



## PROPOSTA DE JOGO EDUCATIVO DE SIMULAÇÃO DA GESTÃO DA PRODUÇÃO A ÁRVORE DE LEGO

Natalia Gomes da Silva  
Karen Letícia Fernandes  
Fernando Castillo Vicencio  
Fabio Alencar Schneider

### Resumo

Durante a formação dos profissionais da área de Engenharia de Produção, pode-se verificar a dificuldade de compreensão de conceitos teóricos extremamente importantes como controle de estoque, qualidade, gestão e planejamento da produção. Essa dificuldade se dá pelo fato de muitos desses conteúdos serem dados de maneira teórica sem nenhuma aplicação prática. Como solução a este problema, alguns jogos foram desenvolvidos e podem ser utilizado adequadamente, como exemplo podemos citar: o do barco de papel, no qual se aplicam conceitos de qualidade e eficácia do produto; o jogo de lego para sistemas puxados/empurrados; jogo heyjunka que auxilia a compreensão se produção enxuta; o das canetas focando na prática de produção enxuta, entre muitos outros. Cabe ressaltar, que a aplicação dos jogos acima mencionados como métodos não convencionais no ensino dos conceitos básicos dos sistemas produtivos, podem melhorar significativamente o desenvolvimento e aproveitamento das aulas do curso. Assim, a primeira etapa deste trabalho foi a aplicação do jogo do Lego durante o Evento de Iniciação Científica (EVINCI 2017), posteriormente com os demais alunos da instituição a realização de 3 outras atividades. Nessa segunda etapa, juntamente com as atividades práticas será realizado um questionário para o levantamento de dados. Os resultados obtidos a partir da prática e dos dados do formulário, serão analisados, a fim de obter indicadores do estudo da compreensão teórica versus a prática. Possibilitando o aprimoramento dos jogos, suas aplicações e disponibilização dos dados como estudo científico de resultados e incentivo ou não do uso prático em aulas teóricas.

**Palavras-chave:** gestão da produção; jogo de simulação, engenharia.

### Abstract

During the training of professionals in the area of Production Engineering, one can verify a difficulty in understanding the most important theoretical concepts such as inventory control, quality, management and production planning. This difficulty is due to the fact that many of these contents are given theoretically without any practical application. As a solution to this problem, some games have been developed and can be used properly, such as: the paper boat, in which concepts of product quality and effectiveness are applied; the lego game for pulled / pushed systems; heyjunka game that assists understanding if lean production; the one of the pens focusing on the practice of lean production, among many others. It should be noted that the application of the games on the latter, as it is not a teaching process, is capable of improving the performance of the classes and making use of the course classes. Thus, the first stage of this work was the application of the Lego game during the Scientific Initiation Event (EVINCI 2017), later with the other students of the institution to perform 3 other activities. In this second step, along with the practical activities will be carried out a questionnaire for the data collection. The results obtained from the practice and data of the form will be analyzed in order to obtain indicators of the study of theoretical understanding versus practice. Enabling the improvement of the games, their

applications and data availability as a scientific study of results and incentive or not of practical use in theoretical classes.

**Keywords:** production management; simulation game, engineering.

## 1. INTRODUÇÃO

O ensino de conteúdos relacionados à Gestão da Produção é por vezes de difícil compreensão pelos estudantes da escola de Engenharias, e ainda mais complexos para aqueles que não possuem experiência prática. Estes conceitos são de grande importância para a inserção desses futuros profissionais no mercado de trabalho.

A utilização de atividades dinâmicas no meio acadêmico proporciona vantagens no aprendizado para quem não tem vivência na área, possibilitando o contato com situações que podem ser encontradas no dia a dia, e “facilitando a assimilação da teoria (DA SILVA, 2016; AMMAR & WRIGHT, 1999)”. Por sua vez, para os que já possuem experiência, podem estar aprimorando os seus conhecimentos.

