



PROPOSTA DE ARRANJO FÍSICO PARA MELHORIAS DAS OPERAÇÕES DE UMA FÁBRICA DE LATICÍNIOS DO CEARÁ

Adriel Guimarães Barbosa (UFC)
adriel.barbosa@gmail.com

Douglas Coelho da Cruz (UFC)
d.coelho.cruz@gmail.com

Abraão Freires Saraiva Júnior
abraaofsjr@gmail.com

O arranjo físico em indústrias é fator determinante para o desempenho do processo produtivo e para a sustentabilidade da organização no mercado. Por meio do estudo do fluxo de informações e materiais, pode-se identificar o gargalo de cada processo e, com medidas que o atinjam, proporcionar benefícios operacionais e melhora na competitividade da empresa. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar criticamente o arranjo físico de uma fábrica de laticínios localizada no estado do Ceará e propor melhorias que possam impactar a produtividade das operações. Em termos metodológicos, ao trabalho foi construído a partir uma pesquisa bibliográfica e de estudo de em uma fábrica de laticínios. Para tal, realizou-se o mapeamento e o detalhamento dos fluxos de operações dos processos das linhas de leite, fermentados e queijaria. Como resultados, podem-se ser destacados a ao identificação do gargalo do processo e se propor melhorias no arranjo físico da operação produtiva. Como principais conclusões, pôde-se compreender a importância dos estudos direcionados ao arranjo físico e suas aplicações no setor industrial de produção de leite e derivados.

Palavras-chave: Arranjo Físico; Fábrica de laticínios; Gargalos.

1. Introdução

Atualmente, com as transformações econômicas e com o aumento da competitividade, manter a sustentabilidade da empresa tem se tornado gradativamente mais desafiador. Grandes desenvolvimentos tecnológicos, dentre outros fatores, têm provocado grandes mudanças nas relações entre empresas e consumidores. Com os consumidores cada vez mais exigentes, são buscados produtos e serviços com qualidade elevada e com preços menores. Essa competição exige que as empresas sejam flexíveis e ágeis para superar os desafios do mercado, como afirmam Kiss e Millen (2015). Com essas mudanças nos perfis dos consumidores, as organizações vêm procurando melhorar seus processos produtivos com o objetivo de atender às necessidades de seus clientes no tempo e no custo adequados.

O arranjo físico tem papel importante no desempenho competitivo de uma organização, principalmente, quanto ao alinhamento à estratégia operacional para conseguir vantagens diante de seus concorrentes. Após realizados estudos e tomadas de decisões referentes ao arranjo físico, a empresa pode auferir benefícios como aumento da produtividade, em virtude da redução dos tempos de ciclo e das perdas por manuseio e movimentação de materiais, por exemplo, benefícios esses que levam a reduções de custos inerentes à produção. Esses ganhos podem ser cruciais para a manutenção da sustentabilidade da empresa (D'AGOSTINI et al. 2014).

Nesse contexto, o presente artigo apresenta a realização de um estudo crítico voltado para a redução de custos e para a aumento dos níveis de serviços da produção de uma indústria de laticínios tendo como pontos focais a análise e a melhoria do arranjo físico.

Além desta introdução, o artigo é estruturado a partir da fundamentação teórica em que são abordados os principais conceitos relacionados à análise do arranjo físico. Em seguida, é explicitada a metodologia da pesquisa. Posteriormente, apresenta-se o estudo aplicado em que são abordados o processo produtivo da empresa, a análise do arranjo físico e as propostas de melhorias. Por fim, são expostas as conclusões e limitações do estudo e recomendações para trabalhos futuros.

2. Fundamentação teórica

2.1. Arranjo Físico

Em uma operação produtiva, o arranjo físico é a localização física dos recursos transformadores como instalações, máquinas, equipamentos e pessoas. Esta é essencial para determinar a maneira como materiais, informações e clientes fluem por meio do processo produtivo e para apoiar a estratégia competitiva da operação (CORRÊA; CORRÊA, 2008).

De acordo com Slack (2009), o arranjo físico é a localização física dos recursos de transformação, tais como máquinas, equipamentos e trabalhadores, determinando também a maneira segundo a qual os recursos transformados fluem através da operação. Dessa forma, à medida que as plantas industriais e os fatores de produção se expandem, devido ao aumento da demanda e do escopo dos problemas envolvidos, ou mesmo quando é notória a presença de anomalias na disposição dos recursos de produção no espaço, várias técnicas e métodos para desenvolvimento de arranjo físico surgem como alternativas de solução.

