

## Proposta de um novo arranjo físico para uma empresa de isolamentos térmicos visando a eliminação de desperdícios no processo produtivo

Anariele Maria Minosso (UFSM) [anarieleminosso@hotmail.com](mailto:anarieleminosso@hotmail.com)  
Adriana Morales Garza (UFSM) [moralesgarza.adriana@gmail.com](mailto:moralesgarza.adriana@gmail.com)  
Juliane de Freitas Battisti (UFSM) [julianedefreitasbattisti@gmail.com](mailto:julianedefreitasbattisti@gmail.com)  
Nayara Vargas Witcel Fidelis (UTFPR) [nayaravargasf@hotmail.com](mailto:nayaravargasf@hotmail.com)  
Andreas Dittmar Weise (UFSM) [mail@adweise.de](mailto:mail@adweise.de)

### Resumo:

A otimização e inovação do arranjo físico desempenha um papel crucial em uma empresa em termos de aumentar a eficiência das principais linhas de produção. O objetivo principal deste estudo foi discutir o arranjo físico utilizado numa empresa de isolamentos térmicos localizada no Oeste de Paraná e melhorá-lo, a fim de tornar a utilização do espaço ideal, eliminar obstruções no fluxo de material e, portanto, obter produtividade máxima. Um novo arranjo físico foi sugerido com base na pesquisa bibliográfica realizada e nos dados do sistema de produção da empresa obtidos por meio de entrevistas com o proprietário da empresa, fotografias e observações do ambiente de trabalho. O novo arranjo físico sugerido tem como finalidade propiciar o aumento da produtividade, a diminuição do desperdício e do retrabalho dentro do processo de produção, e promover a motivação e melhores condições de trabalho aos funcionários.

**Palavras-chave:** Arranjo físico, Isolamentos térmicos, Eficiência, Produtividade.

## Proposal of a new layout for a thermal insulation company in order to eliminate waste in the production process

### Abstract:

Layout optimization plays a crucial role in a company in terms of increasing the efficiency of main production lines. The main objective of this paper is to discuss the layout used in a thermal insulation company located in the West of Parana and to improve it, in order to make optimum space utilization, eliminate obstructions in material flow and thus obtain maximum productivity. A new layout was suggested based on a literature research and on data from the company's production system obtained through interviews with the business owner, photos and observations of the work environment. The new suggested layout aims to provide an increase in productivity and waste reduction, which affects the production system, and rework in production processes as well as for the motivation and better working conditions for employees.

**Key-words:** Layout, Thermal insulation, Efficiency, Productivity.

### 1. Introdução

O fator chave das organizações modernas e, amplamente discutido atualmente, é o planejamento de estratégias competitivas, que envolve inúmeros fatores do ambiente interno e externo da organização, a fim de analisar o que deve ser estudado e como devem ser aplicadas

medidas para continuamente manter a empresa atualizada e com um crescente desempenho no mercado.

Com a evolução da tecnologia e o aumento da demanda por produtos e serviços de qualidade, o mercado industrial, acompanhando estas tendências, exige respostas diretas, principalmente quando trata de sistemas de manufatura (ALVES; AQUINO e SILVA, 2013).

O planejamento do arranjo físico é uma estratégia competitiva recomendável a empresas de todos os portes, pois, este pode trazer resultados surpreendentes em termos de redução de custos de operação, aumento da produtividade, eficiência dos processos, melhoria da qualidade dos produtos e satisfação do cliente.

O estudo do arranjo físico se preocupa com a localização dos recursos de transformação e se justifica porque decisões de como organizar a produção possuem impacto direto nos custos de uma operação produtiva (AGUIAR; PEINADO e GRAEML, 2007).

Em empresas já existentes no mercado, que visam mudanças, como: modificações no processo de produção ou fluxo do serviço, introdução de novos produtos ou serviços, melhor aproveitamento do ambiente de trabalho e a necessidade de redução de custos, torna-se necessário a modificação no arranjo físico, que define onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção.

Para Krajewski e Ritzman (2004) os planejadores de arranjo físico estão sempre buscando visar alternativas com materiais, produtos, processos, informações e pessoas, para distribuírem melhor os processos de trabalho e alcançar o desempenho ótimo da fábrica.

As decisões sobre o arranjo físico são de suma importância, pois afetam a capacidade da instalação e a produtividade das operações, podem implicar no dispêndio de consideráveis somas de dinheiro, podem representar elevados custos ou dificuldades técnicas para futuras reversões e também, causar interrupções indesejáveis no trabalho (MOREIRA, 2011).

