

Otimização de layout em uma empresa de pós-colheita: um estudo de caso

Gustavo Spiazzi (UDESC) gu_spiazzi@yahoo.com.br

Barbara Tokarz (UDESC) barbaratokarz@icloud.com

Alexandre Borges Fagundes (UDESC) alexandre.fagundes@udesc.br

Fernanda Hänsch Beuren (UDESC) fernanda.beuren@udesc.br

Delcio Pereira (UDESC) delcio.pereira@udesc.br

Resumo:

O trabalho traz como objetivo a proposta de otimização de layout em uma indústria de produtos pós-colheita, visando a redução do tempo de permanência em produção dos produtos da empresa. Tendo em vista o tempo gasto em deslocamento interno de matérias-primas, materiais e produtos finais, e as despesas com tais processos, a pesquisa foi desenvolvida através de acompanhamento *in loco* do processo produtivo, contando com a esquematização do layout de fábrica. Em seguida, foram identificadas oportunidades de melhoria no arranjo do maquinário, e proposto um rearranjo dos equipamentos, de acordo com a teoria de layout celular. Foram, então, estimados novos tempos de permanência em produção para os produtos, bem como esquemas de fluxo interno de materiais de acordo com o modelo proposto. Encontraram-se tempos de produção significativamente menores do que os anteriormente cronometrados, exibindo a real possibilidade de modificações na produção através de otimização de layout.

Palavras chave: Layout, Redução de Custo, Tempo de produção

Layout improvement in a post-harvest company: a case study

Abstract

This work's purpose is to propose a layout improvement model in a post-harvest industry, aiming the reduction of time spent in production of the company's products. Considering the time spent on internal movement of raw materials and products, and the expenses of these processes, the research was developed through a follow-up in the production process, with a factory layout. Afterwards, opportunities for improvement without machinery arrangement were identified, and a rearrangement of the equipment was proposed, according to the cell layout theory. Thereupon, production time on the model was estimated for the products, as well as internal flow schemes of materials. The production time for the products was found to be smaller, exhibiting the real possibility of creating changes in production through layout optimization.

Key-words: Layout, Cost reduction, Production time

1. Introdução

De acordo com Moreira (2004), um aumento na produtividade de um setor pode aumentar seus ganhos na ordem de 15%, sem que haja necessidade de se introduzir novos equipamentos, somente trabalhando com modificações no layout através de métodos racionais e detalhados do processo. Para qualquer processo, eficiência e eficácia são indispensáveis na garantia da sobrevivência da corporação em um mercado tão acirrado como o atual (MOREIRA, 2004).

Groover (2013) afirma que o uso de manufatura celular é ideal para melhorar a produtividade da empresa, a qualidade da produção e o ambiente de trabalho. A inserção de um layout celular intervém nos resultados obtidos na produção, podendo representar um aumento de mais de 70% na produção, quando comparado com o layout em linha. Essa melhoria resulta em economia de tempo e dinheiro para atividades que não agregam valores, influenciando no preço final de venda do produto (FERNANDES, 2015).

Levando em conta as informações dispostas, este trabalho tem a finalidade de examinar o layout de fábrica em uma indústria de atividades pós-colheita situada em Santa Catarina, visando propor um rearranjo do maquinário existente como uma forma de redução do tempo de produção. O nome e algumas informações da empresa foram omitidos a fim de não expor a mesma.

2. Layout

Determinar um layout é um processo de dispor equipamentos, máquinas e colaboradores sobre a área das instalações. A malha física é uma característica importante na produção, já que, além de determinar a sua forma, mostra o fluxo do processo, evidenciando entradas e saídas (SLACK et al., 1999).

Um layout bem estruturado é fundamental para que o tempo de permanência de um produto dentro da empresa seja curto, de maneira a agilizar a produção; da mesma forma, um layout mal estruturado pode trazer consequências negativas à mesma (PARANHOS FILHO, 2007).

Para Borba (1998) um bom layout é aquele que aperfeiçoa a disposição dos recursos em meio ao ambiente disponível, desenvolve a produção, eleva a moral no trabalho e reduz o manuseio, o tempo de manufatura e os custos indiretos da produção.

