para participar efetivamente do jogo, devido ao fato da restrição do sistema ser o primeiro posto, o que acabou gerando tédio durante um tempo.

Outro aspecto que foi visto foi o fato de ter que se desmontar os kits após o a prática nos cenários. Os participantes que ficaram responsáveis pelos desmontes por vezes não prestavam atenção no conteúdo do próximo cenário, desviando a atenção para as peças que estavam desmontando. Além disso, as caixinhas que foram utilizadas no cenário 2, solicitado pelos participantes, e 3 não foram tão bem aproveitadas como deveriam ser, já que os participantes por vezes não utilizavam os espaços para alocar as peças, colocando todas em um espaço só.

Os roteiros entregues no início de cada cenário também foram deixados de lado, ficando os participantes prestando atenção por todo o tempo às explicações dos moderadores e ao que estava exposto na apresentação.

3.1.7. Terceira etapa de ideação e meta-debriefing

Com o objetivo de atender às necessidades observadas ao longo da primeira aplicação da dinâmica, a equipe se reuniu para um debate, chamado de *meta-debriefing*, e ter novas ideias que possam ser complementadas para futuras aplicações.

Para aumentar o dinamismo do jogo e evitar que os participantes fiquem ociosos e entediados, as seguintes modificações foram sugeridas:

- Todos os cenários os quais a equipe do projeto montar possuirão estoques intermediários entre os postos, a fim de que os participantes não fiquem ociosos, aguardando todo o processo ser feito para que chegue a sua vez. Dessa

forma, cada operador deverá iniciar o ciclo produtivo com o número de recursos necessários para suprir um lote de produção e transferência da linha;

- A estrutura da dinâmica também será modificada, reduzindo as pausas para explicações e teorias, deixando uma primeira parte para a parte prática dos cenários e após isso uma parte teórica, explicando as mudanças ocorridas e onde o STP influencia;

- Cada um dos três cenários terá uma duração de 03 (três) minutos. Com esta medida adotada, o jogo se tornará mais dinâmico e espera-se que não fique tão exaustivo aos participantes.

- Será utilizada uma trilha sonora de fundo para que seja estimulada a competição dos participantes durante o processo de produção de cada cenário.

- Como se teve a percepção de que a retirada da primeira rosca no cenário 3 fez com que as outras soluções não fossem percebidas pelos participantes, apenas a arruela seria retirada.

- Retirada do uso dos roteiros por parte dos moderadores e participantes, visto que os mesmos não foram utilizados como esperado, economizando assim em papel utilizado.

- Para facilitar a métrica e a comparação entre os três cenários para todos os participantes da dinâmica, a demanda será a mesma para todos os cenários e não sofrerá alterações ao longo do jogo;

- Antes de dar início ao 2º cenário, será apresentado a todos os grupos um quadro que aborda todas as possíveis modificações que cada grupo deverá fazer, como ilustrado no quadro abaixo;

Estoques	Transportes	Estrutura do Produto
Layout	Superprodução	Movimentos
Processo de Produção	Lote de Produção	Defeitos
Esperas	Lote de Transferência	

Quadro 8 - Possíveis modificações do Cenário 2

- A abordagem dos conceitos acerca do STP será feita após a conclusão do terceiro cenário;

- Todos os cenários terão seu desempenho apurado segundo ao Quadro 7 - Pontuações do cenário 2.

- Entrega de premiação ao grupo vencedor, podendo ser itens de custo baixo como caixas de chocolate, por exemplo.

3.1.8. Terceira etapa de prototipação - produto final

Esta etapa visa implementar as modificações idealizadas na etapa anterior na dinâmica do jogo para a versão final do produto a ser apresentado, objetivando ser o mais otimizado possível. Para tal, uniu-se o método, roteiro e dinâmica ilustrados na página 71 (Segunda etapa de prototipagem) juntamente com as modificações descritas na página 86 (Terceira etapa de ideação e *meta-debriefing*) em uma apresentação de slides.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo tem por objetivo expor as expectativas dos autores ao escolherem o tema do projeto e os resultados por eles alcançados ao final do projeto.

4.1. Objetivo de estudo

O foco do projeto foi a criação de um jogo inovador, com o auxílio do método *Design Thinking*, com as seguintes características:

- Abranger o maior número de conceitos possíveis;
- Ser um jogo divertido;
- Conseguir transferir conhecimento sobre o STP;
- Baixo custo;

4.2. Resultados alcançados

Ao longo de todo o projeto, estas características acima descritas foram trabalhadas e pensadas de modo que o resultado final não fugisse muito da ideia inicial.

Foi utilizado um método próprio criado a partir dos princípios estabelecidos pela abordagem do Design Thinking: observação, ideação e prototipagem.

Na etapa de observação foram analisados os jogos existentes sobre o tema elaborados por outros autores e publicados na literatura. Foram feitas observações também de como os alunos do curso de engenharia de produção aprendem os conceitos ligados ao Sistema Toyota de Produção.

Na fase de ideação foi criado e aplicado o Game Canvas, um modelo que estabelece as principais dimensões a serem exploradas na fase de criação. Foram levantados vários elementos possíveis dentro de cada dimensão e após uma sessão de brainstorming o quadro geral foi preenchido.

A utilização do Game Canvas permitiu que o processo depois convergisse, na fase de prototipagem. A partir do quadro mais amplo, foram extraídos subconjuntos de elementos que formavam conceitos de jogos interessantes de serem implementados. Foram construídos e testados alguns protótipos até que o protótipo mais adequado foi desenvolvido até sua fase final.

A análise da versão final do jogo foi positiva, visto que foi possível abranger todos os conceitos de desperdício que são citados pelo Sistema Toyota de Produção.

De início, recebemos um *feedback* não tão positivo dos participantes do jogo, fato esse que fez com que se buscasse o aperfeiçoamento e modificações que conseguissem atingir o objetivo final. Mas no fim, o *feedback* dos participantes mostrou que estes conseguiram observar e absorver os conceitos que foram inicialmente previstos como importantes na etapa de elaboração do jogo.

E por último o objetivo de ter baixo custo foi atingido, já que o custo de compra de todo o material foi de R\$ 134 (centro e trinta e quatro reais). E para as modificações do material adquirido foram utilizadas ferramentas que encontramos no dia-a-dia de uma residência o que resultou num custo muito baixo. A ideia, trabalhada ao longo do curso de graduação de sustentabilidade também foi pensada no que diz respeito a escolha dos materiais escolhidos. As ideias que surgiram no início deste projeto contemplavam o baixo custo de reprodução do jogo, contudo, a utilização de papel como matéria-prima da dinâmica se mostrou menos sustentável, pois seu material era descartado a cada utilização. Daí surgiu a ideia de utilizar produtos que pudessem ser reutilizados em aplicações sucessivas do jogo.

4.3. Síntese dos resultados

A partir de todo o conteúdo exposto acima, pode-se perceber que o objetivo traçados ao início do projeto, que era criar um jogo empresarial sobre o Sistema Toyota de Produção que seja apresentado de forma didática e dinâmica utilizando este método, foi alcançado com sucesso.

