ESTUDO SOBRE O ARRANJO FÍSICO EM UM SETOR DE MATERIAIS PARA A OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL NUMA FÁBRICA DE CIMENTOS EM MOSSORÓ/RN

Antonio Edson Oliveira Honorato (UFERSA)
antonio.oliveira@ufersa.edu.br
Lairena Almizia Miranda Ferreira (UFERSA)
lairenamferreira@hotmail.com
Ana Maria Magalhaes Correia (UFERSA)
aninhamagalhaes23@hotmail.com

Este artigo visa destacar a importância que o arranjo físico adotado em um setor de materiais, possui frente à produção industrial de uma fábrica de cimento localizada em Mossoró/RN, como forma de otimizar seus processos produtivos. Para tanto, foi realizado um estudo de caso no almoxarifado de um setor de materiais de uma fábrica de cimento, e, através deste estudo a respeito do arranjo físico do setor, foi possível analisar a importância que a organização do espaço tem para com a realização das atividades produtivas. A pesquisa aqui apresentada tem caráter descritivo e os dados foram conseguidos por meio de entrevistas com funcionários e pela observação in loco da rotina de trabalho e do arranjo físico estruturado no setor. Os resultados obtidos por meio das análises realizadas evidenciaram a necessidade de ajustar o arranjo físico atual utilizado no almoxarifado, a fim de melhorar o fluxo das operações inerentes à rotina de trabalho. A conclusão do estudo comprova a importância que a organização do arranjo físico de um setor de materiais tem sobre a área de produção, já que estas áreas estão diretamente interligadas, sendo então, de extrema importância que o setor de materiais possua uma boa estrutura funcional, a fim de não causar atrasos ou quebras no fluxo do processo produtivo.

Palavras-chave: Arranjo físico, Materiais Produção de Cimento

1. Introdução

A transição do processo de produção manufatureiro para a produção industrial trouxe novas perspectivas para a otimização do processo produtivo. Com a chegada das máquinas a vapor na fabricação esperava-se que a produção de mercadorias aumentasse e consequentemente os lucros de produção crescessem, o que de fato ocorreu. Logo vieram os estudos que buscavam a eliminação de desperdícios. Pesquisadores como Frederick Taylor, precursor da administração científica, queriam encontrar métodos que além de aumentar a produção, diminuísse a perda de matéria prima, objetivando a geração de maiores lucros para a fábrica.

Nesse sentido, a industrialização das fábricas trazia consigo a automação da produção, a fim de maximizar o processo fabril. As pessoas tiveram que desenvolver técnicas especializadas para manusear o maquinário. Elas desenvolviam pequenas tarefas e recebiam alta especialização para o correto manuseio de equipamentos. As tarefas desenvolvidas eram reduzidas ao máximo e comumente repetitivas, as máquinas produziam em larga escala, enquanto as pessoas as manuseavam. O comum naquela época era os operários não entenderem o processo de fabricação por inteiro, muitas vezes não sabiam sequer qual era o produto que estava sendo fabricado.

Com o crescimento da industrialização houve também aumento nos índices de competividade entre as indústrias, o que obrigava a busca por mudanças e inovações que deixassem seus processos produtivos ainda mais fortes. Nesse contexto, surgiram estudos como os de arranjo físico das fábricas, assunto a ser estudado neste artigo. Segundo Carvalho et al. (2010), a Toyota começou a utilizar tipos e modelos de arranjos físicos em 1960, porém esses modelos só começaram a ser difundidos por empresas ocidentais a partir de 1970, e desde então, a importância da utilização do arranjo físico se expandiu e é considerada como estratégia de produção por praticamente todas as organizações.

No mesmo sentido, Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) afirmam que os arranjos físicos, também chamados de *layouts*, exercem um grande impacto nas organizações e esses impactos estão diretamente ligados com a área produtiva da fábrica. Segundo Slack, Chambers, Johnston (2009), se o arranjo físico estiver errado, pode levar a padrões de fluxo longos ou

confusos, estoque de materiais, filas de clientes formando-se ao longo da operação, inconveniência para os clientes, tempos de processamento longos, operações inflexíveis, fluxos imprevisíveis e altos custos.