Segundo Slack, Chambers & Johnston (2009) pode-se trabalhar com quatro tipos de layout: por posicionamento (fixo), por processo (funcional), por produto, ou celular.

a) No layout posicional ou fixo, o recurso não é movimentado, e as estações de trabalho são posicionadas e sequenciadas em torno do material ou produto manufaturado (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009). O que permanece fixo é o material, enquanto as máquinas se deslocam; é frequentemente empregado em montagem de aviões (MARTINS; LAUGENI, 2015).

b) No layout por processo, todos os recursos correspondentes da operação são mantidos agrupados e o material é deslocado, à procura de processos; é utilizado quando a variedade de produtos é larga (MARTINS; LAUGENI, 2015; SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

c) O layout por produto, ou em linha, configura a produção em uma sequência específica, onde o material transita em um caminho pré-determinado, permitindo o estabelecimento de caminhos alternativos. É comumente utilizado por montadoras automotivas (MARTINS; LAUGENI, 2015; SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

d) O layout celular é aquele em que a operação é agrupada em tarefas (células), com o objetivo de formar famílias de produtos. Esse tipo de layout permite que o material se desloque no interior da célula (MARTINS; LAUGENI, 2015; SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

3. Método

A proposta da pesquisa foi de apresentar um modelo de layout visando a redução no transporte interno de uma microempresa do segmento de atividades pós-colheita, situada em Santa Catarina, de maneira que o tempo em que um produto permanece na produção pudesse

ser diminuído, culminando na redução dos custos de produção. Ressalta-se que o trabalho visou apenas um rearranjo do maquinário já existente na empresa, e não a substituição ou compra de novos materiais.

A empresa em consideração vem apresentando uma expansão gradativa e não planejada com o decorrer dos anos, levando a uma distribuição aleatória de equipamentos e um fluxo de valor não organizado corretamente. Isto, por sua vez, trouxe perdas significativas de tempo em transporte interno, e, conseqüentemente, acréscimos no valor do produto final.

A presente pesquisa se desenvolveu através de um acompanhamento do processo produtivo *in loco*. Os tempos de transporte interno de materiais e produção foram cronometrados em diferentes dias e horários; trabalhou-se com uma média dos tempos, desde a entrada de um item no setor, até a sua saída. O layout da empresa foi esquematizado, está indicado na Figura 1 e complementado pelas informações constantes no Quadro 1 (significado das siglas).

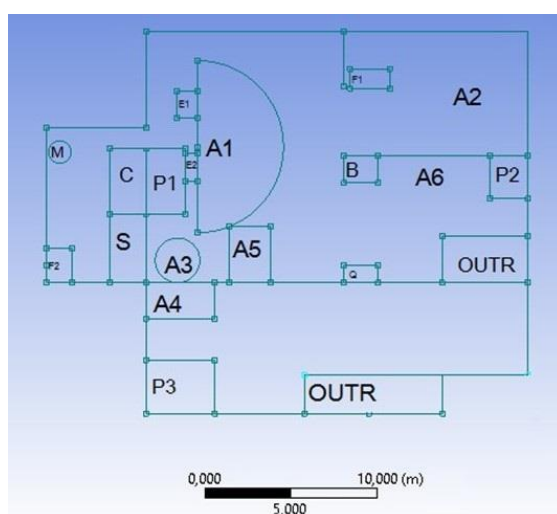


Figura 1 – Layout atual. Fonte: Autoria própria

Sigla	Significado	Sigla	Significado
A1	Armazenamento de milho a granel	F1	Forrageira
A2	Armazenamento de milho na palha	F2	Forrageira
A3	Armazenamento de milho em grão para retrabalho	M	Misturador
A4	Armazenamento de milho em grão processado	OUTR	Outros
A5	Armazenamento de milho em grão processado	P1	Processador misto
A6	Armazenamento de aditivos	P2	Processador misto
B	Balança	P3	Processador misto
C	Caldeira	Q	Quebrador
E1	Elevador	S	Secador
E2	Elevador		

Fonte: Autoria própria

Quadro 1 – Lista de Siglas

Foram identificadas dificuldades relacionadas à disposição do maquinário na malha fabril e ao tempo empregado em transporte interno. O layout da fábrica foi analisado considerando as operações da produção, a matéria prima e os produtos gerados. Com base na teoria de layout celular, foi proposto um rearranjo do maquinário para a empresa, considerando-se uma situação de capacidade máxima de trabalho. Em seguida, possíveis resultados foram estimados e esquematizados de acordo com o novo modelo proposto.

4. Produtos e operações pós-colheita

Entende-se por atividades de pós-colheita aquelas que englobam a preparação primária de produtos agrícolas para o mercado, como, por exemplo, limpeza, ornamentação, classificação e desinfecção dos materiais (CNAE, 2010). As atividades realizadas na empresa podem ser classificadas como serviços de secagem de cereais e trituração.

A empresa em consideração trabalha com diversas operações, recebendo a matéria prima de terceiros e manipulando-a para a geração de produtos diferentes. Neste capítulo serão descritas as operações consideradas para o estudo, bem como os produtos gerados a partir delas.

4.1. Matéria prima

O milho no sabugo e o milho em grão são as matérias primas mais empregadas na empresa; ambos são colhidos e processados por terceiros e transportados até a mesma. Outros tipos de grãos utilizados na produção em quantidades inferiores não foram tidos como objetos de interesse deste estudo.