Ratifica-se a importância do arranjo físico como uma forma de atingir a redução dos tempos de produção e, conseqüentemente, dos custos envolvidos. Por exemplo, no estudo apresentado por Sotsek (2018), foi possível reduzir, aproximadamente, o tempo de montagem em 29% para um tipo de embalagem de madeira.

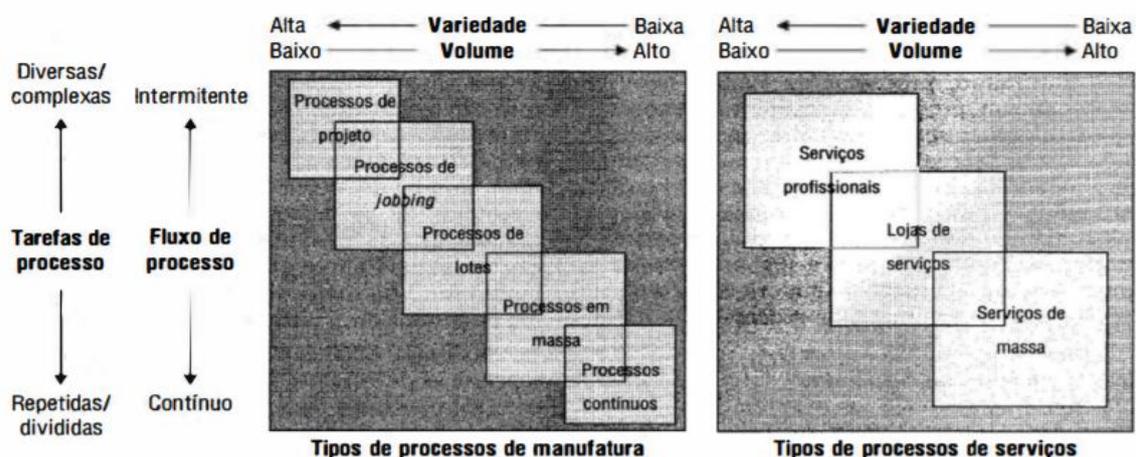
A importância da análise do arranjo físico para o aumento da produtividade das fábricas também é ressaltada por Wiyaratn, Watanapa e Kajondecha (2013) ao otimizar o layout de uma fábrica de conservas de peixe por meio da aplicação do método SLP (Systematic Layout Planning) e da análise do fluxo de cargas de trabalhos realizados. Como resultados, foi ampliada a capacidade produtiva da operação por meio da exploração do gargalo, além de reduzidas perdas no processo e o lead time.

Um projeto ideal de arranjo físico tem como objetivo reduzir os custos de movimentação, reduzir o congestionamento de materiais e pessoas, otimizar a segurança dos colaboradores, incrementar a comunicação organizacional, aumentar a eficiência das máquinas, mão de obra e apoiar a flexibilidade (DE CARLO, et al. 2013).

As decisões de arranjo físico definem como a organização irá produzir. Esta é a parte mais exposta da fábrica, portanto a necessidade de o estudar é exigida sempre quando se pretende instalar uma nova unidade fabril, unidade de serviços ou em reformulações de plantas industriais (DAVIS, AQUILANO; CHASE, 2001). Para isso, um projeto de arranjo físico deve se basear na configuração do sistema de produção. Esse sistema deve possuir uma das duas orientações básicas. A primeira orientação é representada pelos sistemas orientados a processos (produção intermitente), que são caracterizados pelos baixos volumes, alta variedade, fluxo de materiais intermitente, máquinas universais, emprego intensivo de mão de obra.

A segunda orientação é relacionada aos sistemas orientados a produtos (produção contínua), caracterizados por alto volume, baixa variedade, fluxo de materiais contínuo, máquinas especiais e aplicação intensiva de capital. Essa classificação também pode ser aplicada ao arranjo físico, considerando que, o volume e variedade geralmente são características antagônicas (DAVIS, AQUILANO; CHASE, 2001). Slack et al. (2009) fornecem uma matriz que relaciona as características de volume e variedade, conforme pode ser visto na figura 1. Essa matriz classifica com maior precisão o arranjo físico, desde a configuração linear até as configurações posicionais.

Figura 1: Matriz Volume-Variedade



Fonte: Slack et al. (2009)

Desse modo, segundo Slack et al. (2009), o arranjo físico de uma empresa pode ser classificado em quatro tipos: Posicional, caracterizado pela ausência de movimentação dos recursos transformados em relação aos recursos transformadores; Funcional, caracterizado

pela proximidade de recursos transformadores de processos similares; Celular, caracterizado pela composição de células de trabalho dedicadas à fabricação de uma família de produtos similares; Linear, caracterizado pela ausência de movimentação dos recursos transformadores em relação aos recursos transformados.

