



MÉTODO SLP PARA MELHORIA DO LEIAUTE DE UMA FÁBRICA DE SORVETE

SLP METHOD TO IMPROVE THE LAYOUT OF AN ICE CREAM FACTORY

¹Ana Beatriz Locateli de Oliveira SILVA.

²Fernanda de Souza LINHARES.

³Marina Ribeiro MARTINS.

¹Instituto Federal do Espírito Santo. E-mail: a.beatrizlocateli@hotmail.com.

²Cunha Indústria e Comércio de Sorvetes Ltda. E-mail: fernandasouzalinhares@outlook.com.

¹Instituto Federal do Espírito Santo. E-mail: marinamartan@hotmail.com.

Artigo submetido em 19/10/2021 e aceito em 15/12/2021.

Resumo

Os problemas de arranjo físico para as organizações são relevantes quando há limitações de espaço e de movimentação de materiais. Revisar os leiautes é um modo de melhorar o processo de produção industrial. Assim sendo, este trabalho tem o objetivo de propor um leiaute para produção de uma fábrica de sorvetes, com base na análise de alternativas para o aumento da produtividade. Foi utilizado o método Planejamento Sistemático de Leiaute (SLP) simplificado para a construção da proposta de leiaute. Foi realizada um estudo de caso que investiga um dado fenômeno dentro de um contexto real através de uma análise aprofundada de um objeto de estudo. O método foi aplicado sistematicamente e validado através do seu Passo 5, onde foi feita uma comparação qualitativa entre o leiaute atual e as alternativas apresentadas. Como resultado, foi obtido um plano de leiaute otimizado, completo, detalhado que reduz em 21,30% o custo de movimentação da fábrica.

Palavras-chave:

Leiaute. SLP. Fábrica de Sorvete.

Abstract

The problems of physical arrangement for the organizations are relevant when have space and material movements limitations. Reviewing layouts is a way to improve the industrial production process. Therefore, the objective of this present academic work is to propose a layout for an ice cream factory's production, considering analysis of alternatives to increase productivity. The Systematic Layout Planning (SLP) Simplified method was used as the main tool for the construction of the layout proposal. A case study was carried out which investigates a phenomenon within a real context through an in-depth analysis of a study object. The method was used systematically and validated from the fifth step, where a qualitative comparation between the current layout and the alternative submitted. As a result, is achieved an optimized, complete, detailed layout plan that reduces 21,30% of the factory handling cost.

Keywords:

Layout. SLP. Ice Cream Factory.

1 INTRODUÇÃO

Um dos problemas mais complexos para as organizações é o do projeto de configurações dos seus sistemas produtivos. As limitações de espaço e de movimentação de matérias são observadas com mais frequência (NEUMANN; SCALICE, 2015). Revisar leiautes também é

um modo de melhorar o processo de produção industrial (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHORTA, 2009).

O mercado alimentício está em constante crescimento. Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA), o setor fechou 2019 com crescimento de 2,3% e faturamento de quase R\$ 700 bilhões (ABIA, 2020). Este aumento do consumo revela novas oportunidades de crescimento para os empresários da área.

Por outro lado, as fábricas de pequeno porte encontram um desafio ainda maior quando é necessária a adaptação do leiaute, à medida que estas evoluem no mercado. Assim, essas fábricas buscam soluções que aperfeiçoem seu arranjo físico e aumentem seus lucros (GERLACH et al., 2017). É necessário estudar formas de adequar o leiaute ao aumento de demanda e a variação de produtos. Alterar um leiaute pode afetar uma organização no aumento da utilização eficiente de trabalho e equipamentos (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHORTA, 2009).

Assim, nesta pesquisa foi elaborado um estudo de caso em uma fábrica que busca aumentar a capacidade produtiva de modo a ganhar novos mercados. A fábrica é alimentícia, de pequeno porte, com produção de picolés, sorvetes e açaí. É localizada em Itacibá, na cidade de Cariacica, contando com oito funcionários na área de produção e oito colaboradores no setor de vendas. Uma vez que o arranjo físico atual é o principal contribuinte para a baixa capacidade produtiva, esta pesquisa tem a proposta de realizar um projeto de leiaute para apresentar alternativas que possibilitem o aumento de produção.

O mercado no ramo da alimentação cresceu muito no Brasil, com alto número de concorrentes, implicando na necessidade de aperfeiçoamento constante das empresas para adequar as fábricas frente à maior demanda. Nesse sentido, a proposta é mostrar como o planejamento de leiaute pode ajudar na melhoria da eficiência produtiva e no aumento dos lucros de uma empresa. Desta forma, o objetivo deste artigo é propor um leiaute para produção de uma fábrica de sorvetes, com base na análise de alternativas para o aumento da produtividade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

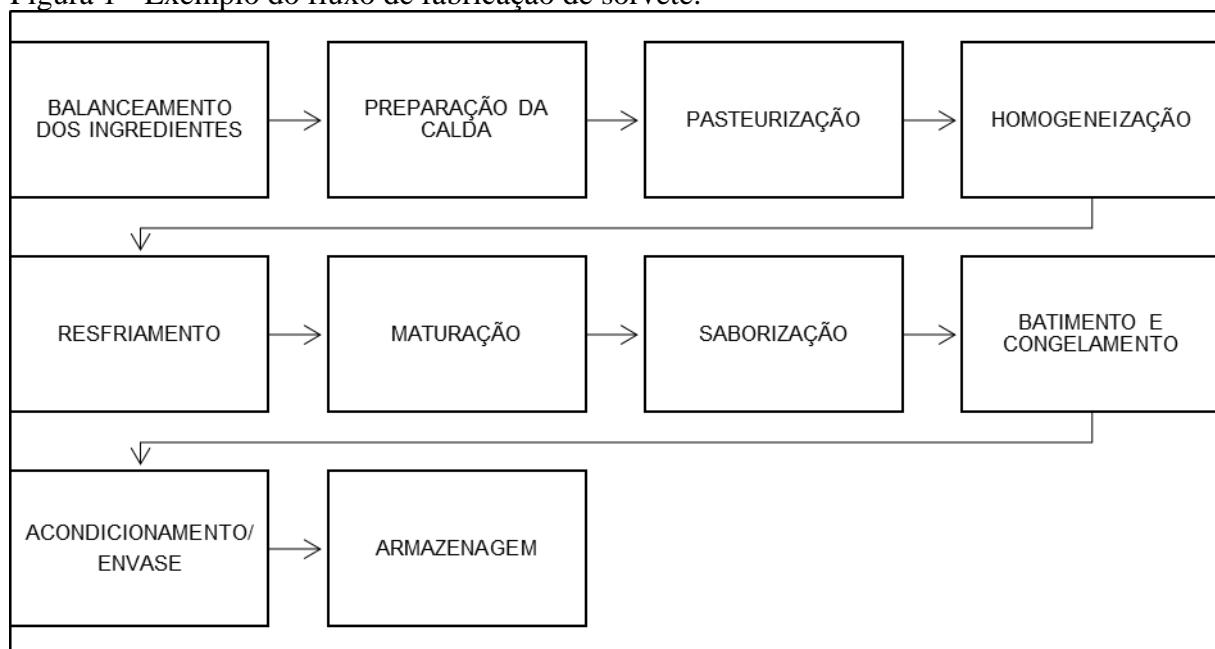
2.1. PROCESSO PRODUTIVO DE SORVETES E PICOLÉS

O sorvete é um alimento congelado de alto valor nutritivo, que pode ser acondicionado e apresentado em diversos formatos, como picolés e em potes. A Resolução RDC nº 267 de 25 de setembro de 2003, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) dispõe o regulamento técnico de boas práticas de fabricação para a indústria de gelados comestíveis. Conforme a cartilha de boas práticas de fabricação na indústria de gelados comestíveis, produzida pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) a fabricação do sorvete se dá a partir de uma emulsão estabilizada (calda de sorvete) que, através de um processo de batimento, incorporação de ar e congelamento, resulta num produto cremoso (SEBRAE, 2017). O processo de produção se inicia no balanceamento dos ingredientes de base como água, leite em pó, gorduras e açúcar (JÚNIOR; JUNIOR; JÚNIOR, 2016). Após o balanceamento dos ingredientes, a calda, base para o sorvete, é produzida em lotes com quantidades pré-definidas na caldeira misturadora (tanque equipado com hélice e aquecimento).

Posteriormente, a calda quente é transferida para um tanque onde vai passar pela homogeneização (JÚNIOR; JUNIOR; JÚNIOR, 2016). O próximo passo é o resfriamento da mistura homogeneizada, que pode ser feita no próprio pasteurizador ou no tanque homogeneizador. Em seguida tem-se a maturação, que, de acordo com Oliveira, Souza e Monteiro (2008), consiste em transferir a calda resfriada para as tinas de maturação, onde permanecerá sob agitação lenta com o auxílio da pá misturadora da máquina, a uma temperatura de 4°C ou inferior, num tempo mínimo de 2 horas.

Após a maturação, a calda é retirada do pasteurizador e é colocada em um liquidificador industrial. Aromatizantes, corantes e saborizante são adicionados nesta etapa do processo. Assim, a calda pode ser levada para a máquina produtora (congeladores contínuos de sorvete), para o processo de resfriamento e congelamento enquanto a mistura é agitada, incorporando ar e evitando a formação de cristais de gelo (SEBRAE, 2017). O processo de congelamento continua quando o sorvete é colocado na embalagem, e é imediatamente direcionado para a câmara de congelamento em temperaturas preferencialmente entre -25°C e -28°C. A Figura 1 mostra o fluxograma resumido do processo de fabricação do sorvete.

Figura 1 - Exemplo do fluxo de fabricação de sorvete.



Fonte: adaptado de SEBRAE (2017).

Já para a produção de picolés é utilizada a mesma calda preparada para os sorvetes, já pasteurizada, na qual é adicionado o pó saborizante, na dosagem recomendada pelo fabricante (SEBRAE, 2017). No picolé, não ocorre o batimento para injeção de ar, portanto não é medido o *overrun*. Assim, o fluxograma de produção do picolé segue o mesmo fluxo que o do sorvete, mas muda a partir da etapa saborização.

A calda saborizada é parcialmente congelada na máquina produtora (picoleteira), e é transferida para formas de moldagem dos picolés. Antes que a mistura congele, o palito é inserido nas extrusoras de palitos, que são colocadas sobre as formas. Em seguida, vão para o banho de

congelamento (TOZATO; DA SILVA; SILVA, 2007). Após alguns minutos, é feita a extração dos picolés congelados das formas e esses seguem para a máquina seladora, onde é feita a embalagem. Depois de colocados em caixas de plástico, os picolés são armazenados em câmaras de armazenamento com temperaturas entre -25°C e -30°C (TOZATO; DA SILVA; SILVA, 2007).

2.2. PLANEJAMENTO DE LEIAUTE

O leiaute - arranjo físico - pode ser definido de acordo com Corrêa e Corrêa (2007) como a maneira segundo a qual homens, máquinas e equipamentos estão dispostos em uma fábrica. Para Martins e Laugeni (2005, p.136) leiaute significa “desenho da distribuição física dos equipamentos, estoques, escritórios, entre outros”. Slack *et al.* (1999) apresenta a disposição do arranjo físico como fator importante no fluxo das operações de uma organização visto que, ao ser aplicado de forma inadequada, pode se tornar confuso, economicamente prejudicial, proporcionar *lead times* extensos e com isso afetar a qualidade final do produto e do serviço.