4.2. Processos

Os processos da empresa a serem analisados foram delimitados em: moagem, quebra, mistura, limpeza, transporte interno e empacotamento, os quais se apresentam descritos a seguir.

a) A *moagem do grão* é feita, principalmente, por dois tipos de máquinas. Ambas possuem a mesma função, mas trabalham com produtos diferentes – uma é mais indicada para o milho a granel e a outra é mais indicada para o milho em sabugo.

b) A *quebra do grão* é realizada por apenas uma máquina na empresa. Nesta, o milho em grão é quebrado em partes menores, de maneira que seja obtido um milho em menor tamanho que o milho em grão original, mas maior que o obtido pelo processo de moagem.

c) A *mistura* se deve pela junção de dois ou mais componentes, a fim de gerar um produto final específico. Este processo pode ser realizado manualmente ou por um misturador.

d) A *limpeza* é um processo exclusivo do milho a granel, que passa por peneiras para que sejam retiradas impurezas por dutos ventilados ou pelo efeito da gravidade.

e) O *transporte interno* é realizado manualmente com o auxílio de um carrinho plataforma, ou por elevadores, esteiras e dutos.

f) O *empacotamento* refere-se à embalagem do produto final em fardos de ráfia ou pacotes plásticos, variando a pedido do cliente. Para esta pesquisa, foram analisados os processos de embalagem em fardo de ráfia.

4.3. Produto final

Dentre os produtos finais produzidos pela empresa, encontram-se: milho em grão, milho quebrado, milho moído com ou sem aditivos e milho na palha com ou sem aditivos. Serão explorados cada um destes produtos e os processos que envolvem a produção dos mesmos.

4.3.1. Milho em grão

É o produto recebido em matéria prima, assim como o milho a granel, e que passa pelos processos de transporte interno, limpeza e empacotamento, diferenciando-se em três produtos finais. Na disposição atual da empresa, o transporte do milho em grão representa 32% do tempo em que o produto se encontra na produção, sem que seja considerado o tempo que permanece em estoque e o transporte externo. A Figura 2 ilustra o fluxo interno do milho em grão.

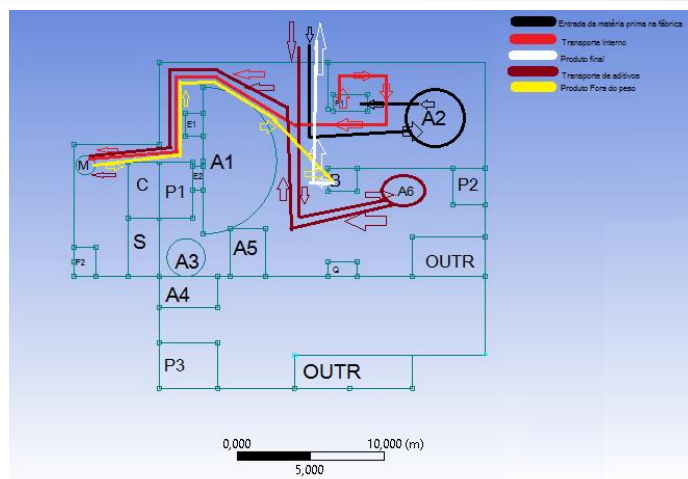


Figura 2 – Transporte interno do milho em grão. Fonte: Autoria própria

As etapas que definem este processo são: recebimento da matéria-prima pela empresa, transporte manual, armazenamento, elevação do produto, limpeza, transporte entre canos pela ação gravitacional, secagem, transporte por elevador, armazenamento, empacotamento, transporte manual, pesagem, selagem do produto e saída do produto final da empresa.

4.3.2. Milho quebrado

Produto que tem como matéria-prima o milho em grão. Na função produção, passa pelos processos de transporte interno, quebra e empacotamento. Atualmente o transporte do milho quebrado representa 28,6% do tempo em que o produto permanece na produção, desconsiderando o tempo de permanência em estoque e transporte externo. A Figura 3 ilustra o deslocamento do milho quebrado na produção.

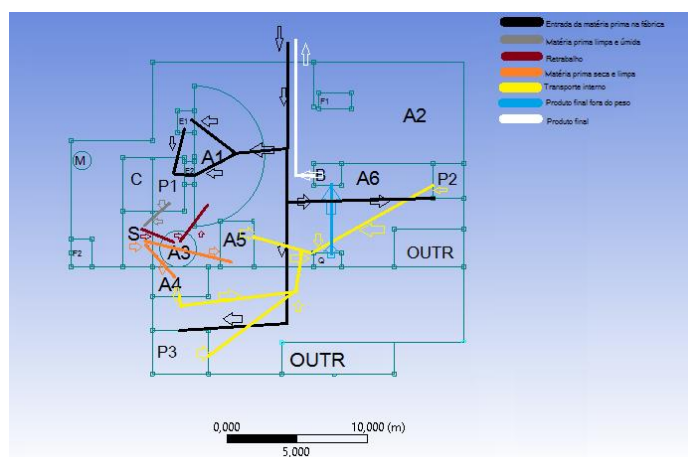


Figura 3 – Transporte interno do milho quebrado. Fonte: Autoria própria

As etapas que definem este processo são: recebimento da matéria-prima pela empresa, transporte manual, armazenamento, elevação do produto, limpeza, transporte entre canos pela ação gravitacional, secagem, transporte por elevador, armazenamento, transporte manual, quebra do grão, empacotamento, transporte manual, pesagem, selagem do produto e saída do produto final da empresa.