Trabalhos científicos recentes têm demonstrado com ênfase a ligação que o arranjo físico tem com a eficiência dos tempos de produção. Mantendo o mesmo conceito de Segundo Slack, Chambers, Johnston (2009), Silva (2009) apud Heinen (2013) ressalta que empresas com arranjos físicos inadequados podem ter perdas consideráveis de produtividade como o aumento de estoque, excesso de movimentação tanto de funcionários como de produtos, além de dificultar o gerenciamento do fluxo produtivo.

Moreira (2011) afirma que o fluxo de produção determina a maneira segundo a qual os recursos transformados fluem através da operação. Dessa forma, focando na importância de um bom arranjo físico e nos benefícios que este pode trazer para a área de produção de uma indústria, o trabalho apresentado aqui tem como objetivo principal responder a seguinte problemática de pesquisa: Como o arranjo físico do setor de materiais de uma fábrica de cimento pode beneficiar o fluxo do processo produtivo industrial?

2. Arranjo físico

Apesar de não ser a única, nem, necessariamente, a mais importante, a função produção é central a todas as organizações. "A gestão da produção é responsável pela produção dos bens e serviços disponibilizados pelas organizações aos seus clientes, que são a razão essencial da sua existência. Todas as demais funções são interligadas à função produção" (PEINADO; GRAEML, 2007, p. 26). Ainda segundo os autores, a gestão da produção compreende vários diferentes assuntos e temas que devem ser trabalhados em conjunto para manter o fluxo de produção da organização. Neste estudo será abordado, especificamente, um desses temas: o arranjo físico.

Conforme Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), o arranjo físico envolve decisões sobre a disposição dos centros de atividade econômica de uma unidade. Um centro de atividade econômica pode ser qualquer coisa que utilize espaço, como: uma pessoa ou um grupo de

pessoas, o balcão de um caixa, uma máquina, uma bancada de trabalho ou uma estação de trabalho, um departamento, uma escada ou um corredor, um suporte de cartões de ponto, uma lanchonete ou um depósito de estocagem e assim por diante. Assim segundo os autores, o planejamento do arranjo físico reflete as decisões mais amplas sobre as prioridades competitivas, o processo e a capacidade de uma empresa em arranjos físicos reais de pessoas, equipamentos e espaço. A meta consiste em permitir que os funcionários e os equipamentos operem com mais eficácia.

Complementando esse pensamento, Gaither e Frazier (2004), ressaltam que o objetivo maior do planejamento está focado principalmente na minimização dos custos de processamento, dessa forma, planejar é fundamental para conseguir um melhor aproveitamento na utilização dos recursos produtivos e assim, evitar desperdícios. Um bom arranjo físico pode "melhorar a coordenação entre departamentos e áreas funcionais." (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009, p. 259).

Pasqualini, Lopes e Siedenberg (2010) definem o arranjo físico como uma operação produtiva que se preocupa com a localização física dos recursos de transformação. Assim, deve-se decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção. O arranjo físico determina a forma e aparência de uma operação produtiva e por isso é uma das características mais evidentes, geralmente o arranjo é a primeira coisa a ser notada ao entrar pela primeira vez em um local. Ainda nesse sentido, Lopes (2012) expõe que o arranjo físico de uma operação produtiva, assim como qualquer atividade de projeto, deve iniciar-se com objetivos estratégicos da produção. Sendo esse, apenas o ponto de partida de um processo de múltiplos estágios, que contará ainda com outras etapas e estudos a fim de detalhar métodos para a organização espacial e disposição de máquinas e equipamentos.

