

OTIMIZAÇÃO DO ARRANJO FÍSICO DE UMA EMPRESA DE BENEFICIAMENTO DE CASTANHA DE CAJU VISANDO À MAXIMIZAÇÃO DA RENTABILIDADE

Hanna Pamplona Hortênci (UFC) – anapamplona@gmail.com
Juliana Matos MonteiroVieira (UFC) – julianammonteirov@gmail.com
Maxweel Veras Rodrigues (UFC) – maxweelveras@gmail.com
Samuel Ferrer da Costa e Silva (IRACEMA) – samuelferrer@ig.com.br
Felipe Costa Timbó (UNIFOR) – feltim@gmail.com

Resumo: *Por buscar as mais adequadas formas de interação entre as instalações, máquinas e equipamentos de uma indústria, mudanças feitas no arranjo físico de uma operação produtiva podem alterar o fluxo de insumos transformados para a obtenção do produto desejado. Dessa forma, os custos e a eficácia geral da produção também são afetados. Logo, para que possa haver uma melhoria nos indicadores de eficiência, como a diminuição do tempo de produção, o aumento na produtividade e uma diminuição nos custos, é importante que a disposição do layout seja otimizada a fim de evitar qualquer tipo de desperdício e, dessa forma, elevar os lucros da organização. Este artigo aborda um estudo de caso sobre uma fábrica de beneficiamento de castanha de caju a qual apresentava um certo grau de ociosidade em alguns equipamentos em termos de sua capacidade produtiva. Visando corrigir este problema, realizou-se o redesenho do layout utilizando os conceitos da manufatura enxuta, padronizando, normalizando e sincronizando a capacidade produtiva. Além disso, alguns dos equipamentos foram realocados para outras áreas das fábricas, evitando investimentos desnecessários em novas máquinas e reduzindo os custos.*

Palavras-Chave: Arranjo físico; Produtividade; Manufatura enxuta; Investimentos;

1. INTRODUÇÃO

As organizações de bens de produção, atualmente, tem se preocupado intensamente com a promoção de melhorias em seus processos para a obtenção de ganhos de produtividade e redução de custos, em virtude da crescente competitividade de mercado.

Todo melhoramento em desempenho, pelo menos potencialmente, vale a pena, mas o passo marginal que leva a empresa além do desempenho dos seus concorrentes é de longe o mais valioso. A mais significativa arrancada para a competitividade virá quando o desempenho dos fatores “ganhadores de pedidos” for elevado acima do nível dos concorrentes. (SLACK, 1993, p. 16)

Dessa forma, para obter uma vantagem competitiva e poder proporcionar produtos e serviços de qualidade a preços satisfatórios e que atendam às necessidades dos seus clientes, as organizações estão cada vez mais priorizando a eliminação dos desperdícios e demoras exageradas, focando na qualidade total, que apresenta como uma de suas metodologias de produção a manufatura enxuta (*Lean Manufactory*), filosofia que busca eliminar o máximo de perdas do processo para que os custos sejam reduzidos, e o sistema *just-in-time*, que retira o excesso de capacidade ou estoque e atividades que não agregam valor.

Complementando esse pensamento, na década de 60, iniciaram-se os primeiros projetos na área de arranjo físico ou layout de indústrias objetivando facilitar o fluxo da produção junto a Toyota. No Ocidente, esse trabalho iniciou-se somente na década de 70. Desde então, esses estudos tem se aprimorado e hoje, em conjunto com outras práticas gerenciais, são essenciais para a obtenção de retornos acima da média.

O presente estudo tem como objetivo apresentar a metodologia e os resultados da análise e redesenho de layout visando à otimização do mesmo a fim de diminuir os custos e maximizar os lucros de uma rede industrial de beneficiamento de castanha de caju, composta por três plantas fabris situadas na Região Metropolitana de Fortaleza, no estado do Ceará.

O projeto teve início a partir da necessidade de compra, para um determinado setor da empresa, de duas máquinas de seleção eletrônica que são capazes de separar as amêndoas conforme o nível de qualidade. Este processo objetiva reduzir o volume de amêndoas “ruins” que necessitam de serviços terceirizados de beneficiamento manual.

Através da análise do layout, verificou-se que existiam máquinas de seleção eletrônica que poderiam ser realocadas, poupando o investimento em novos equipamentos, sincronizando o fluxo dos produtos na fábrica e reduzindo a necessidade de serviços externos, que representam o segundo maior custo da organização.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Manufatura Enxuta

A Manufatura Enxuta teve sua origem após a Segunda Guerra Mundial, em 1945, quando o Japão estava destruído economicamente e os recursos tornaram-se escassos, ocasionando uma baixa produtividade em suas indústrias. Assim, o país precisava de métodos para se reerguer. Os japoneses então fizeram estudos sobre o sistema de produção em massa nas fábricas da Ford, nos Estados Unidos para aplicar as técnicas em suas fábricas. A partir desses estudos, puderam observar várias oportunidades de melhorias, a partir de então surgiu o Sistema Toyota de Produção, também conhecido como *Lean Manufacturing*.