Em fábricas de motores, por exemplo, as características de alto volume (acima de 200 mil unidades por ano) e variedade baixa (produto único com poucas variações) nos levam a um sistema de produção orientado a produtos, que assim nos leva a busca por um arranjo linear. As máquinas e equipamentos são orientados de tal forma que permita que o produto percorra o menor caminho possível, minimizando a movimentação total de material e reduzindo o tempo de ciclo do processo sem prejuízos na produção (DE CARLO et al, 2013).

O estudo de arranjo físico é complementado pelos conhecimentos sobre gargalos da produção, pois estes são influenciados diretamente pelas mudanças no layout das empresas. Um gargalo pode ser caracterizado como um recurso com maior lentidão em um processo. De todas as etapas de um determinado fluxo, é a que possui maior morosidade. Porém, além de ser o mais lento, só é considerado gargalo quando a demanda de produção é maior ou igual à sua capacidade. Neste sentido, segundo Araújo (2009, p. 234): “um gargalo é qualquer recurso cuja capacidade é inferior à demanda e que, caso ele não seja solucionado, comprometerá o planejamento de produção da unidade”.

Como um gargalo é algo que limita os ganhos de uma empresa, por não conseguir corresponder com eficácia à demanda do mercado, buscar por essa restrição em uma planta produtiva significa buscar o recurso que possua a menor capacidade de produção. Para identificar um gargalo na produção é necessário compreender o fluxo dos processos, utilizar uma unidade de medida padrão para mensuração da capacidade de produção e a demanda para um determinado produto. Cox e Spencer (2002) recomendam conversas diretas com os empregados mais experientes do chão de fábrica como maneira inicial para identificação de um gargalo.

3. Metodologia

De acordo com Silva e Menezes (2005), as pesquisas podem ser classificadas quanto à natureza, quanto à forma de abordagem de problema, quanto aos objetivos e quanto aos procedimentos técnicos.

Quanto à natureza da pesquisa, o corrente estudo pode ser considerado aplicado, pois, seguindo o entendimento de Ganga (2012), a pesquisa aplicada visa a resolução de problemas específicos por meio da formulação de conhecimento, tem como diretrizes a procura da verdade, em condição particular, para determinada aplicação prática. Já a abordagem pode ser classificada como qualitativa, pois segundo o mesmo autor, esta abordagem exige como papel do pesquisador a obtenção de informações segundo a visão dos indivíduos, observação e coleta de evidências que possibilitem interpretar o ambiente onde a problemática ocorre.

Considerando os procedimentos utilizados para obtenção do objetivo, foram adotados os seguintes procedimentos técnicos: (i) pesquisa bibliográfica, por meio do estudo de dissertações, artigos, livros e apostilas que abordam o conteúdo de arranjo físico; e (ii) estudo de campo realizado por meio de visitas às instalações da empresa, de pesquisa documental referente a planilhas, plantas e frameworks da empresa estudada. Como instrumento de coleta de dados e informações, foram realizadas observações assistemáticas em equipe e entrevistas não-estruturadas, além de acessados arquivos físicos da empresa referentes ao layout da fábrica. A classificação do procedimento utilizado como pesquisa de campo segue Gil (2002), que indica que a pesquisa de campo é desenvolvida por meio da observação direta das atividades do grupo estudado e busca maior profundidade das questões propostas em detrimento da precisão estatística.

Em relação aos objetivos da pesquisa, esta pode ser considerada como descritiva, uma vez que de acordo com Gil (2002), o estudo possui como objetivo a descrição de determinado fenômeno e identificação de possíveis relações entre suas variáveis. Desse modo, o estudo é classificado como uma pesquisa de natureza aplicada com abordagem qualitativa na forma de estudo de campo de natureza descritiva.

4. Estudo aplicado

4.1. Caracterização da empresa

4.1.1. Ramo de atividade

A empresa estudada é de grande porte e tem atuação no mercado de alimentos derivados do leite. Esta empresa conta com várias unidades produtivas que produzem, aproximadamente, 120 diferentes tipos de itens, entre eles estão leites UHT, pasteurizados, iogurtes, bebidas lácteas, requeijões, leites fermentados, manteigas, leites condensados, cremes de leite e queijos.

4.1.2. Localização

O foco do presente trabalho trata-se de uma de suas unidades produtivas situada no interior do estado do Ceará. Hodiernamente, conta com aproximadamente 600 funcionários trabalhando *in loco* para o recebimento e transformação de aproximadamente 500 mil litros de leite por dia.