O arranjo também determina a maneira pela qual os recursos transformados como, materiais, informações e clientes, fluem por meio da operação. Mudanças relativamente pequenas na localização de uma máquina numa fábrica ou dos bens em um supermercado, ou a mudança de salas em um centro esportivo, podem afetar o fluxo de materiais e pessoas com a operação. Isto, por sua vez, pode afetar os custos e a eficácia geral da produção (PASQUALINI; LOPES; SIEDENBERG, 2010). Segundo Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), o arranjo

físico, afeta não só o fluxo de trabalho dos processos, mas também os processos em outros lugares de uma cadeia de valor, observando isso, pode-se perceber que as decisões sobre o arranjo devem ser tomadas sendo levados em consideração os efeitos sobre todo o processo.

Ainda de acordo com Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), o arranjo físico é uma maneira de melhorar os processos que podem afetar as prioridades competitivas de uma organização de diferentes maneiras, a saber: aumentando a satisfação do cliente e as vendas; facilitando o fluxo de materiais e informações; reduzindo riscos para os trabalhadores; melhorando a comunicação; aumentando o ânimo dos funcionários; aumentando a utilização eficiente de trabalho e equipamento. Dessa forma, o arranjo estabelece melhorias não só na utilização do espaço físico, como também na disposição dos funcionários no local de trabalho.

Para Oliveira (2004) apud Carvalho et al. (2010) o arranjo físico visa atender os objetivos de: obter maior satisfação e ânimo por parte do empregado; obter melhor aparência na área de trabalho; conseguir maior produção em um menor tempo; redução dos manuseios e espaço percorrido; economia de espaço; melhor e mais fácil supervisão; ajustamento mais fácil a mudanças; aquisição de um fluxo de trabalho mais eficiente e que impressione de maneira favorável visitantes, clientes, etc; redução à fadiga dos colaboradores no desempenho de suas tarefas; e diminuição de riscos para a saúde e segurança do operário.

Portanto, o arranjo físico de uma organização tem forte influência sobre o fluxo de produção, além de trabalhar melhor o espaço físico, organizando máquinas e equipamentos pelo processo produtivo, também estuda a localização adequada do pessoal da produção no seu local de trabalho, buscando diminuir o cansaço humano e aumentar os índices de produtividade. Dessa forma, as melhorias que os tipos de arranjos visam trazer para a produção vão muito além de uma simples localização de um equipamento no ambiente de trabalho.

3. Metodologia

Esse estudo foi realizado no setor de materiais de uma fábrica de cimento, onde foi analisado, principalmente, a disposição física dos componentes do ambiente, localização de materiais

estocados e o serviço desenvolvido pela mão-de-obra do setor, relacionando o tipo de arranjo físico utilizado.

A pesquisa realizada é caracterizada como descritiva, visando analisar e interpretar aspectos mais profundos sobre o tema apresentado. A pesquisa descritiva segundo Casarin e Casarin (2011) trata-se de uma pesquisa que procura caracterizar e identificar atitudes, opiniões ou crenças de um determinado grupo ou população. Gil (2002) explica que a pesquisa descritiva é a que habitualmente os pesquisadores sociais preocupados com a atuação prática realizam. "São também as mais solicitadas por organizações como instituições educacionais, [...]". (GIL, 2002, p. 42).

As análises foram fundamentadas por meio de observação *in loco*, a fim de entender o tipo de arranjo físico utilizado pela empresa, as principais características e seus pontos fracos e fortes. Complementando a observação, fez-se uso da entrevista semiestruturada, com funcionários do setor que contribuíram por meio de explicações e experiências acerca do tema. Segundo Gil (2002), por meio da entrevista semiestruturada pode-se conseguir uma visão geral do problema, bem como a livre opinião do entrevistado a respeito do assunto.

A entrevista abordou questões a respeito da importância da área de administração de materiais para área de produção, como também o tema foco do estudo: o arranjo físico. Com a ajuda de dois colaboradores do referido setor, foi possível entender os métodos usados para a organização do espaço do almoxarifado e ainda observar a forma como essa organização contribui para a realização do fluxo de atividades inerentes ao setor de administração de materiais. Para representar o arranjo físico do setor na pesquisa foi necessária a utilização do *software Autodesk Homestyler* a fim de melhor ilustrar o ambiente físico para auxiliar na análise das características do tipo de arranjo utilizado.