Pensando no ensinamento da metodologia Just-in-time (JIT) ou produção enxuta, são necessárias várias ações com foco na redução de custos, sejam de ordem econômica, logística, de planejamento, a fim de aumentar os lucros de um determinado sistema de produção. Essa redução de custos está diretamente relacionada à redução ou eliminação de desperdícios, cujas fontes principais são a superprodução e excesso de estoque. Para trabalhar de forma prática esse conceito, foi desenvolvido um jogo de simulação no EVINCI 2017, baseado em uma forma de analisar o processo produtivo através dos sistemas empurrado e puxado. O sistema empurrado produz o que a empresa deseja, baseada em previsões das necessidades dos clientes, e que podem gerar uma acumulação do estoque.

Em contrapartida, o sistema puxado foca em produzir o que o cliente precisa e no momento certo, sendo um dos pilares da metodologia JIT. “Na cadeia produtiva desde tipo de sistemas, a necessidade de cada estação de trabalho baseia-se na demanda da estação posterior (HERAKOVIC et al, 2014)”.

Esta metodologia pode levar a melhoras substanciais que também podem significar desafios, como a melhora da qualidade, produtividade e flexibilidade, para os quais é necessário ter um treinamento específico.

Com relação a esse conhecimento para a aplicação dos sistemas empurrado e puxado, esse sistema tem sido ensinado tradicionalmente em forma teórica nos cursos de graduação, mas a assimilação dos conceitos por parte dos alunos, pode estar sendo fraco para enfrentar o mesmo desafio em aplicações reais.

Assim, a proposta apresentada é de um jogo de simulação utilizando lego para montagem de uma árvore, embalada e disponibilizada no estoque, que pode facilitar o entendimento e aplicação dos sistemas empurrado e puxado, como sua quantificação com relação à melhora do tempo de produção de acordo com cada tipo de sistema, seja empurrado ou puxado. Também serão mostradas as planilhas de coleta de dados, assim como a descrição de cada uma delas. Cabe ressaltar que após a realização do jogo, foi desenvolvido um questionário (Anexo 1) aos alunos dos cursos de Engenharia do UniBrasil, a fim de levantar dados preestabelecer as principais deficiências de conhecimentos dos Processos Produtivos, e para verificar aplicabilidade de jogos em disciplinas da graduação e a fim de obter indicadores do estudo da compreensão teórica versus a prática, bem como a aceitação e diferencial da utilização de jogos para ensino. Este trabalho pode servir como base para outros jogos a serem propostos, incentivar a utilização no ambiente acadêmico.

## **2. O JOGO DA ÁRVORE DE LEGO**

O objetivo deste jogo de simulação é reconhecer as diferenças entre um processo produtivo sob as metodologias de puxado e empurrado, ilustrando a redução do tempo de processamento utilizando o sistema puxado, que pode ajudar a entender os conceitos de Kanban, gargalo do processo, tempo do ciclo, assim como para ilustrar o comportamento do trabalhador durante as etapas do processo.

## 2.1 Descrição do jogo

O jogo consiste em 4 estações de trabalho com um aluno em cada estação para construir uma árvore de LEGO sob 4 configurações, conforme tabela 1.

Tabela 1 – Configurações das estações de trabalho

| SITUAÇÃO           | CONFIGURAÇÃO                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>EMPURRADO 1</b> | Inicialmente, os estudantes trabalharão no sistema empurrado, onde cada aluno permanecerá em cada estação de trabalho, produzindo uma sequência de montagem da árvore por vez, até completar, separadamente, as 6 unidades. |
| <b>EMPURRADO 6</b> | A segunda configuração será a de fazer a montagem empurrada em série de 6 árvores de LEGO de uma vez só, ou seja, cada estação montará 6 conjuntos da sequência de montagem antes de passar para o próximo posto.           |
| <b>PUXADO 1</b>    | A terceira configuração será a produção de uma árvore por vez, utilizando o sistema puxado, até completar as 6 unidades.                                                                                                    |
| <b>PUXADO 6</b>    | A quarta configuração será a produção puxada de 6 árvores de LEGO de uma única vez.                                                                                                                                         |

Este exercício pode ser completado em aproximadamente 50 minutos ou uma hora-aula. Os materiais a serem utilizados são basicamente: 72 peças de LEGO e formulários de coleta de dados, os quais serão descritos a continuação.