4.3.3. Milho moído e milho moído com aditivos

Assim como o milho quebrado, o milho moído tem como matéria-prima o milho em grão.

Após o processamento da matéria-prima, passa pelos processos de transporte interno, moagem e empacotamento. O milho moído também pode ser misturado com aditivos, formando um produto final com variações.

O transporte do milho moído representa 60% do tempo em que o produto permanece na produção, enquanto o transporte do milho moído com aditivos representa 54% do tempo em que o produto passa pela produção; ambos desconsideram tempo de permanência em estoque e transporte externo. A Figura 4 apresenta o deslocamento interno do milho moído.

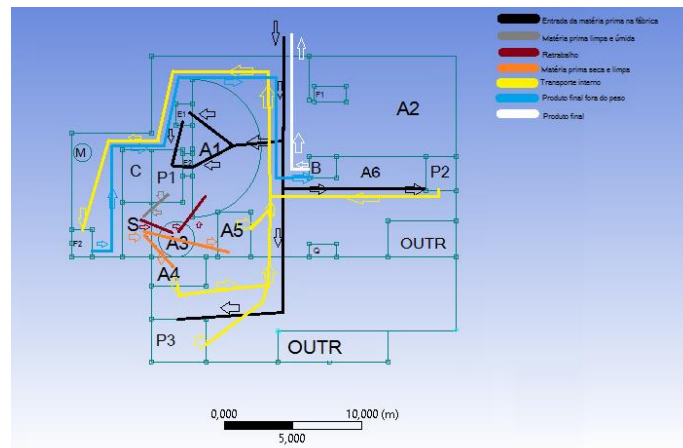


Figura 4 – Transporte interno do milho moído. Fonte: Autoria própria

As etapas que indicam o processo de produção do milho moído são: recebimento da matéria prima pela empresa, transporte manual, armazenamento, elevação mecanizada do produto, limpeza, deslocamento por ação gravitacional, secagem, moagem do grão, empacotamento, pesagem, selagem e saída do produto final da empresa.

A Figura 5 representa o fluxo interno do milho moído com aditivos.

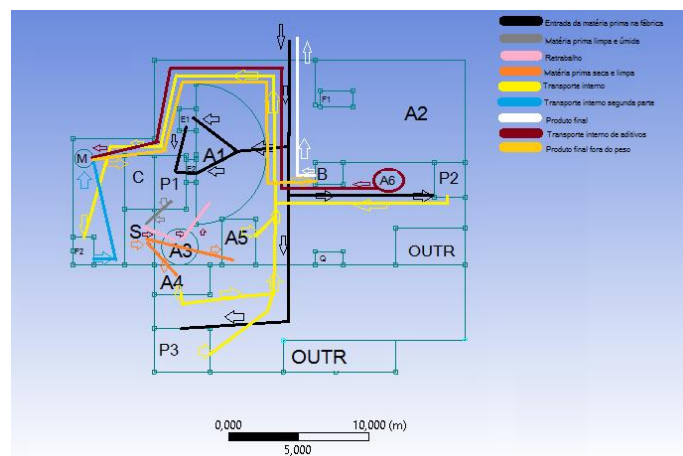


Figura 5 – Deslocamento interno do milho moído com aditivos. Fonte: Autoria própria

As etapas que definem o processamento do milho moído com aditivos são: recebimento da matéria prima pela empresa, transporte manual, armazenamento, elevação mecanizada do produto, limpeza, deslocamento por ação gravitacional, secagem, moagem do grão, transporte manual do aditivo, mistura, empacotamento, pesagem, selagem e saída do produto final da empresa.

Pode-se observar nas Figuras 4 e 5 que o milho moído com aditivos experimenta um trajeto mais longo que o milho moído sem aditivos; apesar disso, o processo adicional de mistura faz com que o tempo de permanência na produção do milho moído com aditivos seja menor que o do milho moído sem aditivos.

4.3.4. Milho moído na palha com ou sem aditivos

Milho moído na palha com ou sem aditivos é um produto derivado do milho no sabugo, e que, após o recebimento da matéria-prima pela empresa, passa pelos processos de transporte interno, moagem, empacotamento, costura do saco e saída do produto da fábrica, podendo, também, passar pelo processo de mistura no caso do milho moído na palha com aditivos. As Figuras 6 e 7 demonstram o fluxo interno do milho na palha sem e com aditivos, respectivamente.