Completando os métodos de pesquisa, foi utilizado como base o estudo de caso que, de acordo com Gil (2002), é caracterizado pelo estudo profundo de um ou poucos objetos de pesquisa, e com isso permite o conhecimento amplo e detalhado do assunto. "O estudo de caso vem sendo utilizado com frequência cada vez maior pelos pesquisadores sociais, visto servir a pesquisas com diferentes propósitos". (GIL, 2002, p. 58). A análise dos dados foi feita pelo método da análise interpretativa, relacionando o conteúdo textual, explorado pela

pesquisa bibliográfica, e o discurso dos colaboradores do setor de materiais que se dispuseram a participar da entrevista.

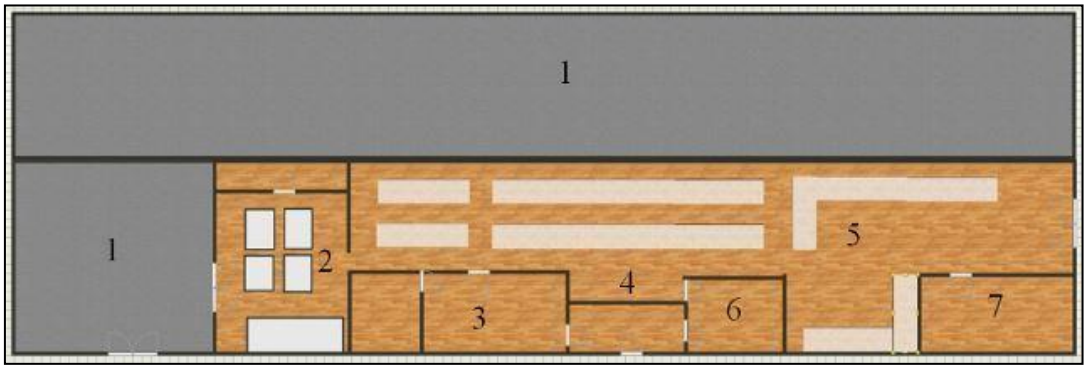
4. Apresentação e análise dos dados

O estudo de caso foi realizado em uma fábrica produtora de cimento *Portland*. Trata-se de uma empresa que faz parte de um dos maiores grupos cimenteiros do Brasil, com unidades de produção presentes em vários estados brasileiros. Para o desenvolvimento do estudo, foi tomada como objeto de análise uma das fábricas do grupo, localizada na cidade de Mossoró/RN, especificamente no setor de materiais da mesma.

O setor de materiais é composto por dez colaboradores. Quatro assistentes administrativos, responsáveis pela manutenção das áreas de estocagem, recebimento, guarda e entrega de materiais. Cinco analistas de materiais que atualizam os sistemas de controle de estoque, processando notas fiscais de recebimento, integram as informações da área com outros setores, realizam inventários periódicos e analisam os procedimentos de estocagem. E por fim, o gestor de materiais que é responsável por todos os processos executados no setor e pela administração do pessoal.

De acordo com os dados coletados, o arranjo físico segue critérios e estudos específicos de acondicionamento e disposição de materiais e pessoas. Para o bom funcionamento das atividades o espaço dispõe de iluminação adequada, segurança e conservação. O local de guarda de materiais é de fácil acesso, seguro e limpo. O setor de materiais está dividido em cinco partes: pátio de estocagem externo, área de recebimento de materiais, área de estocagem interna, balcão de atendimento e entrega e área de administração de materiais. A Figura 1 dá uma visão geral do setor.

Figura 1 – Arranjo físico do almoxarifado central do setor de materiais



Fonte: Pesquisa direta (2014)

Para um melhor entendimento, a Figura 1 ilustra o ambiente de estudo. O número 1 representa o pátio de estocagem, o número 2 o local onde são recebidos os materiais, o número 3, a sala reservada para administração do setor, o número 4, onde são realizadas as atividades de entrega de materiais, o número 5, onde se localiza o almoxarifado do setor, tratando de materiais leves e de peso médio, o número 6 a área de vendas e o número 7, o estoque de materiais de segurança. No pátio de estocagem estão armazenados materiais volumosos e resistentes ao desgaste provocado por fatores naturais ou não, como sol, chuva, poeira etc., conforme Figura 2.