Esse sistema tem como principal objetivo otimizar e proporcionar velocidade aos processos, assegurando a qualidade do produto em todas as etapas e aumentar a capacidade da produção por meio da eliminação dos sete desperdícios que não agregam valor para o cliente: defeitos, excesso de produção, estoques em processo, movimentos desnecessários, transportes excessivos e espera.

São inúmeros os princípios que baseiam essa filosofia e, quando trabalhados de forma correta e conjunta, seguem em direção reta ao seu maior objetivo. Algumas das mais importantes características dos sistemas de produção enxuta são: produção puxada pela demanda, produção de lotes pequenos, garantia de qualidade, fluxos em linha, padronização dos processos e manutenção preventiva.

Quando uma organização precisa fazer melhorias drásticas, um sistema de produção enxuta pode ser a solução. Os sistemas de produção enxuta podem ser parte integral de uma estratégia corporativa baseada em velocidade porque reduzem tempos de ciclo, melhoram o giro dos estoques e aumentam a produtividade da mão-de-obra. (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2010, p. 300)

É válido ressaltar que tomar essas medidas pode, muitas vezes, entrar em confronto com a estrutura gerencial da organização, por exigir gastos com mudanças e devido à resistência a mudanças ocasionada pela incerteza dos resultados. Porém, ela deve estar sempre forte e focada nos resultados e ciente da importância do uso de muitas ferramentas que viabilizam os benefícios da ideologia *Lean*.

2.2. Layout de processo

O termo arranjo físico é definido por vários conceitos, todos análogos e complementares entre si. Ele é o estudo que busca a disposição ótima, dentro de um espaço determinado, das instalações, máquinas, equipamentos industriais e insumos que fluem pela produção.

Para Slack et al (2009, p. 200), “o arranjo físico é uma das características mais evidentes de uma operação produtiva porque determina sua forma e aparência.”

Os layouts mais utilizados nas organizações são:

- Layout por processo ou funcional: neste arranjo físico, o posicionamento dos recursos acontece conforme o tipo de operação que cada um executa. De acordo com Monks (1987), o layout por

processo tenta minimizar os custos de manuseio de materiais e se aplicam a pequenos volumes de tarefas que são guiadas pelo desejo do cliente. Para Krajewski; Ritzman e Malhotra (2010) é adequado escolher esse tipo de layout quando os processos da linha de frente e as atividades com fluxos de trabalho diferentes têm volume baixo e personalização alta.

- Layout em linha ou por produto: segundo Krajewski; Ritzman e Malhotra (2010), este arranjo se torna mais eficiente quando as estações de trabalho encontram-se dispostas em uma seqüência linear e quando um único produto ou diversos produtos semelhantes são produzidos em grande escala. Monks (1987) afirma que o trabalho segue um fluxo contínuo e sob instruções padronizadas.
- Layout celular: Slack; Chambers e Johnston (2009) explicam que nesse tipo de layout os recursos que serão transformados são pré selecionados ao iniciar o processo de produção para então serem direcionados para uma célula onde estão localizados os recursos transformadores.
- Layout por posição fixa: conforme Krajewski; Ritzman e Malhotra (2010), nesse tipo de disposição, o local do serviço ou fabricação é fixo e só faz sentido a sua utilização quando o produto for particularmente pesado ou difícil de mover. Ele minimiza o número de vezes que o produto deve ser movido. Nesse caso, quem sofre o processo fica parado e os recursos transformadores se deslocam entre eles.

Para Krajewski; Ritzman e Malhotra (2010, p. 259), “os planos de layout convertem decisões mais amplas sobre prioridades competitivas, estratégia do processo, qualidade e capacidade dos processos em arranjos físicos reais de pessoas, equipamentos e espaços.”

Cada tipo de layout possui as suas vantagens e desvantagens. Realizar mudanças no arranjo físico de uma fábrica não é simples, requer muita análise e conhecimento do processo. Assim é de extrema importância realizar um planejamento e um estudo de todos os pontos que podem ser passíveis de mudanças visando à produtividade máxima e redução dos custos.

3. MÉTODO E APLICAÇÃO: UM ESTUDO DE CASO

3.1. Descrição da empresa

Nesta fase, foi realizado um levantamento criterioso das informações das práticas gerenciais da empresa que devem contribuir para o melhoramento dos processos, visando à diminuição dos custos, sem deixar de lado a qualidade do produto oferecido. Foi elaborada uma descrição da organização e dos produtos em questão, a fim de conhecer as diversas relações existentes entre os ambientes internos e externos nos quais a mesma encontra-se inserida.

O presente estudo foi realizado em uma empresa de beneficiamento de castanhas de caju que possui três plantas fabris, todas situadas na Região Metropolitana de Fortaleza, no estado do Ceará. O setor produtivo da fábrica é dividido em duas grandes áreas: Mecanizado, onde as castanhas *in natura* são processadas e transformadas em amêndoas; e a Produção, onde as amêndoas são selecionadas por tamanho e cor e por fim, embaladas.