Souza *et al.* (2011) afirmam que o ajuste de leiaute visa permitir um fluxo contínuo e mais organizado do processo, podendo levar ao aumento da produção mesmo com área reduzida. De acordo com Honorato, Ferreira e Correia (2015), o estudo de leiaute estabelece melhorias não só na utilização do espaço físico, como também na movimentação dos funcionários no local de trabalho. Conforme Martins e Laugeni (2005), após a implantação do leiaute, este deve ser reformulado sempre que for necessária a adequação.

Para Slack *et al.* (1999) a maioria dos leiautes deriva de apenas quatro tipos básicos: posicional, por processo, celular e por produto. Martins e Laugeni (2005) ainda acrescentam modelos de leiautes combinados ou mistos. No **leiaute posicional**, ou por posição fixa, quem sofre o processamento fica estacionário, enquanto os equipamentos, pessoas e maquinário movem-se para a cena do processamento. Isso pode acontecer em virtude do tamanho do produto, que pode ser grande demais para ser movimentado, ou podem estar em um estado muito delicado, ou até mesmo não ser possível a movimentação dele (SLACK *et al.*, 1999).

Já no **leiaute por produto**, ou em linha, todas as máquinas estão acondicionadas para trabalhar com apenas um produto, ou para produtos semelhantes, e com cada processo da fabricação diferente do seguinte. Segundo Corrêa e Corrêa (2007, p.412), “chamam-se arranjo físico por produto por que a lógica usada para arranjar a posição relativa dos recursos é a sequência de etapas do processo de agregação de valor”. De acordo com Slack *et al.* (1999), este tipo de leiaute é constantemente aplicado em montagem de automóveis, onde quase todas as variantes do mesmo modelo passam pela mesma sequência de processos.

Para Martins e Laugeni (2005, p.139), o **leiaute celular**, ou célula de manufatura, “consiste em arranjar em um só local máquinas diferentes que possam fabricar o produto inteiro”. Neste modelo, o material processado se desloca dentro da célula buscando os processos necessários. A principal característica é a flexibilidade quanto ao tamanho de lotes por produto, permitindo elevados níveis de qualidade quando há especificidade para uma família de produtos.

O leiaute **por processo**, ou funcional, é assim chamado porque processos similares são colocados juntos um do outro. Assim, pode ser conveniente para a operação mantê-los juntos (SLACK *et al.*, 1999). De acordo com Corrêa e Corrêa (2007) este tipo de arranjo físico é, em geral, usado quando os fluxos que passam pelos setores são variados e ocorrem

intermitentemente, existindo diferentes possibilidades de roteiros para os fluxos. Isso é o que faz esse o leiaute por processo seja considerado bastante flexível, mas, quando os fluxos começam a ficar intensos, faz com que os eles se cruzem, acarretando uma piora na eficiência.

Corrêa e Corrêa (2007) fazem uma comparação entre o leiaute por processo e por produto, considerando aspectos como a lógica, volumes por produto, variedade e espaço requerido. No leiaute por processo, os recursos são agrupados por função, servindo para volumes baixos de produto e com alta variedade. Já o arranjo físico por produto segue um fluxo contínuo e funciona bem para volumes altos de produção, além de manter o maquinário arranjado sequencialmente. O Quadro 1 mostra mais algumas diferenças entre esses dois tipos de arranjo físico.

Quadro 1 - Comparação entre leiaute por processo e por produto.

	Leiaute por processo	Leiaute por produto
Lógica	Recursos agrupados por função	Recursos arranjados sequencialmente
Tipo de processo	Por tarefa, lote ou batelada	Fluxo contínuo
Fluxo processado	Variável	Continuo
Volumes por produto	Baixos	Altos
Variedade de produtos	Alta	Baixa
Decisão de arranjo físico	Localização dos recursos	Balanceamento de fluxos
Estoque em processo	Alto	Baixo
Sincronização entre etapas	Difícil	Fácil
Identificação de gargalos	Mais difícil	Mais fácil
Distâncias percorridas	Longas	Curtas
% de tempo agregando valor	Baixa	Alta
Espaço requerido	Grande	Pequeno
Natureza geral dos recursos	Mais polivalentes	Dedicados
Custo com manuseio de materiais	Mais altos	Mais baixos
Critério competitivo priorizado	Flexibilidade	Custo, velocidade

Fonte: Corrêa e Corrêa (2007).

De acordo com o SEBRAE (2017) o leiaute da produção em uma fábrica de sorvetes deve ser em sistema linear, com fluxo ordenado e sem cruzamentos, para evitar contaminação cruzada, obedecendo a Resolução RDC nº 267 de 25 de setembro de 2003, da ANVISA.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho apresenta propostas de leiaute para uma fábrica de sorvetes de pequeno porte. O leiaute atual foi analisado, propondo o projeto de um novo leiaute para a expansão do arranjo físico de produção. Foi analisada apenas uma empresa, onde seu leiaute é objeto estudo para a presente pesquisa. O trabalho pode ser definido como um estudo de caso, tendo como objeto de estudo o leiaute de uma fábrica de sorvetes. O estudo de caso é um trabalho de caráter empírico, ou seja, baseado em experiências vividas, que estuda um fenômeno dentro de um contexto real através de uma análise aprofundada de um objeto de estudo (MIGUEL *et al.*, 2012).

Quanto a abordagem da pesquisa, tem-se uma classificação qualitativa. Na abordagem qualitativa, é comum o pesquisador visitar a organização pesquisada fazendo observações e coletando evidências. É importante evidenciar que a abordagem qualitativa permite quantificar variáveis, porém, o foco principal está nos processos do objeto de estudo (MIGUEL *et al.*, 2012). O método de estudo de caso é considerado apropriado na área de engenharia de produção para conduzir uma pesquisa qualitativa (MIGUEL *et al.*, 2012).

Inicialmente, foi realizada uma revisão da literatura sobre o tema estudado, com o objetivo de construir uma base teórica estruturada. Foram analisadas informações da empresa, incluindo o leiaute da fábrica, a disposição das máquinas e o fluxo de produção, com o objetivo de chegar a melhor alternativa de leiaute. A coleta de dados ocorreu através de visitas, onde foram feitas entrevistas com gerente de produção, observações e consultas à documentos da empresa. Quanto aos procedimentos técnicos, foi feita a medição dos postos de trabalho, dimensões dos setores e das máquinas. Foram utilizadas ferramentas como trena, para medição das dimensões do ambiente, e o *software* AutoCAD®, versão 2020 student, para o desenho do projeto de leiaute, empregando procedimentos estudados em Desenho Técnico.

Como atividade principal, foi feita a aplicação de uma ferramenta de planejamento de leiaute, o SLP. O SLP se realiza em seis fases, com um padrão de cinco seções. O Quadro 2 apresenta um resumo dessas fases e uma relação com as ferramentas utilizadas. Baseado no método SLP completo, Muther e Wheeler (2000) desenvolveram o SLP simplificado, adequado para projetos de pequenos negócios. Assim, foi feita a proposta utilizando este método de mudança de leiaute e propondo a expansão do espaço físico de fábrica.

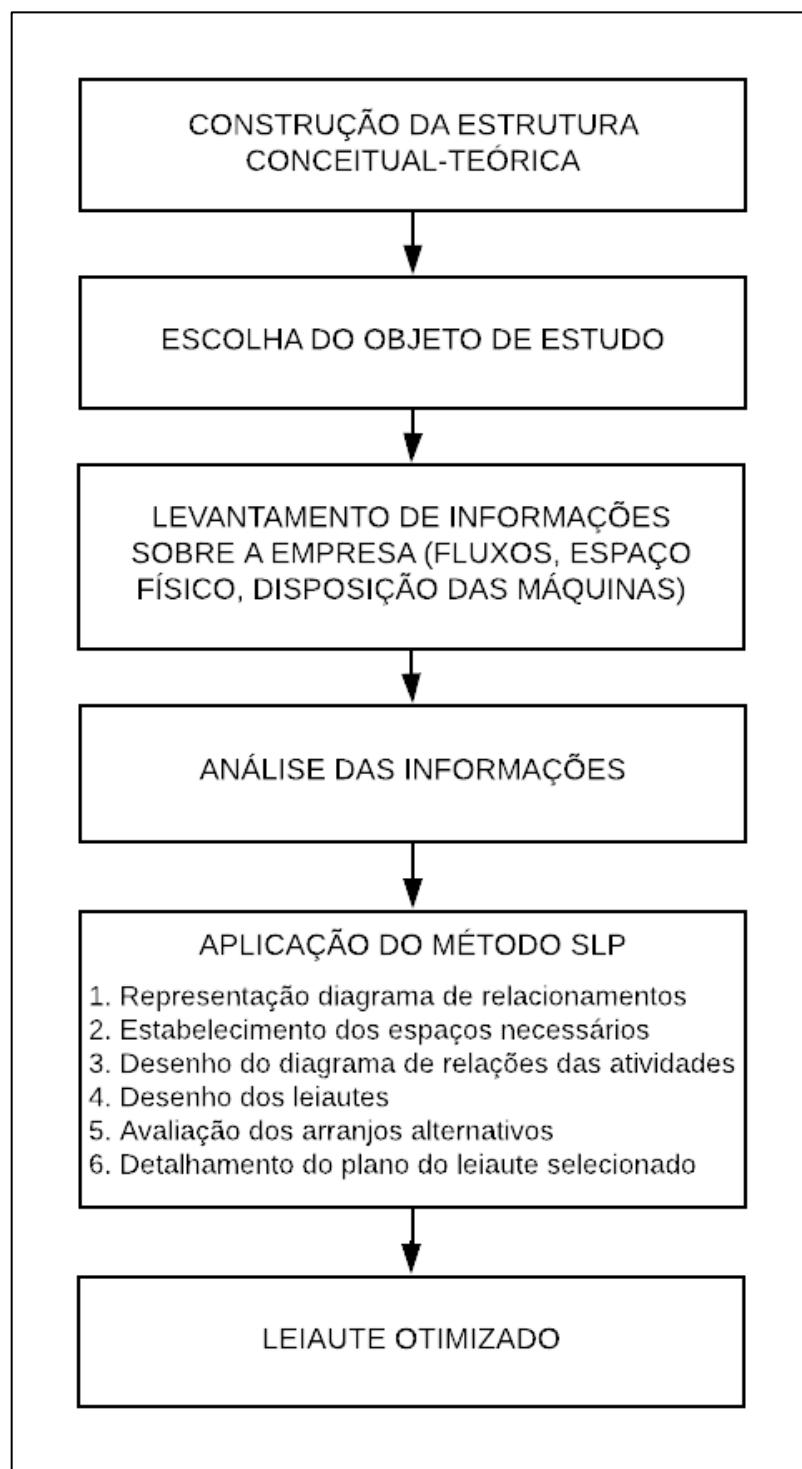
Por fim, o objetivo do trabalho foi alcançado através da realização de uma análise what-if para constatação da viabilidade técnica da alternativa proposta de leiaute. Tal análise foi realizada através do editor de planilhas Microsoft Excel®, versão 16.0, produzido pela Microsoft Corporation®. A Figura 2 resume a abordagem do procedimento metodológico desenvolvido.