É uma estratégia de negócios que se concentra em melhorar a compreensão das exigências do cliente, a produtividade do sistema de negócios e o desempenho financeiro. O arranjo físico de uma planta estabeleceu uma nova tendência de excelência no ambiente de negócios e está desfrutando de grande popularidade (VAIDYA; SCHWENDE; ANSARI e SORTE, 2013). Ele é a parte mais visível e exposta de qualquer organização.

Analisando-se o ambiente e o fluxo de produção da empresa, assim como a importância do arranjo físico para as organizações na otimização das tarefas e redução de tempo de ciclo da produção, este trabalho visa propor um novo *layout* para uma empresa de Isolamentos Térmicos localizada no Oeste do Paraná.

A empresa em estudo atua no segmento de isolamentos térmicos, produzindo telhas termo acústicas e telhas galvalume com injeção de poliuretano para instalação em coberturas, além de painéis termo isolantes para câmaras frigoríficas revestidos em chapas de aço pré-pintadas com núcleo em EPS (poliestireno expandido) ou PU (poliuretano).

## 2. Arranjo Físico

De acordo com Corrêa e Corrêa (2009, p.276), “o arranjo físico de uma operação é a maneira segundo a qual se encontram dispostos fisicamente os recursos que ocupam espaço dentro da instalação de uma operação”.

É necessário planejar e posicionar adequadamente os funcionários, materiais, máquinas, equipamentos e outros suportes de fabricação e instalações para criar o arranjo físico da planta mais eficaz (VAIDYA; SCHWENDE; ANSARI e SORTE, 2013).

Fazer o arranjo físico de uma área significa planejar e integrar os caminhos dos componentes de um produto ou serviço, a fim de obter o relacionamento mais eficiente e econômico entre o pessoal, equipamentos e materiais que se movimentam, ou seja, realizar uma combinação ótima das instalações industriais e de tudo que concorre para a produção, dentro de um espaço disponível, a fim de permitir o máximo rendimento dos fatores de produção, através da menor distância e no menor tempo possível (BORBA, 1998).

O *layout* de produção é a maneira de representar a estrutura da empresa e a disposição de seus equipamentos e, dependendo da sua estruturação, pode alavancar o fluxo de produção ou mesmo emperrá-lo. O layout influencia a empresa em muitos aspectos, como: espaço utilizado; mão de obra; risco de acidentes; economia quanto ao consumo de energia e utilização de materiais; comodidade para clientes e funcionários e; flexibilidade na produção (NETTO e TAVARES, 2006).

A decisão de arranjo físico é capaz de afetar os níveis de eficácia das operações, pode-se dizer que, dentro dos limites estabelecidos pela estratégia competitiva da operação, um bom projeto de arranjo físico pode visar tanto eliminar atividades que não agreguem valor, como enfatizar atividades que agreguem (SOUZA; SANTANA; CRUZ e SILVA, 2011).

Segundo Peinado e Graeml (2004), raras são as mudanças de arranjo físico em nível operacional, e algumas razões para tais decisões se darem em nível decisório mais elevado são:

- a) geralmente as atividades ligadas ao arranjo físico são demoradas e de alto custo;
- b) se o arranjo físico já existe e precisa ser alterado, geralmente o processo de produção precisa ser interrompido;
- c) se o arranjo físico não for bem elaborado, as consequências podem ser graves, como padrões de fluxo excessivamente longos e confusos e;
- d) se o arranjo físico for para uma organização do tipo de serviços é fundamental ter em mente que é na loja que ocorre o interface entre a organização e o consumidor.

### **2.1. Tipos de Arranjo Físico**

O arranjo físico pode se classificar em quatro tipos: por processo, por produto, posicional e celular. Corrêa e Corrêa (2009) comentam sobre eles:

- a) Arranjo físico por processo (ou funcional): agrupa recursos com função ou processo similar e, geralmente, é usado quando os fluxos que passam pelos setores são muito variados e intermitentes.
- b) Arranjo físico por produto (ou em linha): a posição relativa dos recursos é arranjada de acordo com a sequência de etapas do processo de agregação de valor, por isso, é mais adequado a operações que processam grandes volumes de fluxo que percorrem uma sequência similar.
- c) Arranjo físico posicional: mantém estacionário o material (ou a pessoa) processado pela operação, pois é inviável ou muito difícil fazê-lo mover-se entre as etapas do processo, com isso, são os recursos que se deslocam até o objeto processado.
- d) Arranjo físico celular: os recursos não similares são agrupados em células para processarem um grupo de itens que requeiram similares etapas de processamento.