4.1.3. Canais de distribuição

A organização tem contato com os clientes por intermédio das equipes de vendas, que vão até os pontos de vendas para representar a marca, apresentar os novos produtos, fazer o elo da empresa com o cliente e coletar a demanda de cada ponto. Os produtos fabricados podem sair direto da fábrica para as grandes redes varejistas e atacadistas, ou podem sair das indústrias para os centros de distribuição para, em seguida, irem para os pontos de venda menores, sejam pequenos varejos, sejam para redes de supermercados.

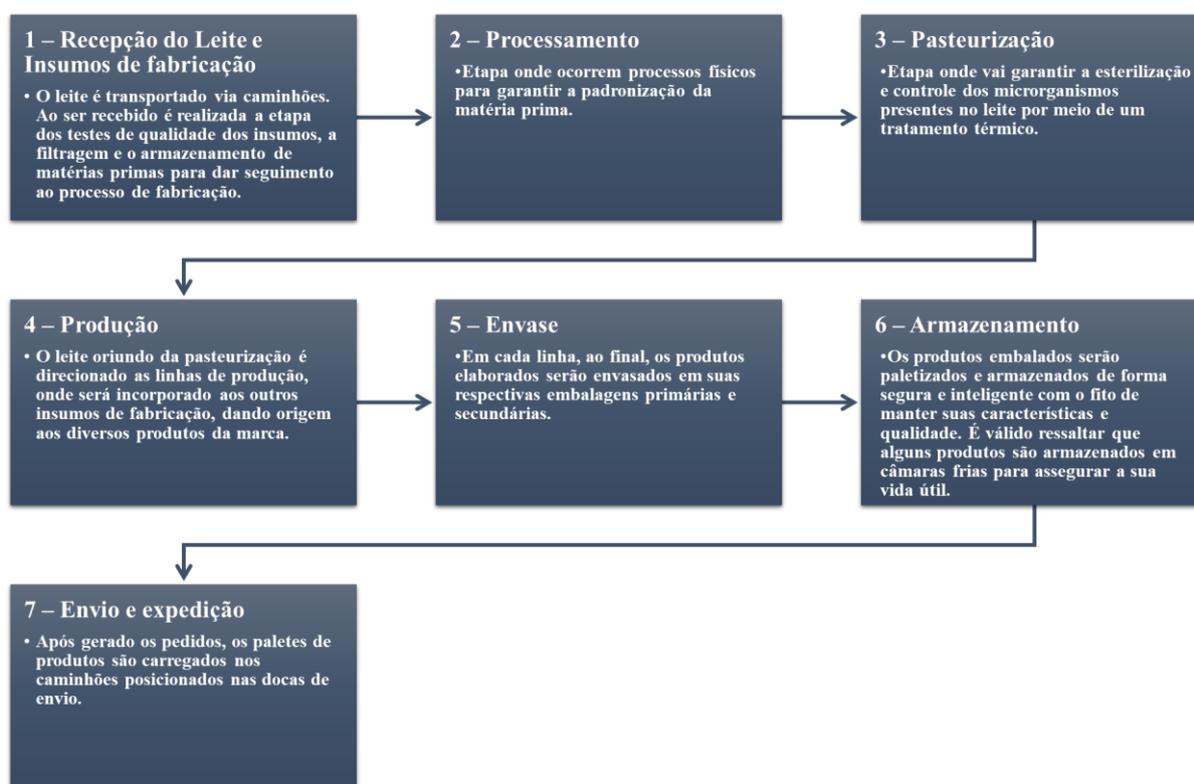
4.1.4. Principais Insumos

O principal insumo é o leite cru, matéria-prima principal em todos os produtos. Além disso, há outras matérias-primas importantes tais como: o açúcar, os fermentados, os preparados de frutas, o cacau e a manteiga, que pode ser fracionada ou produzida integralmente pela empresa.

4.2. Tipo de operação/processo

O método de produção utilizado é em massa, visto que o objetivo claro operacional da empresa é a obtenção da maior quantidade de produtos com o menor intervalo de tempo possível. Ou seja, a produção é baseada em fluxo e em linha, sem interrupções e pausas, mesmo que contenha produtos com diferenciações. O processo é bastante padronizado e flui de um posto a outro ao longo da linha. Neste tipo de processo, a fábrica busca balancear suas linhas de produção para que não existam estoques de produtos intermediários, apresentando um fluxo que seja bem distribuído. Na Figura 2 são expostas as etapas do Processo Produtivo.

Figura 2: Processo produtivo



Fonte: Autores

4.3. Ambiente/estratégia de produção

A empresa optou por uma estratégia de produção denominada Make-to-Stock (MTS), visto que sua produção é baseada na utilização máxima dos seus recursos de produção, de acordo com a programação mensal repassada pelo setor de planejamento e controle da produção. Toda a produção antecipa a demanda, sendo direcionada ao armazenamento da fábrica. Por

sua vez, os produtos não possuem opções de customização, apresentando, desta forma, um alto grau de padronização.

