



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**NATALÍ CLÉCIA SANTOS DE FIGUEIRÊDO**

**PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO:  
FERRAMENTA PARA SIMULAÇÃO E ESTUDO DE *LAYOUT***

**SUMÉ – PB**

**2018**

**NATALÍ CLÉCIA SANTOS DE FIGUEIRÊDO**

**PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO:  
FERRAMENTA PARA SIMULAÇÃO E ESTUDO DE *LAYOUT***

**Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia de Produção do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Produção.**

**Orientador: Professor Dr. Daniel Augusto de Moura Pereira.**

**SUMÉ – PB**

**2018**

F475p Figueirêdo, Natalí Clécia Santos de.  
Projeto e desenvolvimento de um produto: ferramentas para  
simulação e estudo de *layout*. / Natalí Clécia Santos de Figueirêdo. -  
Sumé - PB: [s.n], 2018.

57 f.

Orientador: Professor Dr. Daniel Augusto de Moura Pereira.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro  
de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia  
de Produção.

1. Desenvolvimento de produto. 2. Layout – estudo e simulação.  
3. Planejamento de produto. 4. Educação e Engenharia de Produção  
I. Título.

CDU: 658.512.2(043.1)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa  
Bibliotecário-Documentalista  
CRB-15/626

**NATALÍ CLÉCIA SANTOS DE FIGUEIRÊDO**

**PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO:  
FERRAMENTA PARA SIMULAÇÃO E ESTUDO DE *LAYOUT***

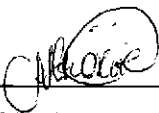
Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia de Produção do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

**BANCA EXAMINADORA**



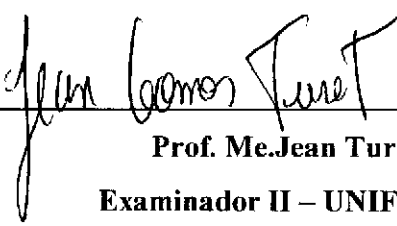
---

**Prof. Dr. Daniel Augusto de Moura Pereira**  
Orientador – UAEP/CDSA/UFCG



---

**Profa. Me. Morgana Giorgia**  
Examinador I – UNIFAVIP



---

**Prof. Me. Jean Turet**  
Examinador II – UNIFAVIP

**SUMÉ – PB**

**2018**

*Dedico este trabalho aos meus pais que nunca  
mediram esforços para realizar meus sonhos.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me conceder a graça de estar concluindo essa etapa tão importante, e que sempre me deu força diante das dificuldades.

Aos meus pais Eliana e Césa, as pessoas que mais amo na minha vida, que nunca mediram esforços para a realização desse sonho, vocês que me dão força todos os dias através do exemplo de determinação e dedicação a mim e minhas irmãs. De todos os amores que podemos receber ao longo de nossa vida, o amor de vocês sempre será o mais especial, obrigada por acreditarem em mim e cumprirem tão bem o papel de Mãe e Pai, vocês me Orgulham.

As minhas irmãs que sempre se fizeram presente diante das dificuldades, obrigada pelo apoio e compreensão. Vocês são luz na minha vida.

Ao meu namorado Rafael, que todos os dias me motiva na busca da realização dos meus sonhos. Obrigada pelo amor, companheirismo, paciência e por sempre acreditar em mim.

A toda minha família, em especial as minhas tias Edilânia e Cicera Argemira, que sempre estiveram presentes. O apoio de vocês foi fundamental para a realização dessa conquista.

Às minhas amigas, Adriana, Camila, Magna e Phamella que sempre estão ao meu lado nos momentos bons e difíceis, vocês me fazem acreditar no valor da amizade, cumprindo além do papel de amigas, minhas irmãs.

Aos meus colegas da vida acadêmica, em especial as amigas Jéssyca, Maria do Livramento, Raíssa e Talena que estiveram comigo durante toda a caminhada e pela contribuição ao trabalho. O companheirismo de vocês foi extremamente importante para minha chegada até aqui.

Ao professor e orientador Daniel Moura, que se fez presente não apenas como orientador, como também em toda a graduação, obrigada pela disponibilidade e por compartilhar seu amplo conhecimento comigo. Sua orientação foi essencial para o desenvolvimento desse trabalho.

Ao professor, coordenador e amigo Daniel Farias, obrigada pelos ensinamentos e amizade durante esse período.

A todos vocês, meu muito obrigada!

## RESUMO

O desenvolvimento de produtos e a elaboração de jogos corporativos são tendências atualmente e passaram a ser adotados como forma de novas metodologias no âmbito educacional, pois com a grande exigência do mercado ao longo dos últimos séculos, se faz necessário que cada vez mais os profissionais tenham conhecimento além da teoria, dominando sua aplicação. Esse novo sistema adotado, oportuniza exatamente essa analogia da teoria com a prática. Em se tratando de Educação em Engenharia de Produção, adotar essa metodologia possibilitou o desenvolvimento de um Simulador de *Layout* como forma de trazer contribuições para a Educação em Engenharia de Produção através de uma nova ferramenta de apoio para o aprendizado dos estudantes acerca das teorias e conceitos que envolve *layout*, fluxos e diagrama de espaguete. O Simulador de *layout* é uma ferramenta que possibilita aos estudantes do curso de Engenharia de Produção, a vivência de aulas práticas em escala de protótipo e laboratório. O jogo permite a demonstração dos tipos de *layout*, estudo dos fluxos através do diagrama de espaguete, proporcionando, portanto, uma melhor absorção e visualização prática dos conteúdos. A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho é de natureza básica, cuja abordagem da pesquisa se classifica como qualitativa. Para atingir o objetivo geral foi utilizada a pesquisa exploratória com a aplicação de questionário e, por fim, os procedimentos técnicos adotados foram: pesquisa bibliográfica, pesquisa de campo e estudo de caso. Como resultado, pode afirmar que o desenvolvimento do novo produto é considerado de grande utilidade e contribuição para a Educação em Engenharia de Produção.

**Palavras-chave:** Educação em Engenharia de Produção. Desenvolvimento de Produto. Simulador de *layout*.

## ABSTRACT

The development of products and the elaboration of corporate games are currently trends and have begun to be adopted as a form of new methodologies in the educational sphere, because with the great demand of the market over the last centuries, it's necessary that more and more professionals have knowledge beyond the theory, dominating its application. This new adopted system, brings this analogy of theory to practice. In the case of education in Production Engineering, adopting this methodology enabled the development of a new tool that brought many contributions to the students. The *layout* simulator is a tool that enables students of Production Engineering course, the experience of practical classes in prototype scale and laboratory. The game allows the demonstration of the types of *layout*, study of the flows through the spaghetti diagram, thus providing a better absorption and practical visualization of the contents. The methodology used for the development of this work is of a basic nature, whose research approach classifies as qualitative. In order to achieve the general objective, the exploratory research was used with the application of a questionnaire and, finally, the technical procedures adopted, were: bibliographic research, field research and case study. As a result, it can be affirmed that the development of the new product is considered of great usefulness and contribution to the education in Production Engineering.

**Keywords:** Production Engineering Education. Product Development. *Layout* Simulator.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Estrutura de um <i>layout</i> posicional .....	19
<b>Figura 2</b> - <i>Layout</i> por produto .....	20
<b>Figura 3</b> – <i>Layout</i> por processo .....	22
<b>Figura 4</b> – <i>Layout</i> celular .....	23
<b>Figura 5</b> - <i>Layout</i> misto .....	24
<b>Figura 6</b> – Tipos de <i>layout</i> por volume x variedade .....	25
<b>Figura 7</b> – Exemplo de diagrama de espaguete .....	27
<b>Figura 10</b> – Desenho do tabuleiro com cotas .....	37
<b>Figura 11</b> – Desenho do cilindro e cubo com cotas.....	38
<b>Figura 12</b> – Foto do tabuleiro .....	38
<b>Figura 13</b> – Foto das peças e ligas .....	39
<b>Figura 14</b> – Legenda do Simulador de <i>Layout</i> .....	40
<b>Figura 15</b> – <i>Layout</i> Posicional.....	41
<b>Figura 16</b> – <i>Layout</i> por Produto.....	42
<b>Figura 17</b> – <i>Layout</i> por Processo .....	43
<b>Figura 18</b> – <i>Layout</i> Celular.....	44
<b>Figura 19</b> – <i>Layout</i> Misto .....	45
<b>Figura 20</b> – Prática com Simulador de <i>layout</i> para analisar a aceitabilidade a partir de questionário .....	47
<b>Figura 21</b> – Desenho do protótipo .....	51
<b>Figura 22</b> – Desenho dos cubos com sua diversidade de cores.....	51
<b>Gráfico 1</b> – Utilidade do Simulador de <i>Layout</i> para o âmbito acadêmico .....	47
<b>Gráfico 2</b> – Contribuições do Simulador de <i>Layout</i> para melhor aprendizado dos estudantes .....	48
<b>Gráfico 3</b> – Nível de aceitação em relação ao material utilizado na fabricação do produto ....	48
<b>Gráfico 4</b> – Aceitabilidade do Simulador de <i>Layout</i> como ferramenta para aulas práticas ....	49
<b>Quadro 1</b> - Vantagens e Desvantagens do <i>layout</i> posicional .....	19
<b>Quadro 2</b> - Vantagens e desvantagens do <i>layout</i> por produto.....	21
<b>Quadro 3</b> - Vantagens e desvantagens do <i>layout</i> celular .....	23
<b>Tabela 1</b> – Custos de fabricação do <i>mockup</i> .....	46
<b>Tabela 2</b> – Custos de fabricação do protótipo .....	52

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

**ABS** – AcrilonitriloButadieno Estireno

**CDSA** – Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido

**DP** – Desenvolvimento de Produto

**EEP** – Educação em Engenharia de Produção

**PCT** – Pacote

**PLA**–Plástico de Políácido Láctico

**UND** – Unidade

**cm** – Unidade de medida para comprimento (centímetro)

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1 OBJETIVOS DA PESQUISA.....	15
<b>1.1.1 Objetivo geral</b> .....	15
<b>1.1.2 Objetivos específicos</b> .....	15
1.2 JUSTIFICATIVA.....	15
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	17
2.1 LAYOUT .....	17
<b>2.1.1 Objetivos do layout</b> .....	17
<b>2.1.2 Tipos de layout</b> .....	18
2.1.2.1 Layout posicional .....	18
2.1.2.2 Layout por produto .....	20
2.1.2.3 Layout por processos .....	21
2.1.2.4 Layout celular.....	22
2.1.2.5 Layout misto.....	24
<b>2.1.3 Planejamento de layout</b> .....	24
<b>2.1.4 Escolha do tipo de layout</b> .....	25
2.2. DIAGRAMA DE ESPAGUETE .....	26
2.3 EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO .....	27
2.4 JOGOS CORPORATIVOS .....	28
2.5 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO .....	29
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	31
3.1 PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	31
3.2 MÉTODO DE PESQUISA.....	32
<b>3.2.1 Propósito da pesquisa</b> .....	33
<b>3.2.2 Natureza dos resultados</b> .....	34
<b>3.2.3 Abordagem da pesquisa</b> .....	34
<b>3.2.4 Procedimentos técnicos</b> .....	35
<b>4 RESULTADOS</b> .....	37
4.1 DESCRIÇÃO DO SIMULADOR DE LAYOUT.....	37
4.2 FUNCIONALIDADES .....	40

4.3 ANÁLISE ECONÔMICA DO <i>MOCKUP</i> .....	45
4.4 APLICAÇÃO DE FORMULÁRIO .....	46
4.5 PROTÓTIPO .....	50
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>54</b>
<b>APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA FERRAMENTA SIMULADOR DE <i>LAYOUT</i></b> .....	<b>59</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O *layout* ou arranjo físico tem influência direta no desempenho produtivo e na eficiência do sistema produtivo de uma organização. Segundo Slack *et al.* (2007, p.200-201) Um ambiente físico apropriado estabelece a localização de equipamentos, estoque, área administrativa e demais áreas. Ocorrendo erros ou mudanças pode ocasionar fluxos desnecessários de pessoas e materiais, gerando desperdício de tempo, bem como altos custos para a empresa.

O arranjo físico interfere também no conforto e segurança do ambiente de trabalho, no qual, a maioria das pessoas permanecem a maior parte do seu dia, cumprindo a sua jornada de trabalho. É importante ressaltar que as condições humanas de trabalho (conforto, bem estar, segurança) interferem diretamente na produção, considerando que um funcionário satisfeito tem maior produtividade, na situação contrária, pode prejudicar o desempenho da empresa.

Erros no projeto de *layout* podem gerar interrupções no fornecimento, levando à insatisfação do consumidor interno e externo, atrasos na produção, propiciando filas e estoques confusos e desnecessários, além de altos custos relacionados à ineficiência da criação de sinergia entre o conjunto do arranjo físico (KANNAN, 2010; SINGH; YILMA, 2013).

Os procedimentos de *layout* compreendem a arrumação do espaço organizacional que envolve fatores de produção (equipamentos, materiais, mão de obra), serviços de apoio (colaboradores, suprimentos) e setor administrativo. Esses fatores se bem determinados irão garantir a maximização da capacidade produtiva, do tempo de produção e do volume de negócios.

A forma como são instalados os recursos dentro de uma indústria, é que definem um bom *layout*. Tendo em vista que o mau dimensionamento dos recursos transformadores, pode resultar em fluxos longos e confusos, gerando desperdícios de tempo, interferindo negativamente na produtividade da empresa. Portanto, é de suma importância o planejamento e instalação adequada dos recursos transformadores, para que haja eficiência do processo produtivo (DRIRA; PIERREVAL; HAJRI-GABOUJ, 2007).

A maneira como são alocados os equipamentos determina como serão os fluxos de materiais, pessoas e informação dentro da empresa. Os mesmos devem estar interligados para que a produção flua. Se confusos, prejudicará a produtividade. Portanto, no planejamento de um *layout* é importante a análise desses fatores, tendo em vista que é necessária uma interação lógica entre os fluxos para que haja eficiência e eficácia da produção. A falta de lógica entre os mesmos, além de minimizar os fatores produtivos irão interferir também nas condições de

trabalho dos colaboradores, levando em consideração que os fluxos longos resultarão na baixa produtividade do trabalhador e na sua insatisfação, pois o mesmo ficará exausto com mais facilidade e os fluxos confusos poderão resultar em acidentes de trabalho, prejudicando a sua integridade física. Outro fator imprescindível que deve ser levado em consideração é o alto custo que essa falta de planejamento pode gerar para a organização.

Portanto, resta claro que um bom *layout* influencia diretamente no êxito dos processos nas organizações produtivas (KAMARUDDIN et al., 2013). Nesse sentido, é importante que os profissionais dessa área tenham maior atenção e estejam cada vez mais preparados para criar um *layout* adequado a cada processo produtivo ou analisar o *layout* existente, para que se tenha o entendimento do processo atual e se julgar necessário propor melhorias para eliminar ou simplificar possíveis falhas. Como forma de preparar ainda mais esses profissionais, faz-se necessário que os mesmos tenham essa percepção desde a graduação, através de aulas práticas com jogos corporativos.

O desenvolvimento de um jogo corporativo é uma tendência que tem sido extremamente latente dentro do mundo empresarial. Porém deve ser mais explorado, pela importante contribuição que traz para o âmbito educacional, como também para as empresas. Através de jogos corporativos é possível incentivar o trabalho em equipe, estimular a cooperação, como também promover o aprendizado de forma mais dinâmica, fazendo analogia do conteúdo com as experiências do dia a dia.