A castanha de caju é composta em média de 55% do seu volume de casca, 15% de Líquido da Castanha de Caju (LCC), 1% de película e 22% de amêndoa. Os 7% restantes são considerados perdas devido ao processo de beneficiamento, que tem como objetivo extrair a amêndoa da castanha e apresenta um grau de complexidade elevado.

3.2. Levantamento da situação atual

Para fazer um levantamento das informações que possuíam alguma relação direta com o problema apurado, foi realizada uma análise de todos os fluxos dos processos das fábricas, considerando operações, movimentos e transportes, demoras e armazenamentos. Também foi feita uma análise da quantidade produzida, capacidade produtiva e disposição de máquinas nas três plantas fabris .

Com isso, enumeraram-se os seguintes pontos nos quais foram detectadas necessidades de melhorias: a ociosidade de equipamentos; o excesso de estoques de produtos semi acabados; o

elevado volume de amêndoas com película que são direcionadas para empresas terceirizadas responsáveis pelo processo de despeliculamento manual das amêndoas.

Na primeira etapa do processo, as castanhas *in natura* chegam às fábricas e são imersas em água para a absorção de umidade, etapa esta conhecida como tratamento. Em seguida, são direcionadas para o cozimento, onde a castanha é cozida imersa no LCC e logo depois passa pelo decortificador, máquina encarregada pela quebra da castanha. As peneiras vibratórias são responsáveis por separar a casca da amêndoa.

A próxima etapa consiste na seleção da qualidade da amêndoa por meio da máquina de seleção eletrônica (Figura 1), a qual é responsável por retirar o rejeito (amêndoas estragadas) do produto que deverá seguir o fluxo normal. O funcionamento do equipamento ocorre por meio de uma fotocélula e uma lâmpada colorida (vermelha ou verde) que é capaz de identificar a cor do material.

Em sua saída, as amêndoas selecionadas como aceito seguem o fluxo e as amêndoas do rejeito seguem outro fluxo para serem vendidas como um subproduto.

Todos esses processos acontecem nas três fábricas e os produtos semi acabados são enviados para a fábrica 3, conforme layout da Figura 2. Antes da análise e redesenho do layout, existiam duas máquinas de seleção eletrônica em cada fábrica, totalizando seis máquinas.



Figura 1 - Máquina de Seleção Eletrônica

Fonte: Autoria própria

Ao chegar à fábrica 3 (Figura 2), as amêndoas devem passar pela estufa para retirar umidade. Esse processo facilita a retirada da película pelos despeliculadores, que consistem em cestos metálicos com injeção de ar comprimido que gera um atrito entre as amêndoas, resultando na retirada da película que é sugada por um exaustor.