4.4. Sistema de produção

A empresa foco do presente estudo possui um sistema de produção empurrado, pois a produção vai começar antes da ocorrência da demanda pelo produto. Devido à demanda ser maior que a capacidade produtiva total, via de regra, o leite só permanece na indústria durante o processo produtivo e é mantido um estoque de produto acabado em um prazo de no máximo 7 dias, período em que são feitas as últimas validações dos lotes que foram produzidos (ex: teste de qualidade, envase em embalagens, identificação de anomalias, etc).

4.5. Gargalos

Após a análise dos diversos processos dentro da indústria, identificou-se o gargalo, ou seja, o processo que limita a capacidade produtiva total da fábrica, sendo este a pasteurização, processo presente no início do fluxo produtivo. Embora esse processo seja atualmente mecanizado e a companhia disponha de equipamentos tecnológicos de última geração, todos os produtos acabados precisam passar pelo processo da pasteurização, o que acaba determinando a capacidade produtiva da operação. Isso acontece em virtude da incapacidade de fornecimento simultâneo de leite pasteurizado para uma ou mais linhas, uma vez que se trata de um produto com alto risco de contaminação. Dessa forma, existem momentos de ociosidade nas linhas por espera de leite pasteurizado, em razão ao abastecimento deste produto para as demais linhas.

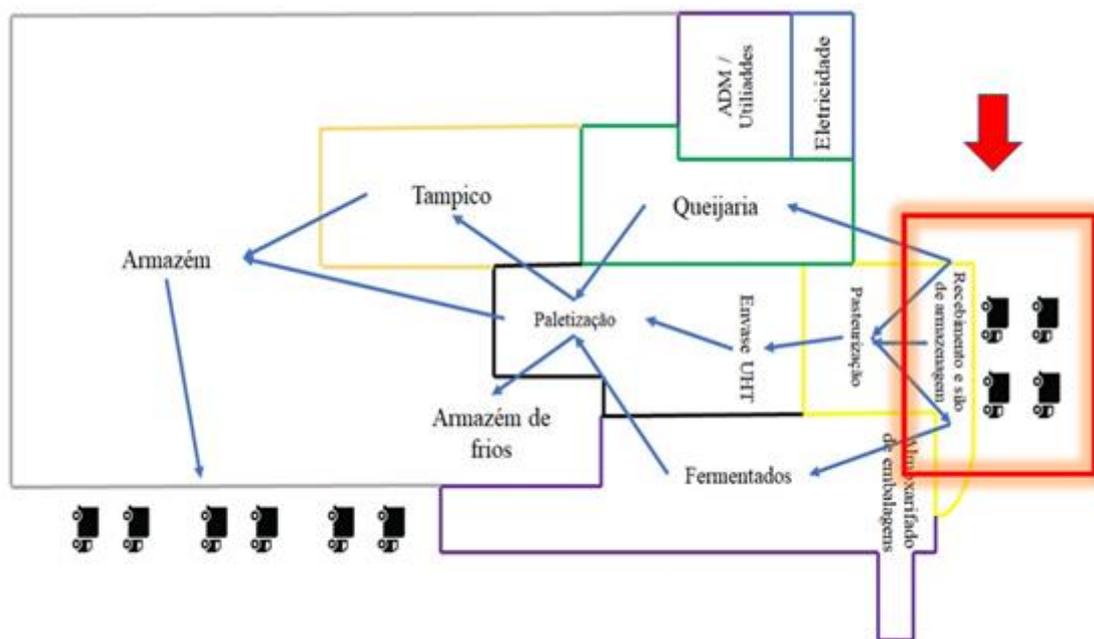
Após a pasteurização, cada linha possui o seu próprio gargalo, dos quais se destaca como o mais crítico o gargalo da linha de produtos fermentados, sendo este o processo de mistura, uma vez que esta linha contém processos mais elaborados e flexíveis, precisando, em geral, passar por um maior tempo de setup e execução.