Os cursos de Engenharia de Produção, entre outros, abordam os assuntos de forma teórica e nem sempre colocam essa teoria em prática, isso acontece muitas vezes por falta de recursos nas instituições, por ser uma metodologia própria da Universidade, ou ainda por não existir ferramentas ou meios que possibilite essa integração. Nesse sentido, por sentir essa carência, de instrumentos e/ou meios que proporcionasse aulas práticas de dimensionamento e organização de *layout* foi que surgiu a ideia da criação da ferramenta, que trará contribuições para o âmbito acadêmico, de forma que permita aos alunos maior aprendizado através de aulas práticas, experienciando a simulação de *layouts* e o mapeamento do fluxo através do diagrama de espaguete. A ferramenta funciona também como um jogo corporativo, tendo em vista que seu objetivo é proporcionar que as pessoas vivenciem experiências nunca vivenciadas, através de práticas em escala de protótipo e de laboratório.

## 1.1 OBJETIVOS DA PESQUISA

### 1.1.1 Objetivo geral

Desenvolver um simulador de *layout* como forma de trazer contribuições para a Educação em Engenharia de Produção.

### 1.1.2 Objetivos específicos

1. Analisar se os ambientes simulados estão em conformidade com as teorias consolidadas de *layout* e processos produtivos;
2. Levantar e estudar a viabilidade econômica para o desenvolvimento do jogo simulador de *layout* através do levantamento dos custos;
3. Analisar a aceitabilidade do jogo por parte dos estudantes através da aplicação de questionário;

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Na busca por meios de como contribuir para a melhor formação dos profissionais da engenharia de produção, sobretudo, possibilitar que os estudantes possam visualizar através da prática o que é explanado na teoria, o presente trabalho busca aprimorar a percepção em relação ao espaço físico, através de aulas práticas utilizando o tabuleiro para simular ambientes organizacionais (sistemas produtivos, sequência e fluxo de processos produtivos.).

Por meio da análise de *layout* é possível identificar gargalos e as possíveis causas das falhas existentes, situações estas, onde é possível a aplicação de ferramentas, tanto em ambientes industriais, como em áreas de apoio à produção. Com base nessa análise é concebível sugerir melhorias tornando os processos produtivos mais eficientes, obtendo-se produtos mais confiáveis, de maior qualidade e com menor tempo de entrega.

Os ajustes de *layout* aperfeiçoam a produção, por permitir eliminar as perdas existentes nos processos produtivos, com a redução do tempo de processo, e movimentação da matéria-prima e colaboradores, de forma a tornar o processo mais eficiente e lógico possível, diminuindo e eliminando deslocamentos desnecessários, o que sem dúvida agregará valor a empresa e ao produto. Além de aperfeiçoar a produção, um bom *layout* também possibilita a adequação de condições humanas de trabalho, que implicarão na satisfação, conforto, bem-estar e segurança do trabalhador, tornando-o mais produtivo.

Todas essas percepções que são abordadas na teoria poderão ser notadas através do simulador, que mostrará situações práticas, permitindo uma melhor visualização, o que

facilitará a análise e identificação de falhas existentes, logo servirá como método de maior aprendizado para criação e melhoria de *layout*.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, é apresentado o referencial teórico que fundamenta este trabalho, abordando os conteúdos que servem de embasamento para o entendimento sobre estudo *layout*, jogos corporativos e sua aplicação, e o desenvolvimento de produtos para a educação em engenharia de produção.

### 2.1 LAYOUT

Corrêa e Corrêa (2012) definem *layout* como sendo uma maneira, segundo a qual se encontram dispostos fisicamente os recursos que ocupam espaço dentro das instalações de uma operação. Desse modo, o *layout* pode ser compreendido como uma forma de planejamento racional do espaço físico que irá estabelecer as relações e interações existentes entre os recursos, tecnologias, localização dos equipamentos, pessoas, estoque e demais áreas existentes dentro do ambiente fabril. Contudo, esta organização deve respeitar as restrições tecnológicas que viabilizam o projeto para que haja eficiência no processo.

Levando esse conceito para o ambiente empresarial, Paranhos (2007), destaca que: O *layout* é muito importante para a produtividade, pois os fluxos dos processos podem ser otimizados ou prejudicados em função da distribuição física dos equipamentos.

Acrescentando a ideia acima citada, Krajewski e Ritzman (2009) afirmam que os *layouts* afetam não apenas o fluxo de trabalho entre os processos em uma instalação, mas também os processos em outros lugares de uma cadeia de valor. Sendo assim, por ser um fator que afeta diretamente no desempenho produtivo das empresas, é importante que haja o alinhamento entre os níveis de produção e a diversidade de produtos, pois, assim como o bom planejamento traz benefícios, o mau planejamento pode acarretar prejuízos em toda cadeia de valor.

#### 2.1.1 Objetivos do *layout*

Para Cassel (2014), o objetivo do *layout* é combinar a força de trabalho com as características físicas de uma indústria (máquinas, rede de serviços, e equipamentos de transporte) de tal modo que seja alcançado o maior volume possível de produtos manufaturados ou serviços. Estes produtos ou serviços deverão apresentar um nível de qualidade compatível, sendo utilizado para tanto um baixo volume de recursos.

Partindo deste pressuposto, Oliveira (2013) afirma que ao desenvolver um *layout*, alguns aspectos merecem destaque e deve-se levar com consideração, sendo eles:

- Transformar o fluxo de trabalho de forma eficiente;
- Reduzir a fadiga do funcionário durante a realização da tarefa;

- Melhorar a utilização do espaço disponível da empresa;
- Proporcionar um fluxo de comunicações entre as unidades da organização de maneira eficiente, efetiva e eficaz;
- Proporcionar um clima de trabalho favorável aumentando a produtividade.

O planejamento e implantação adequada do *layout* poderão trazer benefícios para a empresa, aumentando a eficiência dos processos, melhorando a utilização do espaço e equipamentos, bem como a satisfação dos trabalhadores por possuir um posto de trabalho adequado.

### 2.1.2 Tipos de *layout*

Para planejar e projetar a melhor forma de arranjar os recursos produtivos de uma determinada empresa ou unidade produtiva, é necessário estudar que tipo de *layout* se adéqua e atende às necessidades da mesma.

Segundo Neumann e Scalice (2015), atualmente, existem cinco tipos principais de *layout* a serem classificados os quais serão citados abaixo:

- *Layout* Posicional;
- *Layout* por Produto;
- *Layout* por Processo;
- *Layout* Celular;
- *Layout* Misto.

A aplicação correta de cada um deles é fundamental na redução dos custos atrelados a produção, tendo em vista que o arranjo inadequado dos recursos, máquinas e pessoas, podem resultar em movimentações desnecessárias, causando desperdício de tempo, funções e atividades mal distribuídas, entre outros fatores que virão a interferir no desempenho da organização.

Portanto, conforme visto os tipos de *layouts* mais comuns são citados por diversos autores como Neumann e Scalice (2015) e serão explicados nos itens a seguir.

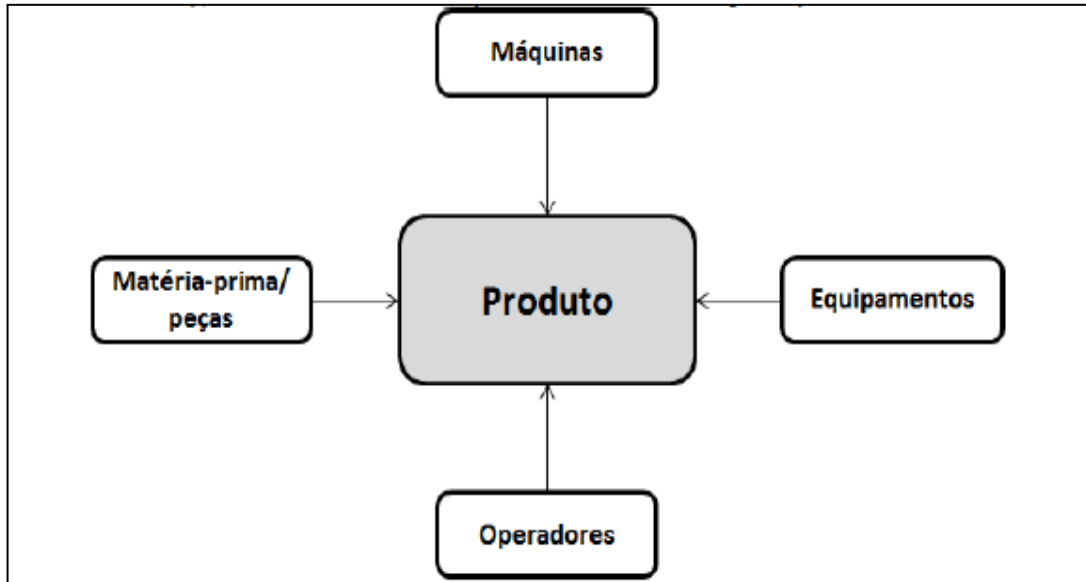
#### 2.1.2.1 *Layout* posicional

Também denominado de *layout* fixo ou *Project shop*, o *layout* posicional, é talvez o tipo mais básico de *layout* e é utilizado quando o produto a ser produzido não pode ser facilmente transportado e tem dimensões muito grandes (NEUMANN e SCALICE, 2015).

Slack, Chambers e Johnston (2002) descrevem este arranjo como uma disposição onde “em vez de materiais, informações ou clientes fluírem por uma operação, quem sofre o

processamento fica estacionário, enquanto, maquinário, instalações e pessoas movem-se na medida do necessário”. A Figura 1 ilustra esquematicamente esse tipo de *layout*.

**Figura 1** - Estrutura de um *layout* posicional



Fonte: Neumann e Scalice (2015)

Segundo Corrêa e Corrêa (2012), nesse tipo de *layout* os recursos produtivos utilizados por empresas de fabricação são bens sob encomenda, usualmente com produtos que apresentam grandes dimensões, como por exemplo, navios e aviões. Sendo assim, Neumann e Scalice (2015) descrevem algumas vantagens e desvantagens desse tipo de *layout*, conforme o Quadro 1:

**Quadro 1** - Vantagens e Desvantagens do *layout* posicional

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Melhor planejamento e controle do trabalho, dado que tudo está orientado para um único objetivo; alta flexibilidade de <i>mix</i> de produtos e processos;</b></li> <li>• <b>Alta variedade de tarefas para a mão de obra;</b></li> <li>• <b>Permite enriquecimento de tarefas;</b></li> <li>• <b>Favorece trabalho em equipes;</b></li> <li>• <b>Pequena movimentação de materiais.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programação do espaço ou atividade pode ser complexa;</li> <li>• Grande necessidade de supervisão;</li> <li>• Grande movimentação de equipamentos e mão de obra especializada, gerando custos elevados;</li> <li>• Falta de estruturas de apoio, tais como energia elétrica e água;</li> <li>• Baixa utilização de equipamento, gerando alto custo.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Neumann e Scalice (2015)

### 2.1.2.2 Layout por produto

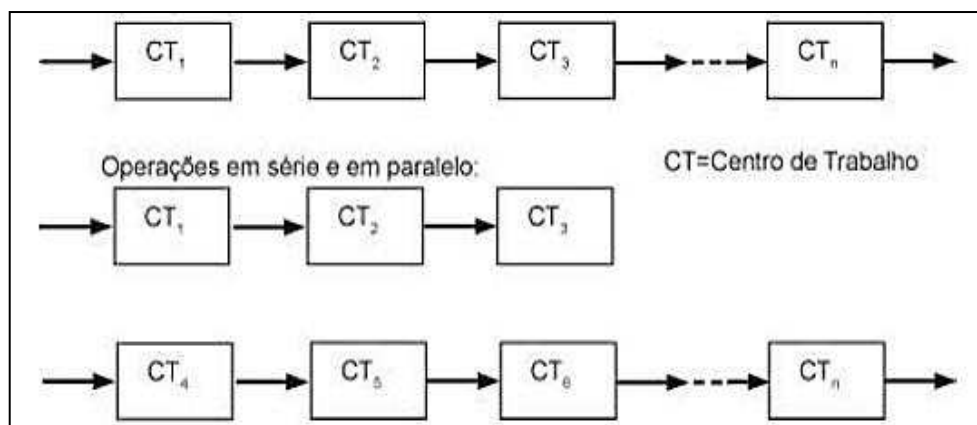
Conhecido também como *layout* em linha ou *flow shop*, é usado quando um conjunto de produtos muito semelhantes são fabricados em volumes grandes. O *layout* de produção é orientado ao produto caracterizado pelo agrupamento das máquinas e equipamentos em um fluxo linear (NEUMANN e SCALICE, 2015).

Dentre as características fundamentais dos *layouts* por produto, Moreira (2002) enumera as seguintes:

- Bastante adequado a produtos com alto grau de padronização, grandes quantidades e produzidos de forma contínua;
- Fluxo de materiais através do sistema totalmente previsível, proporcionando a utilização de meios automáticos de manuseio e transporte de material;
- Altos investimentos em capital, devido à presença de equipamentos altamente especializados e projetados para altos volumes;
- Altos custos fixos e comparativamente baixos custos unitários de mão de obra e materiais.

Esse tipo de *layout* é ilustrado esquematicamente na Figura 2 a seguir.

**Figura 2-** Layout por produto



Fonte: Moreira (2004)

Assim, o que ocorre nesse tipo de *layout* é que a sequência de operações de cada produto é que irá definir a alocação das máquinas e estações de trabalho ao longo da linha de produção, sendo que cada linha é responsável por um tipo de produto. Isso permite que o trabalho flua de maneira contínua onde os operários e máquinas permanecem fixos em posições definidas (CORRÊA e CORRÊA, 2012).

Slack, Chambers e Johnston (2002) citam algumas vantagens e desvantagens desse tipo de *layout*, descritas no Quadro 2.

**Quadro 2** - Vantagens e desvantagens do *layout* por produto

<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<b>Altas taxas de produção</b>	Alto valor de investimentos em máquinas e equipamentos
<b>Uso mais efetivo de mão de obra</b>	Paradas de máquinas para a linha
<b>Alto grau de automação e baixo nível de perdas com transportes</b>	Supervisão geral é requerida
<b>Baixos custos unitários para altos volumes da produção</b>	É importante que a linha esteja bem balanceada

Fonte: Adaptado de Slack, Chambers e Johnston (2002)

### 2.1.2.3 *Layout* por processos

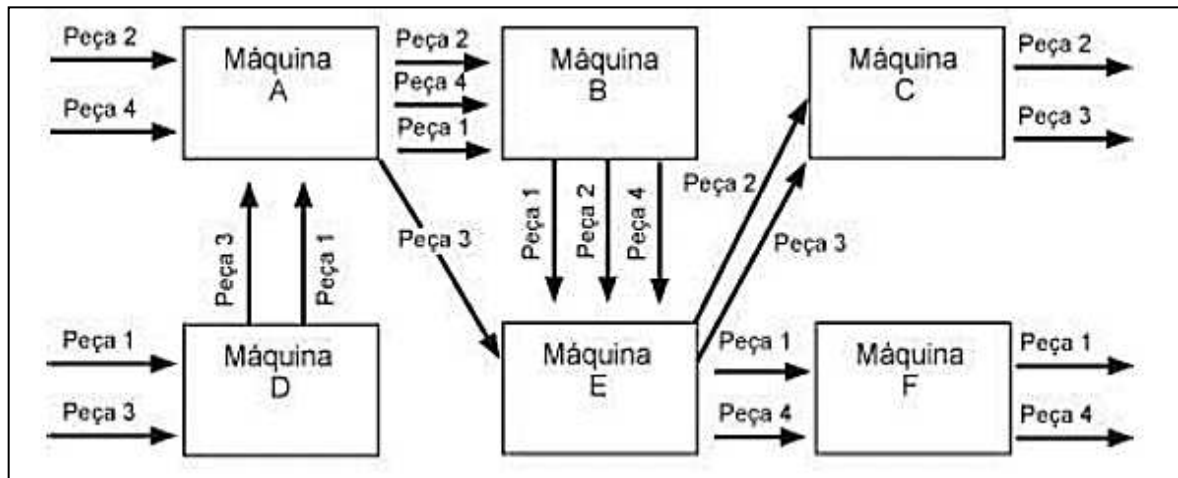
Segundo Cassel (2014), no *Layout* por processos, também chamado de *Layout* Funcional, todas as operações semelhantes ou máquinas do mesmo tipo são agrupadas para aproveitar ao máximo sua potencialidade. Portanto, este tipo de *layout* se encaixa a sistemas produtivos de alta variedade e baixo volume, onde todos os recursos similares são agrupados na operação (NOMURA, 2013).