### **2.2. Arranjo Físico da Empresa em Estudo**

Na empresa em estudo pratica-se o arranjo físico por produto, pelo fato de fabricarem apenas

duas variedades de produto, telhas termoisolantes em PU e painéis térmicos em EPS, com uma variabilidade quanto ao comprimento e quantidade de ranhuras. O processo realizado é em linha e de maneira manual. Para a injeção de poliuretano nas telhas existem cinco formas dispostas em paralelo, que suportam uma telha por forma. A fabricação dos painéis com EPS é feita em apenas uma perfiladeira onde é feito um painel por vez. A produção é realizada em grandes volumes de produto devido à alta demanda requerida, com isso o fluxo de processos é contínuo.

O arranjo por produto ou em linha envolve localizar os recursos produtivos transformadores segundo a melhor convivência do recurso que está sendo transformado, pois, a característica uniforme dos requisitos do produto ou serviço é que leva a esse tipo de arranjo físico (SILVA; SILVA; SOUZA e CAMPOS, 2014).

No arranjo físico por produto, as máquinas ou estações de trabalho são posicionadas de acordo com a sequência de montagem do produto, o que proporciona alta produtividade, embora associada a elevado custo fixo e pouca flexibilidade para fabricação ou montagem de produtos diferentes (AGUIAR; PEINADO e GRAEML, 2007).

Peinado e Graeml (2004) comentam algumas vantagens do arranjo físico por produto:

- a) possibilidade de produção em massa com grande produtividade, em que a mão de obra torna-se elevada neste tipo de arranjo, uma vez que as tarefas são altamente repetitivas, o grau de complexidade por tarefa é mínimo e o grau de automatização é geralmente mais elevado;
- b) carga de máquina e consumo de material constantes ao longo da linha de produção, e;
- c) controle de produtividade mais fácil, onde a velocidade do trabalho em uma linha de produção é mais fácil de ser controlada, principalmente quando se trata de linha motorizada.

Os autores também comentam desvantagens desse tipo de arranjo físico:

- a) alto investimento em máquinas, pois o grau de automatização deste tipo de arranjo costuma ser alto com máquinas específicas que necessitam de manutenção frequente;
- b) costuma gerar tédio nos operadores devido às operações de montagem serem monótonas, pobres e repetitivas e;
- c) falta de flexibilidade da própria linha, porque basta que uma operação deixe de funcionar e a linha toda para.

### 3. Metodologia

O presente artigo compreende um estudo de caso de natureza descritiva com análise de dados qualitativa.

Um estudo de caso, de acordo com Gil (2002), consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou mais objetivos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento.

A pesquisa descritiva estuda as relações entre duas ou mais variáveis de um dado fenômeno sem manipulá-las. Ela constata e avalia as variáveis a medida que elas se manifestam nos fatos, situações e condições existentes (KOCHE, 2011).

Segundo Thomas, Nelson e Silverman (2007), os métodos da pesquisa qualitativa incluem buscar desenvolver hipóteses a partir de observações em campo e estudos de caso, compreendendo o significado de uma experiência dos participantes, em um ambiente específico.

Para a realização da pesquisa, utilizaram-se fontes de dados do tipo primárias e secundárias. As fontes de dados primárias foram obtidas por meio de entrevistas com o proprietário da empresa, fotografias e observações do ambiente de trabalho. E as secundárias, através de fontes bibliográficas da literatura nacional e internacional, *sites* relacionados ao tema e artigos científicos *online*.

O trabalho foi desenvolvido em uma empresa de Isolamentos Térmicos, localizada na região Oeste do Paraná, na qual se analisou o arranjo físico do ambiente produtivo por observação direta e não participativa, visando propostas de melhorias ao mesmo e, através da constatação de alguns problemas existentes no processo em função do *layout* existente, elaborou-se um novo como sugestão para uma futura possível implementação, que ficaria a caráter do proprietário da indústria.

Utilizou-se o software AutoCAD para desenvolver o desenho do arranjo físico atual da organização e o arranjo proposto, para facilitar a visualização da melhoria que um arranjo bem estruturado trará à empresa. O software AutoCAD é uma ferramenta de desenho auxiliado por computador, que foi criado e é comercializado pela Autodesk.