4.6. Análise crítica do arranjo físico

A importância de se ter uma estrutura produtiva coerente com o nível de produção e a natureza dos produtos está no fato de que muitos desperdícios podem ser evitados, como o excesso de transporte de materiais pelo chão de fábrica, a redução dos tempos de ciclo de cada processo, a melhoria de visibilidade das tarefas, a melhor utilização dos espaços disponíveis e etc. Um dos grandes objetivos da fábrica é encontrar de diversas formas melhorias e

oportunidades concretas para otimização da captação de leite. Atualmente, na empresa focal, essa captação é feita da seguinte forma: A empresa possui quatro tanques de armazenamento, onde as carretas com leite são estacionadas e fazem o abastecimento do leite. Esse abastecimento ocorre por meio de mangueiras específicas, que são inseridas na carreta e conectada diretamente ao tanque. Como procedimento, após que o abastecimento é finalizado, é realizada uma limpeza no caminhão, chamada de CIP (*clean-in-place*). Essa limpeza é realizada no mesmo local onde o abastecimento é realizado e tem duração média de 40 minutos. Em termos de capacidade, a empresa consegue fazer o abastecimento de quatro carretas ao mesmo tempo. Como oportunidade de melhoria, foi identificado que há uma grande perda de tempo e de captação de matéria-prima em decorrência da necessidade da realização das CIPs programadas no mesmo local em que as carretas fazem o abastecimento do leite, o que ocasiona esperas desnecessárias no processo de captação de leite. Nesse sentido, foi idealizado o layout atual da fábrica, como mostra a Figura 3:

Figura 3: Layout adaptado do processamento do leite

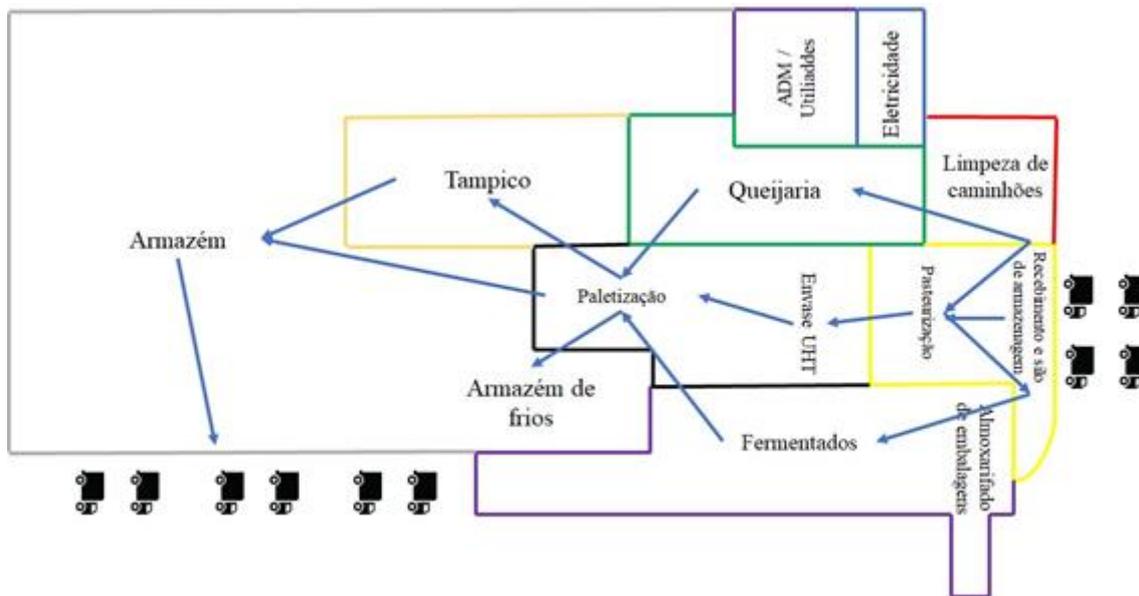


Fonte: Autores

De acordo com a situação exposta na Figura 3, foi possível identificar a necessidade da criação de um setor para limpeza que fique posicionado em outro local. Dessa forma, após a finalização do abastecimento (que ocorre no espaço identificado na imagem acima), a carreta seria direcionada para um outro local para realização da CIP, liberando espaço para outra

carreta abastecer o tanque liberado. Na Figura 4, podemos identificar a proposta do novo layout com a inclusão do setor mencionado.