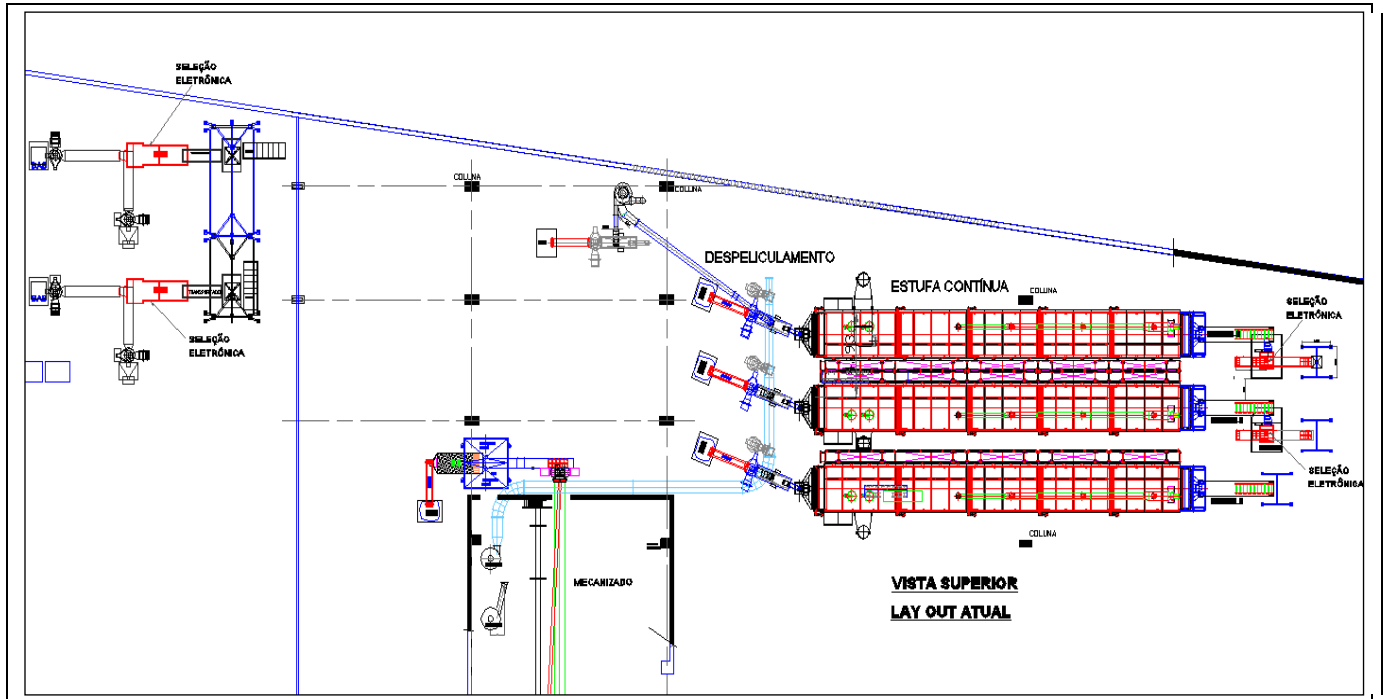


Figura 2 – Planta baixa do layout atual do setor mecanizado e produção da Fábrica 3
Fonte: Autoria própria

Após isso, as amêndoas passam novamente por uma máquina de seleção eletrônica. Dessa vez, a máquina é ajustada para considerar rejeito as amêndoas nas quais a película não saiu por completo. A máquina envia o rejeito para o despêliculador e as amêndoas são analisadas novamente pela mesma máquina. Dessa vez, o rejeito da nova avaliação é enviado para ser processado como ração animal e o óleo é encaminhado para uma nova avaliação em outra máquina localizada no setor da produção. No fluxo inicial (Figura 3) existiam duas máquinas de seleção eletrônica após o despêliculador.

Na produção, a máquina é também ajustada para considerar rejeito as amêndoas que ainda possuem película, mas tem uma precisão maior que as máquinas do mecanizado. Nessa nova avaliação, o óleo é enviado para o fluxo normal e o rejeito para as empresas terceirizadas de despêliculamento manual. No fluxo inicial existiam duas máquinas de seleção eletrônica após o despêliculador.

As empresas terceirizadas de despêliculamento são empresas de propriedade coletiva que prestam serviço de retirada de película manualmente para a indústria estudada. Após o processo da produção, as amêndoas consideradas rejeito são enviadas para elas. Por ser um processo manual, o custo desse serviço é bastante alto e representa o segundo maior custo da empresa. Existem muitos projetos internos objetivando minimizar o volume de amêndoas enviadas às empresas terceirizadas de despêliculamento, reduzindo o custo referente à terceirização.

Em um estudo conduzido pelas gerências de produção e de engenharia, auxiliadas pela equipe de melhorias internas foi sugerida a compra de outras duas máquinas de seleção eletrônica para que haja mais avaliações, diminuindo o volume de amêndoas enviadas para as empresas terceirizadas de despêliculamento reduzindo os custos em 66,7%.

3.3. Proposição de novo modelo de layout

A partir do levantamento do layout das fábricas, fluxo de produtos, capacidade produtiva das máquinas e volume de produção, um relatório foi feito e encaminhado para as pessoas envolvidas no processo de melhoria do layout: gestores da área do mecanizado e da produção, supervisores de produção e equipe de melhorias.

Após um período de avaliação individual do relatório, foram feitas reuniões utilizando a metodologia de “tempestade de ideias”, objetivando encontrar o melhor arranjo de layout.

Dessa forma, foram elaborados vários modelos de layout e calculadas suas eficiências no que remete à ociosidade das máquinas, decréscimo dos estoques de produtos em elaboração, corte no quadro de pessoal, diminuição dos gastos com investimentos e redução dos custos de serviços terceirizados. O presente estudo apresentará o arranjo escolhido e os benefícios do layout considerado ideal pela gestão da empresa.

Por meio do relatório verificou-se que as máquinas de seleção eletrônica e as estufas possuem capacidade produtiva de 1.000 Kg/h, cada e averiguou-se que as máquinas de seleção eletrônica, responsáveis por rejeitar as amêndoas estragadas após as peneiras encontravam-se ociosas. Analisando a capacidade produtiva, observou-se que as seis máquinas de seleção eletrônica produzem um total de 6.000Kg/h. Entretanto, as três estufas só possuem capacidade de 3.000 Kg/h, totalizando em uma ociosidade de 50% por máquina.

A nova proposta de layout sugeriu que três, das seis máquinas de seleção eletrônica fossem acopladas às estufas da fábrica 3, sincronizando a capacidade produtiva evitando, assim, a ociosidade excessiva.

Assim, restaram três máquinas na área do mecanizado, das quais duas seriam enviadas para a produção, viabilizando o estudo elaborado pelas gerências de produção e de engenharia que sugeria a compra de duas máquinas para a diminuição do volume de amêndoas enviadas para as empresas terceirizadas de despeliculamento.

Com o layout proposto (Figura 3), uma máquina de seleção eletrônica ainda estava sem destino. Foi então que, baseado nos princípios da manufatura enxuta e pensando em reduzir os estoques de produtos em elaboração e em trabalhar com fluxo em linha, sugeriu-se que essa máquina restante e as duas máquinas que ficavam ao final do despeliculamento, fossem acopladas cada uma a um depelculador. Assim, a produção total dos três despeliculadores de 3.000 Kg/h passariam em um fluxo contínuo para as três máquinas de seleção eletrônica que também totalizam o mesmo volume de produção.

