



# ESTUDO DE CASO NA ANÁLISE DO SETUP EXTERNO DE UMA EMPRESA DE EMBALAGEM PLÁSTICA ATRAVÉS DA SIMULAÇÃO

Submetido em: 18/11/2018  
Aprovado em: 05/12/2021

ISSN 2965-3339  
DOI: [10.29327/2384439.1.1-2](https://doi.org/10.29327/2384439.1.1-2)

## **William Hideki Silva**

Faculdade de Tecnologia Fatec Zona Leste  
hidekiwilliam@gmail.com

## **Edson Silva de Oliveira**

Faculdade de Tecnologia Fatec Zona Leste  
edwbone@gmail.com

## **Roberto Ramos De Moraes**

Faculdade de Tecnologia Fatec Zona Leste  
rrmoraes@uol.com

**RESUMO.** Com o crescimento do desenvolvimento tecnológico, as empresas para acompanhar as evoluções, foi necessário a aplicação de técnicas e tecnologias, que levem a automatização de todo processo industrial. Neste contexto, a plataforma de simulação nos processos organizacionais, permitiu a verificação e otimização do sistema complexo em ambiente virtual. A simulação possibilita a checagem do funcionamento do sistema em diferentes cenários, permitindo modelos e procedimentos que introduzem melhorias no sistema empresarial, aumentando a qualidade e a exatidão nas tomadas de decisão dentro das empresas. O presente projeto enquadra-se nessa temática, através de um estudo de caso, mostrando uma proposta de reformulação no layout do processo de impressão por rotogravura, que utiliza uma impressora Thunder, para influenciar positivamente na movimentação dos materiais, consequentemente reduzindo tempo de setup externo, de uma empresa de embalagem plásticas de pequeno porte, localizado na zona leste de São Paulo. Com o auxílio da plataforma de simulação, foram identificados pontos de melhoria no processo de movimentação dos materiais utilizados no setup, através da mudança dos posicionamentos dos recursos, obtendo uma redução significativa nos tempos dos mesmos, aumentando a precisão e rapidez nos resultados.

**Palavras-chave.** Simulação, Processo, Movimentação, Melhoria, Layout

**ABSTRACT.** With the growth of technological development, the companies to monitor the evolutions, it was necessary the application of techniques and technologies, which lead to the automation of the entire industrial process. In this context, the simulation platform in the organizational processes allowed the verification and optimization of the complex system in a virtual environment. The simulation enables the verification of the operation of the system in different scenarios, allowing models and procedures that introduce improvements in the business system, increasing the quality and accuracy in decision making within the companies. This project is based on this theme, through a case study, showing a proposal for reformulation in the layout of the rotogravure printing process, which uses a Thunder printer, to positively influence the movement of materials, consequently reducing external setup time, of a small plastic packaging company, located in the East zone of São Paulo. With the aid of the simulation platform, points of improvement were identified in the process of moving the materials used in the setup, through the change of the positioning of the resources, obtaining a significant reduction in their times, Increasing the accuracy and speed of the results.

**Keywords.** Simulation, Process, Drive, Improvement, Layout..

## **1.INTRODUÇÃO**

No mundo corporativo, as organizações estão inseridas em um ambiente dinâmico e com alta flutuação de demanda, de forma

que as empresas trabalhem com políticas estratégicas de melhoria contínua para aumentar a performance no mercado. Com essa dinamização, a logística teve maiores

investimentos, trazendo ferramentas ou boas práticas que podem auxiliar o controle e a execução de uma determinada tarefa, se tornando um diferencial no mercado.

Dentro do ciclo de melhoria contínua, se encaixa o estudo de *layout* que faz parte complementar da área de manufatura e que retrata um impacto relevante nos custos e na minimização das distâncias para alcançar a eficiência operacional (SILVA et al., 2012). O aprimoramento de uma atividade empresarial, precisa do planejamento que está dentro no contexto da logística, de forma a dinamizar as tarefas, fomentando fluxos de processos mais rápidos e moderado, disponibilizando os recursos empresariais no momento desejado.