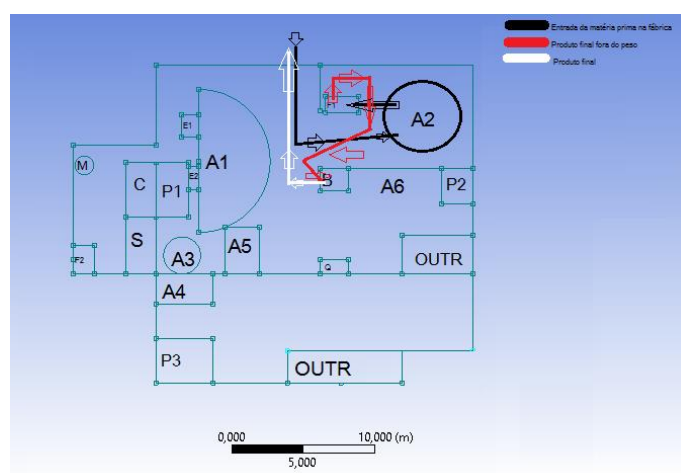


Figura 6 –Deslocamento interno do milho na palha. Fonte: Autoria própria

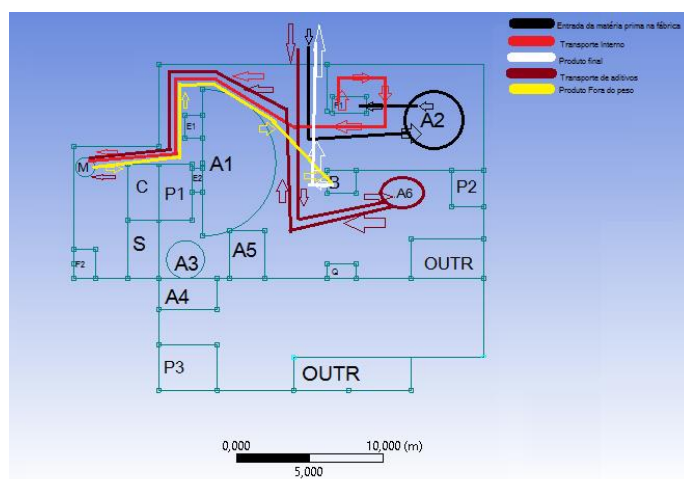


Figura 7 – Deslocamento interno do milho na palha com aditivos. Fonte: Autoria própria

Constatou-se que o fluxo do milho na palha representa 7,5% do tempo em que o produto permanece na função produção, enquanto o transporte do milho moído na palha com aditivos representa 17,3% do tempo em que o produto permanece na produção; ambos desconsideram o tempo de permanência em estoque e transporte externo.

5. Oportunidades de melhoria identificadas

A partir da análise do layout da empresa, foram identificadas oportunidades de melhoria no

arranjo atual dos equipamentos, sendo consideradas dificuldades encontradas em relação ao tempo de deslocamento interno de matérias primas e produtos, no que se refere à distância percorrida de um equipamento para o outro.

Destaca-se a balança como uma peça chave na produção, já que a finalização de todos os produtos é feita nela. Desta forma, é requerida especial atenção para um posicionamento correto da mesma.

Os elevadores possibilitam uma proximidade entre as máquinas, pois levantam o grão, que segue caminhos diversos pelos canos. Em relação a estes, deve-se observar a angulação correta; antes do processo de secagem, a angulação dos canos é um fator dificultador, tendo em vista que, por conta da umidade do grão, a angulação requerida é maior.

Outra possível mudança é a abertura de uma parede interna; mesmo depois de ampliada a construção, a empresa continuou trabalhando apenas com uma porta – o que dificulta a saída dos produtos, alongando o deslocamento interno dos mesmos. Com a abertura da parede interna, o caminho percorrido pelos materiais e pelos produtos poderia ser menor.

Para alguns itens, como a caldeira, o secador e o local de armazenamento de milho a granel (A1) não são indicadas mudanças, pois são estruturas fixas na instalação, e, portanto, não integram o estudo de mudança de layout envolvendo apenas a movimentação de estruturas móveis.

As Figuras 4, 5 e 7 destacam a dificuldade no transporte do milho moído, do milho moído com aditivos e do milho na palha com aditivos, tendo em vista que a máquina responsável pelo processamento fica muito distante dos outros processos, sendo o transporte interno destes um gargalo na produção.

Os armazenamentos de milho em grão processado (A4 e A5) afetam uma seção de quatro produtos. Ambos A4 e A5 são alimentados por cano via gravidade; logo, uma curta mudança de posição entre A4 e A5 – modificando a parede que os divide e aproximando-os um do outro – não viria a afetar seu abastecimento.

Constatou-se como ideal que a máquina forrageira 1 (F1) e o local de armazenamento de milho na palha (A2) estejam próximos, levando em conta o processo de abastecimento. A mudança necessária em relação a estes pontos seria a saída, devendo direcionar-se à balança.