Quadro 2 - Ferramentas utilizadas no SLP.

Passos	Possíveis ferramentas
1. Análise de fluxo de produtos ou recursos	Diagrama de fluxo ou de - para
2. Identificação e inclusão de fatores qualitativos	Diagrama de relacionamento de atividades
3. Avaliação dos dados e arranjo de áreas de trabalho	Diagrama de arranjo de atividades
4. Determinação de um plano de arranjo dos espaços	Diagrama de relações de espaço
5. Ajuste do arranjo no espaço disponível	Planta do local e modelos

Fonte: adaptado de Corrêa e Corrêa (2007).

Figura 2 - Condução do estudo de caso.



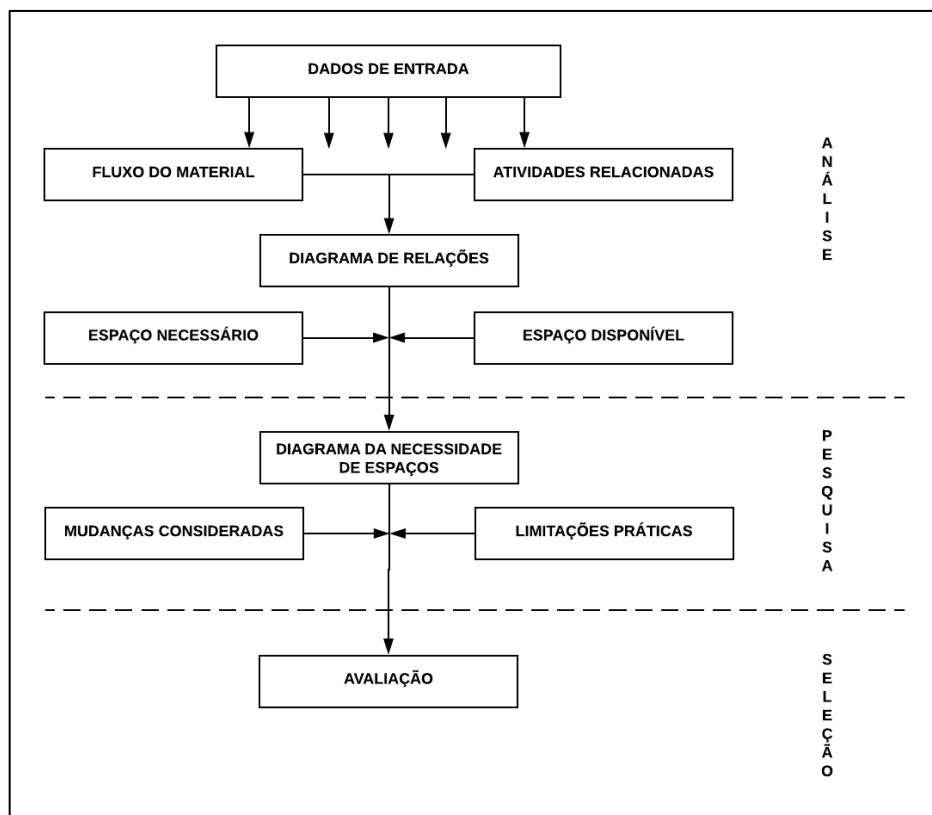
Fonte: Adaptado de Miguel *et al.* (2012, p. 134).

3.1. MÉTODO SLP

Para Júnior *et al.* (2012), a técnica mais utilizada para planejamento, elaboração de alternativas e definição do leiaute é o Planejamento Sistemático de Leiaute ou SLP (*Systematic Layout Planning*). De acordo com Muther (1978) esse método consiste em uma estrutura de fases como um padrão de procedimentos para o planejamento contínuo, possuindo um conjunto de convenções para identificação, visualização e classificação de várias atividades, relações e alternativas envolvidas em qualquer projeto de leiaute.

Trata-se de um método qualitativo de se indicar a importância relativa entre centros de trabalho. Este tipo de técnica ajuda a definir quais centros devem estar próximos uns dos outros, de forma a reduzir as distâncias percorridas (BORBA *et al.*, 2010). Basicamente, qualquer leiaute envolve as relações entre as atividades, a quantidade de espaço e o tipo para cada atividade e o ajuste dentro do planejamento (MUTHER; WHEELER, 2000). A Figura 3 mostra o fluxograma para aplicação do método SLP.

Figura 3 - Fluxograma do Método SLP.



Fonte: Adaptado de Tompkins (2010, p. 299).

Todas as fases são inter-relacionadas entre si, de forma que as saídas da fase anterior sirvam de entradas para a fase seguinte. Porém, embora exista esta relação, o projeto pode ser delimitado em apenas uma ou duas fases, especialmente quando o SLP é aplicado no reprojeto de leiautes

existentes, que possuem necessidades mais específicas de melhoria (SANTOS; GOHR; LAITANO, 2012)

Para análise dos dados de entrada, deve ser feito um levantamento de informações de produção e identificação dos processos existentes, para fundamentar o Passo 1, que é a confecção do diagrama de relações. Este consiste em uma matriz triangular onde se apresenta o grau de proximidade e de importância entre as atividades e áreas do ambiente (MUTHER, 1978).

O Passo 2 envolve a determinação das necessidades de espaços, que é a área requerida para realizar cada atividade (TOMPKINS, 2010). Muther e Wheeler (2000) afirmam que os valores de cada área devem ser escritos em números redondos, para simplificar o desenho das alternativas no Passo 4 do método SLP.

Uma vez que a área necessária é definida, o próximo passo é a representação do diagrama de relações das atividades, utilizando símbolos e códigos de linha para definir o grau de proximidade entre os processos. Assim, é possível esquematizar e ajustar as relações identificadas (MUTHER; WHEELER, 2000). Assim, as atividades devem ser relacionadas entre si visual e graficamente, com o objetivo de dar o formato básico ao leiaute (MUTHER; WHEELER, 2000).

O Passo 4 é o desenho do leiaute, sem considerar os espaços e restrições de construção, podendo surgir, assim, várias propostas. Estas serão analisadas em termos de eficácia no próximo passo (MUTHER; WHEELER, 2000). O desenho é feito ajustando e redistribuindo o diagrama do Passo 3 até integrar as condições e restrições da análise inicial (MUTHER; WHEELER, 2000). Considera-se um esboço a representação e características permanentes, como paredes internas, banheiros, portas e principais acessos, não detalhando demasiado os planos de leiaute com o objetivo de economizar tempo e evitar confusão e poluição visual (MUTHER; WHEELER, 2000).

Já o Passo 5 é a avaliação dos arranjos alternativos, os quais serão analisados pelas pessoas envolvidas no processo. Neste passo, pode ser feita uma análise *what-if*, que se baseia na realização da pergunta “e se?”, como “e se determinado evento ocorrer, quais serão as suas possíveis consequências?” A partir daí propõem-se as ações a serem tomadas (SEIFFERT, 2010).

O Passo 6 é detalhar o plano do leiaute selecionado, levando em conta fatores ambientais, circulação, máquinas e equipamentos adequados para as funções a serem realizadas (MUTHER, 1978). Por fim, há a seleção da alternativa de leiaute. Tendo a confirmação e aprovação da melhor proposta, é sugerido que a implantação da mesma seja acompanhada com o objetivo de avaliar e comprovar sua eficácia (BORBA *et al.*, 2010). Os problemas de leiaute vêm sendo estudados porque são computacionalmente difíceis e complexos de serem resolvidos devido à grande sensível à entrada, isto é, o problema exige cada vez mais recursos computacionais à medida que se aumenta o número de itens a serem arranjados no leiaute (CELLIN, 2017).

3.2. AVALIAÇÃO DO LEIAUTE

Para Martins e Laugeni (2005, p.143), leiautes devem ser avaliados considerando seus aspectos quantitativos e qualitativos em conjunto. A análise qualitativa se dá através da ponderação de fatores qualitativos, ou seja, a atribuição de fatores e pesos para os elementos mais importantes

de cada alternativa de leiaute. O leiaute com o maior total deverá ser o melhor arranjo físico alternativo (MUTHER; WHEELER, 2000).

Já o aspecto quantitativo refere-se ao custo de transporte (movimentação) dos materiais e é avaliado através da seguinte fórmula: $\sum C_{ij} \times D_{ij} \times Q_{ij}$, onde C_{ij} representa o custo para transportar uma unidade do produto entre a origem i e o destino j ; D_{ij} é a distância entre a origem i e o destino j e; Q_{ij} representa a quantidade transportada entre a origem i e o destino j (MARTINS; LAUGENI, 2005).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES SOBRE A EMPRESA

O objeto de estudo desta pesquisa é o leiaute de uma fábrica que produz e comercializa gelados comestíveis como: picolés, sorvetes e açaí. É uma indústria de pequeno porte, contando com um quadro de funcionários de dezesseis pessoas, sendo oito na área de produção e oito no setor de vendas. Seu objetivo é oferecer produtos de qualidade com preço acessível.

A fábrica é constituída de dois pavimentos. O pé direito da construção é de 2,80 metros em cada pavimento. No primeiro andar, funcionam as áreas de depósito de matéria prima e embalagens, preparação das caldas, vestiários e sanitários. No térreo funciona o setor administrativo, estoque pulmão das caldas, envase/empacotamento dos sorvetes e picolés e a câmara de armazenamento de produto acabado. No Quadro 3 é apresentada a divisão atual da área útil da fábrica.

Quadro 3 - Distribuição da atual área útil da indústria.

Pavimento	Setor	Área
Térreo	Acondicionamento / envase de sorvetes e picolés	179,5 m ²
	Câmara fria para produto acabado	
	Loja de vendas	
1º andar	Armazenamento de matérias primas e embalagens	78,91 m ²
	Produção das caldas	
	Sanitários / vestiários	
	Escritório administrativo	
Área total		258,41 m ²

Fonte: Elaborado pelos autores com base nas medições de campo.

A área do terreno a ser construído é de 754 m², que serão distribuídos entre: área de produção, armazenagem de produto acabado, almoxarifado de matérias primas, departamento de logística (entrada e saída de veículos), manutenção, escritório administrativo, estacionamento para clientes e banheiros. A loja de vendas será colocada a parte pois, além da ampliação, ela vai se manter na esquina do terreno, como estratégia comercial.