Sendo assim, esse tipo de *layout* deve ser utilizado caso a manufatura produza uma variedade de produtos personalizados em lotes relativamente pequenos (GAITHER e FRAZIER, 2002). Nesse contexto, Moreira (2002) cita como principais características do *layout* por processo:

- Adaptação à produção de uma linha variada de produtos;
- Cada produto passa pelos centros de trabalho necessários, formando uma rede de fluxos;
- Taxas de produção baixas, se comparadas às obtidas nos *layouts* por produto;
- Equipamentos flexíveis, que se adaptam a produtos de características diferentes;
- Em relação ao *layout* por produto, os custos fixos são menores, mas os custos unitários de matéria-prima e mão de obra são maiores.

A Figura 3 mostra, esquematicamente esse tipo de *layout*.

**Figura 3** – *Layout* por processo



Fonte: Moreira (2004)

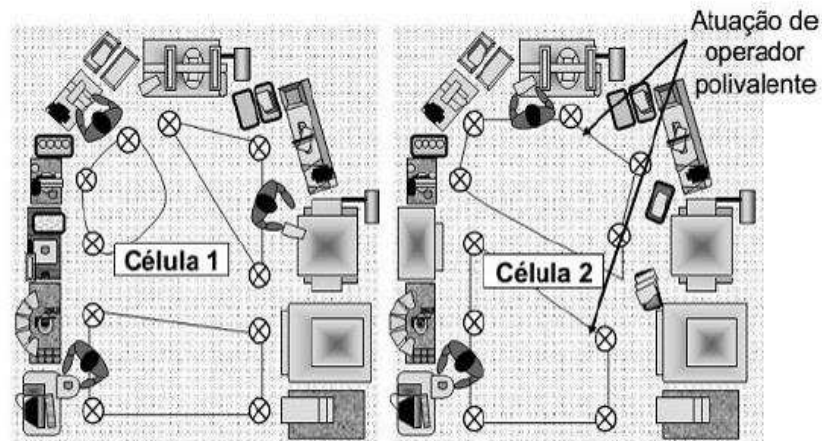
Dentre as principais vantagens do *layout* por processo, Moreira (2002) cita a flexibilidade, custos fixos menores e, no caso de falhas no sistema, as consequências não são tão graves quanto no *layout* por produto. Como desvantagens, o autor supracitado elenca a tendência de elevados estoques intermediários, dificuldade no planejamento e controle da produção, e volumes relativamente modestos de produção a custos unitários maiores que no *layout* por produto.

#### 2.1.2.4 *Layout* celular

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2002) o arranjo físico celular é aquele em que os recursos transformados, entrando na operação são pré-selecionados (ou pré-selecionam-se a si próprios) para movimentar-se para uma parte específica da operação (ou célula) na qual todos os recursos transformadores necessários a atender às necessidades imediatas de processamento se encontram.

Neumann e Scalice (2015) explicam que esse *layout* é flexível quanto ao tamanho dos lotes por produto, que permite um nível de qualidade alto tanto sobre o produto quanto a produtividade. De acordo com Reis (2014) a Figura 4 ilustra esquematicamente esse tipo de *layout*.

**Figura 4 – Layout celular**



Fonte: Reis (2014)

Para Corrêa e Corrêa (2012), algumas características do *layout* celular são: a célula é normalmente projetada em formato de “U”; o tempo de ciclo para o sistema dita a taxa de produção para cada célula; os produtos/peças têm roteiros de fabricação variados na célula.

O Quadro 3 apresenta as vantagens e desvantagens deste tipo de *layout* segundo Slack, Chambers e Johnston (2002) e Neumann e Scalice (2015).

**Quadro 3 - Vantagens e desvantagens do *layout* celular**

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Boa combinação de flexibilidade e integração;</li> <li>• Flexibilidade no trabalho, pois os operadores são multifuncionais;</li> <li>• Fluxo do trabalho organizado, que contribui para o aumento da qualidade do produto final;</li> <li>• Trabalho em grupo pode resultar em melhor motivação;</li> <li>• Pode dar um equilíbrio entre custo e flexibilidade para operações com variedade relativamente alta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pode ser caro reconfigurar o arranjo físico atual;</li> <li>• Pode reduzir níveis de utilização de recursos;</li> <li>• Exigem que os operadores sejam multifuncionais, alto custo com treinamento;</li> <li>• Impossibilidades físicas: alguns processos de produção são mais difíceis de serem organizados de forma celular devido ao grande porte dos equipamentos, ou outras limitações de ordem física.</li> </ul>

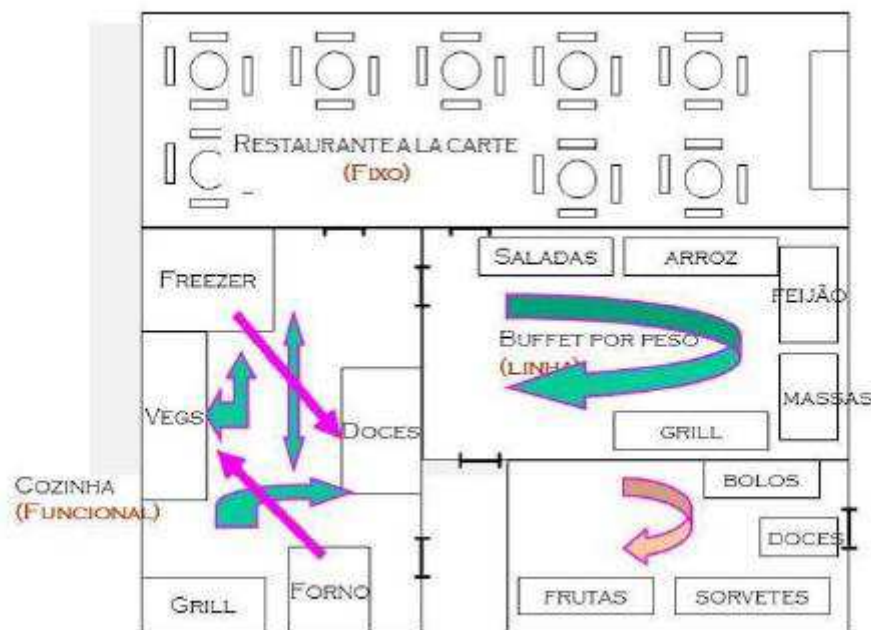
Fonte: Adaptado de (NEUMANN e SCALICE, 2015) e (SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2002)

### 2.1.2.5 Layout misto

Esse tipo de *layout*, também denominado de híbrido, é o resultado do uso de mais de um desses tipos de *layout* citados acima em uma mesma unidade produtiva, em virtude à alta variedade de volumes num grande *mix* de produção (CORRÊA e CORRÊA, 2012). Contribuindo com esta ideia, Slack *et al.* (1996) citam que muitas operações utilizam *layouts* mistos, que combinam elementos de alguns ou todos os tipos básicos de *layout* ou, alternativamente, utilizam tipos básicos de *layout* de forma “pura” em diferentes setores da operação.

Portanto, devido à constante adaptação as mudanças de mercado, uma empresa pode perceber que nenhuma das alternativas citadas acima pode suprir totalmente suas necessidades. Diante do exposto, se torna comum encontrar empresas que encontrem uma combinação de *layouts* anteriormente citados (NOMURA, 2013). De acordo com Pasa (2014), a Figura 5 ilustra esquematicamente esse tipo de *layout*.

**Figura 5 - Layout misto**



Fonte: Pasa (2014)

### 2.1.3 Planejamento de layout

Para o planejamento e desenvolvimento de um *layout*, deve-se analisar e conhecer alguns fatores, como: região, terreno, espaço, distribuição, atividades, fluxos, relações, organização e ocupação. Este planejamento envolve algumas decisões importantes sobre o arranjo físico de centros de atividade econômica em uma produção. Contudo, antes de se



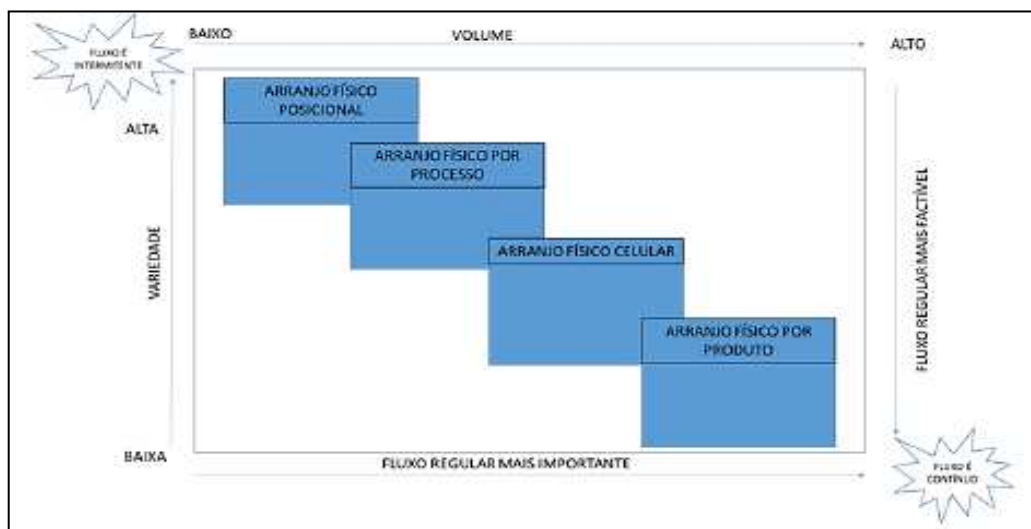
tomar decisões em relação ao *layout*, Krajewski e Ritzman (2009) dizem que quatro tópicos devem ser elucidados:

- Quais setores devem ser incluídos no *layout*?
  - Os setores devem refletir decisões de processos e maximizar a produtividade.
- Quanto espaço e capacidade cada setor necessita?
  - Os espaços inadequados podem reduzir a produtividade, excluem a privacidade de funcionários e pode, ainda, criar riscos à saúde e a segurança. No entanto, espaço excessivo e dispendioso, pode reduzir a produtividade e isolar funcionários desnecessariamente.
- Como o espaço de cada setor deve ser configurado?
  - A maioria dos espaços são ajustados e inter-relacionados com os elementos em seu interior. A intuição de conceber uma atmosfera agradável também deve ser considerada como parte na decisão da configuração do *layout*.
- Onde cada setor deve ser localizado?
  - A localização pode afetar significativamente a produtividade.

#### 2.1.4 Escolha do tipo de *layout*

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), a decisão de qual tipo de *layout* escolher quase nunca depende somente de uma escolha entre os quatro tipos básicos de *layout*. É necessário levar em conta algumas características, como volume de produção e variedade de produtos, que a grosso modo vão reduzir seu leque de escolha a uma ou duas opções. A Figura 6 ilustra o volume e variedade em cada tipo de arranjo físico.

**Figura 6** – Tipos de *layout* por volume x variedade



Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2009)

Russel (2002), diz que as decisões fundamentais para o planejador do *layout* envolvem outros aspectos além de volume de produção e variedade de produtos como, o volume de capital a investir, a facilidade de criação de pontos de estoque, o ambiente da atmosfera de trabalho, a facilidade de manutenção dos equipamentos, o grau de flexibilidade necessário, além de conveniências dos clientes e níveis de venda.

Desse modo, Moreira (2002) destaca três pontos importantes acerca da escolha correta do tipo de *layout*:

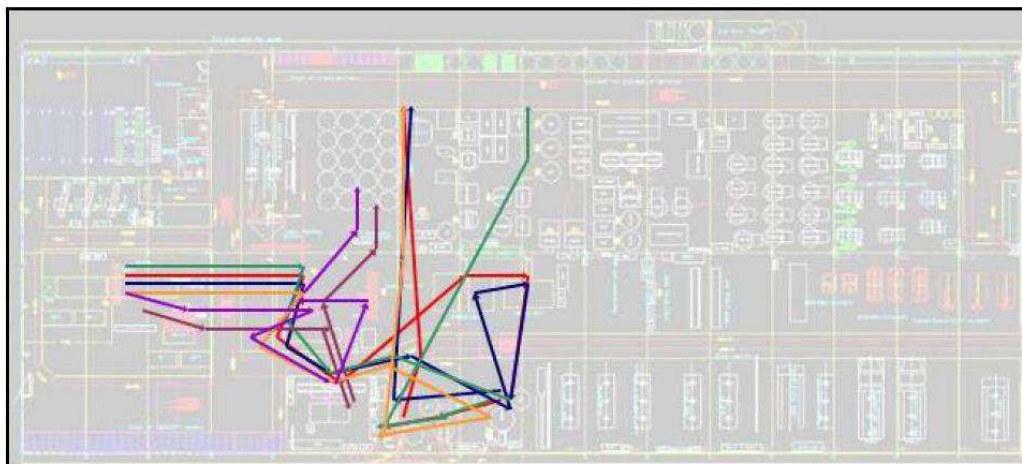
- Uma mudança adequada de *layout* pode aumentar a produtividade dentro da instalação, sem aumentar o uso de recursos, através da racionalização no fluxo de pessoas e materiais;
- Mudanças de *layout* podem implicar no dispêndio de consideráveis somas de dinheiro, dependendo, entre outros fatores, da área afetada e das alterações físicas realizadas;
- As mudanças de *layout* podem representar elevados custos e/ou dificuldades técnicas para futuras alterações. Além disso, podem causar interrupções indesejáveis da operação.

## 2.2 DIAGRAMA DE ESPAGUETE

O diagrama de espaguete é um diagrama no qual é traçado um caminho por onde um determinado produto ou operário percorre, de modo a visualizar sua movimentação ao longo de um fluxo. Esse nome se dá pelo fato de que, na produção em massa a rota dos produtos se assemelham a um prato de espaguete (LEAN, 2003). Portanto, geralmente é utilizado para avaliar o tempo que não agrega valor, tendo a finalidade de auxiliar na detecção e eliminação do que é desperdiçado.

Segundo Faveri (2013) essa ferramenta é capaz de medir os deslocamentos dos operadores em uma determinada operação, através dessas distâncias melhora a capacidade de identificar as necessidades de resenhar o fluxo, deslocando os operadores e minimizando os espaços entres os processos.