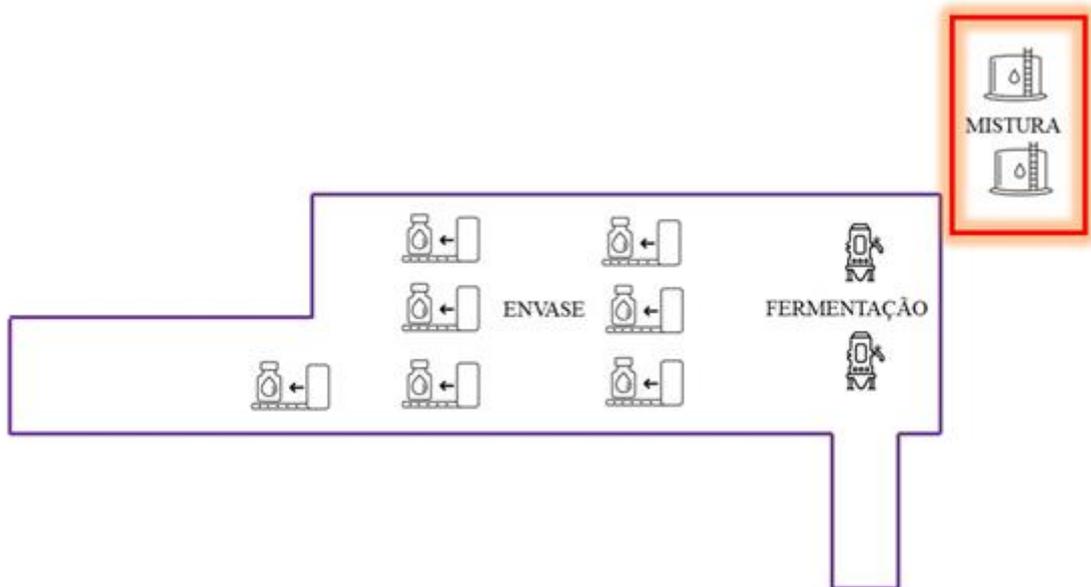
Figura 4: Fluxo de operações do processamento do leite



Fonte: Autores

Outro processo que chamou atenção foi referente a fabricação dos produtos fermentados. O processo tem início no momento em que os tanques iniciais são abastecidos. Em seguida, ocorre a pasteurização do leite, sendo o produto em seguida direcionado para o tanque de produtos fermentados (fase específica dos produtos que necessitam de fermentação). Posteriormente, o produto é enviado para o tanque de mistura, onde são adicionados os insumos de formulação (para os produtos saborizados, como iogurtes de morango, dentre outros). Após essa fase, é realizado o envase e por fim o produto é paletizado e posicionado no armazém de frios. Após estudo crítico, foi identificado que o desperdício relacionado ao deslocamento da matéria-prima na linha era alto, principalmente, no momento de ir ao tanque de mistura que ficava afastado da linha de produtos fermentados, como podemos ver na Figura 5:

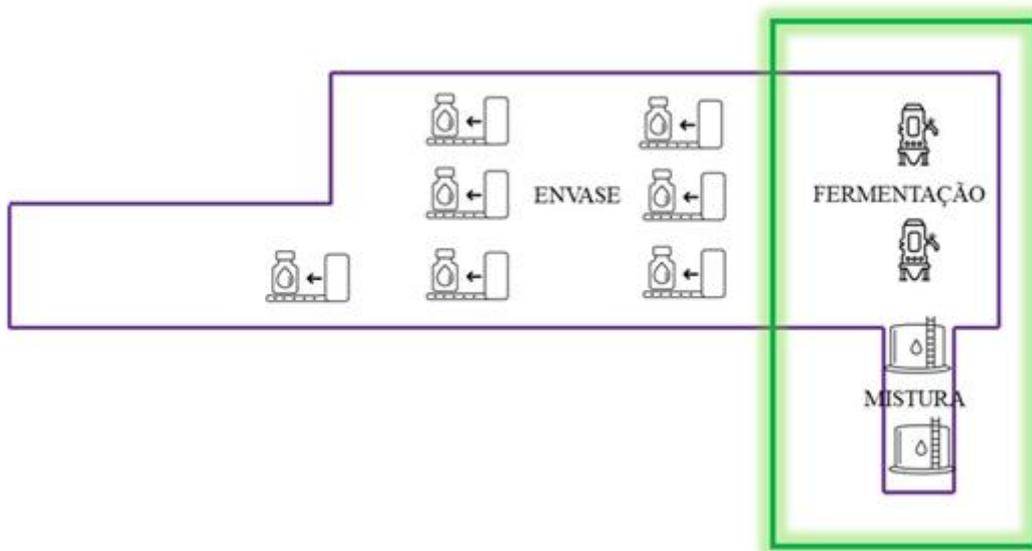
Figura 5: Setor de fermentados



Fonte: Autores

No momento em que a pasteurização é finalizada e o produto passa pelo processo de fermentação, é necessário que o mesmo percorra um caminho inverso ao do fluxo de produção para ir ao encontro aos tanques de mistura, o que representa, um desperdício de tempo para o processo. Nesse sentido, foi pensado como alternativa para o arranjo físico atual a transferência da localização dos tanques de mistura para uma posição mais próxima do processo de fermentação, dessa forma, mitigando perdas de tempo com deslocamento desnecessário de produtos entre as tubulações da linha. A Figura 6 ilustra a proposta descrita.