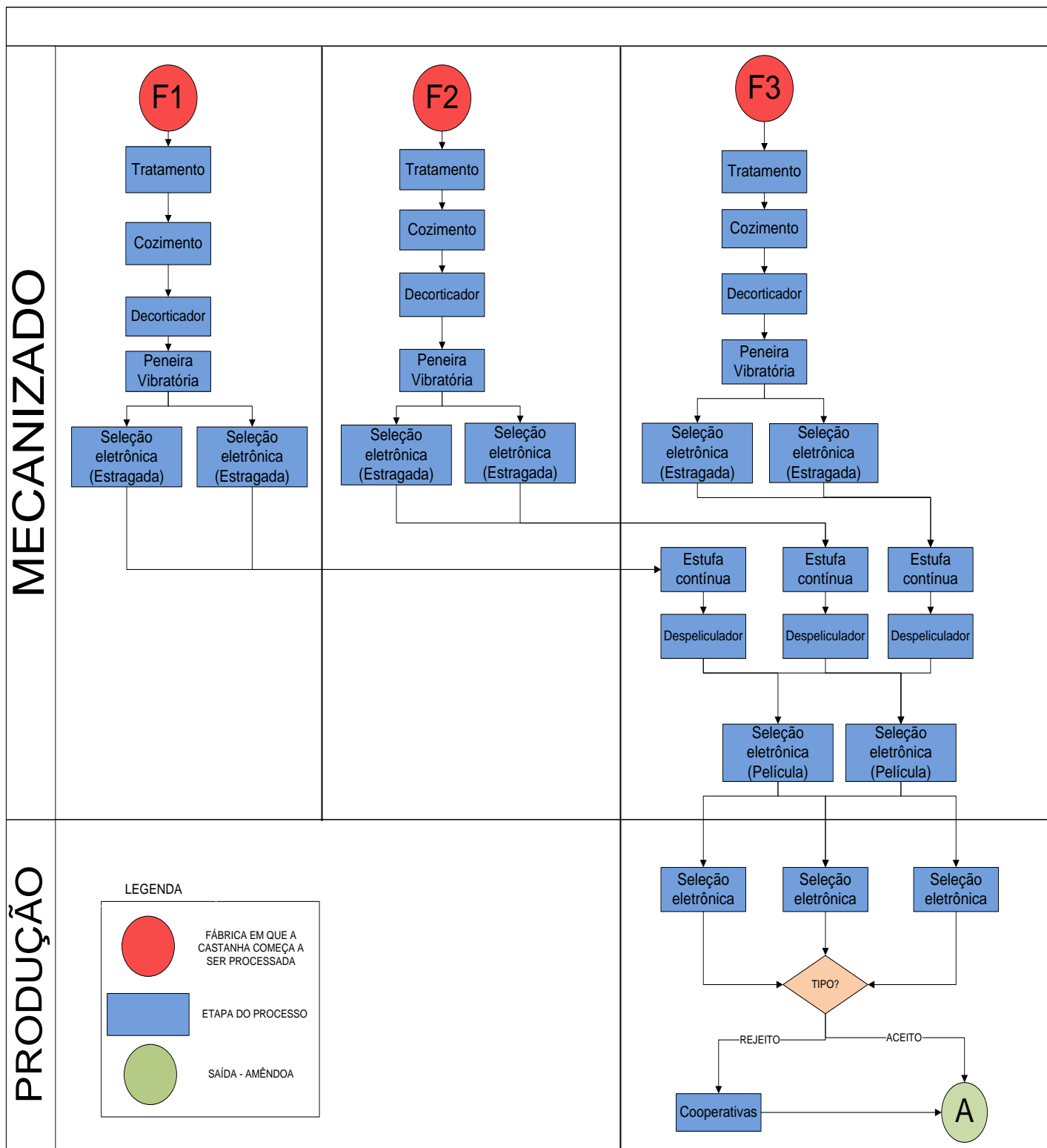


Figura 3 - Fluxo inicial do beneficiamento da castanha de caju

Fonte: Autoria própria

3.4. Análise do comportamento dos indicadores de eficiência

Após a implementação do novo layout (Figura 4), foi feito, durante um mês, um levantamento por meio de planilhas e sistemas de informações da empresa para analisar se os resultados esperados foram efetivamente encontrados.