**Figura 7** – Exemplo de diagrama de espaguete



Fonte: Benevides (2013)

Esta ferramenta é utilizada com muita frequência nos conceitos de *Lean Manufacturing*, auxiliando, basicamente, na definição de *layout* industrial; analisa graficamente a distância percorrida por um operador, produto em processo, entre outras aplicações (BENEVIDES, 2013).

### 2.3 EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

De acordo com Oliveira (2005), o ensino em Engenharia denominada de Engenharia de Produção é recente se comparada com as demais Engenharias. Desse modo, torna-se notável o crescimento da oferta de cursos de ensino em Engenharia de Produção no Brasil (FAÉ e RIBEIRO, 2005).

Partindo deste pressuposto, Oliveira *et al.* (2013) comentam que a implantação e o crescimento dos cursos de Engenharia no país estão intrinsecamente relacionados com a questão do desenvolvimento da tecnologia e da indústria, como também em razão das condições econômicas, políticas e sociais, bem como das suas relações internacionais.

Sendo assim, com o crescimento dos Cursos de Engenharia no país, se faz necessário que o ensino seja trabalhado de forma interdisciplinar, onde o aluno é o principal responsável pelo comprometimento com o processo de ensino e aprendizagem (FAVARÃO, ARAÚJO, 2004). Esse perfil vai de encontro às competências de um Engenheiro de Produção, profissional diferenciado que proporciona um futuro promissor para as organizações por possuir característica multidisciplinar, com habilidade para trabalhar em diferentes atividades, visto que reúne uma grande variedade de funções (AZZEVEDO, ROSA, 2003).

Em vista disso, resta claro que a Engenharia de Produção, apresenta uma ampla e complexa aplicação. Baseado nisto, percebe-se que o profissional desta área requer um vasto conhecimento gerencial e científico. (STURM et al., 2015).

## 2.4 JOGOS CORPORATIVOS

Diante da expansão da tecnologia e da indústria, se faz necessário que os profissionais estejam cada vez mais qualificados para acompanhar esse crescimento. Os jogos corporativos mostraram um grande potencial, tanto relacionado à esfera da competitividade e desenvolvimento empresarial quanto ao aprimoramento de novas técnicas de ensino para melhor contribuir com a formação.

O jogo pode ser considerado um instrumento de reforço para os métodos de ensino e aprendizagem. Em virtude disso, é possível analisar os numerosos trabalhos que envolvem o desenvolvimento e aplicação de jogos.

Dettmer (1999) apresenta a implementação e montagem de jogos de empresas aplicados ao curso de Engenharia de Produção. O autor chama para uma reflexão sobre a importância dos jogos de empresas para a educação universitária, como meio de proporcionar ao estudante, vivências práticas por meio da simulação de situações permitindo-lhes tomar decisões com base nos ensinamentos adquiridos em sala de aula.

Melcheln (2003) discorre sobre a criação de um Jogo de Empresa que tem como funcionalidade o apoio ao planejamento e a tomada de decisões com a implementação servindo como “Instrumento Pedagógico”.

Lopes (2001) realiza um estudo para investigar a contribuição que os Jogos de Empresas podem trazer para os estudantes, como forma de proporcionar a Simulação através do jogo para aprimorar a qualidade da formação. É possível notar a expansão que o uso de Jogos está tomando no meio acadêmico pelo país, pela grande vantagem do método, sendo que grande parte das universidades já notaram essas vantagens, e estão procurando meios de implementar essa recente técnica de ensino.

Os jogos educativos podem ser utilizados para os alunos aprenderem conteúdos, e se bem utilizados favorecem a construção do conhecimento. Além disso, também é usado para promover o desenvolvimento de habilidades, que é uma competência muito útil em diversos contextos da vida. (SCHWARZ, 2006).

Desenvolver habilidades é um fator muito importante na vida de um profissional, pois auxilia na interação de pessoas, trabalho em equipe, aptidão de liderança, técnica, social e até

artística. Pessoas dotadas dessas competências, passou a ser uma exigência das organizações, principalmente a aptidão para liderar, uma das tarefas de maior desafio dentro das empresas.

Formação nos dias atuais envolve muito além de conhecimentos específicos, compreende novas técnicas de formação e aprendizagem, o que explica a tendência da introdução dos jogos corporativos no âmbito educacional. De acordo com Schwarz, (2006) para idealizar e confeccionar um jogo, bem como participar dele é necessário planejar, traçar estratégias e direcionar suas ações, com um objetivo único, buscar habilidades eficientes para superar os desafios oferecidos pela tarefa. Além do que, a atividade em grupo permite o aprendizado de como trabalhar em equipe, de tal forma que possibilita a troca de conhecimentos entre os alunos, que representa uma oportunidade para o desenvolvimento das capacidades de observação, organização, análise, identificação, comunicação, interpretação, descrição e cálculo.

Com esta proposta Veiga, Lima e Zanon (2013) desenvolveram um estudo de ensino mediado por jogos de empresas vivenciais em sala de aula, dando a oportunidade aos alunos de aprimorar o aprendizado do conteúdo científico bem como das questões da prática de preparação, negociação e fechamento de uma venda em comércio exterior.

Sendo assim, os autores supracitados afirmam que a articulação dinâmica do conteúdo e dos conceitos teóricos didaticamente estudados com as situações-problema da realidade empresarial possibilita, aos estudantes, outros subsídios conceituais para que eles possam compreender as questões objetivas dos conteúdos e lhes possibilitar conhecimentos para solucionar problemas com maior eficiência.

Portanto, a ferramenta proposta neste trabalho tem muito a agregar, pois através de práticas, os alunos terão a oportunidade de ter uma percepção mais ampla de como planejar e qual tipo de *layout* é o mais adequado para cada planta fabril. Consequentemente, quando se tornarem profissionais terão maior facilidade em planejar e implantar arranjos físicos apropriados com cada realidade.

## 2.5 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), desenvolver produtos consiste num conjunto de atividades que busca atender às necessidades do mercado consumidor, respeitando as restrições tecnológicas que viabilizam o projeto, considerando suas estratégias competitivas, para chegar às especificações do produto e do processo de produção, para que seja produzido adequadamente.

Desse modo, novos produtos surgem devido a alguma necessidade, especificamente neste estudo, o produto surgiu de uma carência de uma ferramenta que possibilitasse aprender de forma mais clara e prática os tipos de *layout*, bem como os fluxos que acontecem dentro de uma indústria.

Consequentemente, para desenvolver e tornar a ideia um produto tangível, se faz necessário a criação de um projeto de produto, que descreverá todas as informações relacionadas ao mesmo, sendo assim, alguns fatores devem ser estudados para atender as especificações de mercado. Desse modo, devido à complexidade e diversidade das variáveis envolvidas em seu processo de concepção e aprimoramento é necessário ter um acompanhamento desde o projeto até após o lançamento.

Portanto, Romeiro (2010) afirma que a elaboração do projeto do produto e seu desenvolvimento são funções com alto nível de complexidade, consequentemente a equipe de desenvolvimento de projeto enfrentam alguns problemas, pois na maioria das vezes as informações são incompletas e mal estruturadas. Isso acontece geralmente quando as exigências de mercado não estão bem definidas.

O desenvolvimento do produto começa com o entendimento da oportunidade de mercado e termina com a elaboração, comercialização e distribuição do produto (MACHADO; TOLEDO, 2008). Portanto, para garantir que o lançamento seja eficaz, é importante fazer uma pesquisa de mercado para ter conhecimento do nível de aceitação da nova criação.

### 3 METODOLOGIA

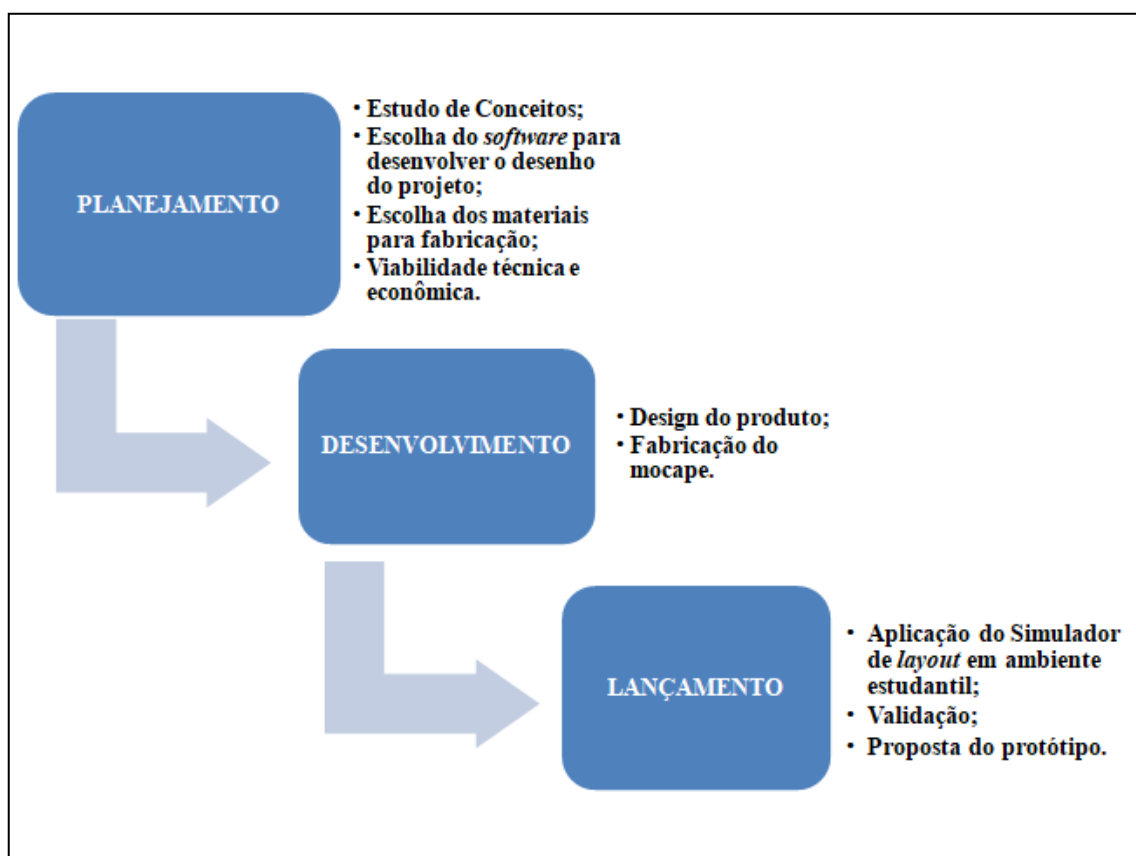
Neste capítulo, é apresentado o planejamento e os meios utilizados para desenvolvimento da pesquisa, seguido da classificação dos tipos de pesquisa em que os métodos aplicados no estudo se enquadram.

#### 3.1 PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Para o melhor desempenho do desenvolvimento da pesquisa, foi elaborado um fluxograma, onde está descrito os procedimentos adotados para o desenvolvimento do produto em estudo, visando atingir os objetivos definidos. Segundo Nunes (2009), Fluxograma consiste em uma representação gráfica da forma que estão dispostos os processos e fluxos de trabalho, formado geralmente de figuras geométricas normalizadas e setas unindo as figuras. Essa representação gráfica permite a compreensão mais rápida e fácil da transição de informações e/ou documentos entre os elementos que participam do processo em causa.

A Figura 8 apresenta o fluxograma do modelo de DP, e em seguida estão descritas de forma detalhada suas atividades.

**Figura 8** – Fluxograma do desenvolvimento da pesquisa



Fonte: A Autora (2018)

**I) Planejamento:** nesta etapa realizou-se pesquisa bibliográfica que ofereceu arcabouço teórico para a fabricação do produto. Foi definido o programa a ser utilizado para desenvolver o modelo do produto. O *software* escolhido foi o *Sketchup Pro 2016*, esse programa é próprio para a criação de modelos em 3D no computador. Realizou-se a seleção dos materiais que compuseram a fabricação do produto. Complementarmente foi realizada também a viabilidade econômica e técnica do produto.

**II) Desenvolvimento:** nesta etapa foi definido com o auxílio do *software Sketchup Pro 2016*, o *design* do produto e como seria realizada sua fabricação.

**III) Mockup:** Após a fabricação, a ferramenta foi utilizada para simulação de *layout* em ambiente estudantil, a prática foi realizada com alunos de 2 (duas) turmas do curso de engenharia de produção da Universidade Federal de Campina Grande – Campus Sumé, e em seguida foi aplicado um questionário com o propósito de obter informações sobre a opinião dos estudantes em relação as funcionalidades e estrutura física da nova ferramenta. A elaboração do questionário foi realizada com cautela, tomando alguns cuidados: utilização de linguagem objetiva e clara, de fácil compreensão, com termos técnicos de conhecimento dos alunos.

O questionário de 7 (sete) questões possui um *mix* de perguntas fechadas e abertas. Apresenta também perguntas deixando o entrevistado livre para apresentar sugestões que considere importante agregar à ferramenta.

Após a aplicação e teste do simulador de *layout*, os dados do questionário foram compilados no *Microsoft Office Excel 2007*. A partir disso foram gerados gráficos com as respostas dos usuários acerca do *mockup* utilizado como forma de validar o produto.

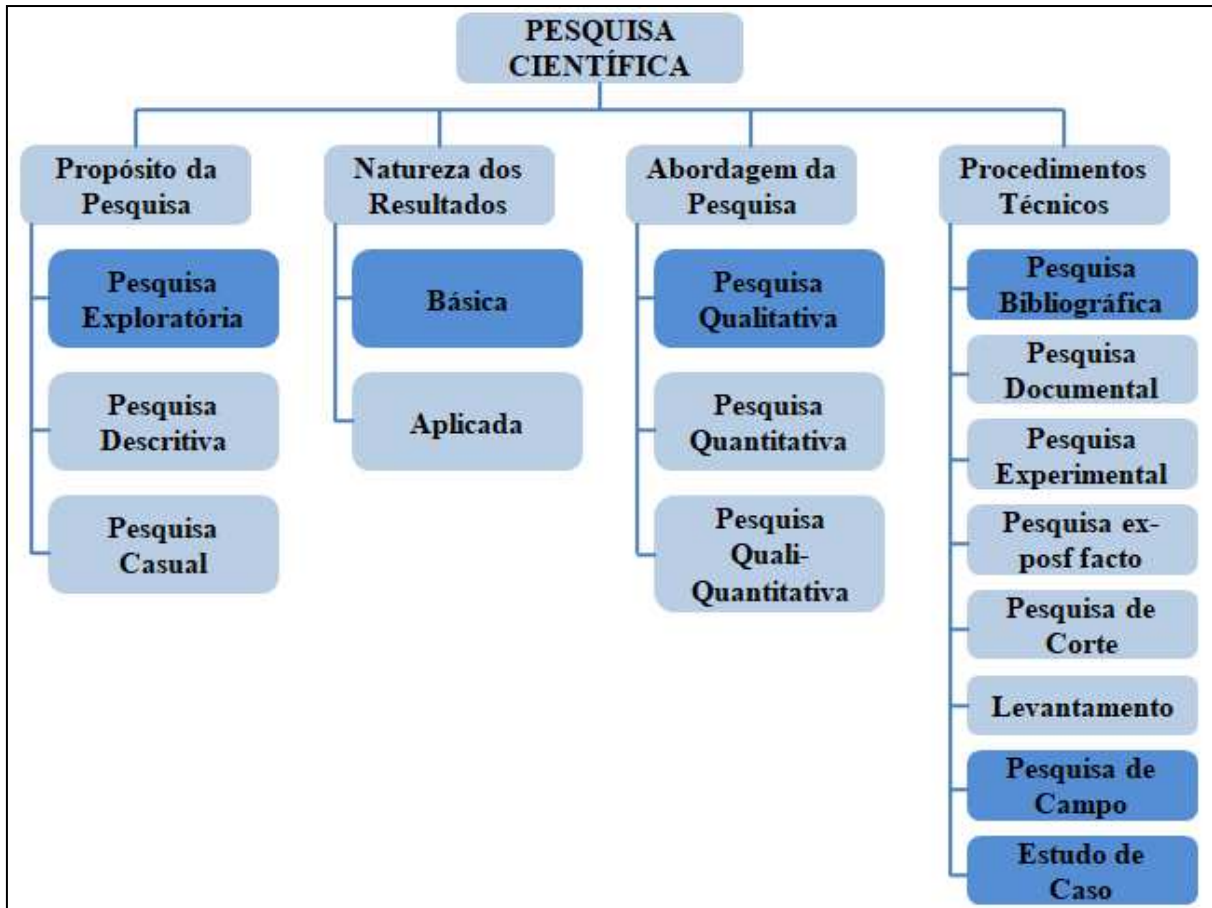
### 3.2 MÉTODO DE PESQUISA

Gil (2010) determina pesquisa como um processo claro e estruturado no desenvolvimento da metodologia científica, que tem como objetivo encontrar soluções para os problemas. De acordo com Richardson (2008), “o método em pesquisa é a escolha de procedimentos sistemáticos, através dos quais procura-se descrever e explicar fenômenos”. A pesquisa é uma ferramenta muito útil utilizada para achar respostas para o problema e/ou fenômeno em estudo.