Para o milho na palha com aditivos, também é ideal que o misturador esteja próximo do armazenamento. O local de armazenamento de milho na palha (A2) não pode ter sua entrada bloqueada, já que a mesma já possui o tamanho adequado para que a matéria prima (milho no sabugo) seja despejada no local.

O mais indicado para não afetar o milho moído com aditivos seria a proximidade do misturador com a balança.

No local de armazenamento de milho em grão para retrabalho (A3), é alocada a matéria prima em excesso ou materiais que requerem retrabalho, os quais, logo em seguida, são transportados para A1. Desta forma, caso o material retrabalhado fosse diretamente transportado para A1, o local de armazenamento A3 poderia ser retirado, disponibilizando espaço e possibilitando uma expansão volumétrica não horizontal de A1.

O local de armazenamento de milho a granel (A1) abastece a máquina de processamento P1 com milho a granel. Atualmente, as máquinas de processamento P2 e P3 são abastecidas manualmente, processo que demanda mais tempo e funcionários do que se fossem realizados com máquinas. A movimentação das máquinas de processamento tem um custo mediano quando comparado a outras máquinas ou a locais fixos como a caldeira; logo, a

movimentação de P1, P2 e/ou P3 traria um retorno financeiro a médio prazo de interesse para a empresa.

5.1 Proposta de melhoria

Levando em conta as oportunidades de melhoria identificadas, bem como as limitações da empresa, e buscando a redução do tempo de produção, foi proposto um novo layout. O modelo, ilustrado pela Figura 8, foi estabelecido com base na teoria de layout celular, visando um rearranjo dos equipamentos já existente na empresa dentro do espaço disponível.

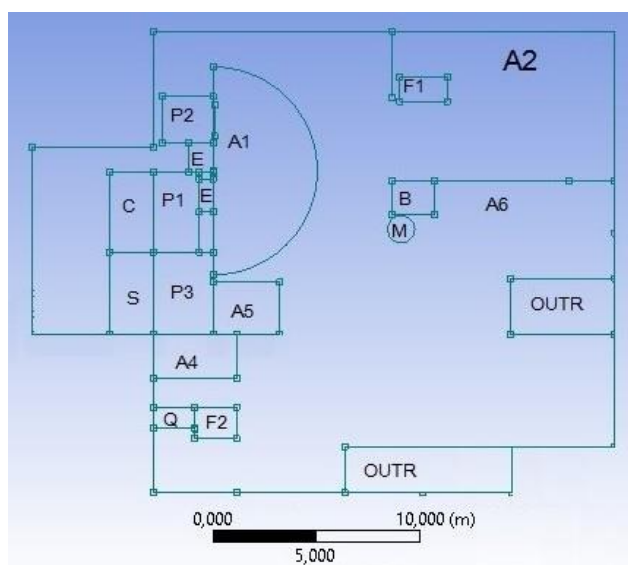


Figura 8: Novo layout. Fonte: Autoria própria

Dentro do modelo proposto foram esquematizados os fluxos internos de cada produto, ilustrados a seguir. Para o novo layout, o tempo de permanência em produção para cada produto será estimado com base em dados e informações cedidas pela empresa, omitidos por motivos de sigilo empresarial.

5.1.1 Novo transporte interno do milho em grão

Considerando o novo layout proposto pela Figura 8, a Figura 9 apresenta o fluxo interno (atualizado) do milho em grão. Estima-se que o tempo de permanência na produção do milho em grão será reduzido em 27%.

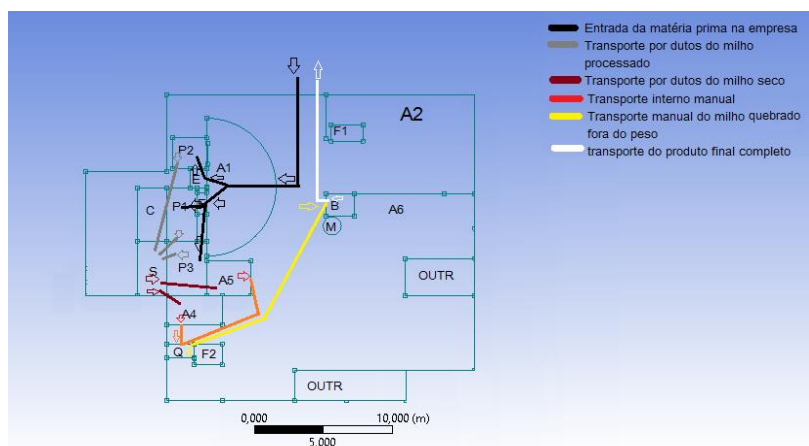


Figura 9 – Novo deslocamento interno milho em grão. Fonte: Autoria própria

5.1.2 Novo transporte interno do milho quebrado

A Figura 10 apresenta o transporte interno do milho quebrado para o novo layout implantado. Estima-se que o tempo de permanência em produção deste item será reduzido em 47%.