O erro do planejamento do *layout* pode elevar os custos operacionais, interrupções no fornecimento, trazendo a insatisfação dos clientes interno e externo, atrasos na produção, desenvolvendo filas e grandes estoques intermediários (KANNAN, 2010; SINGH; YILMA, 2013).

De acordo com Singh e Yilma (2013) nos Estados Unidos são gastos aproximadamente mais de U\$ 250 bilhões de dólares anualmente para o replanejamento do arranjo físico nas empresas. Dentro do contexto internacional, entre 20 a 50% dos custos totais de fabricação estão atrelados com o manuseio de materiais e planejamento de instalações eficazes, sendo possível reduzir tais custos para 10 a 30%.

Devido a fragmentação do mercado consumidor, ocasionou o surgimento de diversos produtos customizados, aumentando o número de *setups* para atender a demanda do mercado. A análise e implantação do layout mais adequado, para as necessidades da empresa, possibilita o planejamento adequado do setup das máquinas (movimentação de ferramentas e materiais necessários) assim reduzindo os custos da produção. (MAESTRELLI, 2014).

As indústrias de embalagens plásticas flexíveis desenvolvem um papel importante

dentro da cadeia de suprimentos das empresas do ramo alimentício, bebidas e produtos industrializados. E a redução dos custos no desenvolvimento e produção das embalagens é fundamental para um produto competitivo, principalmente no maior segmento de embalagem, tendo uma participação de 38,65% do mercado brasileiro, que são as embalagens plásticas. (ABRE,2017).

Benzi (2018) afirma que em 2017 houve um aumento na utilização de embalagens plásticas flexíveis (para produtos do setor de alimentos, bebidas e industriais) com um faturamento de R\$ 19,7 bilhões. Representando um aumento de produção de 4% em relação a 2016 e impactando na balança comercial nacional positivamente com 96 mil toneladas de produtos exportados no ano de 2017.

Com a necessidade da otimização dos recursos empregados na fabricação de embalagens plásticas flexíveis, utilizando o processo de impressão direta e baixo relevo (rotogravura), para uma eficiência operacional, o tempo de setup contribui para a diminuição dos custos de produção. Nesse sentido, este artigo tenta responder à seguinte pergunta: Qual o impacto da mudança de layout no tempo de movimento das ferramentas para o setup da impressora de Rotogravura *Thunder*?

O objetivo geral do trabalho é estudar o impacto da reformulação do *layout* na movimentação dos materiais (bobinas de filme plástico, cilindros de impressão, engrenagens e ferramentas) que estão relacionados com setup externo da empresa de embalagem plástica de pequeno porte.

Se faz imprescindível realizar uma apuração dos possíveis elementos envolvidos no problema e soluções factíveis, na seguinte disposição:

Examinar o cenário atual da empresa (layout utilizado, procedimentos de setup externo/interno, matérias primas utilizadas, quadro de funcionários, fornecedores e clientes) coletar os dados sobre os tempos e distâncias do processo, servindo de base

para a criação de um banco de dados. Utilização de ferramentas estatísticas para encontrar a medida de dispersão dos dados; modelagem do processo em um *software* de simulação.

A simulação será feita no software Arena, para desenvolver cenários hipotéticos, por meio de estudo probabilístico, analisando os resultados de forma quantitativa, possibilitando mensurar quais serão os resultados da mudança do layout.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 LOGÍSTICA

A logística é responsável pelo gerenciamento do fluxo de bens e serviços da organização, absorvendo parte substancial do orçamento operacional da empresa, tendo suas atividades típicas incluindo o transporte, gestão de estoques, processamento de pedidos, compras, armazenagem, manuseio de materiais, embalagem e programação de produção (BALLOU, 2009).