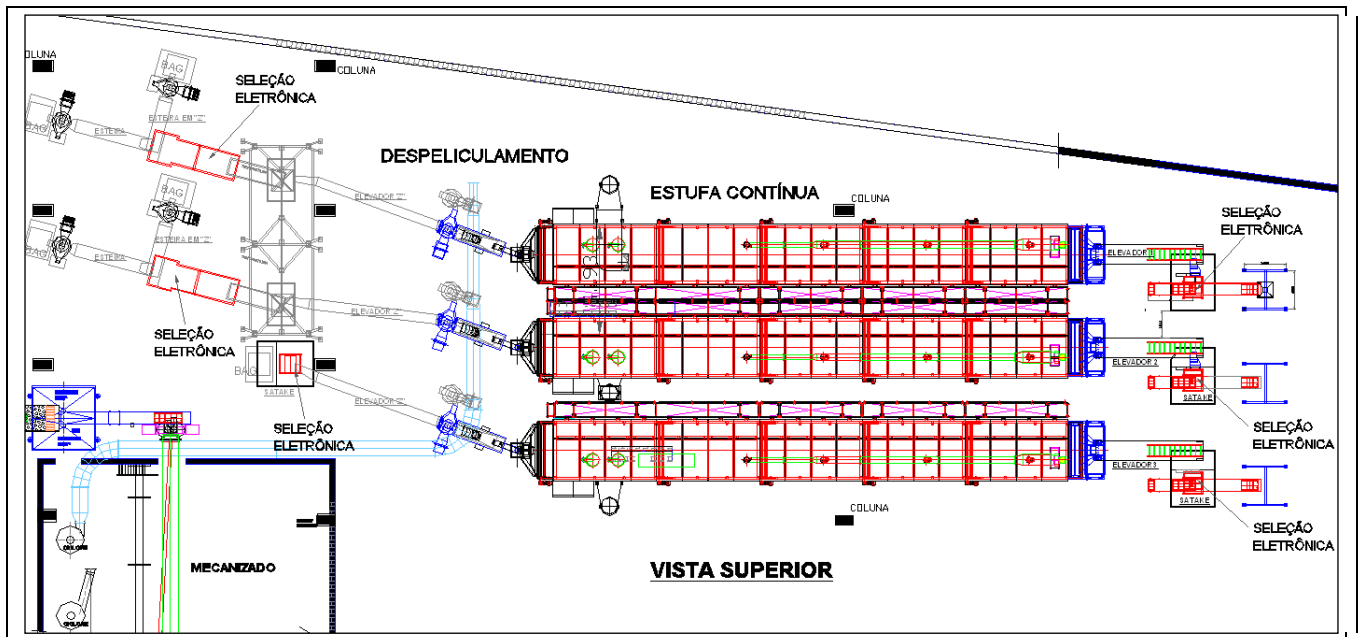


Figura 4 – Planta baixa do layout proposta do setor mecanizado e produção da Fábrica 3

Fonte: Autoria própria

Verificou-se uma diminuição na ociosidade das máquinas de seleção eletrônica, já que houve a padronização da capacidade máxima de todas as máquinas nesse setor, e dessa forma, um maior aproveitamento dos recursos da empresa.

O novo layout também poupou o investimento em duas máquinas de seleção eletrônica anteriormente sugeridas e uma redução no quadro de mão-de-obra em um operário e um auxiliar por máquina.

Com o acoplamento da máquina de seleção eletrônica aos despeliculadores, o fluxo tornou-se contínuo (Figura 5), com capacidade produtiva máxima definida, evitando assim a produção em excesso de estoque em elaboração e o transporte de materiais entre essas duas máquinas.

Devido ao funcionamento das duas máquinas na produção, houve uma redução no volume de amêndoas enviadas para as empresas de prestação de serviço de despeliculamento manual, já que o produto é classificado mais vezes e então evita-se que amêndoas que não necessitam desse processo sejam enviadas junto ao rejeito (amêndoas com película).