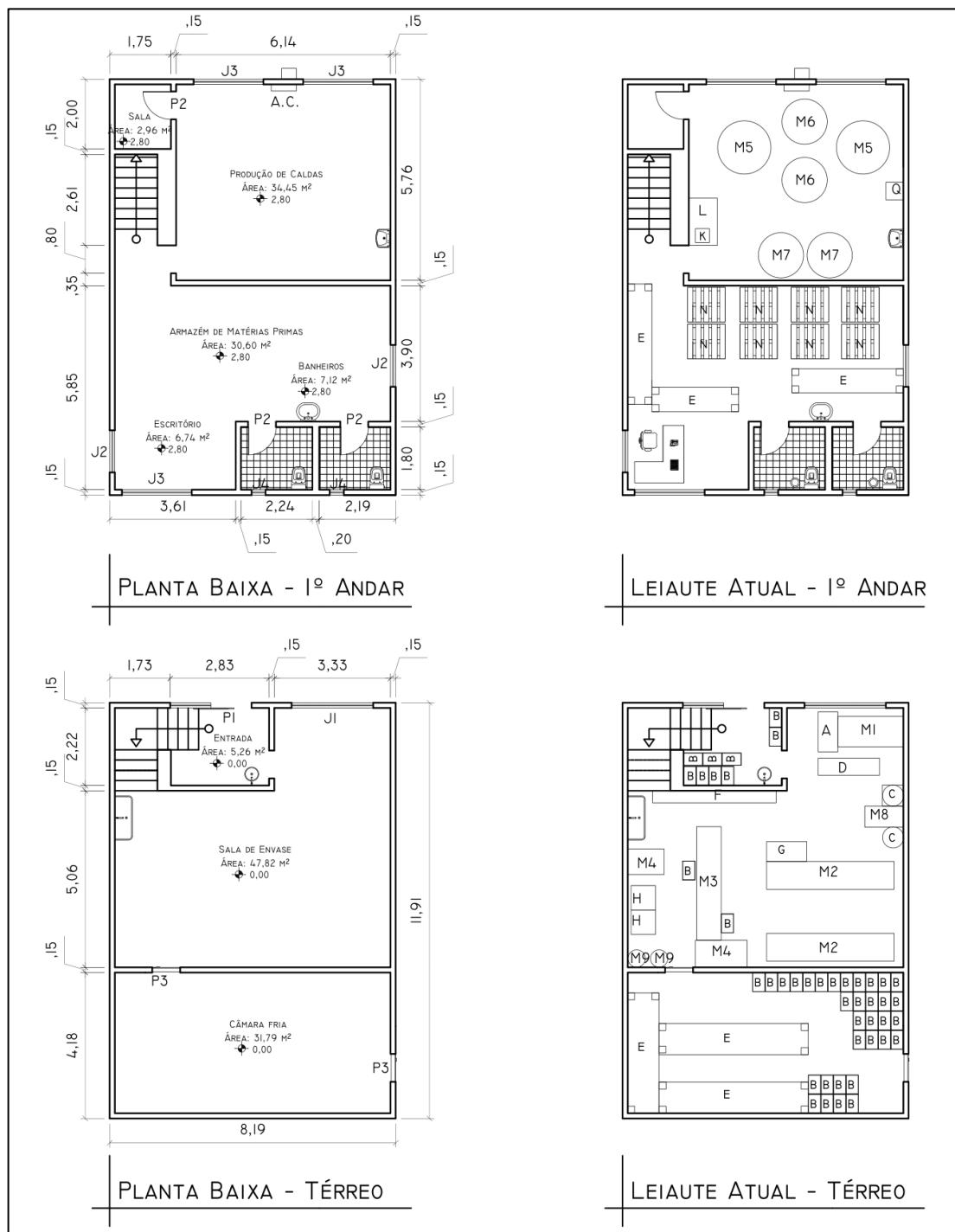
O arranjo físico atual pode ser classificado como leiaute por processo, ou funcional, uma vez que o espaço é dividido de acordo com as funções de cada equipamento. Apesar de ocuparem o mesmo espaço físico, é possível observar uma divisão entre os departamentos, cada um englobando seu respectivo maquinário. A Figura 4 mostra a disposição atual das máquinas na planta de produção, e o Quadro 4 apresenta a respectiva legenda.

Quadro 4 - Legenda do leiaute atual da fábrica.

Legenda	Descrição	Dimensões (m)
A	Mesa de apoio	1,15 x 0,60
B	Caixa plástica	0,53 x 0,34
C	Batedor de calda	0,30 de raio
D	Mesa de apoio embalagens	1,80 x 0,50
E	Estante	3.45 x 0,70
F	Prateleira	3,50 x 0,35
G	Mesa de apoio	1,15 x 0,60
H	Mesa de apoio	0,70 x 0,70
J1	Janela	2.33 x 2.50
J2	Janela	1.20 x 1.20
J3	Janela	2.00 x 1.30
J4	Báscula	0.40 x 0.30
K	Balança	0,40 x 0,40
L	Mesa de apoio	1,40 x 0,80
M1	Produtora de sorvete	1,90 x 0,90
M2	Produtora de picolés	3,65 x 0,80
M3	Seladora	3,25 x 0,70
M4	Envasadora de sorvete	1,05 x 0,70
M5	Tanque misturador vertical	1,52 de raio
M6	Tina de maturação	1,30 de raio
M7	Pasteurizador	1,30 de raio
M8	Produtora de sorvete	1,10 x 0,60
M9	Chocolateira	0,25 de raio
N	Pallets	1,00 x 1,07
P1	Porta	2.33 x 2.50
P2	Porta	0.80 x 2.10
P3	Porta	0.80 x 2.10
Q	Banco de água gelada	0,50 x 0,50

Fonte: Elaborado pelos autores com base nas medições de campo.

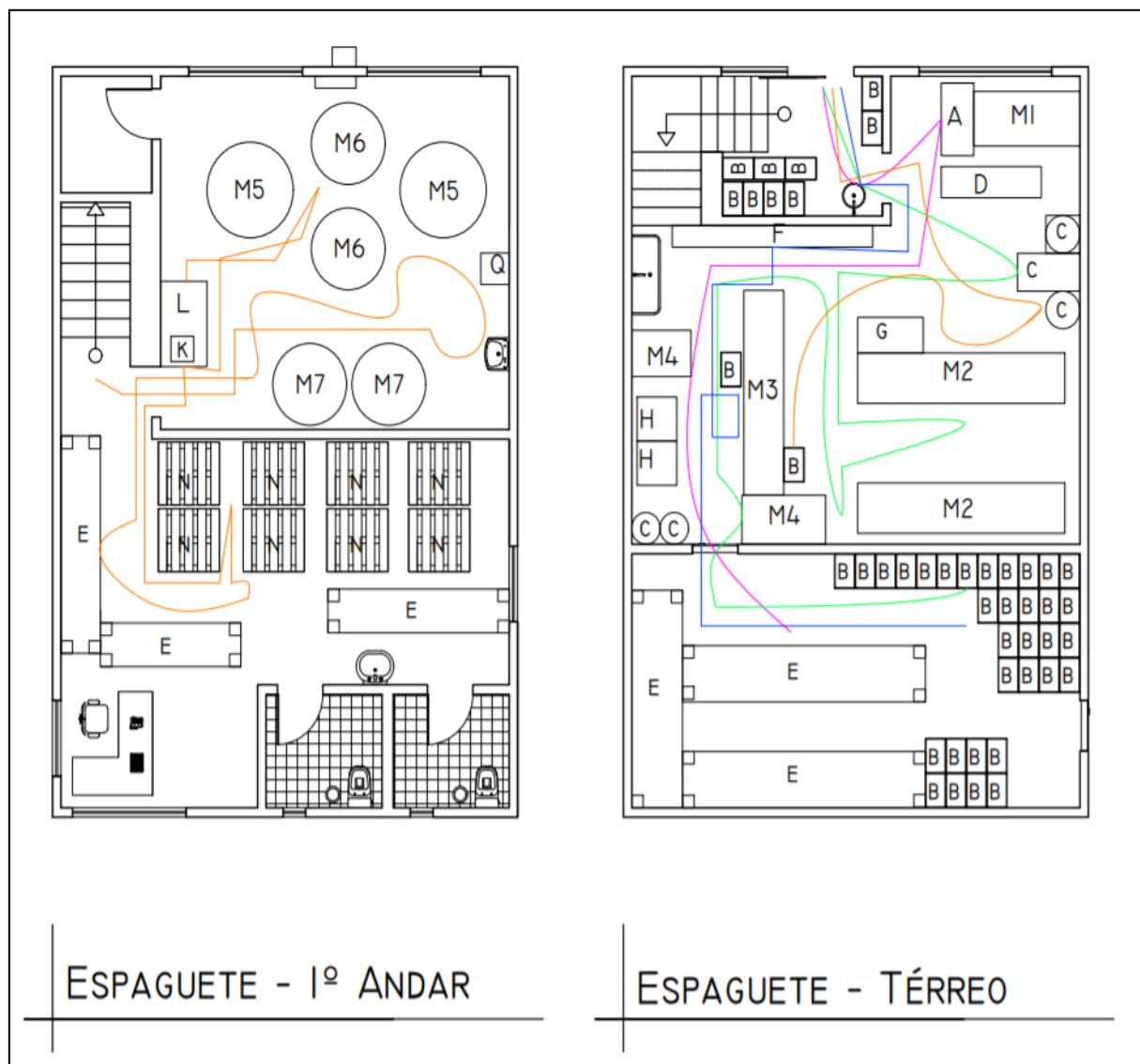
Figura 4 - Leiaute atual da fábrica.



Fonte: Elaborado pelos autores baseado na planta da fábrica.

De acordo com a Figura 5, que mostra o diagrama de espaguete do processo, os fluxos de produção se cruzam com constância, fazendo com que haja uma notável piora na eficiência deste sistema.

Figura 5 - Diagrama de espaguete do leiaute atual.



Fonte: Elaborado pelos autores baseado na planta da fábrica.

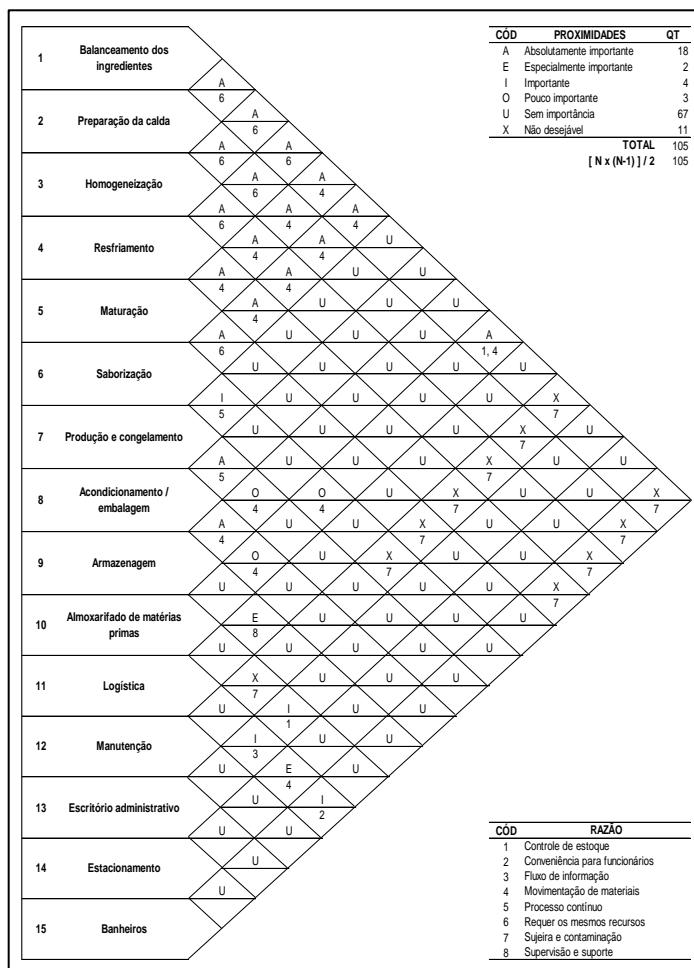
Considerando o cenário atual com recursos e espaço físico limitado, a produção média máxima diária é de 190 caixas de sorvete de 10 litros e 8.000 unidades de picolés, considerando as variações de receita para cada produto. No caso de picolés com cobertura ou sorvetes com recheio, a produção diária é um pouco menor.