Para Ganga (2012), os métodos e as abordagens de pesquisa podem ser classificados quanto: ao propósito da pesquisa, à natureza dos resultados, à abordagem da pesquisa e aos procedimentos técnicos. A Figura 9 apresenta a classificação do trabalho em destaque.

**Figura 9** – Classificação dos tipos de pesquisa científica



Fonte: Adaptado deChemin (2015)

### 3.2.1 Propósito da pesquisa

Entender o propósito da pesquisa é uma etapa importante para determinar quais mecanismos e ferramentas utilizar na coleta de dados. Os objetivos da pesquisa podem ser desmembrados e classificados em: exploratória, descritiva, preditiva, explicativa, ação e de avaliação (GANGA, 2012). O intuito da pesquisa desenvolvida neste trabalho é de caráter exploratória. Ela “é realizada em áreas na qual há pouco conhecimento acumulado e sistematizado. Por sua natureza de sondagem, não comporta hipóteses que, todavia, poderão surgir durante ou ao final da pesquisa” (VERGARA, 2009, p. 42). De acordo com Ganga(2012, p. 203), “as pesquisas exploratórias são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar a compreensão inicial de um problema pouco explorado”. No que se refere aos meios de investigação, Vergara (2009, p.43) diz que “investigação empírica realizada no local

onde ocorre ou ocorreu um fenômeno ou que dispõe de elementos para explicá-lo. Pode incluir entrevistas, aplicação de questionários, testes e observação participante ou não”.

O foco do presente trabalho é avaliar a viabilidade e a admissão da ferramenta desenvolvida. Nesse enfoque, somente explora-se se a ferramenta atende as expectativas dos estudantes de Engenharia de Produção, bem como sua viabilidade econômica, podendo dessa forma, vir a descobrir novos aspectos que possam ser agregados ao produto em estudo.

Gil (2010) diz que o objetivo de uma pesquisa exploratória é conhecer um assunto ainda pouco explorado. Quando se termina uma pesquisa desse tipo, pode-se conhecer mais sobre aquele tema, e se estará apto a construir hipóteses. Jung (2004) “diz que a pesquisa exploratória tem como finalidade a experimentação para a coleta de dados que ajudará como apoio para a formulação de modelos inovadores”. A proposta em foco é exatamente explorar o tema, para conhecer a opinião das pessoas acerca do que está sendo estudado, para analisar se é interessante prosseguir com a ferramenta idealizada ou se é preciso reformular.

### **3.2.2 Natureza dos resultados**

Segundo Ganga (2012), “quanto à natureza dos resultados, uma pesquisa pode ser classificada como aplicada ou básica”. A pesquisa desenvolvida nesse trabalho se caracteriza como sendo do tipo básica. Tendo em vista que a mesma tem a proposta de criar uma nova ferramenta que trará novas contribuições para a Educação em Engenharia de Produção.

O autor ainda diz que, a pesquisa básica tem como finalidade gerar novos conhecimentos úteis para o avanço tecnológico sem aplicação técnica, envolvendo verdades e interesses comuns (GANGA, 2012).

### **3.2.3 Abordagem da pesquisa**

Ganga (2012) diz que os métodos de coletas de dados são fundamentais no campo de pesquisa. Dependendo do problema, a pesquisa pode classificar-se como abordagem qualitativa e abordagem quantitativa.

De acordo com Aliaga e Gunderson (2002), pode-se entender como pesquisa quantitativa a “explicação de fenômenos por meio da coleta de dados numéricos que serão analisados através de métodos matemáticos (em particular, os estatísticos)”. Segundo Richardeson (2008), é possível perceber a clareza e precisão dos resultados que esse tipo de pesquisa busca atingir, a fim de evitar equívocos na análise e interpretação dos dados, proporcionando maior segurança em relação aos resultados obtidos.

De acordo com o autor supracitado, as pesquisas qualitativa e quantitativa distinguem-se de acordo com o tipo de abordagem, a realidade e maneira como os dados são coletados e

analisados. Diferente do método quantitativo o qualitativo não utiliza instrumentos estatísticos para análise de um problema, uma vez que seu objetivo não é medir nem numerar os eventos, e sim, apenas estudá-los.

Denzin e Lincoln (2011) afirmam que a pesquisa qualitativa compreende “um conjunto de práticas interpretativas que faz o mundo visível”. Esse tipo de pesquisa busca a obtenção e análise de dados descritivos, uma vez que proporciona a interação e contato direto do pesquisador com aquilo que está sendo estudado. Essa interação envolve pessoas, lugares e todos os processos e fenômenos envolvidos na pesquisa, sendo que a compreensão desses fenômenos se dá segundo a perspectiva dos sujeitos participantes (GODOY, 1995; DALFOVO; LANA; SILVEIRA, 2008). Dessa forma, esta pesquisa é classificada como qualitativa, visto que a forma de abordagem da mesma não requer que as variáveis sejam quantificadas. Entretanto a coleta e análise de dados permitiram estudar a aceitabilidade e funcionalidades da ferramenta desenvolvida, como também a viabilidade econômica para seu desenvolvimento.

#### **3.2.4 Procedimentos técnicos**

Para o desenvolvimento de uma pesquisa é imprescindível definir os mecanismos que serão empregados na execução da pesquisa e alcance dos objetivos, bem como determinar quais os procedimentos e técnicas que serão necessários para auxiliar na coleta e análise de dados, e assim elaborar o modelo de conclusão da pesquisa.

O presente trabalho se utiliza dos procedimentos: pesquisa bibliográfica, pesquisa de campo e estudo de caso.

Segundo Gil (2010), pesquisa bibliográfica consiste no trabalho de pesquisar e consultar fontes diversas a fim de estudar conceitos, coletar dados e informações possíveis a respeito do tema. Trata-se de pesquisar no campo bibliográfico, de estudar através de livros, periódicos, teses, dissertações e demais documentos escritos disponíveis em bibliotecas físicas e virtuais, essas informações são necessárias para progredir na investigação de um assunto de interesse do pesquisador.

De acordo com Marconi e Lakatos (2009), a pesquisa bibliográfica tem como objetivo colocar o pesquisador em contato direto com os materiais e informações publicados em jornais, livros, redes eletrônicas, revistas e demais materiais acessíveis ao público em geral. Sua finalidade é proporcionar que o pesquisador aborde o tema de forma diferente, podendo até chegar a conclusões inovadoras.

Para Gil (2002), os procedimentos da pesquisa bibliográfica se definem mediante os seguintes passos:

- a) Determinar os objetivos;
- b) Elaborar um plano de trabalho;
- c) Identificar as fontes, localizar as fontes e obter o material;
- d) Ler o material; fazer apontamentos;
- e) Confeccionar fichas;
- f) Redigir o trabalho.

A pesquisa de campo “tem por finalidade, coletar dados que estejam necessariamente sob ação das variáveis presentes no local” Jung (2004, p. 160). Para Lakatos e Marconi (2010, p. 169) “a pesquisa de campo é utilizada com maneira de obter informações de um problema, no qual se busca uma resposta, ou uma hipótese, que se queira comprovar, ou, ainda, de descobrir novos fenômenos”.

Jung (2004, p.158) define um estudo de caso “como um procedimento de pesquisa que investiga um fenômeno dentro do contexto local e real, em especial quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”. Ganga (2012) comenta o motivo pelo qual o estudo de caso é muito empregado como método de pesquisa em engenharia de produção: essa metodologia promove a exploração levando à melhor compreensão de um fenômeno em seu contexto real.

Para Gil (2002), nos estudos de casos se distinguem quatro fases:

- a) delimitação da unidade caso;
- b) coleta de dados;
- c) análise e interpretação dos dados coletados;
- d) redação do relatório.

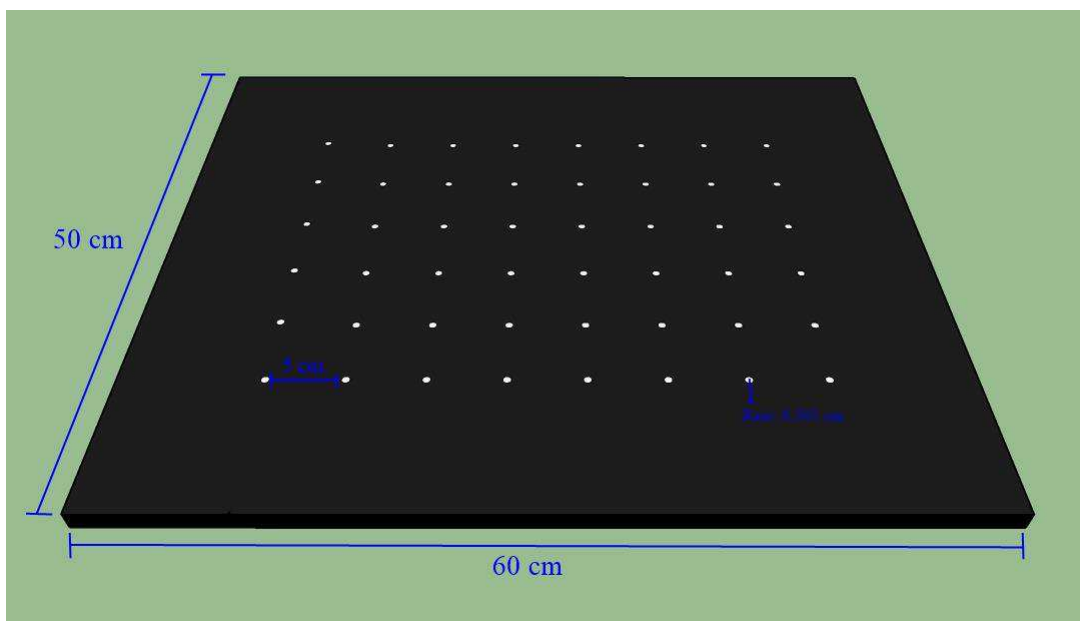
## 4 RESULTADOS

### 4.1 DESCRIÇÃO DO SIMULADOR DE *LAYOUT*

O simulador de *layout* é um produto de fácil utilização que a partir de uma legenda simples e clara, permite através de práticas a demonstração dos tipos de *layouts*, assim como o mapeamento dos fluxos através do diagrama de espaguete. Além disso, possibilita que o usuário faça observações acerca do ambiente simulado, analisando as melhorias a serem implantadas. A ferramenta é composta por 1 (um) tabuleiro, 48 (quarenta e oito) pinos – peças cilíndricas, 32 (trinta e dois) blocos – peças quadradas em forma de cubo e ligas elásticas.

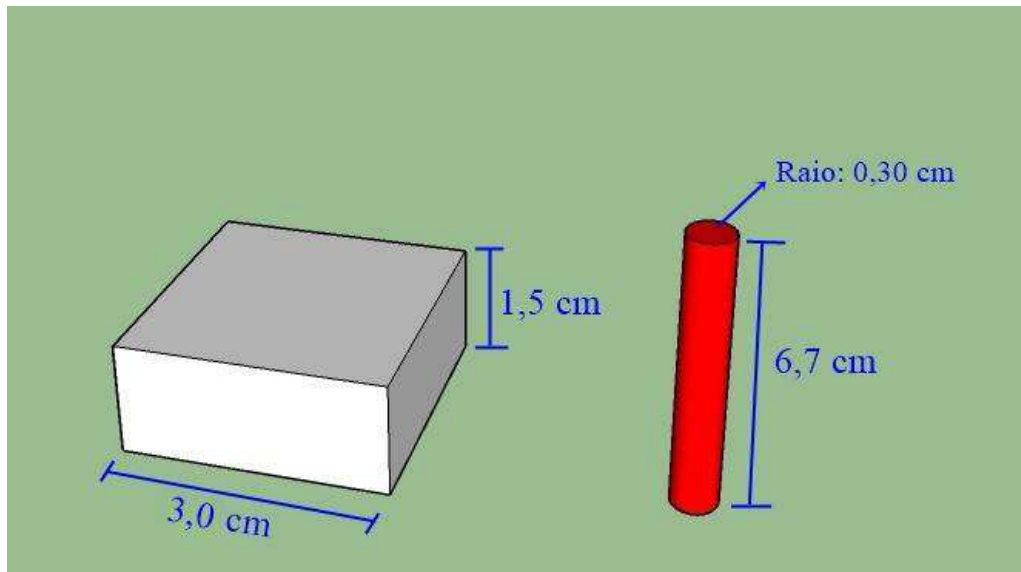
O desenho do produto foi desenvolvido através do *software Sketchup Pro 2016*. O tabuleiro possui dimensões (50x60x1,5cm) e os furos que serão encaixados os cilindros supracitados possuem diâmetro de 0,61 cm, conforme mostra a Figura10, cujo desenho foi desenvolvido através do *Sketchup*.

**Figura 8** – Desenho do tabuleiro com cotas



Fonte: A Autora (2018)

As demais peças que compõem o simulador de *layout* são os cubos que possuem dimensões (3x3x1,5cm), e os cilindros com altura de 6,7 cm e diâmetro de 0,60 cm. O desenho com as cotas citadas podem ser observados na Figura 11, a seguir.

**Figura 9** – Desenho do cilindro e cubo com cotas

Fonte: A Autora (2018)

A ferramenta foi desenvolvida priorizando sua qualidade estética e a fácil visualização. O tabuleiro possui superfícies lisas e é de cor preta, visando proporcionar uma melhor visualização após o encaixe das demais peças. Na Figura 12 é possível verificar as informações citadas.