Figura 2 – Pátio de estocagem de materiais (externo)

Fonte: Pesquisa direta (2014)

Na área de recebimento de materiais estão organizados *pallets* para a separação de materiais, antes da guarda no estoque. São seis *pallets* dispostos no local: o de material recebido, onde é colocado o material que chega ao setor para a devida conferência; materiais que necessitam de inspeção técnica são separados no *pallet* – aguardando inspeção técnica; materiais recebidos com alguma divergência são separados em um *pallet* específico; há um *pallet* para materiais que serão transferidas para outras unidades do grupo; também são separados os materiais que não ficarão estocados, pois serão entregues diretamente ao usuário; e há ainda, o espaço para colocar os materiais liberados para guarda no estoque.

O material recebido é descarregado no local indicado (*pallet* de material recebido), onde ficará aguardando liberação para guarda, liberação para entrega ao usuário ou inspeção técnica, no caso de materiais "gestionáveis" (materiais que serão estocados), e no caso dos materiais transitórios (materiais que não são estocados) serão despachados diretamente aos setores solicitantes, sem serem estocados, ou poderão ser alocados no *pallet* de materiais transitórios, até que a entrega seja efetuada.

No caso de haver problemas ou desconformidade com material, este será destinado ao *pallet* exclusivo para material não conforme, e será solicitada a execução do processo de divergência de material. A Figura 3 ilustra a organização do espaço da área de recebimento.

Figura 3 – Área de recebimento: separação de materiais

Fonte: Pesquisa direta (2014)

A área de administração de materiais é responsável pelo processamento e controle das notas fiscais, atualização do sistema de estoque, processos de divergência de materiais e coordenar todas as atividades desenvolvidas pelo setor, bem como organizar e controlar a utilização de materiais e insumos. Na área de estocagem interna, conforme Figura 4, estão os materiais que precisam de acondicionamento adequado para aumentar sua durabilidade, esta área além de conter o espaço para materiais que podem ser guardados em temperatura ambiente, há ainda uma sala climatizada e uma estufa, para alguns tipos de materiais que precisam ser armazenados em temperatura especial.

Figura 4 – Estantes para armazenamento de materiais

Fonte: Pesquisa direta (2014)

A área de vendas ou também chamada área do "supermercado" é destinada a materiais de baixo custo e alta demanda. Esses materiais estão disponíveis para os usuários sem a necessidade de requisição. A previsão de utilização desses materiais é feita mensalmente. Dessa forma, os materiais precisam estar devidamente alocados e identificados nas estantes de forma que sua localização e acesso sejam rápidos e fáceis. A localização dos materiais é feita com base em uma organização de "famílias" de materiais. Por exemplo, supondo que a estante número 3 seja destinada a materiais elétricos, nesta estante estariam alocados apenas materiais pertencentes a sua família, esse método garante uma maior agilidade para a guarda e entrega de materiais. Essa rapidez na entrega é de extrema necessidade para que área de produção não fique ociosa, qualquer falha na localização de um material pode parar a linha de produção, causando a perda de produtividade.

As estantes são organizadas em forma de "arruamento", e cada corredor é enumerado. Cada linha da estante é nomeada de A-Z, e cada coluna recebe uma numeração, como mostra a Figura 5.

Figura 5 – Localização de materiais nas estantes

Fonte: Pesquisa direta (2014)

Ainda com o intuito de não atrasar a área de produção, todos os colaboradores do setor de materiais são polivalentes, ou seja, todos são treinados para fazer todas as atividades, desta forma, não há atrasos para realizar as atividades de recebimento, armazenamento e entrega de materiais. Com isso, o fluxo de atividades do setor permanece constante, não dependendo de um funcionário específico para realizar cada atividade. O número de funcionário também é suficiente para atender a demanda do setor.