Figura 6: Proposta de disposição física das áreas produtivas - Linha Fermentados



Fonte: Autores

Acredita-se, portanto, que a proposta de arranjo físico da linha consegue melhorar o desempenho da operação em decorrência da diminuição do deslocamento de matéria-prima em processo.

5. Considerações finais

O presente trabalho apresentou a análise crítica da operação produtiva de uma grande fábrica de laticínios com foco na melhoria do arranjo físico, sendo este organizado em linha.

Quando se aborda a proposição de melhoria para uma operação produtiva, deve-se, inicialmente, entender de forma clara qual o processo gargalo, ou seja, qual processo restringe a capacidade produtiva global do sistema de produção. Essa análise faz-se importante, pois qualquer melhoria implementada em atividades que não são limitantes (gargalo) de um processo não representa de fato avanço significativo para o mesmo.

Nesse sentido, de acordo, com a análise do processo produtivo da empresa de laticínios focalizada no corrente estudo, foi identificado como gargalos os setores de pasteurização, bem como, o setor de mistura (no processo de fermentados). Identificou-se, portanto, a oportunidade da inclusão de um setor de limpeza ao lado das zonas de abastecimento de

forma a acelerar e ampliar a captação de leite pela linha. Além disso, vale destacar, na linha de fermentados, uma possível transferência do tanque de mistura para um local mais próximo do processo de fermentação, mitigando perdas por transporte desnecessário.

Com o desenvolvimento do estudo em questão, pôde-se perceber o impacto e a importância das decisões de arranjo físico para a operação produtiva. Fez-se necessária uma compreensão prévia das várias possibilidades e dos tipos possíveis de arranjo físico considerando as características do sistema de produção. A empresa focalizada no corrente estudo possui processos padronizados e automatizados, tendo o parque produtivo já passado por algumas mudanças em seu layout, o que contribuiu de maneira positiva para a fábrica. Entretanto, acredita-se que a aplicação das propostas realizadas no corrente estudo pôde também alavancar a performance industrial da organização.

Nesse contexto, ressalta-se que estudos de layout são, geralmente, complementados por estudos de exequibilidade das soluções propostas. Desse modo, recomenda-se para trabalhos futuros a análise da viabilidade econômico-financeira das melhorias supracitadas, por exemplo, por meio dos métodos do cálculo do VPL (Valor presente líquido), TIR (Taxa interna de retorno) e *Payback*. Outrossim, destaca-se que, por se tratar de um trabalho direcionado a uma situação específica de uma indústria de laticínios, sua aplicabilidade para outros estudos é limitada, portanto, fazem-se necessárias adaptações, levando em consideração o ramo de atividade exercida pela organização, para que os resultados do presente estudo possam ser aplicáveis.

Finalmente, almeja-se que as análises críticas e as recomendações práticas apresentadas no corrente estudo possam servir para a aplicação de profissionais de Engenharia de Produção em outros contextos industriais semelhantes, tomando como premissas básicas a avaliação própria de cada arranjo físico em concílio com sistema de produção em estudo e a busca constante por melhorias da operação.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, Marco Antonio. **Administração de produção e operações**. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

COX, Jeff; SPENCER, Michael, S. **Manual da Teoria das Restrições**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

D'AGOSTINI, MARINA et al. **Escolha do Arranjo Físico de Produção: O Caso da Metalices Indústria Metalmecânica**. Revista Alcance, v. 21, n. 2, p. 369-394, 2014.

DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da administração da produção**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

DE CARLO, F.; AELEO, M. A.; BORGIA, O.; TUCCI, M. **Layout design for a low capacity manufacturing line: a case study**. International Journal of Engineering Business Management Special Issue on Innovations in Fashion Industry. v. 5, 2013.

GANGA, G.M.D. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) na engenharia de produção: **um guia prático de conteúdo e forma**. São Paulo: Atlas, 2012.

GIL, Antônio Carlos. Como classificar as pesquisas. **Como elaborar projetos de pesquisa**, v. 4, p. 44-45, 2002.

KISS, B.; MILLEN, D. **Business Process Management For Dummies**. 3rd IBM Limited Edition. Hoboken, NJ John Wiley & Sons, Inc. 2015

SILVA, E. L. DA; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. UFSC, 4ª ed. Ver. Atual. Florianópolis, 2005.

SLACK, Nigel et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

SOTSEK, Nicolle Christine, BONDUELLE. **Melhorias em uma empresa de embalagens de madeira através da utilização da cronoanálise e rearranjo de layout**. Floresta 46.4 (2017).

WIYARATN, W.; WATANAPA, A.; KAJONDECHA, P. **Improvement plant layout based on systematic layout planning**. IACSIT International Journal of Engineering and Technology. v. 5, n. 1, p. 76-79, 2013.