Ainda segundo Ballou (2009) para que as atividades funcionem é necessário estabelecer um planejamento logístico, bem como a interação de processos.

De acordo com Bulgacov (2006) a logística é constituída por diversas fases que são caracterizadas em conformidade com fluxo da origem ao destino, nas quais as funções específicas devem ser compreendidas e interligadas.

### 2.2 LINHA DE PRODUÇÃO

A linha de produção é o conjunto de esforços da engenharia de manufatura, com o foco em delinear meios e métodos mais eficientes para a produção, na qual a infraestrutura operacional possui um peso na eficiência. O crescimento da produtividade, resulta em um melhor aproveitamento dos recursos, tais quais: colaboradores, máquinas, energia e dos combustíveis, da matéria prima e entre outros (RITZMAN e KRAJESWSKI 2004).

A mecanização e o desenvolvimento de tecnologias, trazem a praticidade, otimização e flexibilidade na linha de produção, sendo importante o uso do sistema de planejamento e controle de produção, tendo como objetivo realizar um planejamento e controle efetivo do processo de manufatura em todos os níveis (CORRÊA; GIANESI, 1997).

### 2.3 EMBALAGENS PLÁSTICAS FLEXÍVEIS

De acordo com a ABRE–Associação Brasileira de Embalagem (2018) são todas embalagens fabricadas a partir de filmes plásticos, possuindo características de proteção aos produtos acondicionados em seu interior. O seu formato adapta-se a forma física do produto e sua espessura será menor do que 250 micras (micra ou m m, milésima parte do milímetro).

A Gravapac (2018) afirma que as embalagens plásticas flexíveis são utilizadas pelos pequenos e grandes empreendedores. Os mais variados segmentos de mercado utilizam esse tipo de embalagem, podendo destacar o alimentício; de higiene; o farmacêutico; o automobilístico; e de cosméticos. E os tipos de filmes plásticos mais manipulados, de acordo com as necessidades dos produtos são:

- \* Filme cristal ou transparente utilizado para embalar produtos que não exigem barreira de luz e que necessitam de janela para visualização do produto, por exemplo o macarrão;
- \* Filme metalizado impede a absorção de luz, usado para produtos que necessitam manter o produto crocante;
- \* Filme fosco ou mate, proporciona um acabamento opaco e uma textura diferenciada;
- \* Filme perolado com base branca e/ou leitosa, empregado para impressão de rótulos para refrigerantes, chocolates e biscoitos;
- \* Filme micro perfurado, permite saída e entrada de ar, utilizado para produtos que

necessitam de circulação de oxigênio. Como por exemplo pães, frutas e verduras.

As informações dos produtos, bem como das empresas, podem ser impressas na parte externa das embalagens plásticas flexíveis pelo processo de rotogravura.

### 2.3.1 IMPRESSÃO DE EMBALAGENS POR ROTOGRAVURA

Processo de impressão de embalagens, onde as matrizes são mais baixas do que a superfície dos cilindros para imprimir imagens complexas, coloridas ou em preto e branco. Também conhecida como impressão em baixo relevo. Para gravar as imagens no cilindro, utiliza-se um processo de gravação eletromecânico através de diamantes. Os desenhos das matrizes são feitos em áreas contínuas ou divididos em milhares de pontos individuais escavados um a um de forma a formarem uma imagem em negativo daquela que vai ser impressa. A matriz é então embebida em tinta e uma lâmina de alta precisão retira o excesso, deixando tinta apenas nos pontos de baixo relevo, que é transferida para o filme plástico por impressão direta. (PESSÔA, 2016).

### 2.4 MELHORIA CONTÍNUA

A melhoria contínua é um processo de inovação incremental, focada e constante, envolvendo toda a organização, fazendo frente aos programas de melhoria, fomentando uma cultura que valorize a aprendizagem (MURRAY; CHAPMAN, 2003).