4.2. PROCEDIMENTOS DO SLP

4.2.1. Diagrama de relações

Iniciando a fase de análise, a primeira etapa do método SLP é a elaboração do diagrama de relações. Foram definidos os graus de proximidade das atividades, representando a verdadeira necessidade entre dois equipamentos/setores de estarem próximos no arranjo físico. Cada grau de proximidade foi representado por uma vogal. Na sequência, foram definidas as razões da atribuição de cada grau de proximidade, que representam o motivo pelo qual o grau de proximidade foi definido. Para cada razão, foi atribuído um número para representação. Após estas definições, foi elaborado o diagrama de relações das atividades da sorveteria, representado na Figura 6. Ele revela que as maiores necessidades de proximidade estão nas atividades adjacentes, evidenciando que o layout em linha pode se adequar bem ao fluxo produtivo.

Figura 6 - Diagrama de relações.



Fonte: Elaborado pelos autores baseado no método SLP de Muther e Weller (2000).

4.2.2. Necessidade de espaços

O Passo 2 do método SLP é estabelecer os espaços que serão necessários para suportar cada uma das atividades. Para isso, foi utilizada a mesma sequência de atividades conforme a lista do diagrama de relações.

As áreas indicadas na terceira coluna foram baseadas no espaço normalmente necessário para portar cada atividade, com folgas suficientes para evitar cruzamentos principalmente no fluxo operacional de produção. A Figura 7 mostra a tabela elaborada com as necessidades de espaços.

Figura 7 - Necessidade de espaços.

Atividade			Características físicas necessárias								Observações											
Nº	NOME	Área (m ²) Total: 415	Altura livre		Carga máx. admisível no teto Metros	Carga máx. do piso LPQ	Espaço mínimo da coluna Metros	Água e drenos	Fundações ou poços	Perigo de incêndio ou explosão	Ventilação especial	Eletrificação especial										
			Altura livre	Carga máx. admisível no teto																		
			Metros	LPQ																		
													Requisitos necessários para a forma ou configuração da área (espaço)									
1	Balanceamento dos ingredientes	10	2.80 - Altura padrão de pé direito Somente caixa normal no teto do prédio 250 libras por pé quadrado - Carga padrão de piso Não requer colunas entre máquinas	Somente caixa normal no teto do prédio 250 libras por pé quadrado - Carga padrão de piso Não requer colunas entre máquinas	Importância Relativa das Características A - Absolutamente necessário E - Especialmente importante I - Importante O - Proximidade normal - Não exigido	-	-	-	-	-	-	a	Necessário espaço na laje para o condensador.									
2	Preparação da calda	10																				
3	Homogeneização	-																				
4	Resfriamento	-																				
5	Maturação	10																				
6	Saborização	-																				
7	Produção e congelamento	15																				
8	Acondicionamento / embalagem	10																				
9	Armazenagem	100																				
10	Almoxarifado de matérias primas	60																				
11	Logística	40																				
12	Manutenção	35																				
13	Escritório administrativo	25																				
14	Estacionamento	70																				
15	Banheiros	30																				
Referências e observações			a	Área com ar condicionado.																		
			b	A câmara fria de armazenagem requer fundação especial.																		
			c	Necessário espaço com armários.																		
			d	Deve suportar até três alturas de empilhamento de pallets.																		

Fonte: Elaborado pelos autores baseado no método SLP de Muther e Weller (2000).

Após avaliação e análise de cada atividade, foi indicada uma necessidade mínima de 415 m² para comportar todas as 15 atividades solicitadas pela gerência da fábrica. Como este espaço calculado é menor que os 754 m² disponibilizados para o estudo (representando 81,68% a mais),

é possível trabalhar com um aumento de maquinários para contribuir com o aumento da capacidade produtiva da fábrica.

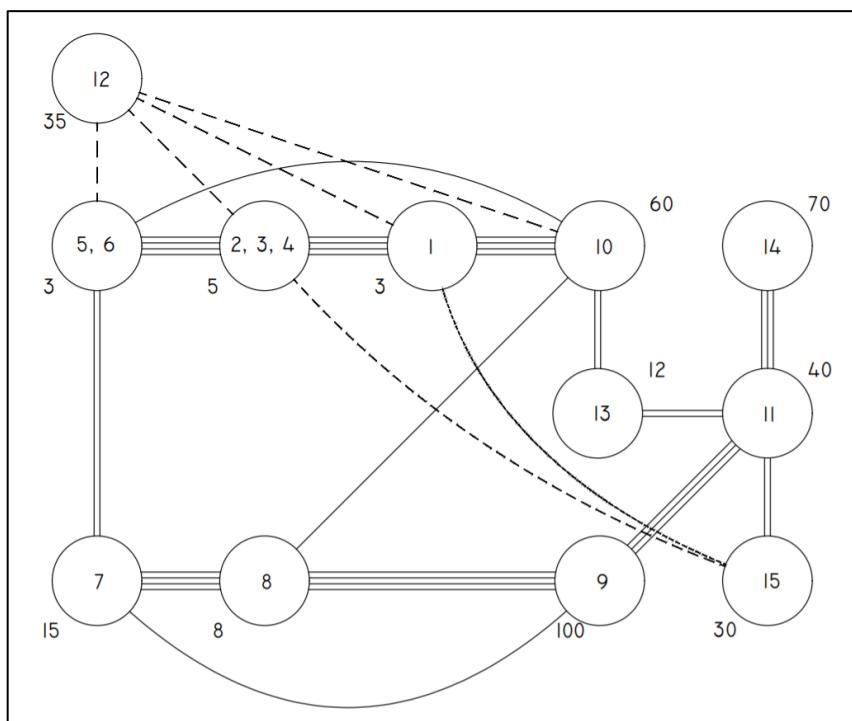
4.2.3. Diagrama de relações das atividades

No Passo 3 do método SLP inicia-se a fase de pesquisa, onde o arranjo das atividades foi preparado relacionando o grau de proximidade dos Passos 1 e 2. Foi preparado o arranjo de atividades com maior grau de proximidade de forma mais próxima entre si, e daquelas com menor grau de proximidade de forma mais distante, buscando que as instalações se ajustem o mais próximo possível do ideal. Para isso, o diagrama de relações do Passo 1 foi convertido para uma forma esquemática.

Foram utilizados os números correspondentes do diagrama de relações para esquematizar as atividades. As atividades que utilizam o mesmo recurso (máquina) foram combinadas em um só círculo. Inicialmente os pares de atividades que possuem classificação A foram unidas através de quatro linhas paralelas. Em seguida, foram adicionadas as relações com classificação E, unidas através de 3 linhas. As relações de classificação I foram unidas com duas linhas paralelas, e as com classificação O foram unidas através de uma linha. Por fim, as relações com classificação X foram unidas através de uma linha pontilhada.

A Figura 8 representa a aplicação do diagrama no caso das atividades deste objeto de estudo.

Figura 8 - Diagrama de relações das atividades.

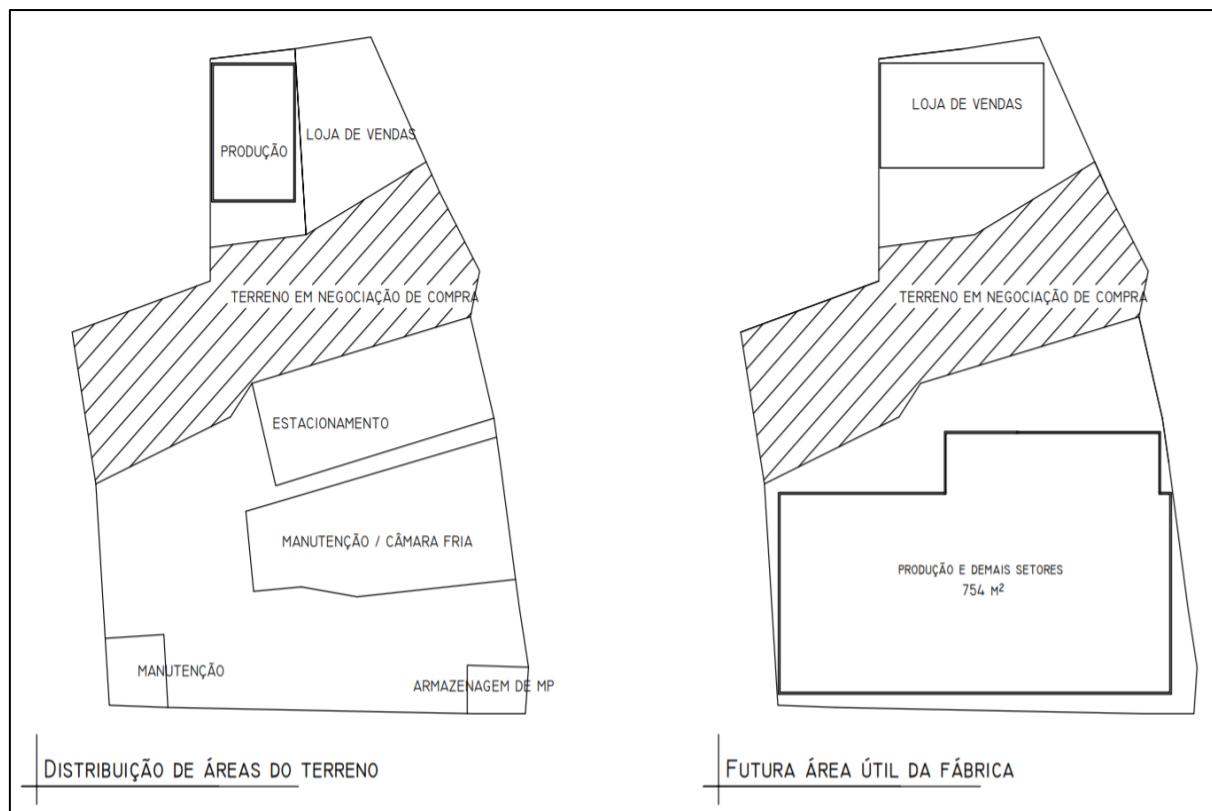


Fonte: Elaborado pelos autores baseado no método SLP de Muther e Weller (2000).

4.2.4. Desenho dos leiautes de relações dos espaços

Nesta etapa foi desenvolvido o esboço do espaço necessário, seguindo o diagrama do Passo 3. O detalhamento foi feito nas etapas posteriores a esta, e em apenas um plano de leiaute. As alternativas propostas utilizaram um prédio com dois pavimentos, sendo necessário considerar todos os níveis na mesma folha de leiaute. Assim, o espaço livre para a expansão da área de produção e setores citados acima possui o formato representado na Figura 9, com a área de 754 m² disponibilizados para o estudo.