A revisão da literatura pôde identificar que o *Design Thinking* é um método fora dos padrões usuais, voltada para as necessidades dos usuários da solução que será desenvolvida, porém que ainda possui diversos aspectos a serem observados e melhorados, como a padronização e definição de suas principais características para o seu ensino.

Contudo, a utilização desta abordagem, a partir da observação do comportamento do usuário junto ao problema, a geração de *insights* sobre o que foi observado e a prototipação destes *insights* para que se possa continuar observando e propondo melhorias, mostrou-se eficaz para a criação de jogos empresariais.

A partir disso, o jogo criado a partir do método *Design Thinking*, o STP game, atingiu o objetivo proposto de passar alguns dos principais conceitos para o público alvo, sendo o principal conceito o de sete desperdícios da produção. Para isso, a utilização dos cenários mostrou-se bastante satisfatória, pois os participantes puderam perceber a evolução das modificações, tendo a oportunidade até de projetar e aplicar um cenário de acordo com a percepção das dificuldades.

Entretanto, o curto espaço de tempo para elaboração, produção e aplicação do jogo implicou em uma única aplicação em uma turma reduzida, podendo ser feita apenas uma observação da aplicação do jogo. Esta observação implicou em diversas melhorias e, com uma nova aplicação, esta geraria novas melhorias a serem implementadas, seguindo o método do *Design Thinking* de melhoria sempre voltada às necessidades dos usuários.

O investimento para a utilização de novas tecnologias com o intuito de ampliar a interatividade do usuário através do uso de aplicativos ou a transformação do jogo para um com interação online, podendo ter participantes de diversos lugares participando simultaneamente a partir da internet, são propostas de melhoria percebidas para trabalhos futuros.

Além das sugestões acima citadas, é deixada a sugestão para a análise, estudo e prototipagem de um novo cenário 3. Pois foi verificado que a dinâmica a qual ele foi concebido trata-se mais de um conjunto de trabalhadores atuando individualmente como artesãos em vez da proposição inicial do conceito de *layout* em “U” de produção do STP. Este estudo implica em uma aplicação do conceito do balanceamento de carga, *takt-time* das tarefas, além de outros possíveis conceitos do STP que podem ser aplicados dentro desta dinâmica.

CONCLUSÃO

O objetivo deste projeto era conseguir elaborar um jogo voltado para o ensino do Sistema Toyota de Produção, utilizando o método de criação *Design Thinking*, objetivo este que foi alcançado com sucesso. Contudo, devido ao desconhecimento do tema *Design Thinking* pelos autores, boa parte do tempo disponível para elaboração do projeto foi gasto no aprendizado sobre o tema, a fim de obter embasamento teórico através da revisão da literatura. Tendo este embasamento teórico, os autores puderam seguir as ideias apresentadas pelo método e dar consistência no processo de criação.

A definição do que é o *Design Thinking* e suas características foram fundamentais para que se conseguisse utilizar a abordagem da melhor forma possível, utilizando, após a definição do tema a ser abordado, a observação do comportamento dos alunos junto ao tema Sistema Toyota de Produção para que as necessidades fossem expostas e pudessem ser trabalhadas de forma que as ideias surgissem, fossem trabalhadas e gerassem soluções sempre voltas a essas necessidades.

Para nortear a observação inicial dos público-alvo, a ferramenta *Business Canvas* foi adaptada para o que foi chamado de *Game Canvas*, uma estrutura voltada para criação de jogos. Esta adaptação foi essencial na etapa de *brainstorming* para que as ideias que surgiam ficassem organizadas e estimulasse o surgimento de novas pelos participantes do processo. Com as ideias sugeridas, foi possível dar início ao processo de ideação e geração de *insights* e prototipagem da dinâmica do jogo.

Para conseguir simular uma linha de montagem de um produto e aplicar os conceitos do Sistema Toyota de Produção com todas as variáveis de projeto definidas no *Game Canvas*, foram criados e testados diversos protótipos com diferentes tipos de materiais até chegar ao produto final.

A etapa de prototipagem na fase de testes do jogo foi limitada a uma aplicação num pequeno grupo de participantes que já tinham o conhecimento prévio dos conceitos do Sistema Toyota de Produção devido ao tempo disponível. Após a aplicação do jogo, um questionário de *feedback* foi entregue e preenchido pelos participantes tendo este sido fundamental para obter a percepção dos participantes acerca da dinâmica. A partir destas críticas, foram implementadas as modificações necessárias para melhorias na dinâmica do jogo visando uma melhor experiência

para os participantes. Contudo, estas modificações devem ser avaliadas em aplicações futuras do jogo.

Com isso, o produto final deste projeto foi o STP GAME o qual pode ser utilizado, de uma forma didática e prática, no ensino dos conceitos do Sistema Toyota de Produção. Os participantes do jogo podem ver *in loco* a aplicação dos conceitos abordados do sistema e o como cada um deles influencia diretamente no ambiente produtivo. Apesar de o jogo ter sido testado e elaborado para o ensino de estudantes, fica como sugestão a aplicação e teste no aprendizado de profissionais do setor produtivo.

Uma crítica que foi feita em relação ao jogo é que o cenário 3, que constitui uma indicação da solução ideal em termos de eficiência, na verdade não seguiu estritamente a proposta de arranjo físico celular como é proposta na literatura.

Para trabalhos futuros, deixamos a sugestão da abordagem de outros conceitos do Sistema Toyota de Produção, a elaboração de diferentes cenários de sistemas produtivos, a utilização do método *Design Thinking* para a elaboração de outros jogos, a utilização do *Games Canvas* em outros processos de criação de jogos, analisar e modificar o cenário 3 para que o conceito de layout em “U” ou arranjo físico celular e a divisão de tarefas sejam expostos de maneira mais fidedigna ao modelo fabril do STP e testar o “STP Game” em outras turmas, com mais grupos para aumentar a competitividade, inclusive em turmas de ensino médio, visando fomentar a curiosidade dos alunos pela engenharia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, R. S. et al. *Being a professional: Three lenses into design thinking, acting, and being*. Design Studies, v. 32, n. 6, p. 588-607, 2011.

ALTHOFF, T.; COLZANI, T.; SEIBEL, S. *A dinâmica da montadora de canetas-uma simulação baseada em jogos de empresas no ensino da engenharia de produção*. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), v. 29, 2009.

ANDERSON, R., KOLKO, J. *Exploring aspects of design thinking*. Interactions, p. 5, 2010.

_____. *On design thinking, business, the arts, STEM*. Interactions, v. 17, n. 2, p. 80, 2010.

ANTUNES JR, J. A. V. *Utilização de um jogo de produção como ferramenta de aprendizagem de conceitos de Engenharia de Produção: o jogo do barco*. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 2003. apud TEIXEIRA, M. S. *Compilação de jogos didáticos para ensino de gerenciamento da produção em construção civil – Uma abordagem dos conceitos lean*. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2009.

BELL, Steven. *Design Thinking for Better Libraries*. Information Outlook, v. 15, n. 6, p. 10-11, 2011.