**Figura 10** – Foto do tabuleiro

Fonte: A Autora (2018)

A ferramenta também é composta por peças cilíndricas de cor vermelha que serão encaixadas nos furos do tabuleiro, representando a divisão dos setores da empresa, como também podem indicar departamentos, separação dos processos produtivos ou de cada linha

de produção, isso vai depender de qual tipo de *layout* estiver sendo simulado. Além disso, contém ligas para representar os fluxos existentes nas organizações produtivas, elas são de cores distintas de acordo com sua representação, de modo que, a cor amarela representa o fluxo de informação, a cor lilás representa o fluxo de materiais e a cor verde indica o fluxo de pessoas. As demais peças que compõem o simulador de *layout* são os cubos, os quais diferem por quatro cores (azul, verde, laranja e amarelo), de forma que cada cor pode ser utilizada para indicar os diferentes setores da empresa, processos produtivos, maquinário, entre outros.

Todas as informações descritas acima podem ser visualizadas com mais clareza na Figura 13.

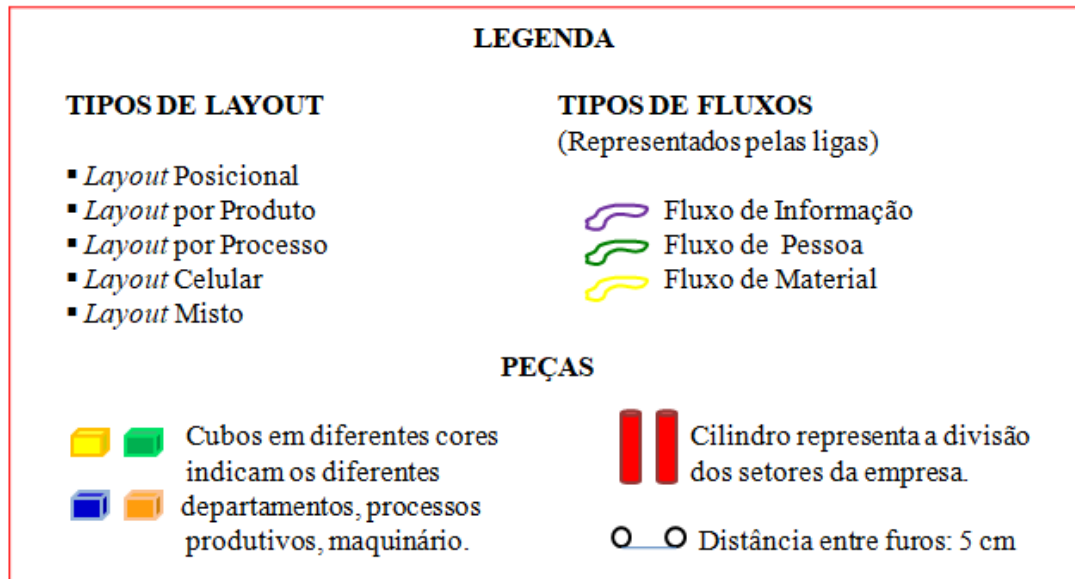
**Figura 11** – Foto das peças e ligas



Fonte: A Autora(2018)

Para facilitar a compreensão dos usuários, foi elaborada uma legenda com as informações do produto. A mesma especifica, a dimensão entre os furos, para permitir calcular as distâncias, possui a classificação dos tipos de *layout* e em relação às peças, possui as especificações indicando como cada peça deve ser utilizada e o que suas cores indicam. Conforme mostra a Figura 14.

**Figura 12** – Legenda do Simulador de *Layout*



Fonte: A Autora (2018)

#### 4.2 FUNCIONALIDADES

O produto é de ampla funcionalidade, permite ser explorado de diversas maneiras, cabe a quem irá manuseá-lo usar a criatividade para sua utilização.

Sua função principal é a demonstração prática dos tipos de *layouts*, que segundo Slack et al. (2007, p.202) servem de base para a maioria dos arranjos físicos, definem cinco tipos básicos.

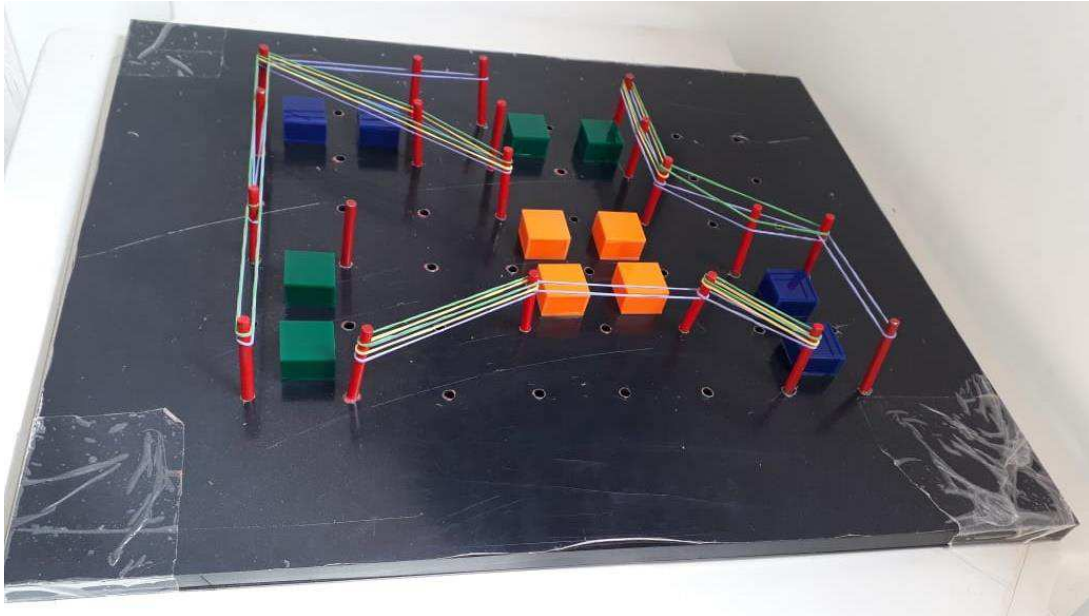
- a) Arranjo físico posicional;
- b) Arranjo físico por produto;
- c) Arranjo físico por processo;
- d) Arranjo físico celular;
- e) Arranjos físicos mistos.

A figura 15 mostra a demonstração de um *layout* posicional ou *layout* fixo. Neste tipo de arranjo, o recurso a ser transformado se encontra fixo, de forma que os recursos transformadores máquinas, equipamentos, pessoas se movem até o recurso transformado na medida do necessário. Isso acontece geralmente com produtos de difícil locomoção por possuir grandes dimensões, como por exemplo: o avião e o navio, ou porque o produto esteja em condições delicadas e não podem ser movidos. Segue um exemplificação de Slack et al.



(2007, p.203): “um canteiro de obra é tipicamente um exemplo de arranjo físico posicional, já que existe uma quantidade de espaço limitada que deve ser alocada aos vários recursos transformadores”.

**Figura 13** – *Layout* Posicional

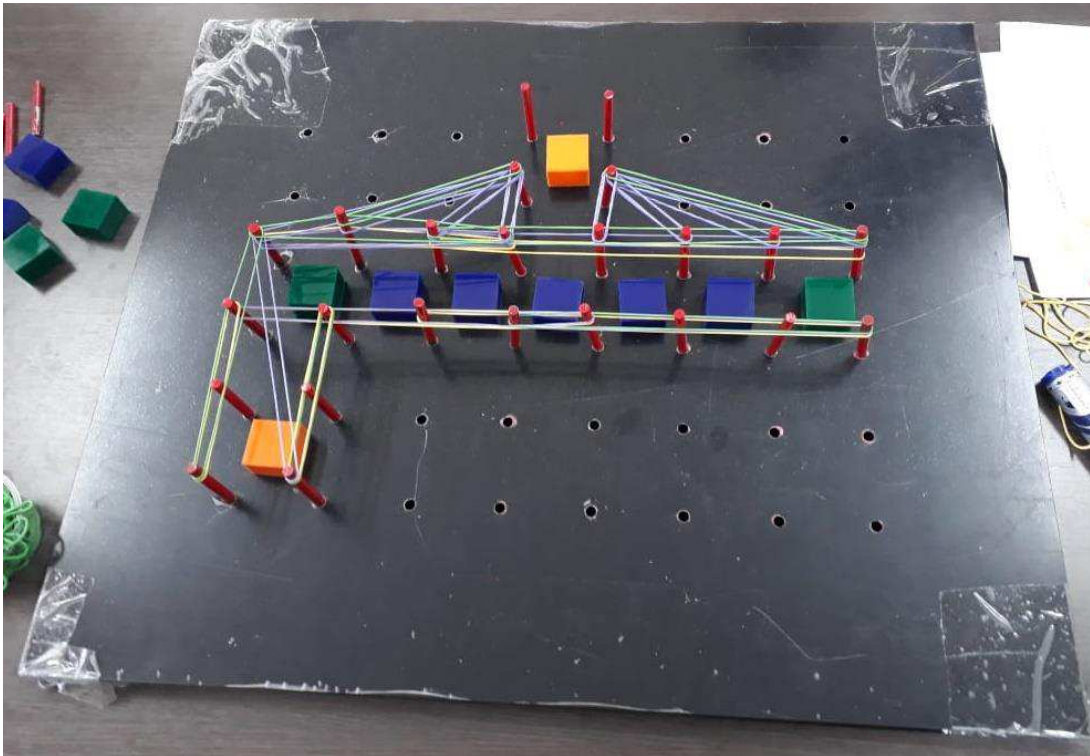


Fonte: A Autora (2018)

A figura 16 demonstra um *layout* por produto ou *layout* em linha. Neste tipo de arranjo, como o próprio nome já diz, o material percorre um caminho predefinido de forma linear, fazendo assim, com uma sequência de atividades requeridas de acordo com o qual os processos foram arranjados fisicamente. Por isso, esse tipo de arranjo físico, às vezes, é chamado de arranjo físico em fluxo, ou linear. (SLACK et al., 2007, p.207).

Segundo Martins et al. (2009, p.139) o *layout* em linha requer uma alto investimento em máquinas. É indicado para produção com pouca ou nenhuma diversificação, e produtos de larga escala. Pode gerar monotonia e estresse aos operadores e apresentar problemas na produção e qualidade dos produtos fabricados, tendo em vista que se uma máquina apresentar defeito pode estacionar a linha inteira.

**Figura 14** – *Layout* por Produto

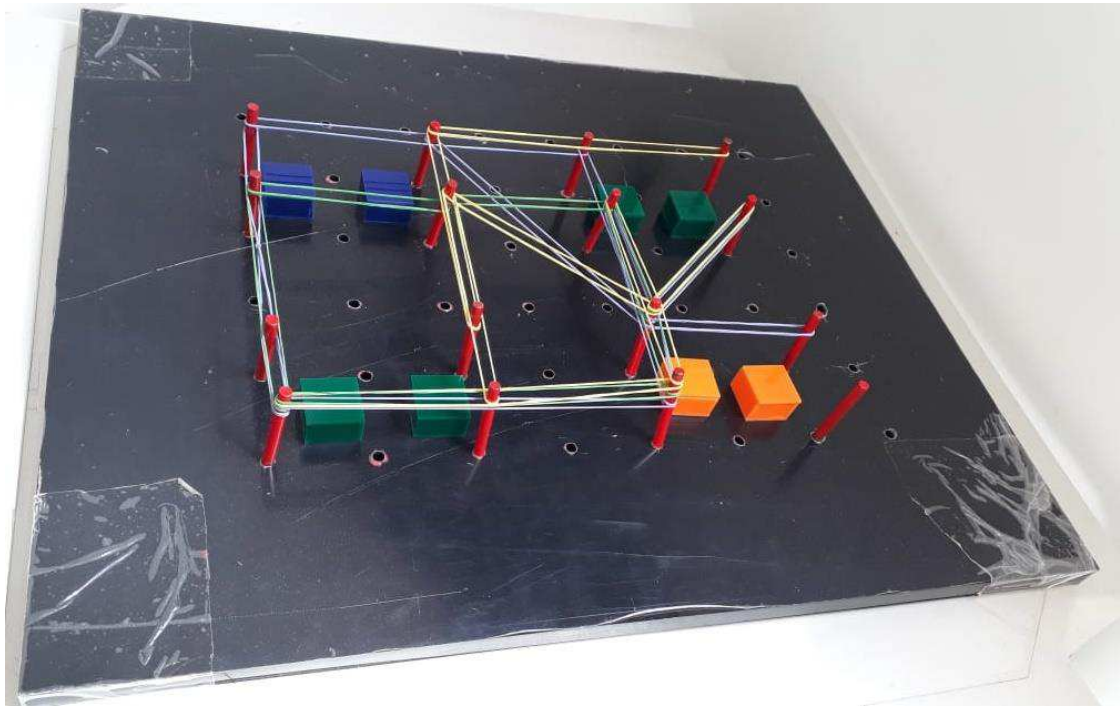


Fonte: A Autora (2018)

A Figura 17 apresenta a simulação de *layout* por processo, também conhecido como *layout* funcional. Segundo Silva (2009, p.42) o *layout* funcional é utilizado em todo o país e foi a primeira lógica de disposição de máquinas a surgir.

Esse tipo de arranjo físico consiste em atender as necessidades dos recursos transformadores com alta flexibilidade, já que a disposição de máquinas é de acordo com suas funcionalidades, ou seja, cada recurso a ser transformado percorre um roteiro de processo por processo, de acordo com as diferenças e necessidades de cada um. (SLACK et al., 2007, p.204). É adequado geralmente para produção de baixa escala e com maior diversidade, tendo em vista que é um arranjo físico flexível para atender as mudanças de mercado. (MARTINS et al., 2009, p.138).

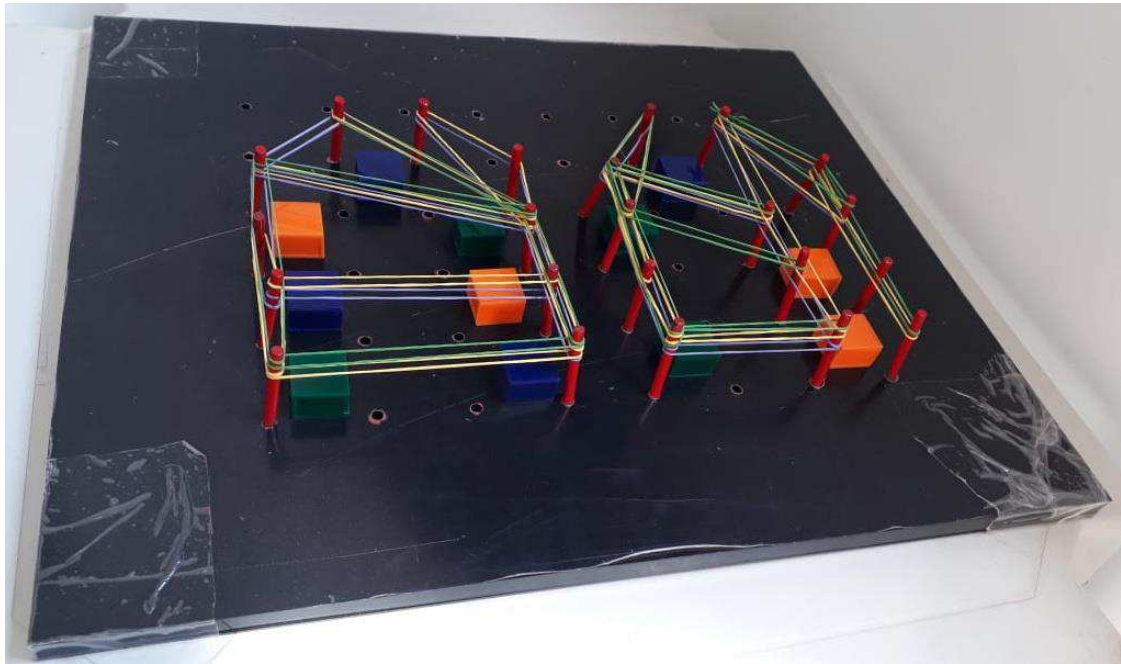
**Figura 15** – *Layout* por Processo



Fonte: A Autora (2018)

A Figura 18 apresenta a simulação do *layout* celular. Segundo Slack et al. (2007, p.205) nesse tipo de *layout* os recursos transformadores são dispostos em forma de célula de acordo com as necessidades de processamento de cada recurso transformado que ao entrarem na operação, são pré-selecionados para movimentar-se para uma parte específica da operação, a célula, onde se encontram todos os recursos transformadores necessários a atender as suas necessidades. A principal característica desse tipo de arranjo físico é o alto nível de qualidade e produtividade, de forma que pode ser produzido uma grande quantidade por lote. (MARTINS et al., 2009, p.139).