4.1 Problemas encontrados e soluções propostas

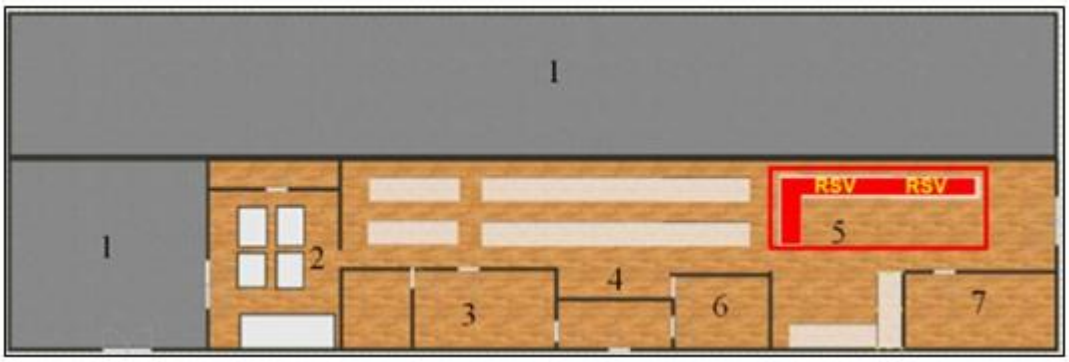
Apesar do bom fluxo de realização das tarefas do setor de materiais, foi observado durante a pesquisa um problema que ocorre em alguns períodos do ano que envolve o arranjo físico do setor. O fato é que a área de produção pode solicitar ao setor de materiais reservas de materiais para períodos de manutenção de equipamentos produtivos. O que acontece é que esses itens reservados não são armazenados em locais específicos, ou seja, apesar de reservado o material continua na mesma estante junto com materiais não reservados. Porém, materiais reservados só devem ser entregues ao setor que os reservou.

O único procedimento realizado para diferenciar os materiais reservados e não reservados é que, os materiais em reserva estarão classificados como “RSV” no sistema de controle de estoque e com uma etiqueta de reserva no estoque físico. No entanto, esse procedimento não é suficiente para distinguir esses itens. Pois, há vezes que no momento da entrega do material acontece de ser entregue um material reservado, sendo que o correto seria um não reservado e com isso, quando a área de produção solicitar o material que estava reservado, o mesmo não estará em estoque, e essa situação poderá, em casos extremos, ocasionar a parada da produção.

Com base nesta situação, foi realizado um pequeno ajuste do arranjo físico atual de forma que houvesse uma área destinada exclusivamente para guarda de materiais reservados, além disto, percebeu-se também a necessidade que no sistema de controle de estoque o item em reserva permanecesse oculto até o momento de sua utilização, para que erros referentes à baixa de

requisições fossem evitados. Assim, a Figura 6 apresenta a proposta de novo arranjo físico para o setor.

Figura 6 – Implantação de área exclusiva para matérias reservados



Fonte: Pesquisa direta (2014)

Com a implantação de uma área destinada a aguarda apenas de materiais reservados alguns problemas poderiam ser eliminados. Não seria mais necessário que fosse feita a etiquetagem de separação de materiais reservados, pois esses seriam alocados em um espaço apropriado, eliminando assim a necessidade de dispender tempo com essa atividade.

Os problemas de entrega de materiais reservados para requisitantes sem reserva também seriam eliminados, já que os materiais reservados estariam estocados em uma localização específica. Com esse procedimento, a entrega de materiais reservados seria mais rápida e os materiais estariam mais bem organizados em uma estante exclusiva. Complementando a organização física, viria à mudança na organização virtual, o sistema de controle seria melhorado, pois ocultaria o material reservado como forma de segurança para que não houvesse erros no momento do atendimento a requisições.