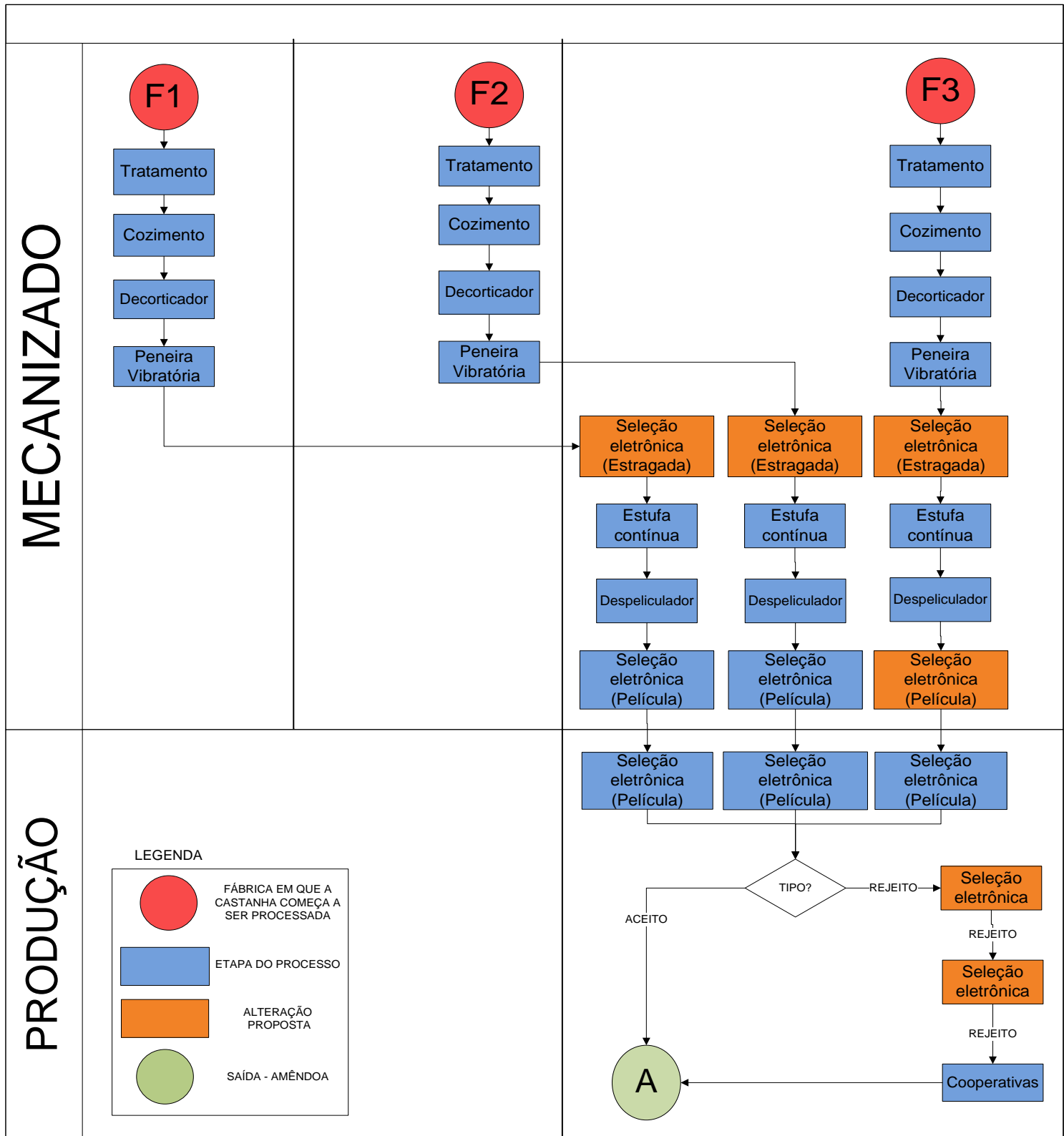


Figura 5 - Fluxo proposto do beneficiamento da castanha de caju
Fonte: Autoria própria

3.5. Análise dos resultados

Por meio do levantamento dos dados, foi feito um estudo comparativo entre os resultados gerados antes e depois da implantação do novo arranjo físico. Além disso, foi criado um sistema de

avaliação da eficiência do processo por meio da análise dos indicadores estabelecidos, a fim de garantir o alcance dos resultados positivos através da implantação do novo layout e também facilitar o controle dos possíveis problemas que poderiam surgir, adotando medidas resolutivas a tempo.

3.5.1. Diminuição da ociosidade excessiva

No layout inicial, cada uma das três fábricas possuía duas máquinas de seleção eletrônica, antecedendo as estufas, para retirar as amêndoas estragadas, tendo a capacidade de produção de 1.000 Kg/h cada, totalizando a capacidade em 6.000 Kg/h. Entretanto, as três estufas da fábrica 3 produzem no total 3.000 Kg/h. Por ser o gargalo do processo, as estufas geravam uma ociosidade excessiva nas máquinas de seleção.

A partir do layout proposto no qual as quatro máquinas que ficavam nas fábricas 1 e 2 foram retiradas e uma máquina de seleção eletrônica foi acoplada a cada uma das estufas na fábrica 3 e outra foi acoplada a um despeliculador, pode-se verificar que a capacidade produtiva da fábrica foi definida para 3.000 Kg/h, não havendo mais ociosidade anormal dos equipamentos.

3.5.2. Economia de capital de investimento e do gasto do quadro do pessoal

Com alteração do arranjo físico, a compra das duas máquinas de seleção eletrônicas requisitadas para o setor da produção, visando à redução do volume de amêndoas para as empresas terceirizadas de despeliculamento, não se fez necessária, já que essas duas máquinas puderam ser realocadas do mecanizado para a produção.

Cada máquina de seleção eletrônica custa R\$300.000,00. Logo, a mudança do layout que proporcionou a realocação das duas máquinas restantes para o fim acima citado evitou um investimento de R\$600.000,00.

Além da compra de mais duas novas máquinas eletrônicas, o novo arranjo físico evitou também a contratação de quatro funcionários para a operação dos equipamentos, pois para cada máquina era necessária a contratação de um operário e um auxiliar.

O gasto mensal da empresa com salários e benefícios com um operário é de R\$1.400,00 e um auxiliar é R\$1.040,00. Como não foi preciso a contratação destes, economizou-se R\$ 2.800,00 com os dois operários e R\$ 2.080,00 com os auxiliares. Logo, houve uma redução nos gastos de R\$ 4.880,00 por mês.