BJÖGVINSSON, E.; EHN, P.; HILLGREN, P. *Design things and design thinking: contemporary participatory design challenges*. Design Issues, v. 28, n. 3, p. 101-116, 2012.

BLEIL DE SOUZA, C. *Contrasting paradigms of design thinking: The building thermal simulation tool user vs. the building designer*. Automation in construction, v. 22, p. 112-122, 2012.

BROWN, T. *Change by design*. HarperCollins e-books, 2014.

_____. *Design thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

BUDMAN, M. Dossiê: *Pensamento de Design*. HSM Management, v. 79, p. 68-76, 2010.

BURDICK, A.; WILLIS, H. *Digital learning, digital scholarship and design thinking*. Design Studies, v. 32, n. 6, p. 546-556, 2011.

CANNON, D. M.; GODWIN, J. H.; GOLDBERG, S. R. *Design Thinking and the Big Short*. Journal of Corporate Accounting & Finance, v. 22, p. 93-95, 2010.

CARMEL-GILFILEN, C. *Uncovering pathways of design thinking and learning: Inquiry on intellectual development and learning style preferences*. Journal of Interior Design, v. 37, n. 3, p. 47-66, 2012.

_____; PORTILLO, M. *Developmental trajectories in design thinking: an examination of criteria*. Design studies, v. 31, n. 1, p. 74-91, 2010.
CASSIM, F. *Hands on, hearts on, minds on: design thinking within an education context*. International Journal of Art & Design Education, v. 32, n. 2, p. 190-202, 2013.

CÓ, F. A.; CÓ, M. A.; MERIGUETI, B. O “heyjunka didático”: um jogo interdisciplinar que auxilia na elevação da aprendizagem sobre a produção enxuta. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, v. 28, p. 1-13, 2008. apud TEIXEIRA, M. S. *Compilação de jogos didáticos para ensino de gerenciamento da produção em construção civil – Uma abordagem dos conceitos lean*. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2009.

COLLINS, H. *Can Design Thinking Still Add Value?* Design Management Review, v. 24, n. 2, p. 35-39, 2013.

COSTA, A. C.; JUNGLES, A. E. O Mapeamento do Fluxo de Valor Aplicado a uma Fábrica de Montagem de Canetas Simulada. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 2006. apud TEIXEIRA, M. S. *Compilação de jogos didáticos para ensino de gerenciamento da produção em construção civil – Uma abordagem dos conceitos lean*. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2009.

DEPEXE, M. D. et al. *Aprendizado da técnica de programação da linha de balanço por meio de jogos didáticos*. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 2006. apud TEIXEIRA, M. S. *Compilação de jogos didáticos para ensino de gerenciamento da produção em construção civil – Uma abordagem dos conceitos lean*. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2009.

_____. *Apresentação de um jogo didático como ferramenta de apoio ao ensino da produção enxuta*. Revista Gestão Industrial, v. 2, n. 4, 2006.

DORST, K. *The core of ‘design thinking’ and its application*. Design Studies, v. 32, n. 6, p. 521-532, 2011.

DU, J.; JING, S; LIU, J. *Creating shared design thinking process for collaborative design*. Journal of Network and Computer Applications, v. 35, n. 1, p. 111-120, 2012.

EUCHNER, J. *Design thinking - an interview with Roger Martin*. Research-Technology Management, v. 55, n. 3, p. 10-14, 2012.

FRIEDLAND, B.; YAMAUCHI, Y. *Reflexive design thinking: putting more human in human-centered practices*. Interactions, v. 18, n. 2, p. 66-71, 2011.

FRIEDMAN, Y. *Applying design thinking to biotechnology*. Journal of Commercial Biotechnology, v. 17, n. 1, 2011.

GOLDSCHMIDT, G.; RODGERS, P. A. *The design thinking approaches of three different groups of designers based on self-reports*. Design Studies, v. 34, n. 4, p. 454-471, 2013.

GOW, P. *An Experience of "Yes": Independent Schools Begin to Explore and Exploit the Power of Design Thinking*. Independent School, v. 71, n. 3, p. n3, 2012.

INNS, T. *Theaters for Design Thinking*. Design Management Review, v. 24, n. 2, p. 40-47, 2013.

LAMMI, M.; BECKER, K. *Engineering design thinking*. Journal of Technology Education, v. 24, n.2, 2013.

LAZZAROTTO, T. C., et al. *Utilização de jogos didáticos no aprendizado dos conceitos do sistema Toyota de produção*. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 2011.

LEAVY, B. *Design thinking – a new mental model of value innovation*. Strategy & leadership, v. 38, n. 3, p. 5-14, 2010.

_____. *Roger Martin explores three big ideas: customer capitalism, integrative thinking and design thinking*. Strategy & Leadership, v. 39, n. 4, p. 19-26, 2011.

_____. *Collaborative innovation as the new imperative—Design thinking, value co-creation and the power of “pull”*. Strategy & Leadership, v. 40, n. 2, p. 25-34, 2012.

LIEDTKA, J. *Learning to use design thinking tools for successful innovation*. Strategy & Leadership, v. 39, n. 5, p. 13-19, 2011.

_____; OGILVIE, T. *Helping Business Managers Discover Their Appetite for Design Thinking*. Design Management Review, v. 23, n. 1, p. 6-13, 2012.

LINTERN, G. *Book Review: Designing for Growth: A Design Thinking Tool Kit for Managers*. Ergonomics in Design: The Quarterly of Human Factors Applications, p. 31-32, 2012.

LLOYD, P. *Embedded creativity: teaching design thinking via distance education*. International Journal of Technology and Design Education, v. 23, n. 3, p. 749-765, 2013.

LOCKWOOD, T. *Design thinking in business: An interview with Gianfranco Zaccai*. Design Management Review, v. 21, n. 3, p. 16-24, 2010.

LUGMAYR, A. et al. *Applying “Design Thinking” in the context of media management education*. Multimedia Tools and Applications, p. 1-39, 2013.

MARTIN, R. L. *The design of business: why design thinking is the next competitive advantage*. Harvard Business Press, 2009.

MARTIN, R. L. *Design thinking: achieving insights via the “knowledge funnel”*. Strategy & Leadership, v. 38, n. 2, p. 37-41, 2010.

MAYFIELD, M. et al. *Battling the Demons of Complexity: Design Thinking in a Business Context*. Design Management Review, v. 23, n. 2, p. 18-26, 2012.

MCCULLAGH, K. *Stepping Up: Beyond Design Thinking*. Design Management Review, v. 24, n. 2, p. 32-34, 2013.

MCMANUS, H. L. et al. *Teaching lean thinking principles through hands-on simulations*, Massachusetts, 2007. apud TEIXEIRA, M. S. *Compilação de jogos didáticos para ensino de gerenciamento da produção em construção civil – Uma abordagem dos conceitos lean*. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2009.

NEWMAN, D. *Reading, writing, rethinking*. Design thinking for Educators tool kit by IDEO, v. 65, n. 5, p. 44-45, 2011.

OZELKAN, E.; GALAMBOSI, A. *Lampshade Game for lean manufacturing*. Production Planning and Control, v. 20, n. 5, p. 385-402, 2009. apud TEIXEIRA, M. S. *Compilação de jogos didáticos para ensino de gerenciamento da produção em construção civil – Uma abordagem dos conceitos lean*. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2009.