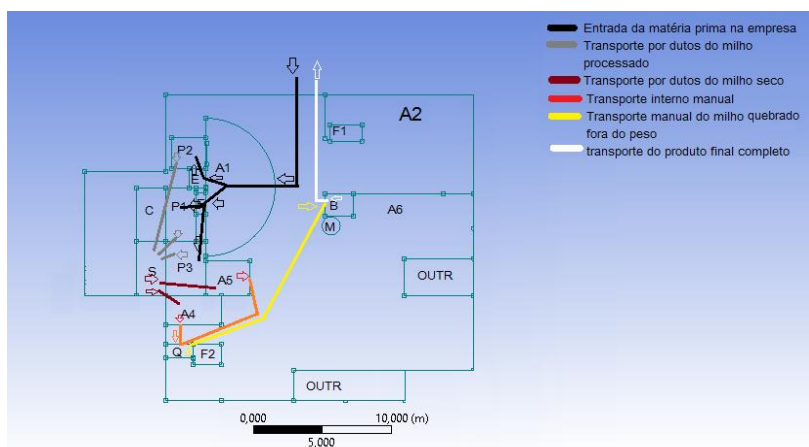


Figura 10 – Novo deslocamento interno milho quebrado. Fonte: Autoria própria

5.1.3 Novo transporte interno do milho moído com e sem aditivos

Com o novo layout, será possível uma redução de 61,85% no tempo de permanência na produção do milho moído. A Figura 11 apresenta o caminho a ser percorrido pelo material em produção.

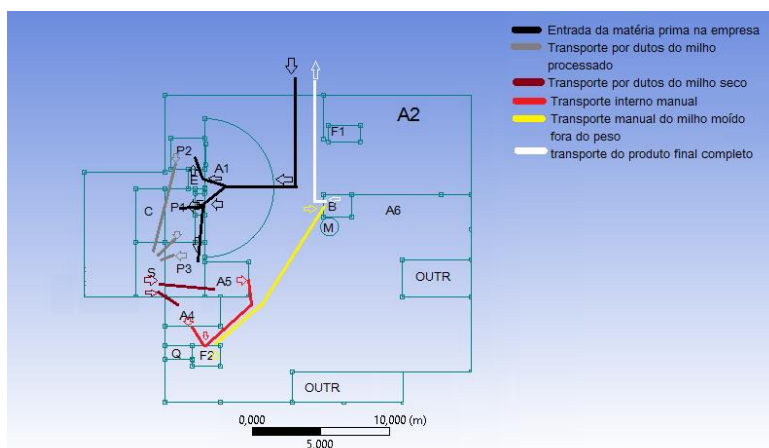


Figura 11 – Novo transporte interno milho moído. Fonte: Autoria própria

A Figura 12 ilustra o fluxo interno do milho moído com aditivos levando em conta o layout proposto. Estima-se que o tempo de permanência em produção será reduzido em 55,85%.

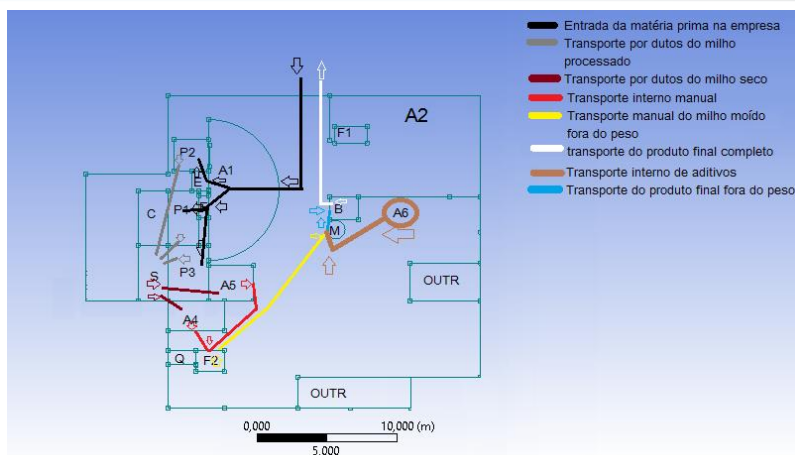


Figura 12 – Novo transporte interno milho moído com aditivos. Fonte: Autoria própria

5.1.4 Novo transporte interno do milho na palha com e sem aditivos

Levando em consideração o novo layout e o fluxo proposto na Figura 13, estima-se que o tempo de permanência em produção do milho na palha será reduzido em 29,4%.