#### 4. Aplicação da Pesquisa

A pesquisa foi aplicada ao setor de produção da empresa, com intuito de propor um novo arranjo físico que facilitasse o processo produtivo através da maior eficiência no relacionamento entre pessoal, equipamentos e materiais que se movimentam.

Foram observadas como são desenvolvidas as atividades no setor, a disposição da matéria prima, dos maquinários e equipamentos, a quantidade de estoque no ambiente, o espaço utilizado pelos resíduos gerados, a disposição dos funcionários para realização do trabalho, o esforço físico que realizam, o espaço que possuem para movimentar-se e o tempo gasto na execução de suas tarefas.

Para facilitar a compreensão de todos estes fatores foi elaborado o *layout* atual da empresa, que pode ser visualizado através da Figura 1.

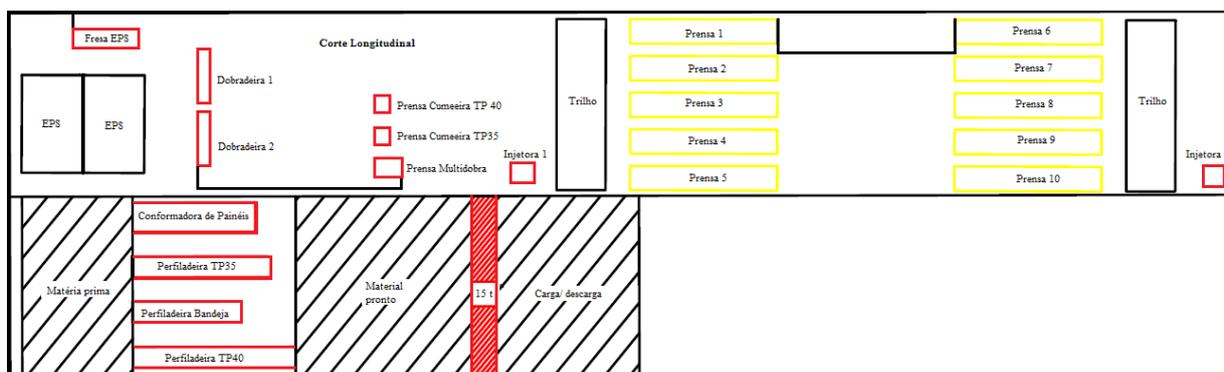


Figura 1 – Arranjo físico atual do setor produtivo da empresa em estudo. Fonte: Os autores (2016).

De acordo com a figura pode-se perceber que o estoque de matéria prima para produtos diferentes (telhas e painéis) encontram-se misturados e o produto final acabado está disposto ao lado da matéria prima. As prensas encontram-se aos fundos da fábrica dispostas em paralelo. Além disso, há um grande espaço físico destinado ao acúmulo de resíduos gerados pelas perdas de poliuretano nas formas e de EPS que não pode ser usado porque esteve com falhas na superfície ou sujo porque ficam estocados diretamente sobre o chão, o qual se encontra muito empoeirado. O local para carga e descarga é o mesmo dificultando e requerendo mais tempo para o processo.

## 5. Descrição do Processo Produtivo

Na indústria em estudo, são realizadas duas atividades principais: a injeção de poliuretano em telhas e a fabricação de painéis através da inserção do núcleo isolante em EPS, popularmente conhecido como isopor.

O processo produtivo baseia-se em: aquisição da matéria prima (placas de EPS, galões com poliuretano líquido, chapas de aço em bobinas, telhas em galvalume e manta laminada de alumínio); fabricação dos painéis (ocorre a colocação manual das bobinas em aço na perfiladeira, uma de cada lado e da placa de EPS ao centro, para a junção tipo macho/fêmea da placa de aço com o EPS e são feitos os goivos na placa); produção das telhas térmicas (são colocadas as mantas laminadas e telhas galvalume sobre as prensas e faz-se a injeção do PU sobre a manta, tudo de forma manual, posteriormente é prensada a telha que fica em torno de 10 min para secagem do PU); acabamento dos painéis e das telhas, de forma manual com o corte do excesso de poliuretano e de manta e lixamento das bordas dos painéis.

Na Figura 2 pode-se visualizar como é feita a produção das telhas. Os funcionários colocam a manta laminada sobre a prensa, acima posicionam o tubo para injetar o poliuretano, dependendo da exigência do cliente inserem ou não mais uma camada de manta e então a telha galvalume.