PINHO, A.; LEAL, F.; ALMEIDA, D. *Utilização de bloquinhos de montagem LEGO® para o ensino dos conceitos do Sistema Toyota de Produção*. Revista Produção Online, v. 5, n. 4, 2009.

POULSEN, S. B.; THØGERSEN, U. *Embodied design thinking: a phenomenological perspective*. CoDesign, v. 7, n. 1, p. 29-44, 2011.

PRADHAN, S. *The Relevance of Design Thinking in Retail: An Indian Perspective*. Design Management Review, v. 23, n. 3, p. 50-59, 2012.

RAZZOUK, R.; SHUTE, V. *What is design thinking and why is it important?* Review of Educational Research, p. 330-348, 2012.

RENO, G. W. S. et al. *Jogo de negócio simulador dos efeitos positivos da aplicação das ferramentas lean para funcionários operacionais e lideranças do chão de fábrica*. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 2011.
RODGERS, P. A. *Articulating design thinking*. Design Studies, n. 34, p. 433-437, 2013.

ROMANEL, F. B.; FREITAS, M. C. D. *Jogo “Desafiando a Produção”: ensinando a construção enxuta na construção civil*. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas-ISSN 1984-2430, n. 3, p. 11, 2012.

ROMME, A. G. L. *Action research, emancipation and design thinking*. Journal of Community & Applied Social Psychology, v. 14, n. 6, p. 495-499, 2004.4

SAFFARO, F. A. et al. *Discussão de princípios da lean production através de um jogo didático*. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA

CONSTRUÇÃO, III, 2003. apud TEIXEIRA, M. S. *Compilação de jogos didáticos para ensino de gerenciamento da produção em construção civil – Uma abordagem dos conceitos lean*. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2009.

SANTOVEC, M. L. *Design Thinking: A Tool to Solve Challenging Problems*. Women in Higher Education, v. 21, n. 11, p. 7-7, 2012.

SATO, S. et al. *Design thinking to make organization change and development more responsive*. Design Management Review, v. 21, n. 2, p. 44-52, 2010.

SEIDEL, V. P.; FIXSON, S. K. *Adopting Design Thinking in Novice Multidisciplinary Teams: The Application and Limits of Design Methods and Reflexive Practices*. Journal of Product Innovation Management, v. 30, n. S1, p. 19-33, 2013.

SHINGO, S. *O Sistema Toyota de Producao Do Ponto de vista da Engenharia de Produção*. Bookman, 1996.

SILVEIRA, R., HEINECK, L. *Jogo do andaime: discussões sobre o tempo de setup*. V SIBRAGEC - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 2007. apud TEIXEIRA, M. S. *Compilação de jogos didáticos para ensino de gerenciamento da produção em construção civil – Uma abordagem dos conceitos lean*. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2009.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. *Administração da produção*. Atlas, 2009.

SOBEL, L.; GROEGER, L. *The Future of Design Thinking in Australia: Barriers and Opportunities*. Design Management Review, v. 24, n. 2, p. 26-31, 2013.

STEINBECK, R. *Building creative competence in globally distributed courses through design thinking*. Revista Comunicar, v. 19, n. 37, p. 27-34, 2011.

STERMAN, J. D. *Teaching Takes Off*. OR/MS Today, v. 35, n. 3, p. 40-44, 1992. apud TEIXEIRA, M. S. *Compilação de jogos didáticos para ensino de gerenciamento da produção em construção civil – Uma abordagem dos conceitos lean*. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2009.

STEWART, S. C. *Interpreting Design Thinking*. Design Studies, v. 32, n. 6, p. 515-520, 2011.

SZABO, M. *Design Thinking in Legal Practice Management*. Design Management Review, v. 21, n. 3, p. 44-46, 2010.

TAN, C.; WONG, Y. *Promoting spiritual ideals through design thinking in public schools*. International Journal of Children's Spirituality, v. 17, n. 1, p. 25-37, 2012.

TAURA, T. et al. *Constructive simulation of creative concept generation process in design: a research method for difficult-to-observe design-thinking processes*. Journal of Engineering Design, v. 23, n. 4, p. 297-321, 2012.

TEAL, R. *Developing a (Non-linear) Practice of Design Thinking*. International Journal of Art & Design Education, v. 29, n. 3, p. 294-302, 2010.

TEIXEIRA, M. S. *Compilação de jogos didáticos para ensino de gerenciamento da produção em construção civil – Uma abordagem dos conceitos lean*. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2009.

THORNTON, P. *Design thinking in stereo*. Interactions, n. 17, p. 12-15, 2010.

TOMMELEIN, I. D.; RILEY, D. R.; HOWELL, G. A. *Parade game: Impact of work flow variability on trade performance*. Journal of construction engineering and management, v. 125, n. 5, p. 304-310, 1999. apud TEIXEIRA, M. S. *Compilação de jogos didáticos para ensino de gerenciamento da produção em construção civil – Uma abordagem dos conceitos lean*. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2009.

TONKINWISE, C. *A taste for practices: Unrepressing style in design thinking*. Design Studies, v. 32, n. 6, p. 533-545, 2011.

VENKATESH, A. et al. *Design orientation a grounded theory analysis of design thinking and action*. Marketing Theory, v. 12, n. 3, p. 289-309, 2012.

VETTERLI, C. et al. *From Palaces to Yurts: Why Requirements Engineering Needs Design Thinking*. Internet Computing, IEEE, v. 17, n. 2, p. 91-94, 2013.

WALTON, T. *Insights on Business and Design Thinking*. Design Management Review, v. 21, n. 3, p. 3-3, 2010.

WANG, S.; WANG, H. *Teaching Design Thinking Through Case Analysis: Joint Analytical Process*. Decision Sciences Journal of Innovative Education, v. 9, n. 1, p. 113-118, 2011.

WELLS, A. *The importance of design thinking for technological literacy: a phenomenological perspective*. International Journal of Technology and Design Education, v. 23, n. 3, p. 623-636, 2013.

WELSH, M. A.; DEHLER, G. E. *Combining critical reflection and design thinking to develop integrative learners*. Journal of Management Education, v. 37, n. 6, p. 771-802, 2013.

YIXIONG, F. et al. *Assembly model and design thinking: a study of assembly scheme based on gene model*. Assembly Automation, v. 33, n. 3, p. 272-281, 2013.