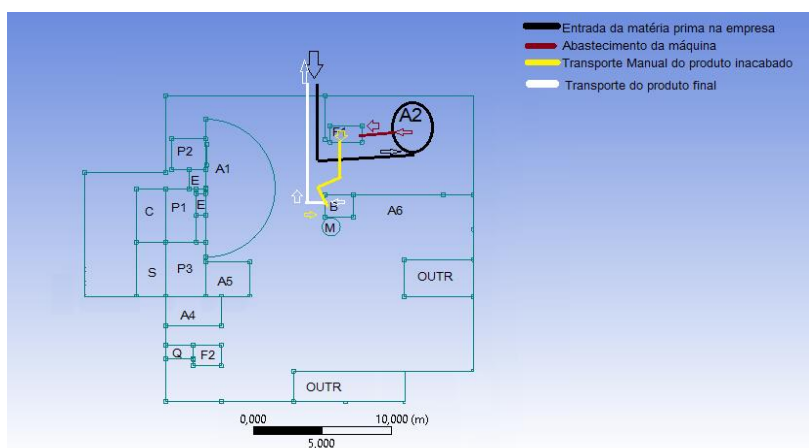


Figura 13 – Novo transporte interno milho na palha. Fonte: Autoria própria

Com o novo layout, o tempo de produção do milho na palha com aditivos será reduzido em 52,44%. O deslocamento interno do produto é exibido na Figura 14.

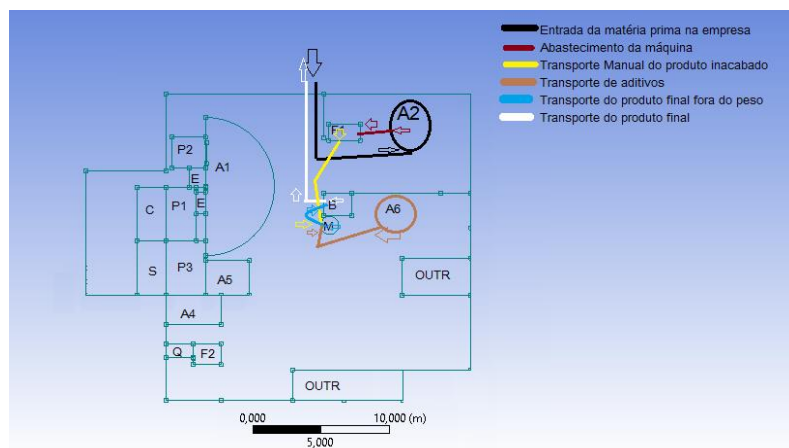


Figura 14 – Novo transporte interno milho na palha com aditivos. Fonte: Autoria própria

6. Considerações finais

A pesquisa teve como objetivo a otimização de layout em uma indústria de produtos pós-colheita, situada em Santa Catarina, visando a redução do tempo de permanência em produção de seus produtos. A partir de uma análise do processo de produção *in loco*, o layout da empresa foi esquematizado e estudado, assim como os tempos de deslocamento interno dos produtos. Com base na teoria de layout celular, foi proposto um rearranjo do maquinário da empresa.

Constatou-se que o transporte interno pôde ser reduzido pela mudança de layout. Comparando o tempo de produção do layout empregado com o layout proposto, verificou-se melhorias de 27% a 61,85% no tempo de deslocamento interno dos produtos na fábrica. Desta forma, pode-se reduzir o custo de produção dos itens, bem como o número de colaboradores na empresa – este último em cerca de 33%. Apesar da mudança de layout demandar investimento, a redução dos custos de produção – sem considerar a redução de mão-de-obra – permite o retorno do investimento em menos de cinco meses.

Conclui-se que é possível reduzir os custos de produção de uma indústria através de um rearranjo de maquinário e pessoal. Como qualquer redução de custos, esta traz maiores lucros para as empresas a médio ou longo prazo, possibilitando um maior desenvolvimento das mesmas no mercado, podendo trazer reflexos sociais e econômicos positivos para a comunidade local.

Também se pode ressaltar a contribuição deste trabalho para o meio industrial e científico, considerando a aplicação da engenharia de operações e processos de produção numa situação real, tendo em vista o estudo desenvolvido para a otimização do layout de uma planta industrial.

Referências

BORBA, M. *Arranjo físico – material de suporte*. UFSC, Florianópolis, 1998.

FERNANDES, J. da R. *Estudo da Implantação de um Layout Celular*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2007.

GROOVER, M. P. *Automação Industrial e Sistemas de Manufatura*. 3ª ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 2011.

IBGE. *CNAE subclasses versão 2.1*, dezembro de 2010. Disponível em: <<http://subcomissao.cnae.fazenda.pr.gov.br/UserFiles/File/CNAE/CNAE%202.1%20Subclasses%20Notas%20Explicativas.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2016.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. *Administração da produção*. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2015.

MOREIRA, D. A. *Administração da Produção e Operações*. São Paulo: Pioneira, 2004.

PARANHOS FILHO, M. *Gestão da Produção Industrial*. Curitiba: IBPEX, 2007.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. *Administração da Produção*. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.