Figura 9 - Divisão futura do terreno.

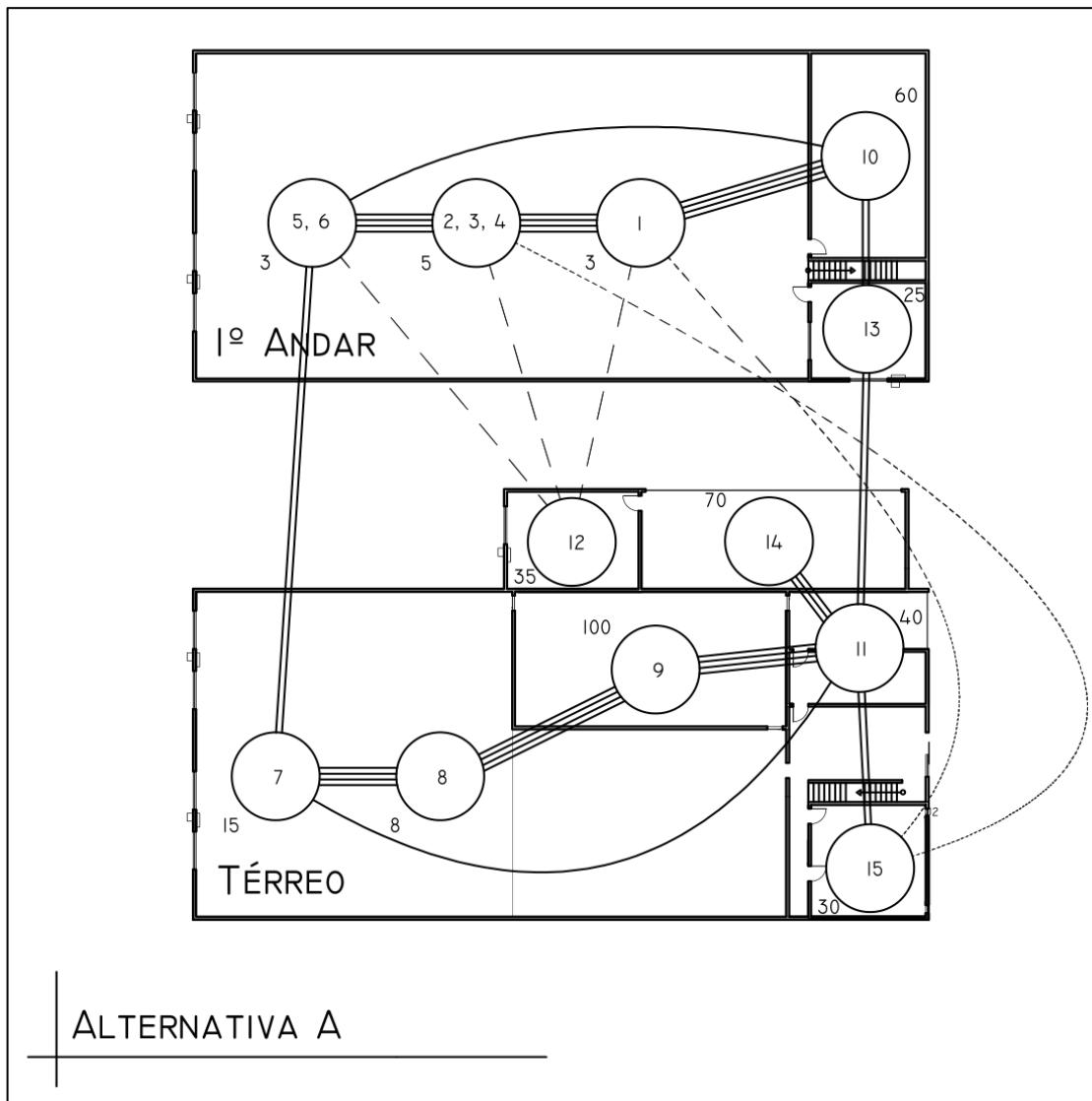


Fonte: Elaborado pelos autores baseado no método SLP de Muther e Weller (2000).

O Passo 4 foi realizado para conseguir as dimensões específicas com o objetivo de verificar a necessidade de colunas, acessos, ajustes no local e outros. Após os ajustes do espaço necessário, foram desenvolvidas duas prováveis soluções como alternativas de leiaute.

A primeira alternativa buscou se aproximar ao máximo do diagrama realizado no Passo 3, fazendo apenas alguns ajustes para se adaptar ao espaço físico. O principal objetivo deste arranjo foi manter o fluxo e aproximações analisados nos passos anteriores. A Figura 10 apresenta esta alternativa de leiaute.

Figura 10 - Alternativa A.

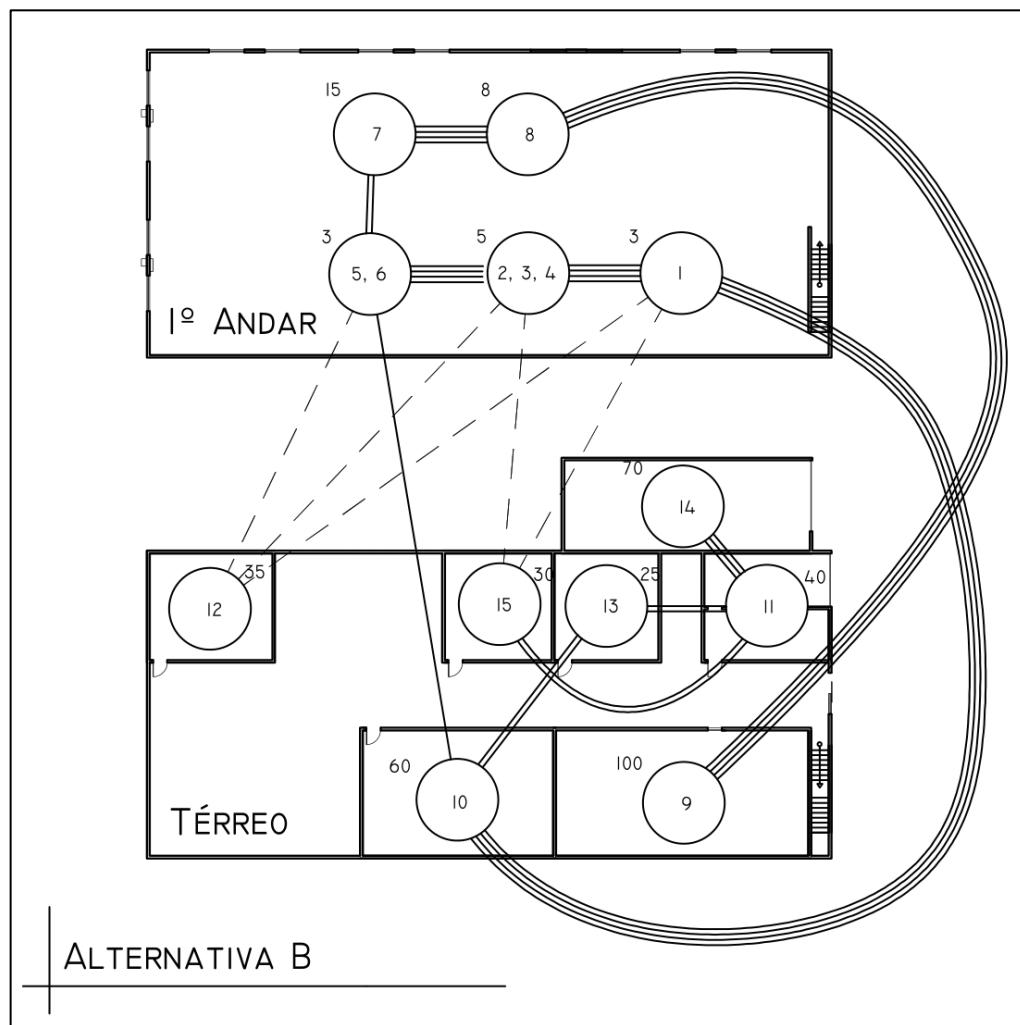


Fonte: Elaborado pelos autores.

A segunda alternativa de layout buscou separar totalmente área de produção dos demais setores. Assim, a produção ficou concentrada totalmente do 1º andar enquanto o escritório administrativo, logística, estoque de matéria prima e produtos acabados, banheiros, manutenção e estacionamento se distribuíram na área do térreo.

Esta separação visou a preservação da higiene na área de produção e evitar o cruzamento do fluxo analisado nas etapas anteriores. Nesta alternativa, o diagrama do Passo 3 sofreu algumas alterações significativas que podem ser observadas na Figura 11.

Figura 11 - Alternativa B.



Fonte: Elaborado pelos autores.

4.2.5. Avaliação dos arranjos alternativos

Neste passo do trabalho é iniciada a fase da seleção da alternativa de leiaute mais adequada para a fábrica. Para isso, foram feitas avaliações quantitativa e qualitativa dos arranjos desenvolvidos no Passo 4, incluindo a avaliação do leiaute atual, para se obter uma base comparativa.

Para embasar o critério da eficiência de movimentação, foi feita a avaliação quantitativa do custo de movimentação. A seguir, tem-se os quadros de avaliação de cada alternativa de leiaute, incluindo o arranjo físico atual. Considerou-se o custo 1 para distâncias de até 10 metros, custo 2 para distâncias entre 10 e 20 metros e, acima de 30 metros, custo 3. A quantidade utilizada foi 100 unidades de produto tanto no início, quanto no fim da linha de produção, com o objetivo de representar o fluxo alto e contínuo.

Quadro 5 - Custo de movimentação leiaute atual.

Atividade	Quantidade	Distância (m)	Custo	Total
01 - 02	100	4,50	1	450
02 - 03	100	0,00	0	0
03 - 04	100	0,00	0	0
04 - 05	100	2,00	1	200
05 - 06	100	0,00	0	0
06 - 07	100	14,87	2	2974
07 - 08	100	6,50	1	650
08 - 09	100	12,30	2	2460
09 - 11	100	25,00	3	7500
10 - 01	100	7,10	1	710
Total				14944

Fonte: Elaborado pelos autores baseado em Martins e Laugeni (2005).

Quadro 6 - Custo de movimentação Alternativa A.

Atividade	Quantidade	Distância (m)	Custo	Total
01 - 02	100	8,60	1	860
02 - 03	100	0,00	0	0
03 - 04	100	0,00	0	0
04 - 05	100	8,60	1	860
05 - 06	100	0,00	0	0
06 - 07	100	10,30	2	2060
07 - 08	100	8,60	1	860
08 - 09	100	12,60	2	2520
09 - 11	100	10,70	2	2140
10 - 01	100	12,30	2	2460
Total				11760

Fonte: Elaborado pelos autores baseado em Martins e Laugeni (2005).

Quadro 7 - Custo de movimentação Alternativa B.

Atividade	Quantidade	Distância (m)	Custo	Total
01 - 02	100	8,60	1	860
02 - 03	100	0,00	0	0
03 - 04	100	0,00	0	0
04 - 05	100	8,60	1	860
05 - 06	100	0,00	0	0
06 - 07	100	7,84	1	784
07 - 08	100	8,60	1	860
08 - 09	100	25,70	3	7710
09 - 11	100	12,00	2	2400
10 - 01	100	28,20	3	8460
Total				21934

Fonte: Elaborado pelos autores baseado em Martins e Laugeni (2005).