APÊNDICE A – Lista dos artigos coletados na base CAPES

Artigo	Título	Autor	Ano
01	<i>A taste for practices: Unrepressing style in Design Thinking</i>	TONKINWISE, C.	2011
02	<i>Action Research, Emancipation and Design Thinking</i>	ROMME, A. G. L.	2004
03	<i>Adopting Design Thinking in Novice Multidisciplinary Teams: The Application and Limits of Design Methods and Reflexive Practices*</i>	SEIDEL, V.; FIXSON, S.	2012
04	<i>An Experience of Yes - independent schools begin to explore and exploit the power of Design Thinking</i>	GOW, P.	2012
05	<i>Applying "Design Thinking" in the context of media management education</i>	ARTUR LUGMAYR, B. S.	2013
06	<i>Applying Design Thinking to biotechnology</i>	FRIEDMAN, Y.	2011
07	<i>Articulating Design Thinking</i>	RODGERS, P. A.	2013
08	<i>Assembly model and Design Thinking: a study of assembly scheme based on gene model</i>	YIXIONG, F. et al.	2013
09	<i>Battling the Demons of Complexity: Design Thinking in a Business Context</i>	MAYFIELD, M. et al.	2012
10	<i>Being a professional: There lenses into Design Thinking, acting, and being</i>	ADAMS, R. S. et al.	2011
11	<i>Book Review: Designing for Growth: A Design Thinking Tool Kit for Managers</i>	LINTERN, G.	2012
12	<i>Building Creative Competence in Globally Distributed Courses through Design Thinking</i>	STEINBECK, R.	2004
13	<i>Can Design Thinking still add value?</i>	COLLINS, H.	2013
14	<i>Collaborative innovation as the new imperative - Design Thinking, value co-creation and the power of "pull"</i>	LEAVY, B.	2012

15	<i>Combining Critical Reflection and Design Thinking to Develop Integrative Learners</i>	WELSH, M. A.; DEHLER, G. E.	2012
16	<i>Constructive simulation of creative concept generation process in design: a research method for difficult-to-observe design-thinking processes</i>	TAURA, T. et al.	2012
17	<i>Contrasting paradigms of Design Thinking: The building thermal simulation tool user vs. the building designer</i>	DE SOUZA, C. B.	2012
18	<i>Creating share Design Thinking process for collaborative design</i>	DU, J.; JING, S.; LIU, J.	2012
19	<i>Design orientation: a grounded theory analysis of Design Thinking and action</i>	VENKATESH, A. et al.	2012
20	<i>Design things and Design Thinking: Contemporary Participatory Design Challenges</i>	BJÖGVINSSON, E.; EHN, P.; HILLGREN, P.-A.	2012
21	<i>Design Thinking - a new mental model of value innovation</i>	LEAVY, B.	2010
22	<i>Design Thinking - A Tool to Solve Challenging Problems</i>	MATUSOW- AYERS, H.; JOHNSON, D.	2012
23	<i>Design Thinking - An Interview with Roger Martin</i>	MARTIN, R.; EUCHNER, J.	2012
24	<i>Design Thinking - achieving insights via the "knowledge funnel"</i>	MARTIN, R.	2010
25	<i>Design Thinking: Past, Present and Possible Futures</i>	JOHANSSON- SKÖLDBERG, U. et al.	2013
26	<i>Design Thinking and the Big Short</i>	CANNON, D. M. et al.	2010
27	<i>Design Thinking for better libraries</i>	BELL, S.	2011

28	<i>Design Thinking in Business: An Interview with Gianfranco Zaccai</i>	LOCKWOOD, T.	2010
29	<i>Design Thinking in Legal Practice Management</i>	SZABO, M.	2010
30	<i>Design Thinking in Stereo: Brown and Martin</i>	THORNTON, P.	2010
31	<i>Design Thinking to Make Organization Change and Development More Responsive</i>	SATO, S. et al.	2010
32	<i>Developing a (Non-linear) Practice of Design Thinking</i>	TEAL, R.	2010
33	<i>Developmental trajectories in Design Thinking: an examination of criteria</i>	CARMEL-GILFILEN, C.; PORTILLO, M.	2010
34	<i>Digital learning, digital scholarship and Design Thinking</i>	BURDICK, A.; WILLS, H.	2011
35	<i>Dossiê: Pensamento de design</i>	BUDMAN, M.	2010
36	<i>Embedded creativity: teaching Design Thinking via distance education</i>	LLOYD, P.	2012
37	<i>Embodied Design Thinking: a phenomenological perspective</i>	POULSEN, S. B.; THOGERSEN, U.	2011
38	<i>Engineering Design Thinking</i>	MATTHEW, L.; BECKER, K.	2013
39	<i>From Palaces to Yurts - Why Requirements Engineering Needs Design Thinking</i>	VETTERLI, C. et al.	2013
40	<i>Hands on, Hearts on, Minds on: Design Thinking within an Education Context</i>	CASSIM, F.	2013
41	<i>Helping Business Managers Discover Their Appetite for Design Thinking</i>	LIEDTKA, J.; OGILVIE, T.	2012
42	<i>Insights on Business and Design Thinking</i>	WALTON, T	2010
43	<i>Interpreting Design Thinking</i>	STEWART, S. C.	2011
44	<i>Interactions - Exploring Aspects of Design Thinking</i>	ANDERSON, R.; KOLKO, J.	2010

45	<i>Learning to use Design Thinking tools for successful innovation</i>	LIEDTKA, J.	2011
46	<i>On Design Thinking, Business, the Arts, STEM...</i>	KOLKO, J.; ANDERSON, R.	2010
47	<i>Promoting spiritual ideals through Design Thinking in public schools</i>	TAN, C.; WONG, Y.-L.	2012
48	<i>Reading, writing, rethinking</i>	NEWMAN, D.	2011
49	<i>Reflexive Design Thinking: Putting More Human in Human-Centered Practices</i>	FRIEDLAND, B.; YAMAUCHI, Y.	2011
50	<i>Roger Martin explores three big ideas: customer capitalism, integrative thinking and Design Thinking</i>	LEAVY, B.	2011
51	<i>Stepping up - Beyond Design Thinking</i>	MCCULLAGH, K.	2013
52	<i>Teaching Design Thinking Through Case Analysis: Joint Analytical Process</i>	WANG, S.; WANG, H.	2011
53	<i>The core of 'Design Thinking' and its application</i>	DORST, K.	2011
54	<i>The Design Thinking approaches of three different group of designers based on self-reports</i>	GOLDSCHMIDT, G.; RODGERS, P. A.	2013
55	<i>The future of Design Thinking in Australia - Barriers and Opportunities</i>	SOBEL, L.; GROEGER, L.	2013
56	<i>The importance of Design Thinking for technological literacy: a phenomenological perspective</i>	WELLS, A.	2013
57	<i>The relevance of Design Thinking in Retail: An Indian Perspective</i>	PRADHAN, S.	2012
58	<i>Theaters for Design Thinking</i>	INNS, T.	2013
59	<i>Uncovering Pathways of Design Thinking and Learning: Inquiry on Intellectual Development and Learning Style Preferences</i>	CARMEL- GILFILEN, C.	2012
60	<i>What is Design Thinking and Why Is It Important?</i>	RAZZOUK, R.; SHUTE, V.	2012

APÊNDICE B – Guia para o 1º cenário (1ª Aplicação)

STP GAME – Cenário 1

Bem vindos ao STP Game!

Este jogo se trata de uma fábrica antiga onde seu processo de produção é antiquado e cheio de problemas. Devido a isso, seu principal cliente está pensando em desfazer o contrato com a empresa. Preocupado com esta situação, o presidente requisitará sugestões de melhorias para o próximo mês. **Fiquem atentos!**

O produto que a fábrica produz é o calço de motor e o mesmo possui as seguintes peças para montagem:

- 2 placas de fenolite;
- 4 parafusos;
- 4 separadores;
- 8 porcas e;
- 4 arruelas.