Na análise de melhoria contínua, possui o estudo de tempos e movimentos que submete a um diagnóstico detalhado de cada operação produtiva, com o objetivo de extinguir qualquer elemento desnecessário e propor melhores métodos eficientes de executá-la (PEINADO; GRAEML, 2007). Segundo a Irani et al. (2004) para a prática de melhoria contínua, enfatizam dois grupos, o primeiro grupo trata das características individuais, pertinente às

habilidades e condutas dos colaboradores. O segundo grupo representa as características organizacionais, tais quais, os aspectos culturais e estruturais.

#### 2.4.1 ARRANJO FÍSICO / LAYOUT

De acordo com Chiavenato (2005) o arranjo físico ou layout é a distribuição física dos equipamentos dentro de uma organização, mensurando e definindo ações para cada produto a ser fabricado, se organizando para que o trabalho aconteça da melhor forma possível e com o menor desperdício de tempo.

O desenvolvimento de um planejamento de layout determina a forma, aparência de uma operação e o fluxo de recursos ao longo de todo o processo produtivo. Um layout mal elaborado tem um dispêndio nas contas empresariais, elencando diversos pontos, tais quais: estoque impróprio, deslocamentos extras, altos tempos de produção e entre outros.

Os arranjos físicos são formados por apenas quatro tipos básicos, são eles: Arranjo físico posicional, por processo, celular e arranjo físico por produto (Slack, 2002).

#### 2.4.2 SETUP

O setup é uma atividade de preparação das máquinas antes de começar a produção, sendo uma forma de elevar o nível de eficiência (SINGH E KHANDUJA, 2009). Segundo Cakmakci (2009) existem diversas formas de aumentar a eficiência, uma delas seriam a diminuição do tempo de setup da máquina, se tornando primordial o desenvolvimento da ideia de que quanto menor for o tempo de preparo da máquina, menor poderá ser o lote de produção, conseqüentemente um ganho de eficiência. A troca rápida de ferramentas foi criada para diminuir o tempo de preparo das ferramentas nos equipamentos de produção, deixando por mais tempo as máquinas em operação (FOGLIATTO; FAGUNDES, 2003).

Shingo (2008) sustenta que o procedimento de setup realizado em uma máquina dentro

de uma linha de produção pode ser de duas categorias: setup interno e setup externo. O setup interno correspondente às ações realizadas somente com a máquina parada e o setup externo podendo acontecer enquanto a máquina está em funcionamento.

## 2.5 SIMULAÇÃO

Simular um problema, analisando os impactos de uma decisão, buscando um nível de assertividade, faz desenvolver oportunidades. Assim, “com o propósito de aumentar a competitividade, reduzir os custos e melhorar a qualidade dos produtos e serviços, ferramentas de simulação foram desenvolvidas para estudar os impactos das mudanças” (MONTEVECHI; DUARTE; NILSSON, 2003, p.15). A simulação é uma técnica que emprega o computador digital, para elaboração de modelos representativos de sistemas reais por meio de *softwares*. Podendo ser aplicada na logística, linha de produção, fábricas, estabelecimentos comerciais dentre outros. Permitindo estudar seus comportamentos, simular mudanças, solucionar problemas de fluxo ou dimensionamento (PRADO, 2010).

“A simulação é uma técnica de soluções de um problema pela análise de um modelo que descreve o comportamento do cenário através de um computador digital” (PRADO, 2010, p.24).

### 2.5.1 SOFTWARE ARENA

O *software* Arena originou-se com a junção de dois outros *softwares*, denominados *SIMAN* e *CINEMA*. O *SIMAN* foi criado em 1982, sendo o primeiro *software* de simulação para computadores pessoais (PCs) aperfeiçoando a arquitetura do sistema GPSS criado em 1961 pela *IBM*. O *CINEMA* surgiu em 1984, foi o primeiro programa para animação de simulação em Pcs (utilizado como complemento do *SIMAN*). Continuamente melhorados, em 1993, os dois programas foram unificados em um único *software* para criar o Arena. Prado (2004).