## 2.2 Etapas de produção

O sistema produtivo aqui proposto tem como objetivo a produção de árvores de LEGO, tal como mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Árvores de LEGO finalizadas (entregues ao cliente).



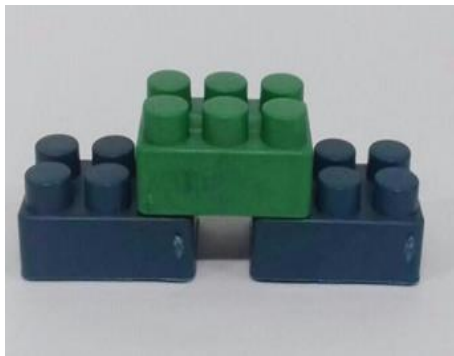
Fonte: Os autores

Cabe ressaltar que a árvore de LEGO está dividida em 3 partes, que representam as 3 primeiras estações de trabalho: a base da árvore com 5 peças, o tronco da árvore com 4 peças, e a copa da árvore com 3 peças. A quarta estação de trabalho serve como controle de qualidade e embalagem do produto, para ser entregue ao cliente.

A função de cada estação de trabalho é descrita na Tabela 2.

Tabela 2 – Estações de trabalho do jogo da árvore de Lego.

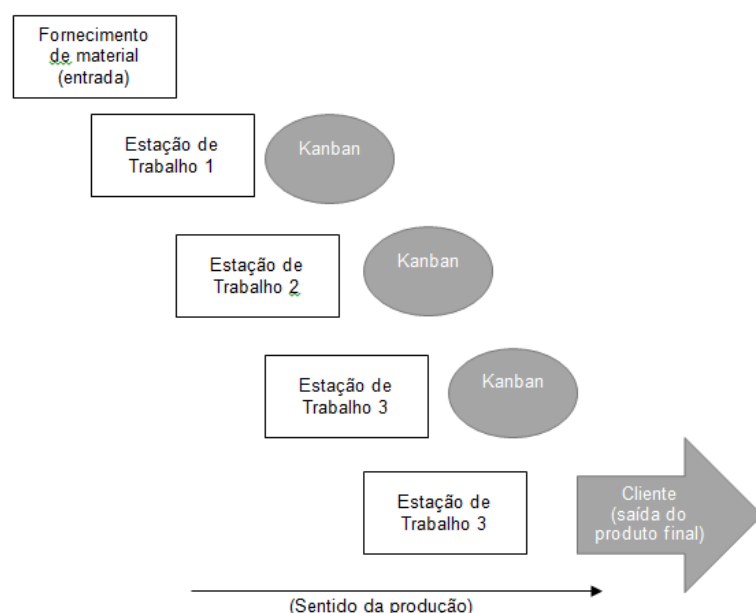
| <b>ESTAÇÃO DE TRABALHO</b><br><b>DESCRIÇÃO</b>                                                                                                            | <b>ILUSTRAÇÃO</b>                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Estação 1 – Base da árvore de LEGO</b></p> <p>Nesta estação será montada a base da árvore, como mostrado na Figura 3, sendo utilizadas 5 peças.</p> |  <p>Figura 3 – Base da árvore</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Estação 2 - Tronco da árvore de LEGO</b><br/>Nesta estação será montado o tronco da árvore, como mostrado na Figura 4, sendo utilizadas 4 peças. Depois de montado o tronco, será ensablado a base vinda da Estação de Trabalho 1.</p>                                                                                                                                                                                                            |  <p>Figura 4 – Tronco da árvore</p> |
| <p><b>Estação 3 - Copa da árvore de LEGO</b><br/>Nesta estação será montada a copa da árvore, como mostrado na Figura 5, sendo utilizadas 3 peças. Depois de montada, a copa será ensablada ao resto da árvore vinda da Estação de Trabalho 2.</p>                                                                                                                                                                                                      |  <p>Figura 5 – Copa da árvore</p>  |
| <p><b>Estação 4 - Padrão da árvore de LEGO para verificação do Controle de Qualidade:</b> Nesta estação serve como Controle de Qualidade do produto, onde somente poderão ser embalados os produtos montados corretamente. Os produtos não montados corretamente, deverão ser verificadas após o fim do ciclo produtivo. Na Figura 6, pode-se observar o produto que serve como padrão para o trabalhador responsável por esta estação de trabalho.</p> |  <p>Figura 6 – Tronco árvore</p>  |