Após a avaliação, é possível observar que a Alternativa A é a que apresenta o menor custo de movimentação, reduzindo em até 21,30% o custo de transporte das unidades em relação ao leiaute atual.

Em relação a análise qualitativa, foi feita uma tabela onde foram estabelecidos critérios de avaliação que afetam a escolha da melhor alternativa em termos de eficiência. Estes critérios

foram alinhados entre a gerência da fábrica, que, após deliberação, sugeriram como fatores importantes a serem considerados.

Para cada critério, foram atribuídos pesos para representar a importância para a eficiência do leiaute. O fator escolhido como mais importante - fluxo de produção - foi atribuído ao peso 10, e assim sucessivamente, até chegar ao fator menos importante - conveniência do serviço. Posteriormente, foi multiplicada a classificação em relação aos pesos.

O leiaute com o maior total de pontos foi considerado o melhor arranjo físico alternativo. A avaliação das alternativas se deu conforme a Figura 12, abaixo.

Figura 12 - Avaliação das alternativas.

Fator/Consideração	Peso	Leiaute			VALORES DAS CLASSIFICAÇÕES
		Atual	A	B	
1 Fluxo de produção	10	O 10	A 40	E 30	A (Quase perfeito) 4 E (Especialmente Bom) 3 I (Resultados Importantes) 2 O (Resultados Normais) 1 U (Resultados sem Importância) 1
2 Custo de Movimentação	9	I 18	A 36	E 27	
3 Utilização do Espaço	8	E 24	A 32	I 16	
4 Facilidade de Organização	7	O 7	E 21	O 7	
5 Facilidade de Controle	6	E 18	I 12	A 24	
6 Flexibilidade	5	U 0	E 15	I 10	
7 Conveniência do serviço	4	A 16	I 8	I 8	
Totais		93	164	122	

Fonte: Elaborado pelos autores baseado no método SLP de Muther e Weller (2000).

O resultado da análise revela que, apesar de apresentar um leiaute com excelente conveniência do serviço, o arranjo físico atual possui baixa aderência ao fluxo de produção e pouquíssima flexibilidade. Já na Alternativa A, tanto o fluxo de produção quanto a utilização do espaço receberam a classificação A, mostrando a eficiência de um planejamento sistemático. Consequentemente, foi bem classificada em função da eficiência de movimentação, facilidade de organização e apresentou-se como um arranjo físico flexível, com possibilidades de adaptação caso seja necessário. Por fim, a Alternativa B também foi bem avaliada em relação a eficiência de movimentação e utilização do espaço. Recebeu pontos a menos em comparação a Alternativa A no que se refere ao fluxo de produção, pois possui todo o processo em um mesmo pavimento, podendo gerar um gargalo na etapa de acondicionamento dos produtos.

Após a avaliação, o total de pontos da Alternativa A (155) foi suficientemente maior do que a Alternativa B (130), podendo substanciar uma decisão bem definida, apresentando 27% a mais de pontos.

4.2.6. Plano do leiaute selecionado

Após a seleção do melhor arranjo no Passo 5, as máquinas, equipamentos e móveis foram identificados em detalhes dentro de cada área de atividade. Na planta baixa, foram indicadas as áreas, dimensões e ajustes menores. A planta baixa do arranjo físico selecionado pode ser observada na Figura 13. Já o plano de leiaute pode ser consultado detalhadamente na Figura 14.

Foram inseridas as características principais do projeto e identificação das atividades. A partir desta proposta de expansão, há espaço suficiente para agregar ao fluxo, ao menos 5 unidades a mais do maquinário atual. Além disso, o espaço para armazenagem de produto representa uma considerável parcela da área total do térreo, aumentando a capacidade atual de estocagem em 214,56%.

Assim, é possível concluir que, com a utilização do novo leiaute, a produção máxima diária poderá ser de até 11.400 litros de sorvete e 48.000 unidades de picolés. Ou seja, haverá um aumento de 500% na capacidade produtiva em relação ao arranjo físico atual.

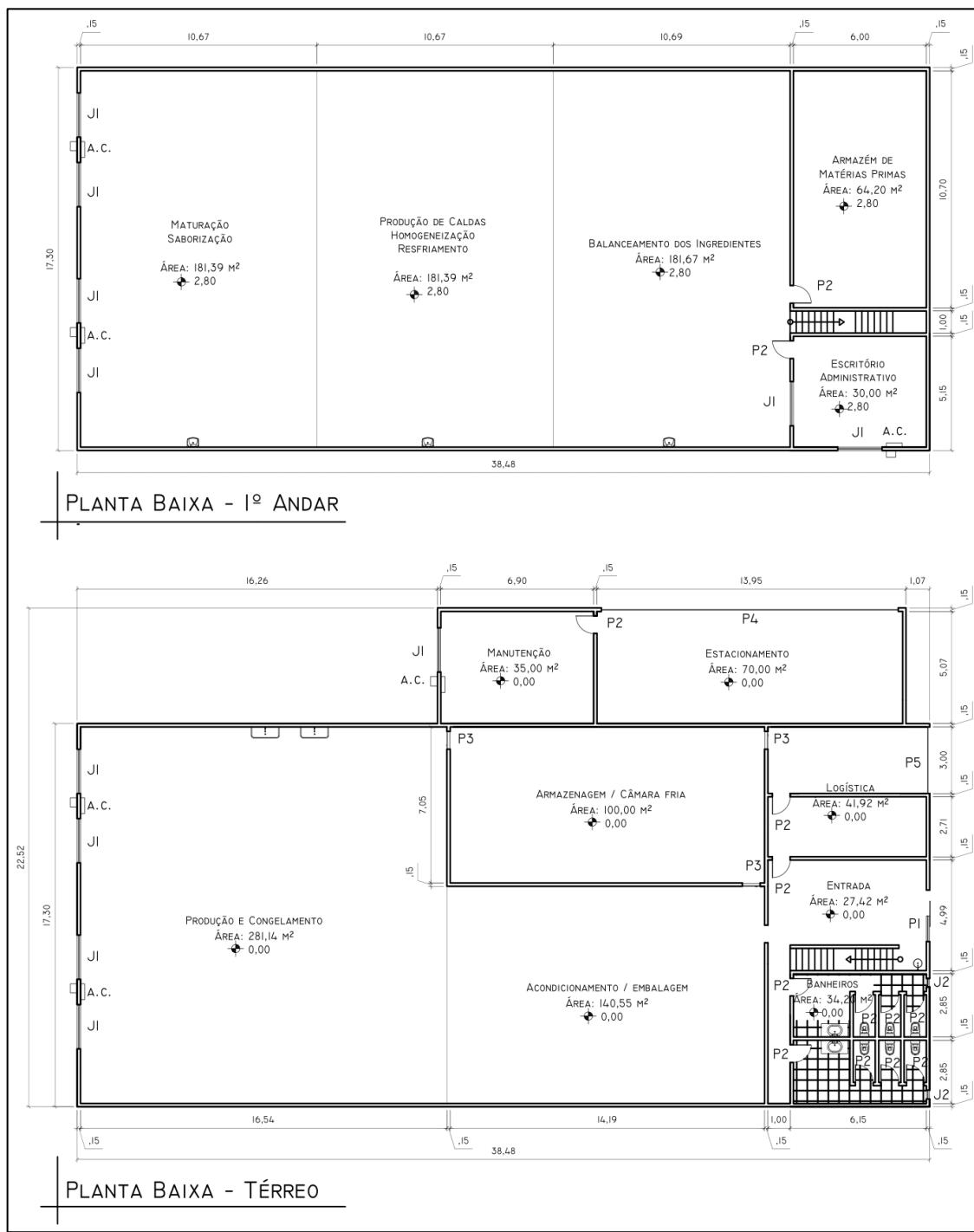
Um ponto importante apresentado no referencial teórico deste trabalho, é que o arranjo físico da área de produção em uma fábrica de sorvetes deve ser em sistema linear, com fluxo ordenado e sem cruzamentos. Assim, a classificação do leiaute proposto é por produto. A Figura 15 apresenta o diagrama de esaguete para o leiaute otimizado.

Quadro 8 - Legenda do leiaute proposto para a fábrica.

Legenda	Descrição	Dimensões (m)
A	Mesa de apoio	1,15 x 0,60
B	Caixa plástica	0,53 x 0,34
C	Batedor de calda	0,30 de raio
D	Mesa de apoio embalagens	1,80 x 0,50
E	Estante	5,80 x 0,90
F	Mesa de apoio	1,15 x 0,60
G	Mesa de apoio	1,40 x 0,80
H	Banco de água gelada	0,50 x 0,50
J1	Janela	2,33 x 2,50
J2	Báscula	0,40 x 0,30
K	Balança	0,40 x 0,40
M1	Produtora de sorvete	1,90 x 0,90
M2	Produtora de picolés	3,65 x 0,80
M3	Seladora	3,25 x 0,70
M4	Envassadora de sorvete	1,05 x 0,70
M5	Tanque misturador vertical	1,52 de raio
M6	Tina de maturação	1,30 de raio
M9	Chocolateira	0,25 de raio
N	Pallets	1,00 x 1,07
P1	Porta	2,33 x 2,50
P2	Porta	0,80 x 2,10
P3	Porta	0,80 x 2,10
P4	Portão	13,40 x 2,70
P5	Portão	3,00 x 2,70