O Arena é um software de simulação que mostra um ambiente gráfico, que contém todos os recursos para modelagem de processos, desenho e análise estatística. Utilizando modelos para realizar análise de cenários, viabilizando a previsão de possíveis comportamentos futuros, isto é, alterações nas variáveis do sistema (PARAGON, 2018).

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia aplicada no trabalho foi uma pesquisa exploratória, de acordo com Gil (2010) pesquisa exploratória possibilita um maior entendimento do problemática exposta e formulação de novas conjecturas. Dessa forma foi utilizado como fontes de pesquisas: livros, artigos e publicações periódicas (para pesquisa bibliográfica) assim possibilitando uma melhor percepção do objetivo geral. Subsequentemente por meio de uma pesquisa de campo, formando um estudo de caso, foi desenvolvido este trabalho. “Quando queremos estudar algo singular, que tenha um valor em si mesmo, devemos escolher o estudo de caso”. (GOODE HATT apud LÜDKE & ANDRÉ, 1986, p. 17).

O *focus* da pesquisa foi em uma empresa de pequeno porte, localizado na Vila Paranaguá na zona leste de São Paulo, do ramo de fabricação e comercialização de embalagens flexíveis de monocamadas ou laminadas.

O uso dos modelos de análises, tais quais, qualitativa e quantitativo, é imprescindível para levantar análises nos gráficos e nos relatórios do *Software* de Simulação Arena, por meio das informações coletadas na empresa, submetendo ao uso do simulador. Foram coletadas as informações de tempos e distâncias utilizados em cada parte do processo. Possibilitando a criação de um banco de dados. Utilizando as ferramentas estatísticas: *BOXPLOT* para o tratamento dos dados, e o *Input Analyzer* para encontrar qual o melhor tipo de distribuição estatística

(dispersão dos dados) para elaborar as expressões utilizadas na simulação.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento da problemática, com o apoio do software de simulação, conseguiu explorar de forma rápida e eficiente os ganhos operacionais, através da proposta de melhoria.

Conforme mostra o fluxograma na Figura 01, desenvolvido no software de simulação, o processo contemporâneo da empresa estudado.

O processo de impressão de rotogravura, acontece da seguinte forma: com a máquina em funcionamento, após o recebimento do pedido, o primeiro e o segundo operador movimentam da área dos cilindros até o carrinho de engrenagens, sendo realizado a instalação do mesmo nos cilindros, e a preparação das ferramentas que serão utilizadas na instalação dos mesmos na máquina rotogravura. Com a máquina parada, o operador 1 movimenta a bobina já impressa para a máquina de corte e instala a nova bobina na máquina de rotogravura, enquanto isso o segundo operador realiza o teste de tinta. Após os dois operadores realizarem a limpeza da máquina, finalizando o *setup* externo e interno, retornam os cilindros utilizados para área de cilindros.

Nesse cenário, existem diversos elementos a serem considerados, como:

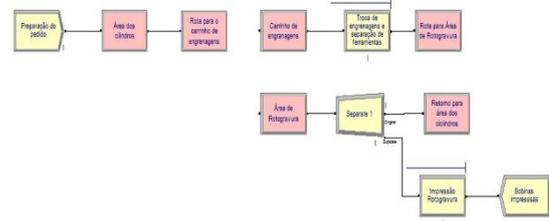
- \* A meta da empresa analisada é sempre realizar a impressão de uma bobina de 500 Kg por dia, em que uma bobina chega ao sistema a cada 4 horas;

- \* O turno de operação da máquina de rotogravura é de 10 horas por dia resultando no mínimo a impressão de uma bobina de filme plástico de 500 quilo, e a expressão utilizada no processo de Impressão da Rotogravura é TRIA(8.5, 15.8, 19.5) minutos;

- \* No módulo de impressão rotogravura foi simulado uma parada

durante o processo, para representar o setup que é realizado três vezes por semana com duração de 90 minutos cada. Que inclui a movimentação e troca dos cilindros, instalação das engrenagens no mesmo, o teste de tinta e seu ajuste fino, a movimentação das bobinas de filme plástico de entrada e de saída, e a limpeza da máquina. Sendo a distância total que os funcionários precisam percorrer para executar essas atividades é de 62 metros.