São necessários dois funcionários em cada prensa, um injeta o poliuretano (que se expande como espuma ao entrar em contato com o ar) e o outro observa se a sua expansão está ocorrendo de forma uniforme e dá o comando ao funcionário que está injetando para ir puxando o tubo conforme vai preenchendo a telha, o que pode ser observado na Figura 2.



Figura 2 – Fabricação de telha com injeção de poliuretano. Fonte: Os autores (2016).

As telhas térmicas são de grande importância para granjas e aviários, além de outras estruturas industriais ou comerciais que requeiram um ambiente agradável com o controle térmico sem a necessidade de instalação de vários equipamentos de climatização que pode acarretar alto custo de instalação e manutenção para a empresa.

A Figura 3 apresenta a perfiladeira, máquina usada para a fabricação dos painéis. Os painéis térmicos são constituídos de núcleo isolante em EPS, livre de CFC e caracterizado como retardante à chama, onde o revestimento do núcleo é feito em aço zincado pré-pintado na cor branca e o encaixe das peças ocorre em forma de macho/fêmea. Na Figura 3 é possível verificar em um lado da perfiladeira o painel em aço já inserido.



Figura 3 – Perfiladeira para fabricação de painéis térmicos. Fonte: Os autores (2016).

Os painéis são fundamentais para manter a conservação dos produtos em frigoríficos e laticínios, que necessitam ser preservados à baixa temperatura.

## 6. Resultados e Discussões

Através da análise do processo produtivo, do arranjo físico da empresa, e da pesquisa bibliográfica, elaborou-se um novo *layout* da fábrica visando a melhoria do ambiente de trabalho, maior ergonomia e segurança aos funcionários, diminuição do tempo de ciclo e melhoria da imagem da empresa.

Sugeriu-se a implantação de um sistema com pontes rolantes para a carga e descarga das telhas e painéis. Para isso, foi sugerido realizar a descarga de matéria prima em uma extremidade da fábrica e o carregamento de produto final na outra extremidade, o que antes ocorria na mesma porta, na entrada da empresa.

Percebeu-se que os funcionários utilizam muito tempo para efetuar a produção devido a que o caminho percorrido é muito longo. Foi feita a sugestão de fazer a descarga ficar próxima do local de estocagem das bobinas e dos EPS. O produto final terá uma área de estoque ao final da linha de produção, próximo à carga. Foi adequado o espaçamento entre as prensas para melhor deslocamento dos funcionários e foram alinhadas todas elas para haver um direcionamento do fluxo de produção do ponto de descarga até o ponto de carregamento do produto final. Com isso, diminui-se o caminho percorrido no processo.

As pontes rolantes são um sistema que o proprietário havia requerido para facilitar a produção e o mesmo, planeja adquirir novas perfiladeiras para realizar a fabricação das telhas. Antes, compravam-se as telhas prontas com seus devidos goivos e somente injetava-se o poliuretano. O novo processo inclui a compra de bobinas para inserção em perfiladeiras onde serão fabricadas as telhas conforme exigências do cliente, tendo assim, um maior retorno a médio prazo. O arranjo físico sugerido apresenta-se na Figura 4.

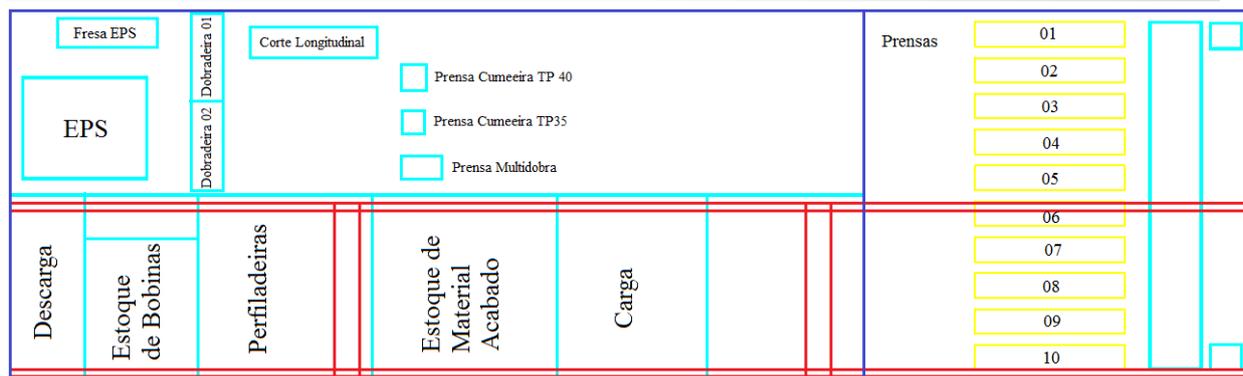


Figura 4 – Sugestão de novo arranjo físico para produção. Fonte: Os autores (2016).