## 2.3 Fluxograma

O fluxograma de processo proposto pode ser observado na Figura 7. É dado por 6 mesas de trabalho de 75 cm de comprimento, com 4 estações de trabalho, e as estações de entrada (fornecimento de material) e saída (cliente). Entre cada estação de trabalho, há um sistema Kanban para controle do fluxo de produção, que será externo às mesas de trabalho. Assim, o comprimento total de sistema de produção é de aproximadamente 4,5 m.

Figura 7 – Esquema de produção do jogo da árvore LEGO



## 2.4. Coletas de Dados

Durante a aplicação do jogo, a coleta de dados consistiu na aplicação de 3 planilhas nas 4 configurações propostas, as quais são descritas a continuação:

A tabela 1, foi utilizada em cada estação de trabalho, tendo como intuito contabilizar o tempo necessário para produzir cada peça e a média entre os tempos coletados, totalizando 16 planilhas.

Tabela 1 – Coleta de dados de cada centro de trabalho.

| Unidade Produzida | Tempo (s) |
|-------------------|-----------|
| 1                 |           |
| 2                 |           |
| 3                 |           |
| 4                 |           |
| 5                 |           |
| 6                 |           |
| <b>Média</b>      |           |

Fonte: Adaptado de Billington (2004)

A tabela 2, foi utilizada para observar o tempo de atravessamento do processo, a partir dos dados de início e término de cada lote de 6 peças.

Tabela 2 – Coleta de dados para cada configuração de 6 árvores de LEGO.

| Descrição                                    | Dados               |
|----------------------------------------------|---------------------|
| <b>Configuração</b>                          |                     |
| Hora de início                               | ___ h: ___ m: ___ s |
| Hora do final                                | ___ h: ___ m: ___ s |
| Diferença (s)                                |                     |
| Tempo do ciclo<br>(Diferença dividida por 6) |                     |

Fonte: Adaptado de Billington (2004)

A tabela 3, por sua vez, fez-se necessário para comparar o Tempo de Total de processo para as configurações propostas.

Tabela 3 – Planilha para coleta de dados do Tempo de Trabalho.

| Descrição  | Tempo de Trabalho (s) |
|------------|-----------------------|
| Empurrado1 |                       |
| Empurrado6 |                       |
| Puxado1    |                       |
| Puxado6    |                       |

Fonte: Adaptado de Billington (2004)

## **2.5. Parâmetros a serem analisados**

Baseado nas análises dos 4 sistemas propostos neste trabalho, poderão ser avaliados alguns parâmetros no ciclo produtivo, tais como:

- Tempo de processamento, ou tempo de atravessamento: Tempo total para fabricar o lote de 6 peças nas configurações propostas. A fim de ilustrar a diferença entre os sistemas de produção puxado e empurrado, assim como a diferença entre a produção unitária e em série dos 6 produtos.
- Gargalo da produção: Etapa que demanda maior tempo de processamento, ou que possua alta complexibilidade se compara com as demais. A partir da análise do resultado obtido no tempo de processamento, podem ser identificados os gargalos de processo para cada tipo de sistema produtivo.
- Tempo do ciclo: Serve para comparar se a melhor alternativa é um sistema de produção unitária ou um sistema de produção serial, seja no sistema puxado ou no sistema empurrado.
- Kanban: Ferramenta visual para controle do fluxo de processo, a partir da utilização de cartões de sinalização. Foi aplicado com o objetivo de demonstrar os conceitos e aplicação prática, atribuindo a responsabilidade gerencial a cada operador pela quantidade produzida e o tempo de processamento do seu posto de trabalho, que conseqüentemente, influencia diretamente no ritmo de produção de todos os outros postos de trabalho.

## **3. Questionário**

Possibilitando o aprimoramento dos jogos, suas aplicações e disponibilização dos dados como estudo científico de resultados e incentivo ou não do uso prático em aulas teóricas, foi desenvolvido um questionário (ANEXO 1) e aplicado a alunos da instituição, afim de obter mais informações.