**Figura 16** – *Layout Celular*



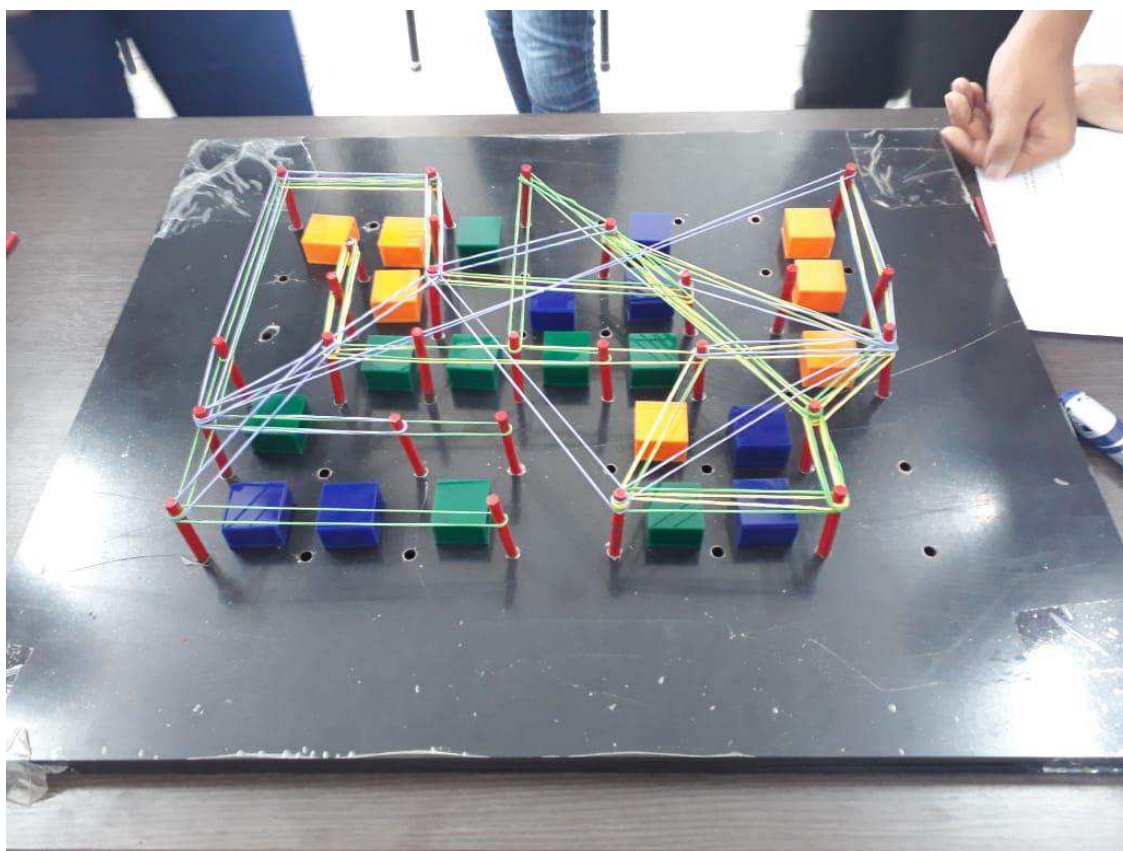
Fonte: A Autora (2018)

Além dessa função primordial – o estudo e simulação dos tipos de *layout*, o produto possui outras utilidades, não menos importantes, tendo em vista que do mesmo modo proporciona aos usuários uma melhor absorção e visualização prática dos conteúdos teóricos. A ferramenta pode ser utilizada para analisar o tipo de *layout* que melhor se adéqua a cada segmento industrial. Pode ser utilizada também para simular *layouts* com o intuito de permitir que os estudantes façam um estudo sobre a melhor utilização do espaço disponível.

Outra função de grande relevância é o estudo dos fluxos através do diagrama de espaguete, que permite a redução da movimentação desnecessária de materiais e pessoas, tornando os fluxos de informação, pessoas e materiais mais racionais. Permite ainda trazer contribuições acerca do ambiente físico, tornando-o mais adequado ao trabalhador, respeitando seu espaço mínimo pessoal.

A Figura 19 mostra uma prática com a demonstração desses fluxos, na qual está representado também o *layout* misto, que é a junção de todos que foram citados anteriormente.



**Figura 17 – Layout Misto**

Fonte: Autoria própria (2018)

### 4.3 ANÁLISE ECONÔMICA DO *MOCKUP*

Para o desenvolvimento do *mockup*, a primórdio foi feita uma análise do material para sua construção, nesse processo de decisão foram levados em consideração alguns fatores como o peso do material, a resistência, a qualidade, a estética, durabilidade e custo. A princípio pensou-se em plástico por ser leve e ter um custo considerado baixo, mas por ser um segmento que trabalha com moldes, tornou-se inviável, tendo em vista que para fabricá-lo seria necessário desenvolver um molde específico, que resultaria num custo muito elevado. Posteriormente surgiu a ideia de utilizar o acrílico por ser resistente, leve e possuir uma boa estética, porém com um custo mais elevado do que o plástico, mas com um processo de fabricação mais simples, exigindo apenas o projeto feito através de *software* para ser fabricado através de impressão em 3D, o que o tornou mais viável e barato.

O acrílico ou polimetil-metacrilato é um material termoplástico rígido, é considerado um dos polímeros mais modernos e com maior qualidade do mercado, por sua facilidade de adquirir formas, por sua leveza e alta resistência.

A proposta para o protótipo é que todos os objetos do produto sejam de acrílico, já que será uma ferramenta que irá compor os laboratórios de Engenharia de Produção, portanto é fundamental que seja de material resistente, leve e com estética refinada. Por outro lado, o *mockup* não é composto apenas de acrílico, mas também de outro material, tendo em vista que o tornou mais acessível economicamente.

Os pinos que serão encaixados no tabuleiro são de aço inox, material de aço e cromo, que apresenta propriedades físico-químicas superiores aos aços comuns, sendo de alta resistência. Esse material foi escolhido para compor o *mockup* por possuir menor custo em relação ao acrílico. Todos os custos relacionados à fabricação do *mockup* estão discriminados na Tabela 1.

**Tabela 1** – Custos de fabricação do *mockup*

Descrição do item	Quantidade	Custo unitário	Custo total
<b>Tabuleiro</b>	01und	R\$ 300,00	R\$ 300,00
<b>Cubo</b>	32und	R\$ 3,00	R\$ 96,00
<b>Cilindro</b>	48und	R\$ 1,60	R\$ 76,80
<b>Retrabalho cilindros</b>	-	R\$ 20,00	R\$ 20,00
<b>Ligas</b>	03pct	R\$ 10,00	R\$ 30,00
			<b>R\$522,80</b>

Fonte: A Autora (2018)

#### 4.4 APLICAÇÃO DE FORMULÁRIO

Para avaliar e mensurar a aceitabilidade do novo produto, utilizando uma ferramenta da qualidade, estratificação de dados, foi desenvolvido um formulário para inteirar-se sobre a opinião dos alunos em relação ao simulador de *layout*. O mesmo é composto por 7 (sete) questões objetivas e subjetivas. Sua aplicação foi efetuada após a prática realizada com os alunos do curso de Engenharia de Produção do CDSA, como mostra a Figura 20.

**Figura 18** – Prática com Simulador de *layout* para analisar a aceitabilidade a partir de questionário



Fonte: A Autora (2018)

Após a realização da prática mostrada na figura anterior, os estudantes responderam a um questionário para analisar a aceitabilidade da ferramenta. A seguir são apresentados os questionamentos e seus resultados.

Os gráficos gerados no *Microsoft Excel* representam os resultados das perguntas objetivasseguidos da interpretação das respostas relacionadas às perguntas subjetivas:

- 1) Você considera o Simulador de *layout* uma ferramenta útil para o âmbito acadêmico?

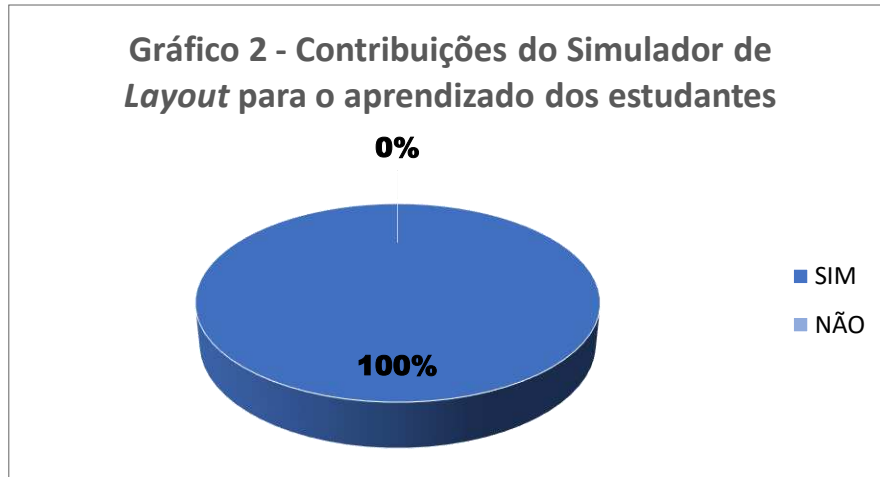
**Gráfico 1** – Utilidade do Simulador de *Layout* para o âmbito acadêmico



Fonte: A Autora(2018)

- 2) A ferramenta possibilita melhor aprendizado e visualização do conteúdo através de aulas práticas?

**Gráfico 2** – Contribuições do Simulador de *Layout* para melhor aprendizado dos estudantes



Fonte: A Autora (2018)

- 3) Você considera acrílico um material ideal para fabricação desse produto?

**Gráfico 3**– Nível de aceitação em relação ao material utilizado na fabricação do produto



Fonte: A Autora (2018)

- 4) Caso a resposta do item 3 (três) seja “NÃO” dê a sugestão de outro material.

7 % dos entrevistados que equivale a 2 (dois) alunos discordaram do item 3 (três) que abordava a opinião dos estudantes acerca do material que foi fabricado o Simulador de *Layout*. Os mesmos propuseram que a ferramenta fosse fabricada em PLA e ABS.



- 5) Você achou adequado as cores do tabuleiro e demais peças? Caso a resposta seja “NÃO” dê sugestão de novas cores.

100 % dos entrevistados responderam que acharam as cores adequadas, destacaram inclusive que permite uma melhor visualização. Em relação às sugestões, a maioria propôs aumentar o *mix* de cores dos cubos e estudar a possibilidade de os cilindros serem na cor branca.

- 6) Essa ferramenta deve existir no mercado para que as universidades possam adquirir, no intuito de utilizá-la como instrumento de laboratório de Engenharia de Produção para aulas práticas?

**Gráfico 4** – Aceitabilidade do Simulador de *Layout* como ferramenta para aulas práticas



Fonte: A Autora (2018)

- 7) Se julgar necessário, faça críticas em relação à ferramenta em estudo.

77% dos entrevistados ressaltaram a grande importância do desenvolvimento da nova ferramenta que trouxe contribuições facilitando a absorção e compreensão mais rápida dos conteúdos transmitidos antes explanados somente através da teoria. 23% dos estudantes fizeram algumas observações acerca do Simulador que poderão trazer ainda mais contribuições e melhorias. As observações estão listadas a seguir:

- O tabuleiro ser uma peça maciça para que os cilindros quando encaixados fiquem mais firmes;
- Aumentar o número de furos e diminuir a dimensão;
- O cilindro ser fabricado em outro material, para evitar desgaste prematuro do tabuleiro;
- O cilindro deve ser pontudo em uma das extremidades para facilitar o encaixe no tabuleiro;
- Os cilindros devem conter pinos, para que o tabuleiro não seja com furos;
- Melhorar o acabamento das peças.

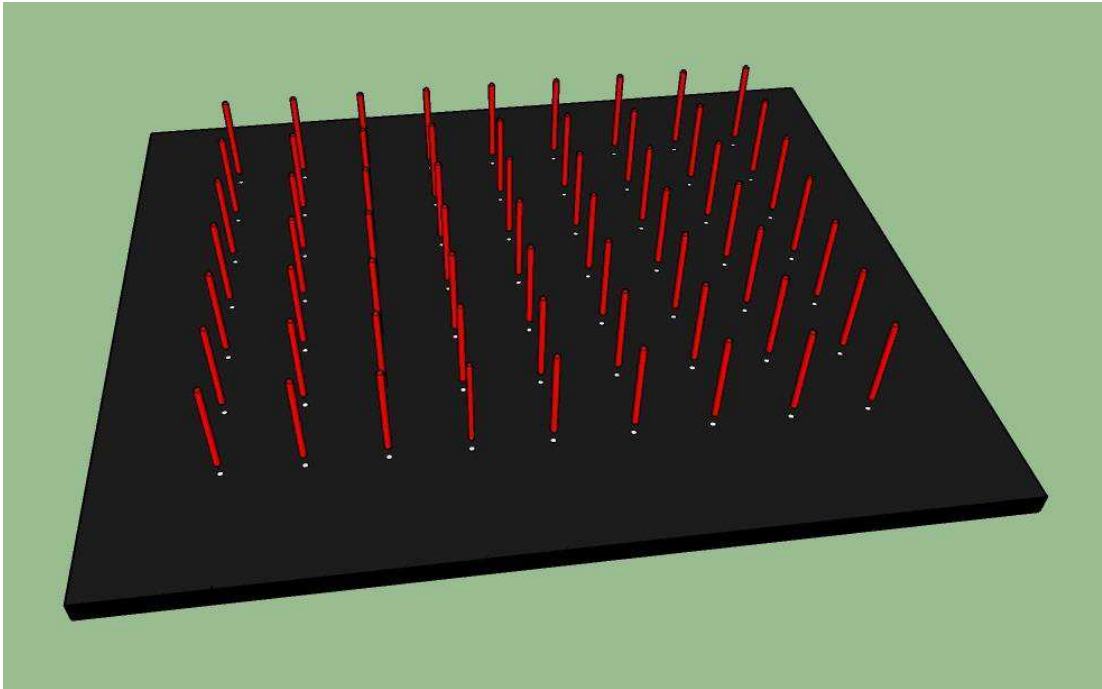
Conforme a interpretação dos dados coletados através do questionário, é possível perceber a unanimidade dos resultados quanto as contribuições do Simulador de *layout* para a Educação em Engenharia de Produção. Visto que possibilita melhor aprendizado e visualização do conteúdo através de aulas práticas. Por outro lado, de acordo com o ponto de vista dos estudantes, é necessário que sejam feitas algumas modificações para torná-lo ainda melhor. A nova proposta do Simulador será descrita e apresentada mais detalhadamente no item 4.5 do referido trabalho.