Abaixo segue o antes e depois

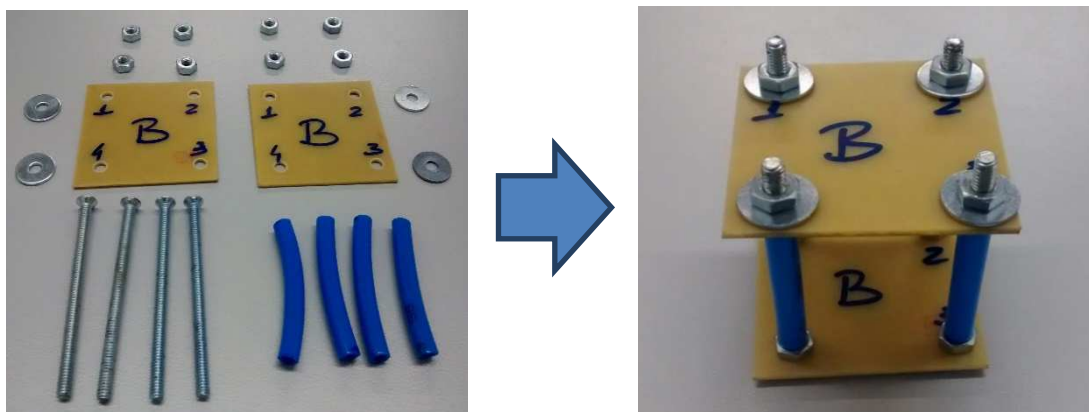


Figura 1 - Peça a ser produzida

Para iniciar a produção, vocês vão ter que se dividir em 6 postos de trabalho diferentes, com as seguintes responsabilidades e dispostos no seguinte *layout* abaixo:



Figura 2 - Layout produtivo do Cenário 1

Operador 1	O operador 1, que se encontra no posto 1, deverá ir ao estoquista, solicitar as peças para a montagem de dois produtos, sendo a primeira placa, os quatro parafusos e quatro porcas, para cada montagem, voltar ao posto de trabalho, acoplar os parafusos na placa e rosquear as porcas. Após isso, entregar as montagens ao operador 2.
Operador 2	O operador 2, que se encontra no posto 2, ao receber as montagens, deverá ir ao estoquista, solicitar os 4 espaçadores para cada montagem, voltar a seu posto e encaixá-los nas montagens. Após isso, entregar a montagem ao operador 3.
Operador 3	O operador 3, que se encontra no posto 3, ao receber as montagens, deverá ir ao estoquista, solicitar a segunda placa e as 4 arruelas para cada montagem, voltar a seu posto e montar as partes. Após isso, entregar a montagem ao operador 4.
Operador 4	O operador 4, que se encontra no posto 4, ao receber as montagens, deverá ir ao estoquista, solicitar as 4 porcas, voltar ao posto e atarraxá-las na montagem. Após, entregar a montagem final ao operador 5.
Operador 5	O operador 5, que se encontra no posto 5, denominado de inspetor, deverá verificar se o produto final está montado corretamente, as porcas

	bem atarraxadas e os espaçadores bem posicionados. Caso a peça esteja boa, escrever um “OK” com uma caneta e prosseguir para a venda. Caso contrário, deverá desmontá-la e retornar as peças para o estoquista.
Estoquista	Deverá fornecer o material requerido por cada posto de trabalho

Devido aos processos da fábrica, algumas regras devem ser seguidas:

- O estoquista só poderá manusear o estoque quando for solicitado por um dos operadores e somente na quantidade solicitada, sendo que somente ele poderá manuseá-lo;
- O estoquista só pode atender um posto de cada vez;
- O lote de transferência será de duas unidades por posto, ou seja, somente poderá passar as montagens para o próximo posto quando tiver duas unidades prontas;
- Cada operador deverá levar as peças para o posto seguinte, coletar as peças necessárias com o estoquista e retornar ao seu posto de trabalho;
- Cada operador só deverá buscar as peças necessárias para suas operações quando a peça do posto anterior estiver no seu local de trabalho (setup interno e não simultâneo), sendo isso para todos os postos;
- Cada operador só poderá fazer a sua própria função;
- O layout definido não poderá ser modificado;
- O pedido só será dado como entregue e o cronometro só será parado quando todas as peças estiverem com o “OK” dado pelo inspetor. Assim que todas as peças estiverem inspecionadas, este deverá levantar a mão para sinalizar aos moderadores.

O jogo começa agora e o período de produção é de 10 minutos. O pedido inicial a ser produzido é de 5 peças, porém o mesmo pode modificar durante esse período.

Mãos à obra e boa sorte!

APÊNDICE C - Guia para o 2º cenário (1ª Aplicação)

STP GAME – Cenário 2

A fim de obter o melhor desempenho dos seus funcionários, o presidente da empresa decidiu contratar uma consultoria para expor os conceitos e ideias do sistema Toyota de Produção, com o objetivo de obter as melhores ideias para melhorar o processo.

Após a indicação das melhores práticas pela consultoria e disponibilização do material com os principais conceitos do Sistema Toyota de Produção, que pode ser consultado a qualquer momento, o presidente solicitou que seus funcionários se organizassem de acordo com o que foi aprendido, focando principalmente na questão dos **SETE DESPERDÍCIOS DA PRODUÇÃO**. Dessa forma, vocês têm 10 minutos para se organizarem da melhor forma, tanto em relação ao layout, como em relação ao processo em si e mais 5 minutos para preencher um formulário que será entregue a vocês para que possam anotar as principais mudanças efetivadas.

Após o período de produção, indicar se as mudanças efetuadas deram certo e quais os problemas que vocês enfrentaram.

O pedido inicial para esse período de produção é de 8 peças e poderá ser modificado ao longo do período.

Ao final da rodada, serão coletados os resultados para comparação e a equipe vencedora será a que tiver os melhores resultados nos seguintes parâmetros:

- Stock out – Todas as peças solicitadas foram entregues;
- Estoque em processo – Não haver peças em processo nas mesas dos operadores;
- Estoque de produtos acabados – Não haver superprodução de peças;
- Peças defeituosas – não haver peças com defeito;
- Lead-time – tempo para entrega das peças.

Mãos à obra e boa sorte!