Tendo como finalidade a análise da percepção dos alunos quanto a importância dos conhecimentos abordados no jogo de simulação, e observar as características específicas da amostra avaliada.

#### 4. RESULTADOS

A amostra conta com 54 questionários aplicados, totalizando 85% do sexo masculino e 15% feminino, tendo 52% dos pesquisados em média de 21 a 25 anos de idade. Dos quais teve o percentual dividido em três cursos da escola de Engenharias: 76% Engenharia Mecânica; 20% Engenharia de Produção e 4% Engenharia Civil.

Correspondendo a 72% dos pesquisados cursando entre o 4 a 6 período, e 20% entre o 7 a 10 período dos seus respectivos cursos. Ainda tiveram 8% que não abstiveram dessa resposta (ANEXO 2).

Quando questionados sobre se durante o curso já obteve algum contato com gestão de sistemas produtivos, através de alguma matéria da grade curricular, e sobre a facilidade de aprendizagem caso tenha tido, 37% da amostra disseram possuir alguma matéria relacionada a processos produtivos, porém 63% também alegaram desconhecer técnicas Lean como Kanban, Sistema Puxado e Empurrado, LIFO e FIFO, conforme gráfico 7 abaixo.

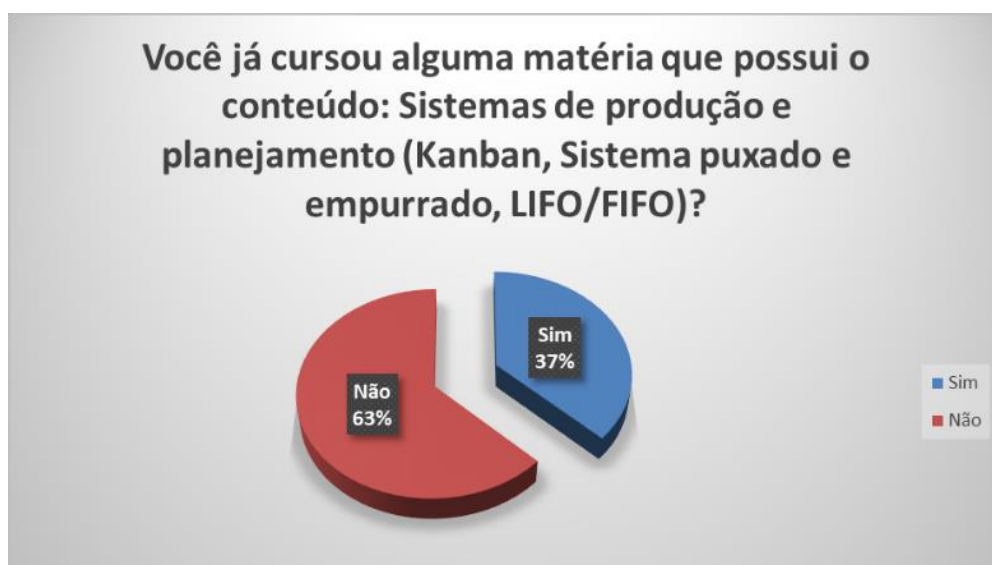


Gráfico 7 – Disciplinas relacionadas a gestão da produção no curso

Sobre a qualidade de ensino da matéria relacionada com sistemas produtivos, 37% dos alunos que já cursaram a disciplina disseram não ter absorvido facilmente o conteúdo dado, gráfico 8 abaixo.



Gráfico 8 – Percepção de aprendizagem por parte dos alunos

Por fim, ao serem indagados sobre a sua percepção da importância desses conteúdos, 67% disseram ser muito importante na sua vida acadêmica, e conseqüentemente, na sua formação profissional. Conforme ilustra, gráfico 9.