#### 4.5 PROTÓTIPO

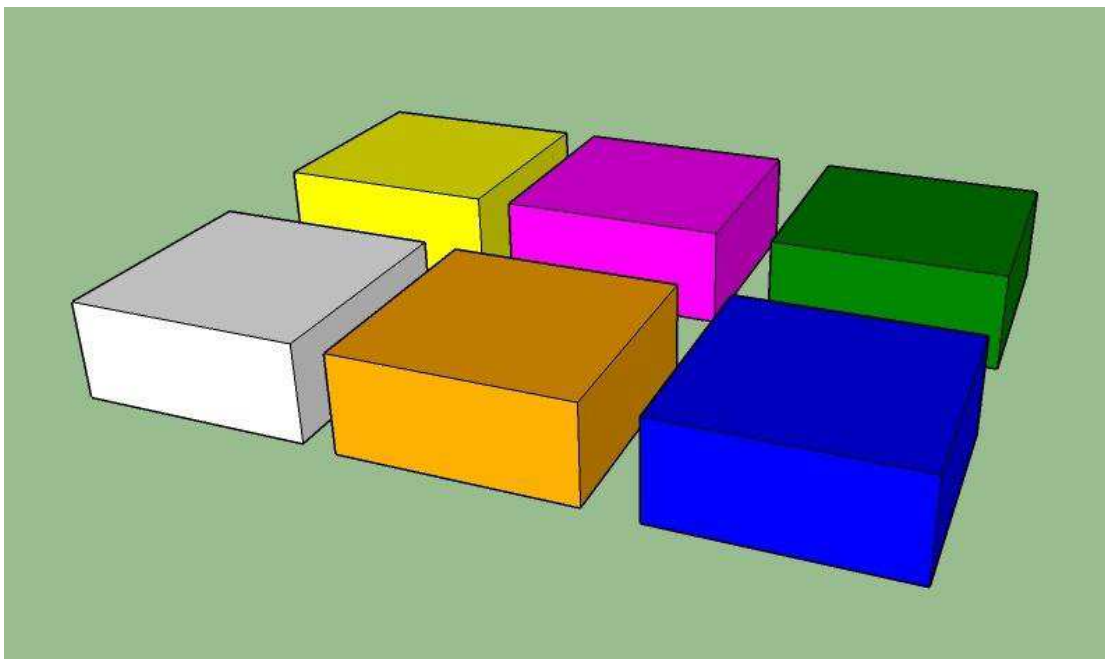
O projeto do protótipo foi desenvolvido baseado nas informações adquiridas através da aplicação do questionário. A nova proposta compreende total semelhança com o *mockup*, porém dispõe de algumas modificações relacionadas a material, cores, quantidade de peças, número e dimensão dos furos.

O jogo será composto por 1 (um) tabuleiro, 63 (sessenta e três) pinos – peças cilíndricas, 48 (quarenta e oito) blocos – peças quadradas em forma de cubo e ligas elásticas.

O desenho do protótipo foi desenvolvido através do *software Sketchup Pro 2016*. O tabuleiro permanece com a cor preta e também com as mesmas dimensões (50x60x1,5cm), os furos com de 0,41 cm de diâmetro, os cilindros permanecem na cor vermelho, com diâmetro de 0,40 cm e altura de 6,7 cm, as peças em forma de cubo possui as mesmas dimensões (3x3x1,5cm), maior quantidade de peças e novas cores, sendo 48 (quarenta e oito) peças nas cores: amarelo, azul, branco, laranja, lilás e verde. A Figura 21 em 3D mostra o desenho do protótipo proposto com as devidas modificações e a seguir a Figura 22 mostra a nova diversidade de cores dos cubos.

**Figura 19** – Desenho do protótipo

Fonte: A Autora (2018)

**Figura 20** – Desenho dos cubos com sua diversidade de cores

Fonte: A Autora (2018)

O protótipo será fabricado numa empresa com tecnologia avançada especialista em impressão 3D, conseqüentemente o jogo terá maior custo, visto que todas as peças serão fabricadas em acrílico, diferentemente do *mockup* que teve trabalho artesanal, o protótipo será produzido com alto nível de personalização em tecnologia de impressão 3D. A Tabela 2 mostra de forma discriminada todos os custos relacionados à confecção do jogo.

**Tabela 2** – Custos de fabricação do protótipo

Descrição do item	Quantidade	Custo unitário	Custo total
<b>Tabuleiro</b>	01und	R\$ 1.150,00	R\$ 1.150,00
<b>Cubo</b>	48und	R\$ 11,00	R\$ 528,00
<b>Cilindro</b>	63 und	R\$ 13,00	R\$ 819,00
<b>Ligas</b>	03 pct	R\$ 10,00	R\$ 30,00
			<b>R\$2.527,00</b>

Fonte: A Autora (2018)

Como é possível perceber através da tabela anterior, o custo do protótipo foi relativamente elevado se comparado ao custo do *mockup*. Contudo, é importante analisar algumas observações a cerca desses custos. Há uma maior quantidade de peças, o acabamento do produto em si será totalmente refinado e todas as peças serão compostas por acrílico. Além do que, o acrílico é um material resistente, de longa durabilidade, leve e possui uma estética diferenciada. Dessa maneira, por ser uma ferramenta de laboratório, o material escolhido é considerado viável economicamente.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em razão das importantes transformações e evoluções tecnológicas, como consequência se faz necessário a implantação de novas metodologias e formas menos metódicas de ensino. A inserção de jogos corporativos junto a Educação em Engenharia de Produção surge como forma de oportunidade para proporcionar uma nova forma de ensino, essa tendência se explorada pode ser utilizada como meio de promover o aprendizado de forma dinâmica, fazendo analogia da teoria com as experiências do dia a dia.

Baseado nessa oportunidade, o presente estudo compreendeu o desenvolvimento de um produto – uma ferramenta para estudo e simulação de *layout*. O objetivo era trazer contribuições para a EEP a nível de protótipo e laboratório, bem como possibilitar através do jogo desenvolvido, a simulação de *layout* organizacional, promovendo, portanto, o dimensionamento e maior experiência prática em organização e arranjo físico.

Desse modo, de acordo com as informações coletadas e auxiliadas através do amplo Referencial Teórico, foi possível alcançar os objetivos do trabalho, visto que os resultados da prática realizada com os estudantes foram satisfatórios, pois permitiu que os alunos desfrutassem através de simulação o estudo sobre a melhor utilização do espaço, a visualização dos tipos de *layout* e estudo de fluxos através do diagrama de espaguete.

Podemos concluir, portanto, que apesar do alto custo se comparado ao *mockup*, no entanto com um tempo de vida útil longo por ser composto de um material que apresenta durabilidade, o Simulador de *Layout* deve se tornar uma ferramenta de laboratório de Engenharia de Produção. Pois como pôde-se observar através de análises quantitativas feitas no decorrer do estudo, sua utilização se faz necessária para os estudantes, tendo em vista que é um meio de agregar conhecimentos aos mesmos, o que torna sua aceitação positiva e faz dele um potencial gerador de conhecimentos.

## REFERÊNCIAS

- ALIAGA, M.; GUNDERSON, B. **InteractiveStatistics**. Thousand Oaks: Sage, 2002.
- AZEVEDO, D. L.; ROSA, L. C. A Engenharia de Produção no agronegócio brasileiro como fator de excelência na capacitação de recursos humanos. **Revista Produção, Florianópolis**, v. 3, n. 3, 2003.
- BENEVIDES, Eder. *Diagrama de Espaguete*. 2013. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/diagrama-de-espaguete/69434>>. Acesso em: 13 nov. 2018.
- CASSEL, R., **Estudo do Layout**. Disponível em <[http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/393\\_seq\\_3\\_tipos\\_layout.pdf](http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/393_seq_3_tipos_layout.pdf)> Acesso em: 21 out. 2018.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- DALFOVO, M. S.; LANA, R. A.; SILVEIRA, A. Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, Blumenau, v.2, n.4, p.01-13, 2008.
- DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **Handbook of Qualitative Research**. Thousand Oaks: Sage, 2011.
- DETTMER, A.L. **Concebendo um laboratório de engenharia de produção utilizando um jogo de empresas**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.
- DRIRA, A.; PIERREVAL, H.; HAJRI-GABOUJ, S. Facility layout problems: A survey. **Annual Reviews in Control**, v. 31, n. 2, p. 255–267, 2007.
- FAÉ, C. S.; RIBEIRO, J. L. D. Um retrato da engenharia de produção no Brasil. **Revista Gestão Industrial**, Curitiba, v. 01, n. 03, p. 24-33, 2005.
- FAVARÃO, N. R. L.; ARAÚJO, C. S. A. Importância da interdisciplinaridade no ensino superior. **EDUCERE Revista da Educação, Umuarama**, v. 4, n. 2, p. 103-115, 2004.
- FAVERI F. **Identificação dos Desperdícios em um Serviço de Emergência com a Utilização da Metodologia LeanThinking**. 2013. 83 f. Dissertação de mestrado – Universidade Vale do Rio dos Sinos, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://biblioteca.asav.org.br/vinculos/00000c/00000c03.pdf>>. Acesso em 22 nov. 2018.
- GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Cengage Learning, 2002.
- GANGA, Gilberto M. D. **Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) na engenharia de produção: um guia prático de conteúdo e forma**. São Paulo: Atlas, 2012.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- \_\_\_\_\_. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 2, p. 57-63, mar./abr., 1995.

JUNG, Carlos F. **Metodologia para pesquisa e desenvolvimento**: aplicada a novas tecnologias, produtos e processos. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2004.

KANNAN, V. R. Analyzing the Trade-off Between Efficiency and Flexibility in Cellular Manufacturing Systems. **Production Planning & Control**, v. 9, n.4, p. 572-579, 2010.

KAMARUDDIN, S.; KHAN, A. Z.; SIDDIQUEE, A. N.; WONG, Y. S. The impact of variety of orders and different number of workers on production scheduling performance: A simulation approach. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 24 n. 8, p.1123- 1142, 2013.

KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P.; MALHORTA, M. K. **Administração de produções e operações**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LAKATTOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

Lexico Lean-Glossário Ilustrado para Práticas do Pensamento Lean, 4º edição, Lean Enterprise Institute. 2003.

LOPES, P. da C **Formação de administradores: uma abordagem estrutural e técnico-didática**. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

MACHADO, Marcio C.; TOLEDO, Nilton N. **Gestão do processo e desenvolvimento de produto**: uma abordagem baseada na criação de valor. São Paulo: Atlas, 2008.

MARCONI, Marina A.; LAKATOS, Eva M. **Metodologia do trabalho científico**. 7.ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 1998.

MECHELN, Pedro José von. **Jogo de empresas, ambiente interativo e agentes computacionais mediadores**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações** – São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações / Daniel Augusto Moreira** - São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

NEUMANN, C; SCALICE, R. K. **Projeto de fábrica e layout**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

NOMURA, D. **Planejamento do Arranjo Físico e das Normas de Segurança e Utilização da Nova Sala de Projetos do PRO**. São Paulo, 2013.

Nunes, P. (2018). **Conceito de Fluxograma**. 2015. Disponível em: <<http://www.knoow.net/cienciaeconemp/gestao/fluxograma.htm>>. Acesso em: 07 nov. 2018.

OLIVEIRA, V. F. A avaliação dos cursos de engenharia de produção. **Revista Gestão Industrial**, Curitiba, v. 01, n. 03, p. 01-12, 2005.

OLIVEIRA, V. F. de; ALMEIDA, N. N. de; CARVALHO, D. M. DE; PEREIRA, F. A. A. Um estudo sobre a expansão da formação em engenharia no Brasil. **Revista de Ensino de Engenharia**, Brasília, v. 32, n. 3, 2013.

PARANHOS, M. **Gestão da Produção Industrial**. Curitiba: Ibpex, 2007.

PASA, G. S. **1 Programação da Produção I ENG 09010 Arranjo físico e fluxo Cap. 7**. Disponível em < <http://slideplayer.com.br/slide/1858414/> >. Acesso em: 27 out. 2018.

REIS, F. **Layout celular na confecção do vestuário**. 2014. Disponível em <<https://www.audaces.com/layout-celular-na-confeccao-do-vestuario/>>. Acesso em: 27 out. 2018.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social - Métodos e Técnicas**. 3ª edição. São Paulo, Atlas, 2008. 334 p.

ROMEIRO FILHO, E. (Coord). **Projeto do Produto**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

ROZENFELD, H. FORCELLINE, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINE, D. H.; SCALICE, R. K. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

RUSSEL, R. *Operations Management*. 4ª ed. Prentice Hall, 2002.

SCHWARZ, V. R. K. **Contribuição dos jogos educativos na qualificação do trabalho docente**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

SILVA, A. L. da. **Desenvolvimento de um modelo de análise e projeto de layout industrial, em ambientes de alta variedade de peças, orientado para produção enxuta**. 244f. Tese (Doutorado – Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Área de Concentração em Processos e Gestão de Operações) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

SINGH, A. P.; YILMA, M. *Production floor layout using systematic layout planning in Can manufacturing company*. In: IEEE International Conference on Control, Decision and Information Technologies. **CoDIT**, Hammamet, Tunisia: p. 822 – 828, 2013.

SLACK, N.; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. **Administração da produção** – São Paulo: Atlas, 1996.

SLACK, N.; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, N.; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R.. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2007.

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

STURM, C. H.; SCHRIFFE, P.; MEDEIROS, F. S. B.; KOSCHEK, J. F.; WEISE, A. D. Mapeamento e análise de desempenho da graduação e da pós-graduação em engenharia de produção no Brasil. **Gestão & Produção, São Carlos**, v. 22, n. 1, p. 149-163, 2015.



VEIGA, C. H. A.; LIMA, J. M.; ZANON, L. B. Feira de Negócios Internacionais: Uma proposta de jogos de empresas vivenciais em aula. **Revista Eletrônica de Negócios Internacionais**, São Paulo, v.8, n.3, Art.7, p.127-144, 2013.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 11<sup>a</sup> ed. São Paulo: Atlas, 2009.

**APÊNDICES**

**APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA FERRAMENTA  
SIMULADOR DE *LAYOUT***

1. Você considera o simulador de *layout* uma ferramenta útil para o âmbito acadêmico?

(  ) SIM (  ) NÃO

2. A ferramenta possibilita melhor aprendizado e visualização do conteúdo através de aulas práticas?

(  ) SIM (  ) NÃO

3. Você considera acrílico um material ideal para a fabricação desse produto?

(  ) SIM (  ) NÃO

4. Caso a resposta do item 3 (três) seja “NÃO” dê a sugestão de outro material.

---

5. Você achou adequado as cores do tabuleiro e demais peças? Caso a resposta seja “NÃO” dê sugestão de novas cores.

---

6. Essa ferramenta deve existir no mercado para que as universidades possam adquirir, no intuito de utilizá-la como instrumento de laboratório de engenharia de produção para aulas práticas?

(  ) SIM (  ) NÃO

7. Se julgar necessário, faça críticas em relação a ferramenta em estudo.

---

---

---