PRINCIPAIS CONCEITOS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

- Filosofia de sistema que visa a eliminação total das perdas, isto é, tornar o sistema 100% eficiente em toda a sua utilização, buscando sempre a melhoria contínua.
- Todas as decisões em relação à produção devem ser baseadas numa visão de longo prazo, em detrimento de metas de ganho financeiro a curto prazo.
- Separação do operador da máquina, automatizando ao máximo a linha, criando operadores multifuncionais, que podem operar mais de uma máquina.
- Geração de líderes dentro da empresa que possam adquirir e repassar o conhecimento, além de buscar a fundo a solução dos problemas, verificando o mesmo através da vivência.
- *Just-in-time* - estratégia para atingir a produção sem estoque (ou estoque zero), de forma que o processo receba os itens necessários, nas quantidades necessárias e nos momentos necessários, sem geração de estoques.
- Produção contrapedido – Atender somente a uma demanda já solicitada. Como é complicada a exatidão de quando o pedido será feito, deve-se investir em pesquisas de mercado para que se tenha previsões mensais de produção, porém com a produção diária de acordo com os pedidos feitos, balizando a produção ao longo do tempo. Além disso, usa-se o método do supermercado, onde se planeja a produção de forma que o que foi comprado hoje será demandado amanhã, evitando a geração de estoques e atendendo aos pedidos reais dos consumidores.
- *Kanban* – Sistema de controle de estoques e sincronização de fluxos através de cartões que ajuda a chegar ao just-in-time, podendo servir como instruções de transportes e produção, bem como controle visual das necessidades de cada posto de trabalho.
- *Poka-yoke* - Métodos de detecção de defeitos ou erros utilizados na Toyota onde os mesmos possibilitam a inspeção 100% através do controle físico ou mecânico, alinhado a filosofia de que em caso de erro a linha deve ser parada até que o problema seja corrigido (método de controle) para garantir que não seja necessário parar a linha novamente, ou gerar um aviso ao trabalhador do posto (método de advertência), porém, neste caso, o processo pode ser continuado, podendo gerar novos defeitos.

- *Takt time* – Dito como o ritmo da produção, é o tempo disponível que o sistema tem para que se produza uma determinada demanda solicitada pelo cliente. Este tempo determina o ritmo que a produção terá para produzir as peças solicitadas e como cada tarefa deverá ser feita para atingir este ritmo. Caso o ritmo seja atendido, a demanda sempre será atendida e não haverá formação de estoques.

- Sete desperdícios - Os desperdícios são definidos como quaisquer atividades que não contribuem para as operações. Com isso, existe uma lista com sete tipos de desperdícios que devem ser minimizados que são os seguintes:

- ✓ *Desperdício por superprodução* - Podem ser classificadas como perdas quantitativas, onde se faz mais produtos que o necessário, gerando quantidades de estoque desnecessários, e perdas antecipadas, onde se faz o produto antes que ele seja necessário, gerando esperas desnecessárias. Para mitigar este tipo de perda, deve-se adotar o conceito de *just-in-time*, ou seja, abastecer o processo com os itens necessários no momento e quantidade necessários, com o intuito de não se gerar estoques.

- ✓ *Desperdício por espera* - Espera é o tempo que se leva desde o fim de uma operação até o início da próxima e este deve ser o mínimo possível. Pode ser causada pelos grandes tempos de setup das máquinas ou pela não-sincronização do fluxo das peças devido a desbalanceamento de carga nas operações ou pelos lotes grandes. Para solucionar este desperdício, o uso do sistema de Troca Rápida de Ferramentas ajuda a diminuir os tempos de setup e o balanceamento da carga e a utilização de lotes unitários ajudam a sincronizar o fluxo entre os processos.

- ✓ *Desperdício por transporte* - Tempo que se leva transportando um o produto processado até a próxima operação. Por não apresentar nenhum valor agregado ao produto, é considerado como perda, podendo ser causado por distâncias grandes entre uma operação e outra. A solução para a redução destes tempos com transporte é a utilização de empilhadeiras para o transporte das peças, a ou uma mudança de layout para um layout ótimo, onde não se necessite realizar o transporte.

- ✓ *Desperdício por processamento* - Perdas com processamento estão ligadas a processos que não agregam valor ao produto em si, como movimentos desnecessários, acessórios inúteis, dentre outros. Utilizando de técnicas de análise de valor, é possível reduzir ou retirar esses processos inúteis ou modificar o método, ganhando em eficiência e tempo.

✓ Desperdício por estoque - O fato de se ter prazos de entrega muito maiores que os ciclos de produção pode fazer com que os produtos sejam feitos muito antes do solicitado, gerando assim estoques de produto acabado, ocupando espaços e tempo de produção que poderiam ser utilizados na fabricação de outro pedido com tempo de entrega menor. Isso também ocorre com a adoção de produção empurrada, quando se deixa a máquina produzindo apenas para manter as máquinas em operação. Esses estoques gerados podem ser evitados adotando apenas a produção contrapedido. Devido a mesma não poder ter prazos de entrega muito longos, é necessário que se reduza ao máximo os ciclos de produção, balanceando as linhas e sincronizando o fluxo de peças, além da adoção de lotes pequenos de produção.

✓ Desperdício nos movimentos - Um posto de trabalho não padronizado pode fazer com que o operador perca tempo em movimentos que não agregam valor ao produto. A não padronização faz com que diferentes postos que exerçam a mesma tarefa possuam diferentes tempos de produção, o que dificulta o balanceamento de carga da linha. Para reduzir os desperdícios com movimentos, é necessário um estudo ergonômico para o projeto de cada posto individualmente. O STP busca soluções de baixa tecnologia, simples e de baixo custo em vez de realizar grandes investimentos com automação industrial.

✓ Desperdício na elaboração de produtos defeituosos - Ao longo dos processos, pode-se haver defeitos devido à falta de manutenção das máquinas, configuração errada ou manuseamento equivocado do operador, fazendo com que o produto final esteja fora da especificação desejada, havendo que ser reprocessado ou até mesmo descartado. Para se evitar isso, deve-se implementar inspeção em 100% do processo, como a auto inspeção por parte do operador, chamada de manutenção produtiva, ou então através de dispositivos de inspeção automáticos chamados de Poka /yoke.

APÊNDICE D - Guia para o 3º cenário (1ª Aplicação)**STP GAME – Cenário 3**

Após muitos estudos na fábrica, um grupo de consultores decidiu implementar um novo cenário com base nos conceitos do Sistema Toyota de Produção previamente estudados.

E foram realizadas as seguintes modificações:

Layout em U, com os postos de trabalho próximos uns aos outros com o mínimo de transporte possível e com o estoquista no centro dos postos para que a movimentação seja uniforme e equidistante.