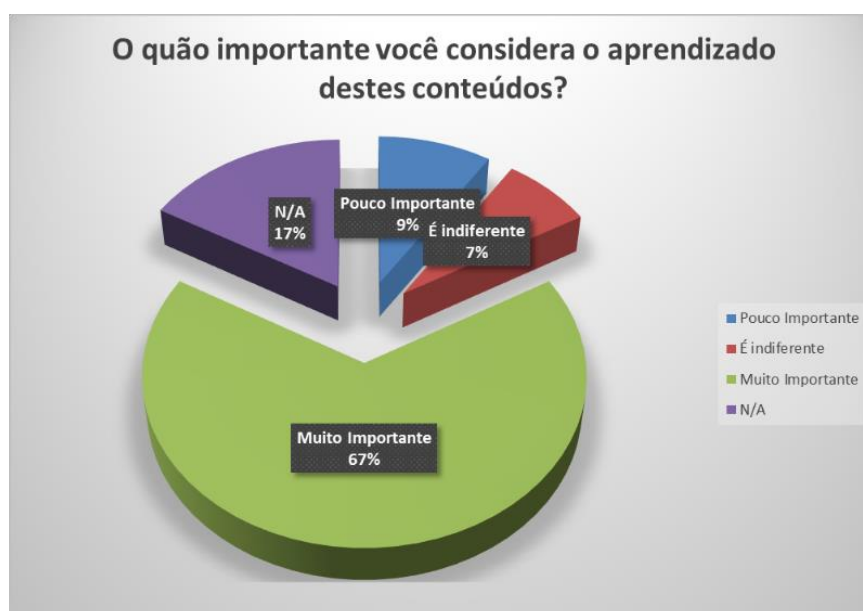


Gráfico 9 – Percepção de importância por parte dos alunos

## 5. CONCLUSÕES

Neste trabalho, foi apresentada uma proposta de jogo de simulação de um sistema produtivo, a fim de melhorar o entendimento dos principais parâmetros de produção nos cursos de Engenharia do Centro Universitário Autônomo do Brasil – UniBrasil, mas que pode ser aplicado, modificado, e replicado em outros cursos de Engenharia do país.

Dessa forma foi apresentada a descrição do jogo da árvore de LEGO, etapas de produção, fluxograma de processo proposto, coletas de dados e parâmetros analisados da prática desenvolvida, e questionário aplicado a amostra de pesquisa. Apesar da sua simplicidade, o jogo da árvore LEGO explora adequadamente os conceitos de produção sob a metodologia JIT, como o tempo de processamento, gargalo da produção, tempo do ciclo e conceitos de Kanban.

Pela análise dos dados coletas na amostra pesquisada, a partir da aplicação do questionário, podemos salientar o fato que mais da metade dos pesquisados encontram-se na metade do curso, e que estes disseram ainda não ter tido nenhum contato com alguma disciplina ligada aos conceitos de gestão de produção, o que nos faz pensar sobre a carga conceitual atribuída na grade curricular de cada curso até o 5º período.

Outro aspecto importante foi quanto a metade dos alunos que já cursaram alguma matéria ligada a processos, ressaltarem a dificuldade na aprendizagem dos conteúdos abordados, pelos métodos convencionais de ensino (aulas expositivas em sala com o auxílio de livros), mas que percebem a importância destes na sua formação.

Portanto, em virtude de todos os dados mencionados fica evidente a necessidade de aplicação de métodos alternativos de ensino para estes conteúdos, por exemplo aulas práticas com jogos de fixação; e qual a frequência dos mesmos na grade curricular. Por isso tudo, é imprescindível a compreensão e aprendizagem desses conteúdos na formação dos profissionais

da Escola de Engenharias, vislumbrando as inúmeras possibilidades de atuação no mercado de trabalho.

### **Agradecimentos**

Nossos agradecimentos ao professor orientador, pelo tempo disposto para contribuir com os direcionamentos e desenvolvimento do estudo.

Ao coordenador de Engenharia de Produção do UniBrasil pela abertura do espaço da instituição, e aos alunos pela participação nas atividades realizadas.

### **Referências**

BILLINGTON, P. J. A classroom exercise to illustrate lean manufacturing pull concepts. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 2(1), 71-76, 2004.

HERAKOVIC, N., METLIKOVIC, P. e DEBEVEC, M.. Motivational lean game to support decision between push and pull production strategy. *International Journal of Simulation Modelling*, 13(4), pp.391-526, 2014.