**Figura 1: Demonstração do Fluxograma do Software Arena**



Fonte: Autores, 2018

Foi possível verificar com a simulação que o número mínimo de bobinas de filme plástico impressos não foi alcançado durante cinco turnos de serviço, de acordo com *Waiting Time*, a máquina de rotogravura ela perde 766,83 minutos ( $half\ width \pm 39,71$ ) ou 12,78 horas por semana por conta do tempo de movimentação do setup, deixando de produzir no mínimo uma bobina, afetando na meta da empresa.

A máquina de rotogravura fica ocupada em média  $0.6849 \pm 0,02$  do tempo devido o tempo gasto com a movimentação dos materiais envolvidos no *setup*, tendo uma ociosidade de 31,51%, mostrando a necessidade de realizar uma reformulação no layout para aumentar a utilização da máquina, consequentemente diminuindo o tempo ocioso.

A sugestão para um novo *layout*, seria aproximar os cilindros que serão utilizados ao longo da semana e a área das engrenagens, para perto da máquina de rotogravura, trazendo maior comunicação entre elas, consequentemente diminuindo a movimentação. Sendo assim, os operários

podem realizar o teste de tinta, separação de ferramentas e movimentação dos cilindros, com um tempo reduzido, conforme mostra a Tabela 1.

**Tabela 1: Comparação dos tempos de movimentação na operação**

Setup	Movimentação			
	Sem Mudança	Half Width	Com Mudança	Half Width
Teste de Tinta	3	± 0,70	3	± 0,70
Movimentação dos cilindros até área das engrenagens	15	± 1,59	6	± 1,34
Movimentação das Bobinas	8	± 1,20	8	± 1,20
Separação das Ferramentas	11	± 0,25	5	± 1,20
Limpeza	10	± 0,25	10	± 0,25
Área das engrenagens até a máquina rotogravura	15	± 1,15	7	± 1,4
<b>Total</b>	<b>62</b>		<b>39</b>	

Fonte: Autores, 2018

Com a mudança do *layout*, o processo será afetado positivamente, tendo uma diminuição da movimentação em 37,10% e do tempo de setup em 36,67%. Assim confirmando que com uma mudança no espaço físico da empresa é possível diminuir o tempo de operação e melhorando a ergonomia operacional da empresa, reduzindo o risco de acidentes operacionais.

## 5. CONCLUSÃO

Com a complexidade das operações, as empresas buscam maximizar os ganhos através do desenvolvimento de ideias tecnológicas, usando tais tecnologias para otimizar os processos organizacionais.

O uso do software Arena, traz um suporte às decisões empresariais, aumentando a assertividade quando realizar a simulação das mudanças e analisar os possíveis resultados, antes realizar a implantação das mudanças, fazendo com que as decisões sejam tomadas de forma rápida, assertiva e ao menor custo possível.

Com o estudo de um novo layout, conseguiu obter respostas suficientes para responder a pergunta inicial do trabalho, sendo que com a mudança, pode se dizer que o tempo de movimentação diminuiu 37,10% e o tempo de espera para 36,67% , alcançando um resultado positivo no layout.

O erro da estrutura do layout pode comprometer a produtividade do processo, sendo assim, após responder à pergunta do trabalho, o objetivo geral foi alcançado, sendo uma mudança positiva no momento presente da empresa.