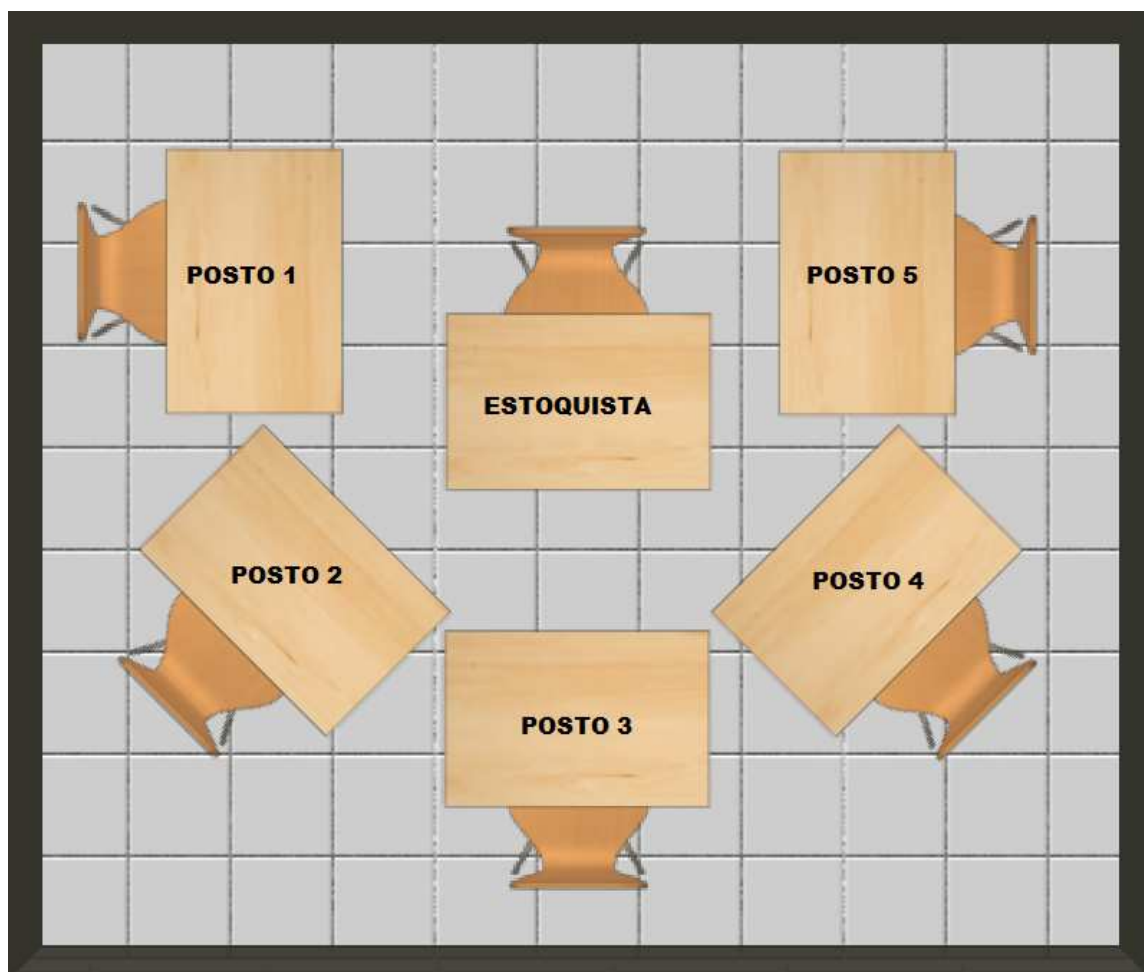


Figura 1 – Layout Produtivo do Cenário 03

Produzir somente o necessário, somente o que vai ser vendido, baseado na confirmação da demanda durante o decorrer da dinâmica.

A inspeção será dada a todo momento para que não haja desperdício com retrabalho.

Foi realizada uma reengenharia do produto e partes que não agregavam valor ao mesmo foram retiradas. Conforme a figura a seguir:

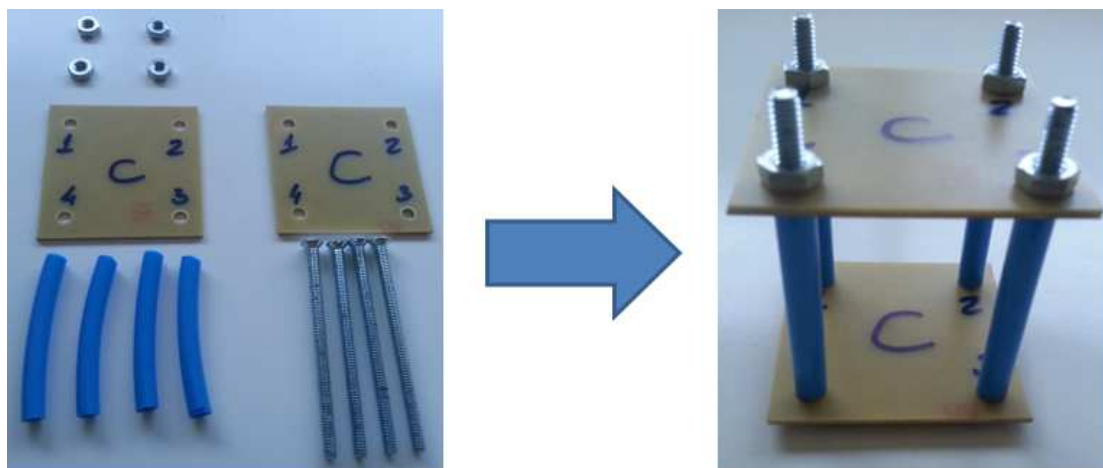


Figura 2 – Novo produto

Os kits serão separados em caixas pelo estoquista para que quando solicitado, entregue ao operador e não perca tempo separando as peças.



Figura 3 – Caixa para transporte dos kits

Lote unitário de transferência para evitar formação de filas de estoque em processo e reduzir tempo de espera.

Algumas regras foram definidas para este cenário e que devem ser seguidas:

- O estoquista poderá manusear o estoque a qualquer momento;
- O estoquista poderá separar as peças em kits antes do início da dinâmica;
- Somente o estoquista poderá manusear o estoque;
- O estoquista só pode atender um posto de cada vez;
- O lote de transferência será de uma unidade;
- Cada operador só poderá fazer a sua própria função;
- O layout definido não poderá ser modificado;

O pedido inicial para esse período de produção é de 10 peças e poderá ser modificado ao longo do período.

Os produtos só sairão para a expedição no último instante para que não haja entrega antes do prazo pedido pelo cliente.

Ao final da rodada, serão coletados os resultados para comparação e a equipe vencedora será a que tiver os melhores resultados nos seguintes parâmetros:

- Stock out – Todas as peças solicitadas foram entregues;
- Estoque em processo – Não haver peças em processo nas mesas dos operadores;
- Estoque de produtos acabados – Não haver superprodução de peças;
- Peças defeituosas – não haver peças com defeito;
- Lead-time – tempo para entrega das peças.

Mãos à obra e boa sorte!

Apêndice E – Formulário de Feedback (1ª Aplicação)

STP GAME - Feedback

Nome: _____ Idade: _____

Curso: _____ Período: _____

1 – Já cursou a disciplina de Planejamento e Controle da Produção 2?

☐ Sim ☐ Não

2 – O que você achou da dinâmica do jogo?

☐ Muito Interessante ☐ Interessante ☐ Indiferente ☐ Chato ☐ Entediante

3 – O que você melhoraria na dinâmica do jogo? _____

4 – Você acha que os conceitos sobre o sistema Toyota de Produção foram bem transmitidos?

☐ Sim ☐ Não Por que? _____

5 – Quais os conceitos foram melhor abrangidos na dinâmica do jogo?

☐ Kanban ☐ Kaizen ☐ JIT ☐ 7 Desperdícios ☐ Poka-Yoke ☐ Takt-time

☐ Inspeção 100% ☐ Outros? _____

6 – Como você acha que os conceitos poderiam ser melhor abordados?

7 – Sugestões? _____

Muito Obrigado!