DA SILVA, R.R.L., ZATTAR, I.C., CLETO, M.G. e STEFANO, N.M., O uso de jogos e simulação como métodos alternativos de ensino em engenharia no Brasil: uma revisão bibliográfica. *Revista ESPACIOS* Vol. 37 (Nº 05), 2016.

## **ANEXO 1**

**QUESTIONÁRIO DE PESQUISA ACADÊMICA  
PROPOSTA DE JOGO PARA O ENSINO DA GESTÃO DOS SISTEMAS  
PRODUTIVOS – IC**

Este questionário tem como objetivo a coleta dados para estudo científico da utilização de jogos no meio acadêmico como método de ensino e fixação de conteúdo.

Nome (opcional): \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_

Sexo: ☐ Feminino ☐ Masculino

Curso: \_\_\_\_\_

Período: \_\_\_\_\_

1. Graduação concluída:

☐SIM ☐NÃO

2. Possui experiência pratica na área que está graduando/graduou?

☐SIM ☐NÃO

3. No seu curso possui/possuiu alguma disciplina relacionada a processos produtivos:

☐SIM ☐NÃO

Se sim, quais? \_\_\_\_\_

4. Você já cursou alguma matéria que possui o conteúdo: Sistemas de produção e planejamento (Kanban, Sistema puxado e empurrado, LIFO/FIFO)?

☐SIM ☐NÃO

5. Caso tenha cursado, o conteúdo foi facilmente compreendido?

☐SIM ☐NÃO

Se sim, houve alguma experiência prática em sala que auxiliou a compreensão, qual? Em qual período? \_\_\_\_\_

6. O quão importante você considera o aprendizado destes conteúdos?

☐1.Pouco importante ☐2.Tanto faz ☐3.Muito importante

7. Como você acredita que poderia ser melhorado o ensino destes conteúdos?

☐SIM ☐NÃO

Se sim, houve alguma experiência prática em sala que auxiliou a compreensão, qual? Em qual período? \_\_\_\_\_