O modelo sugerido tem como finalidade propiciar o aumento da produtividade e a diminuição do desperdício, que afeta o sistema produtivo, bem como minimizar o retrabalho dentro do processo de produção e criar melhores condições de trabalho dos funcionários.

## 7. Considerações Finais

Através da pesquisa bibliográfica realizada e a coleta de dados do sistema de produção da empresa de isolamentos térmicos, foi possível sugerir um novo arranjo físico para a empresa, visando eliminar os problemas que o atual arranjo estava causando no seu processo produtivo.

A análise crítica do arranjo físico da empresa permitiu detectar as falhas no sistema, principalmente na inadequada localização das etapas do processo. O novo layout proposto segue sendo um arranjo físico por produto, mas se requeria uma mudança nas posições das etapas do processo. Foi adequado o espaçamento entre as prensas para melhor deslocamento dos funcionários e diminuição do caminho percorrido no processo.

O novo arranjo físico lineariza todo o processo de produção, sendo sua implantação uma opção a ser analisada através de estudos futuros de viabilidade técnica e financeira, por exemplo, visto que o mesmo possibilita o aumento da produtividade e eficiência nos processos.

## Referências

**AGUIAR, Giancarlo; PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexander.** *Simulações de arranjos físicos por produto e balanceamento de linha de produção: o estudo de um caso real no ensino para estudantes de engenharia.* Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia- COBENGE, 2007.

**ALVES, Francisco; AQUINO, Paulo; SILVA, Luís.** *Estudo da reestruturação do arranjo físico em uma indústria alimentícia do segmento de biscoitos artesanais em Maceió, Brasil.* Engineering Sciences, v. 1, n.1, 2013.

**BORBA, Mirna de.** *Arranjo Físico.* Disponível em: <<<http://pt.scribd.com/doc/8862194/Apostila-Arranjo-Fisico>>>. Florianópolis 1998. p.4-5. Universidade Federal de Santa Catarina.

**CORRÊA, Henrique L; CORRÊA, Carlos A.** *Administração de produção e de operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica.* 1.ed. - 3.reimpr – São Paulo: Atlas, 2009, p.276.

**GIL, Antonio C.** *Como Elaborar Projetos de Pesquisa.* São Paulo: Atlas, 4.ed., 2002.

**KOCHE, José Carlos.** *Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa.* 29 ed. Petropolis, RJ: Vozes, 2011, 182 pgs.

**KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.** *Administração da produção e operações.* São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.

**MOREIRA, Daniel A.** *Administração da produção e operações.* 2.ed.rev. e ampl. – São Paulo: Cengage Learning, 2011, p.239.

**NETTO, Alvim A. O.; TAVARES, Wolmer R.** *Introdução à Engenharia de Produção*. 2.reimpr – Florianópolis: Visual Books, 2006, p.77-78.

**PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexander.** *Administração da Produção (Opções Industriais e de Serviços)*. Centro Universitário Positivo-UnicenP, 2004.

**SILVA, Pedro; SILVA, Ailton, SOUZA, Priscila; CAMPOS, Rita.** *Otimização do arranjo físico: Um estudo de caso em uma marcenaria*. For Science, v.2, n.2, 2014.

**SOUZA, Auriza; SANTANA, Josefa; CRUZ, Maria; SILVA, Carlos.** *Análise de layout do sistema produtivo de panificações: o caso de um empreendimento em sítio do Quinto, Bahia*. Revista Brasileira de Administração Científica, 2011.

**THOMAS, Jerry R; NELSON, Jack K; SILVERMAN, Stephen J.** *Métodos de pesquisa em atividade física*. 5 ed. Porto Alegre: Artemed, 2007.

**VAIDYA, R.; SCHENDE, N.; ANSARI, A.; SORTE, M.** *Analysis plant layout for effective production*. International Journal of Engineering and Advanced Technology, v. 2, 2013.