Com essa proposta de mudança, espera-se que o fluxo de entrega de materiais aconteça de forma mais eficiente, e que ocorram menos riscos de furo de estoque, diminuindo também a probabilidade de atrasar o processo produtivo. Diminuiriam as chances dos funcionários se confundirem na entrega do material reservado, pois este estaria alocado em um local específico. Para Peinado e Graeml (2007) um arranjo físico bem elaborado é importante para que consequências no processo produtivo sejam evitadas e o fluxo de produção permaneça acontecendo sem falhas ou atrasos.

Dessa forma, a proposta apresentada poderá contribuir para a diminuição de riscos ou problemas produtivos, gerando o aumento na capacidade de produção. No entanto, deve-se salientar que para que ajuste seja realizado, serão necessários custos com adaptação do arranjo físico e ainda com a reprogramação do sistema de controle de estoque. Com isso, a empresa precisa analisar as propostas de mudanças feitas pelo estudo e verificar a possibilidade de adequação do seu arranjo físico, buscando promover um comparativo dos custos necessários para a viabilização da proposta junto às vantagens que poderão ser alcançadas, caso sua realização seja confirmada.

Vantagens essas que de acordo com Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), pode melhorar os processos que podem afetar as prioridades competitivas de uma organização de diferentes maneiras, a saber: aumentando a satisfação do cliente e as vendas; facilitando o fluxo de materiais e informações; reduzindo riscos para os trabalhadores; melhorando a comunicação; aumentando o ânimo dos funcionários; aumentando a utilização eficiente de trabalho e equipamento. Dessa forma, o arranjo estabelece melhorias não só na utilização do espaço físico, como também na disposição dos funcionários no local de trabalho.

5. Considerações finais

Pode-se constatar com o estudo realizado que o fluxo do processo produtivo de uma fábrica depende diretamente da organização do setor de materiais, isso porque problemas de estoque podem gerar atrasos e/ou paradas na produção, ocasionando prejuízos. Portanto, o setor de materiais deve manter um arranjo físico que não contenha problemas de estrutura ou que gere dúvidas na realização das tarefas da mão de obra, pois esses problemas levam a ineficiência

na realização de atividades.

Desta forma, pode se afirmar que esse estudo, responde à pergunta de pesquisa e que o ajuste proposto para reorganização do arranjo físico mostra-se relevante para a empresa, visto que este ajuste levaria a otimização dos processos de entrega de materiais e, consequentemente, ao aumento de eficiência no fluxo de produção, diminuindo os riscos de ociosidade.

Nesse sentido, ficou evidenciada a importância que o modelo de arranjo físico utilizado pelo setor de materiais de uma indústria tem para com a área de produção, pois estas áreas trabalham em contato direto, já que a produção depende de recursos materiais para produzir. Sendo assim, o arranjo físico deve contribuir para manter o fluxo de produção da fábrica ininterrupto, diminuindo as chances de quebra na produção.

Por fim, as empresas devem investir em estudos e processos que levem uma melhor organização do setor de materiais, para que o fluxo do trabalho fique mais eficiente e então, a produtividade aumente. Quanto menos atrasos ou paradas a produção tiver menos prejuízos serão gerados e menos custos dispendidos. Por isso a adequação do melhor arranjo físico de um setor de materiais é importante para manter o fluxo do processo produtivo de uma fábrica.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, D. S. et al. Implantação de um arranjo físico (layout) e sua relevância para a dinamicidade organizacional no processo de produção: revisão bibliográfica. **Interciências**, Teresina, PI, v. 2, n. 2, jul./dez. 2010.

CASARIN, H. C. S.; CASARIN, S. J. **Pesquisa científica:** da teoria à prática. Curitiba: Ibpex, 2011.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Thomson Learning, 2004.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HEINEN, M. H. **Proposta de arranjo físico baseado nos conceitos da produção enxuta para uma fábrica de estruturas metálicas**. 2013. 97 f. (Monografia). Curso de Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira/PR, 2013.

KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LOPES, E. S. **Arranjo Físico**. 2012. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAe-FwAD/arranjo-fisico>. Acesso em: 27 mai. 2014.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

PASQUALINI, F.; LOPES, A. O. L.; SIEDENBERG, D. **Gestão da Produção**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.

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

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