## REFERÊNCIAS

ABRE, Associação Brasileira de Embalagem. **TIPOS DE EMBALAGENS**, 2018. Disponível em: <<http://www.abre.org.br/setor/apresentacao-do-setor/a-embalagem/tipos-de-embalagens/>>. Acessado em: 15 set 2018.

BALLOU, R. H. **Logística Empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

BENZI, Liliam. **Cenário é positivo para indústria de embalagens flexíveis em 2018**. Disponível em: <https://www.simplas.com.br/imprensa/noticias-setor/abief-flex-tendencia-abril-2018.html> Acesso em: 20 AGO 2018.

BULGACOV, Sergio. **Manual de gestão empresarial**. 2ed. São Paulo, Atlas, 2006.

CAKMAKCI, MEHMET. **Process improvement: performance analysis of the setup time reduction-SMED in the automobile industry**. International journal of advanced manufacturing technology, v. 41, n. 1-2, 2008.

CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão de pessoas: segunda edição**. Rio de Janeiro, RJ, 2005.

CORRÊA, L. H.; GIANESI, I. **Just-in-time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. São Paulo: Atlas, 1993.

FOGLIATTO, F. S.; FAGUNDES, P. R. M. **Troca rápida de ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso**. Gestão & Produção, v. 10, n. 2, p. 163-181, 2003.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.



GRAVAPAC, Indústria de embalagens flexíveis. **Saiba o que são Embalagens Flexíveis**, 2018. Disponível em:<<http://www.gravapac.com.br/saiba-o-que-sao-embalagens-flexiveis/>>. Acesso em 15 set 2018.

IRANI, Z.; BESKESE, A.; LOVE, P. E. D. **Total quality management and corporate culture**: constructs of organizational excellence. *Technovation*, v. 24, p. 643-650, 2004. [http://dx.doi.org/10.1016/S01664972\(02\)00128-1](http://dx.doi.org/10.1016/S01664972(02)00128-1)

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em Educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MONTEVECHI, J. A. B.; DUARTE, R.; NILSSON, G.V. **O uso da simulação para análise do layout de uma célula de manufatura**. *Revista Pesquisa & Desenvolvimento Engenharia de Produção*. V.1, n.1, p.15-29, dez 2003.

MURRAY, P.; CHAPMAN, R. **From continuous improvement organizational learning**: developmental theory. *The Learning Organization*, v. 10, n. 5, p. 272-282, 2003. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1108/09696470310486629>>. Acesso em: 21 set 2018.

PARAGON. **Software de Simulação Areba**. 2018. Disponível em:

<<http://www.paragon.com.br/software/ar-ena/>>. Acesso em: 21 set 2018.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção**: operações industriais e de serviços. Curitiba: UnicenP, 2007. 750 p

PESSÔA, Stefano. **Flexografia e Rotogravura**, 2016. Disponível em:<<https://prezi.com/ozfdytyzqfmi/flexo-grafia-e-rotogravura/>>. Acesso em: 18 set 2018.

PRADO, D. S. do. **Usando o Arena em Simulação**. 4.ed. Belo Horizonte-MG: Editora Falconi, 2010.

RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKI, L. J. **Administração da produção e operações**. 2º e. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2004.

SILVA C. S.; MORAIS, M. C.; FERNANDES, F. A. A practical methodology for cellular manufacturing systems design - An industrial study. *Transaction on Control and Mechanical Systems*, v. 2, n.4, p. 198- 211, 2012.

SINGH, B. J., KHANDUJA, D. **SMED**: for quick changeovers in foundry SMEs. *International Journal of Productivity and Performance Management*, v. 59, n. 1, pag 98-116, 2010.

SHINGO, Shigeo. **Sistema de Troca Rápida de Ferramenta: Uma revolução nos sistemas produtivos**. Bookman, 2008.

SLACK, N., CHAMBERS, S., JOHNSTON, R., **Administração da produção Atlas**, 2002.

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.