3.5.3. Redução do estoque de produtos semi acabados

Ao final do processo de despeliculamento existiam duas máquinas de seleção eletrônica, que tinham capacidade produtiva total de 2.000 Kg/h. Porém os despeliculadores produziam, por hora, 3.000 Kg, resultando em um estoque de produtos em elaboração bastante elevado, além da necessidade de transporte de produtos de uma máquina para a outra.

Com o arranjo proposto, uma máquina de seleção eletrônica pôde ser enviada para essa área, possibilitando o acoplamento de mais uma máquina em um dos três despeliculadores, evitando assim o transporte e igualando a capacidade produtiva do despeliculamento e da seleção eletrônica em 3.000Kg/h.

3.5.4. Diminuição do volume de amêndoas que são direcionadas para as cooperativas

O novo layout possibilitou que as duas máquinas de seleção eletrônica, antes solicitadas para compra, fossem realocadas da fábrica 1 para a produção, diminuindo em 66,67% o volume de amêndoas enviadas para as empresas de serviço de despeliculamento manual.

Assim, visualiza-se que investimentos foram economizados juntamente com os custos de mão de obra direta, além da sincronização do processo, diminuindo o tempo total de produção e reduzindo os estoques de produtos semi acabados, agregando valor ao produto.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para que uma organização consiga permanecer competitiva no mercado atual, é exigida uma contínua busca por melhorias para minimizar os custos e aumentar a lucratividade.

Objetivando essas melhorias, a empresa estudada iniciou um projeto de redesenho do layout das três fábricas. Foram realizados levantamentos de dados, reuniões nas quais foram desenvolvidas propostas de novos layouts e analisados os resultados de cada um.

O layout escolhido para implantação propôs a realocação de máquinas que se encontravam ociosas, garantindo a padronização da capacidade produtiva na indústria. A análise dos resultados do novo layout foi bastante satisfatória, uma vez que resultou na diminuição da ociosidade excessiva das máquinas, na poupança no investimento em duas máquinas e, conseqüentemente, na contratação de quatro funcionários, na redução de estoques de produtos semi-acabados e na diminuição do volume de amêndoas que necessitam de serviços manuais de beneficiamento externo.

É importante ressaltar a contribuição de estudos de melhorias que virão a ser feitos, objetivando conseguir uma eficiência máxima das máquinas de seleção eletrônica a fim de a organização não necessitar mais dos serviços das empresas terceirizadas de despêliculamento, eliminando um dos custos mais altos da organização.

O redesenho de layout proporcionou à fábrica estudada uma economia no investimento de duas máquinas (R\$ 600.000,00) e poupou a contratação de quatro funcionários (R\$ 4.880,00 mensais), além da redução de 66,67% do volume de amêndoa enviadas para as empresas terceirizadas de despêliculamento, mantendo-se o mesmo nível de produtividade. Assim, constata-se a importância da implantação da filosofia de manufatura enxuta (*Lean Manufactory*), em especial o estudo de layout, dentro das indústrias.

REFERÊNCIAS

- KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. Administração de produção e operações. 8ª Ed. São Paulo: Pearson, 2010, p. 258-303.
- SLACK, N. Vantagem competitiva em manufatura. 1ª Ed. São Paulo: Atlas, 1993, p. 16.
- SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. Administração da produção. 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 2009, p. 200-239.
- MONKS, J.G. Administração da produção. 1ª Ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1987.
- CARVALHO, D. S; RESENDE, D. P.; DE SOUZA, N. S. H.; LIMA, R. F. Implantação de um arranjo físico (layout) e sua relevância para a dinamicidade organizacional no processo de produção: revisão bibliográfica. In: II Interciências, 2010.
- PIAZZAROLLO, M. G; DE OLIVEIRA, L. D; LUZ, C. G; SIMEÃO, I. Estudo de um layout por processo na indústria moveleira: um estudo de caso. In: IV Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção.
- DE MENEZES, J. O. R; MONTEIRO JR; A. S; RODRIGUES, S. M. Análise e redesenho do layout de uma empresa: Estudo de caso de uma fundição de alumínio. In: XIII SIMPEP, 2006.
- PICCOLI, G. S; CARNEIRO, J. C. D; BRASIL, P. C. G. A importância da integração do lay-out ao espaço.
- DE LIMA JÚNIOR, F. C. Otimização e reprojeto de layout através da sistemática de planejamento com base teórica: um estudo de caso.
- GOUVINHAS, R. P; DANTAS, L. M; ALMEIDA, M. S; DE QUEIROZ, T. S; DOS SANTOS, S. X; PERALES, W. A importância do planejamento físico na otimização do processo de armazenagem: um estudo de caso. In: XXV Encontro Nac. de Eng. de Produção, 2005.
- MARTINS, V. C; CÂNDIDO, M. A. B; COELHO, L. dos S. Otimização de layout de fábrica usando uma metaheurística de busca tabu. In: XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção, 2004.
- CÂMARA, R. P. de B. Análise do impacto da alteração do layout sobre os custos da produção: apresentação de um estudo de caso. Custo e @gronegocio on line, v.4. n.3 – Set/Dez – 2008.