8. O quão importante você considera o aprendizado destes conteúdos?

☐1. Pouco importante ☐2. É indiferente ☐3. Muito importante

9. Como você acredita que poderia ser melhorado o ensino destes conteúdos?

\_\_\_\_\_

**ANEXO 2**

## PESQUISA- QUESTIONÁRIOS

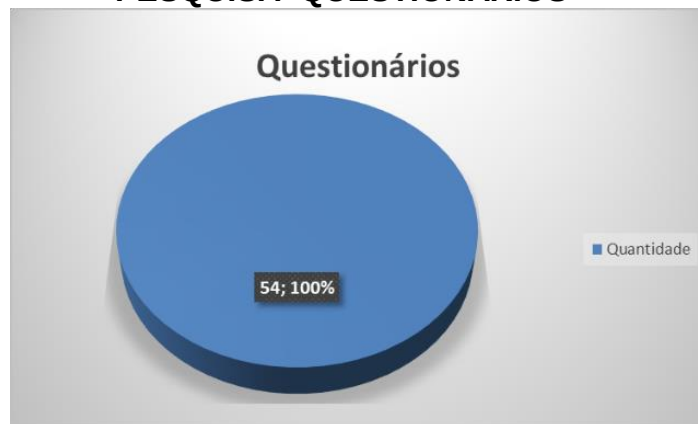


Gráfico 1 – Amostra

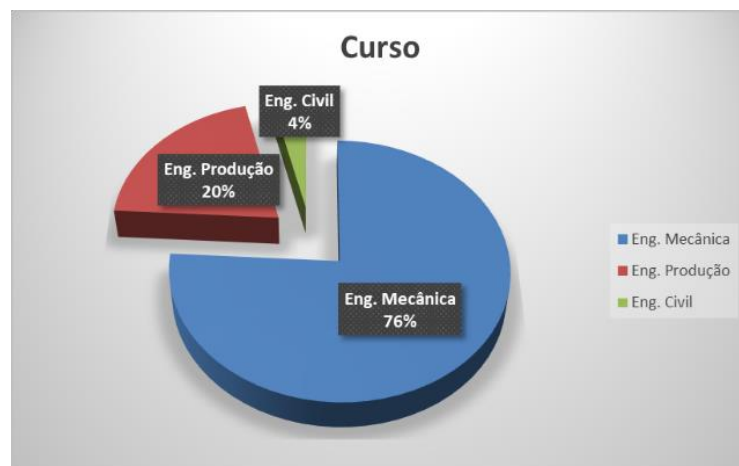


Gráfico 2 – Percentual Cursos

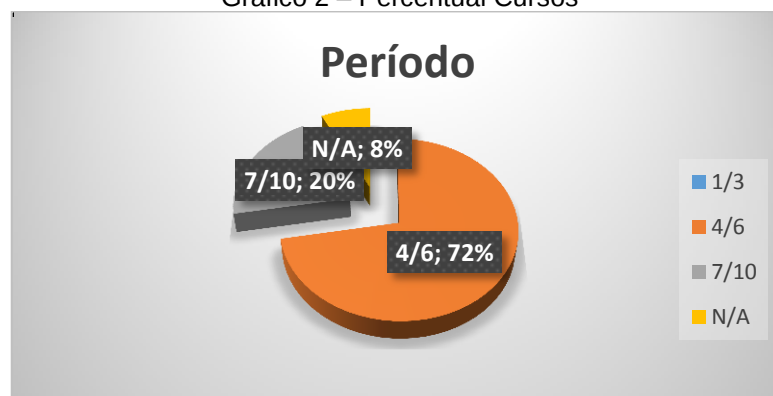


Gráfico 3 – Percentual Período

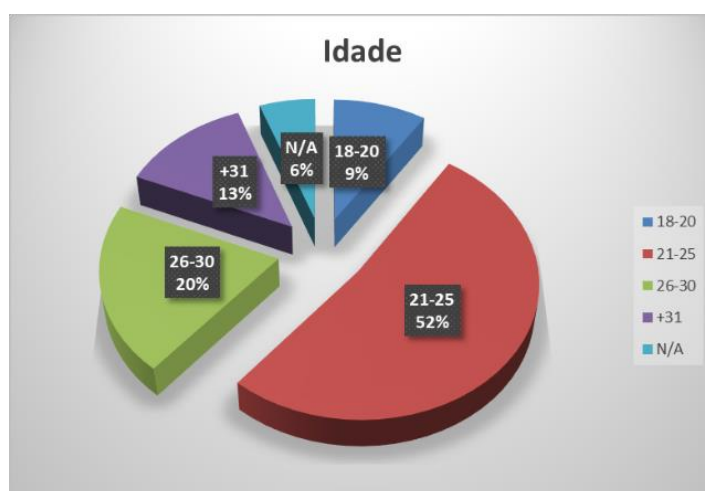


Gráfico 4 – Idade

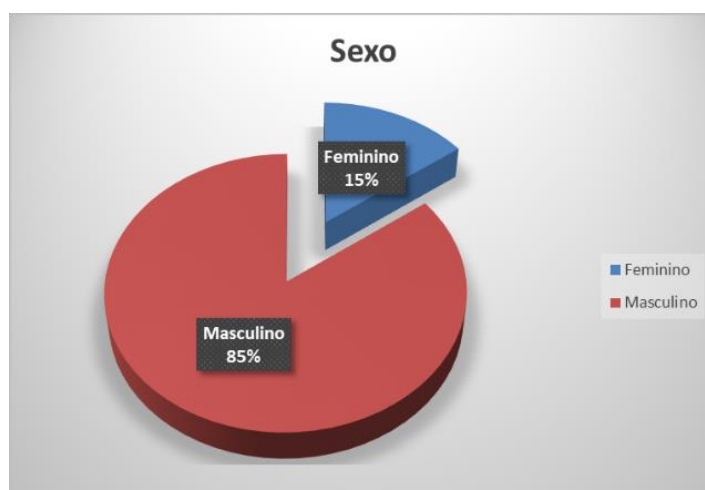


Gráfico 5 – Gênero



Gráfico 6 – Experiência Prática