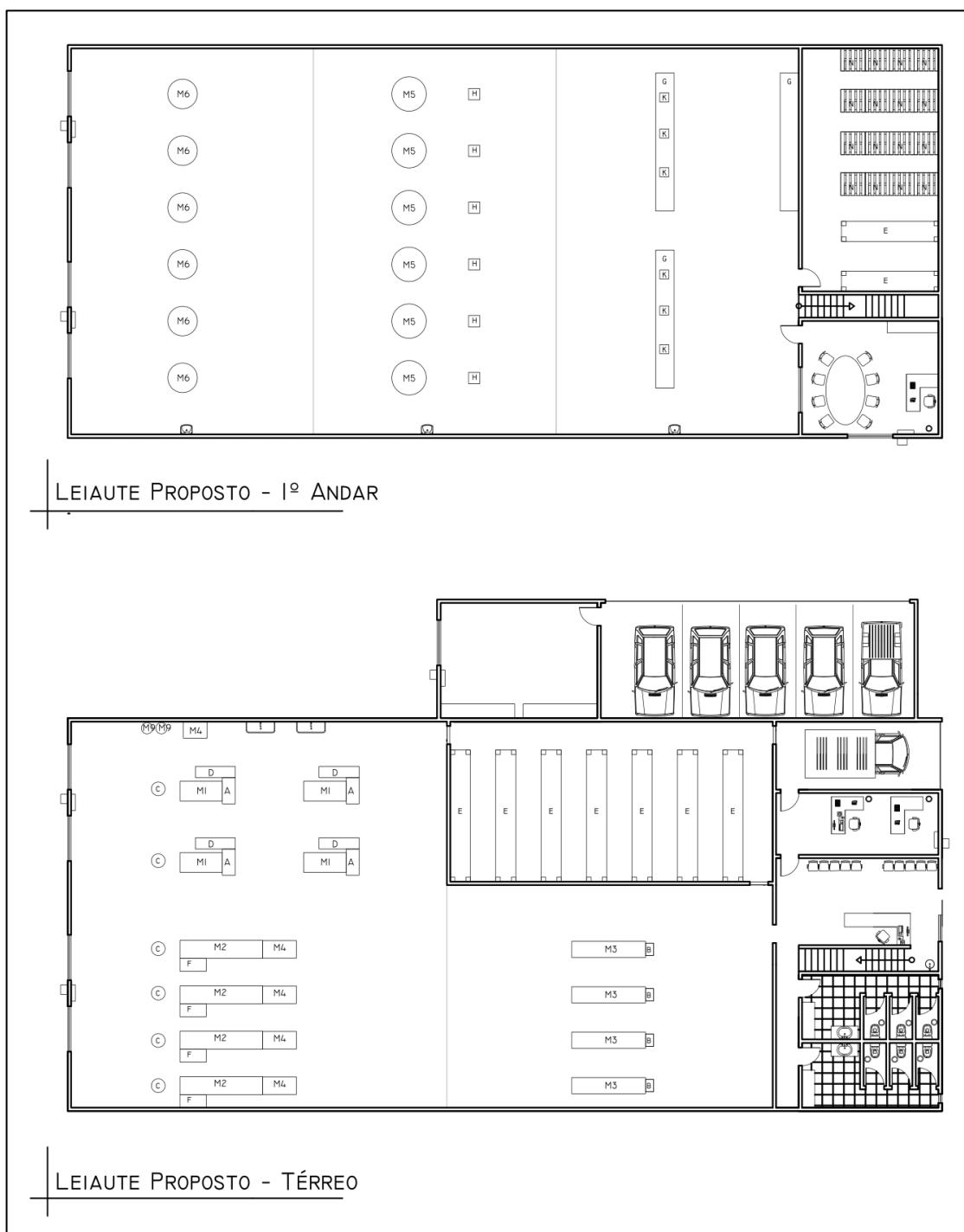
Fonte: Elaborado pelos autores com base nas medições de campo.

Figura 13 - Planta baixa proposta.



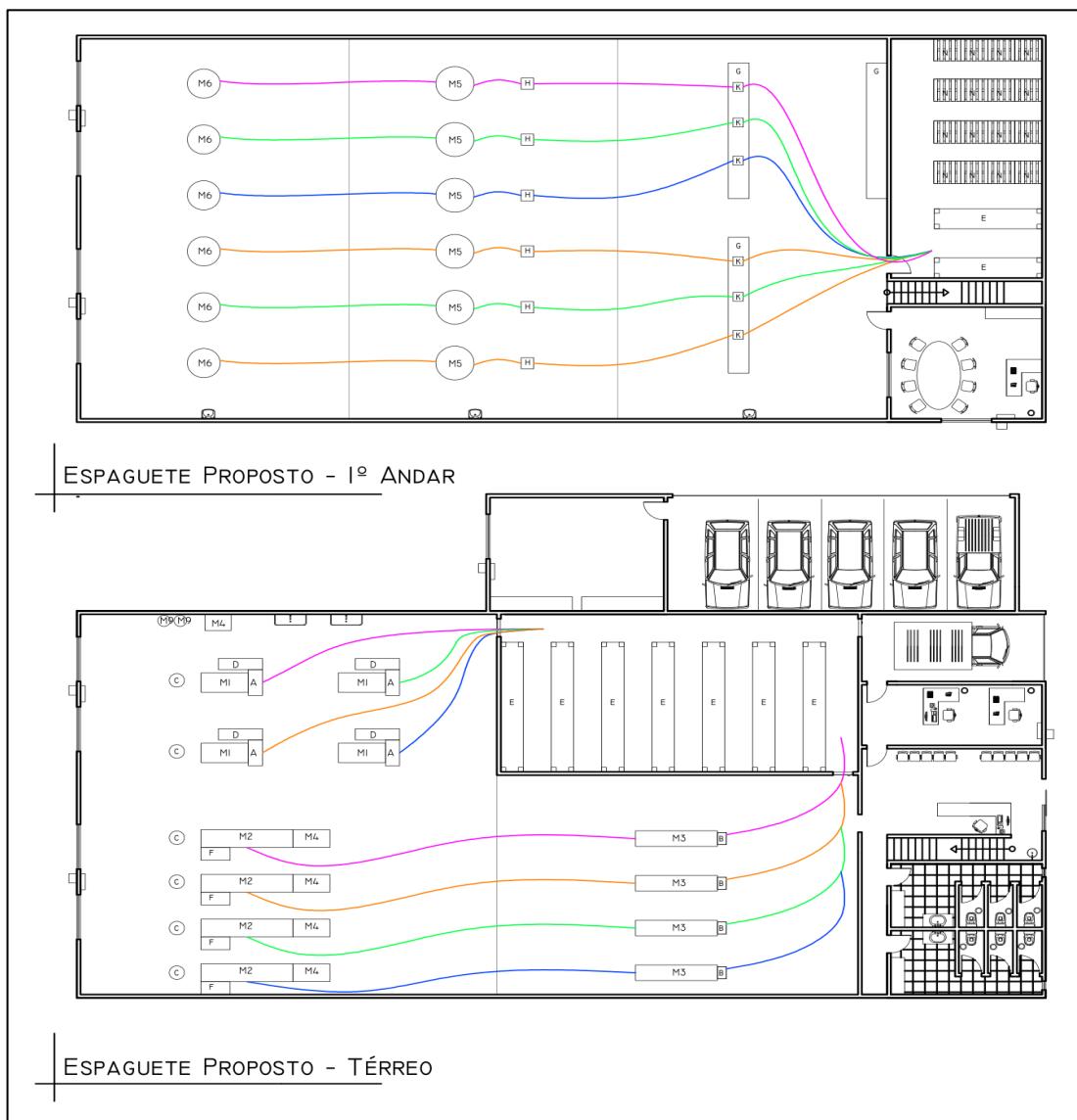
Fonte: Elaborado pelos autores baseado na proposta de planta da fábrica.

Figura 14 - Plano de leiaute proposto.



Fonte: Elaborado pelos autores baseado na proposta de planta da fábrica.

Figura 15 - Diagrama de espaguete do leiaute proposto para a fábrica.



Fonte: Elaborado pelos autores baseado na proposta de planta da fábrica.

5 CONCLUSÕES

O presente artigo abordou, principalmente, proposta de leiautes através da realização de estudos científicos. Com a elaboração deste trabalho, foi constatado que a revisão de arranjos físicos pode ser uma excelente forma de buscar a melhoria de um processo de produção industrial, considerando o projeto de leiaute como um fator que contribui diretamente para o sucesso ou fracasso das plantas produtivas.

Assim, o objetivo geral de analisar alternativas propondo um leiaute para o aumento da produtividade foi alcançado através da aplicação de um método de planejamento de leiaute. Foi

desenhado o leiaute atual com os fluxos reais de produção, e assim foi possível identificar restrições e pontos de melhoria a serem implementados na proposta de leiaute. O arranjo físico atual foi caracterizado como o principal contribuinte para a baixa capacidade produtiva.

O método utilizado foi realizado em seis passos, conforme orientação dos autores Muther e Wheeler, que desenvolveram o SPL simplificado. Como resultado, foi obtido um plano de leiaute otimizado, completo, detalhado e pronto para instalação. A proposta consegue reduzir 21,30% o custo de movimentação dos materiais.

O resultado da elaboração de todos os passos do método permite constatar que o aumento da capacidade produtiva da fábrica é viável tecnicamente realizando o investimento de expansão do espaço físico de fábrica.

Como recomendação para implementação e pesquisas adicionais, sugere-se a análise de tempos e movimentos (engenharia de métodos) relacionados ao processo de produção dos sorvetes e picolés, como forma de aprimoramento ao aumento de produtividade. Além disso, um estudo interessante a ser feito refere-se à automatização do processo, visando a minimização de falhas humanas e a obtenção de um fluxo padronizado, o que pode resultar em redução de custos.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS. **Indústria de alimentos cresce 6,7% em 2019.** São Paulo: ABIA, 2020. Disponível em: <https://www.abia.org.br/vsn/tmp_2.aspx?id=422>. Acesso em: 11 mai. 2020.
- BORBA, Mirna de; BUA, Carolina Piñero; WELSCH, Marjorie Nunes de Abreu. Implantação de uma metodologia de layout em departamentos universitários. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO, 30, 2010, São Carlos. **Maturidade e desafios da Engenharia de Produção: competitividade das empresas, condições de trabalho, meio ambiente.** São Carlos: ABEPRO, 2010. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_sto_113_742_17113.pdf> Acesso em: 9 ago. 2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 267, de 25 de setembro de 2003. Processamento dos Gelados Comestíveis.** Órgão emissor: ANVISA. Diário Oficial da União. Brasília, 2003. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_267_2003_____pdf/ebc43589-8aa6-4456-a9ac-eb03b231e409> Acesso em: 10 jun. 2020.
- CELLIN, Bernardo de Polli. **Métodos para Resolução eficiente de Problemas de Layout.** 2017. 73 f. Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Espírito Santo, Campos dos Goytacazes, 2017. Disponível em <http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_11024_Vers%3E3o%20final.pdf> Acesso em: 21 de mai. 2020.
- COPYRIGHT © AUTODESK, Inc. **Autocad:** Software CAD (Projeto auxiliado por computador). Versão 2021. [S. I.], 5 set. 2020. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/autocad/overview?plc=ACDIST&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>>. Acesso em: 5 set. 2020.
- COPYRIGHT © MICROSOFT CORPORATION. **Excel:** Software editor de planilhas. Versão 16.0. [S. I.], 5 set. 2020. Disponível em: <[https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/p/excel/cfq7ttc0k7dx?=&ef_id=CjwKCAjwtNf6BRAwEiwAkt6UQtLkZYdDBIFXOvCuYatP_yK4sBRIjwGN3NYNCIOBXKzVH_aZ8ojMthoCorkQAvD_BwE&activetab=pivot%3aoverviewtab](https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/p/excel/cfq7ttc0k7dx?=&ef_id=CjwKCAjwtNf6BRAwEiwAkt6UQtLkZYdDBIFXOvCuYatP_yK4sBRIjwGN3NYNCIOBXKzVH_aZ8ojMthoCorkQAvD_BwE%3aG%3as&gclid=CjwKCAjwtNf6BRAwEiwAkt6UQtLkZYdDBIFXOvCuYatP_yK4sBRIjwGN3NYNCIOBXKzVH_aZ8ojMthoCorkQAvD_BwE&activetab=pivot%3aoverviewtab)>. Acesso em: 5 set. 2020.
- COPYRIGHT © TOZATO, Regina Célia; DA SILVA, Rafaela Guadalupe G.; SILVA, Maria Silvia Lemos. **Dossiê Técnico Produção artesanal e industrial de sorvete.** Órgão emissor: SBRT. Agência USP de Inovação / Disque-Tecnologia. São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTQ=>> Acesso em: 10 jun. 2020.

CORRÊA, Henrique L; CORRÊA, Carlos A. **Administração de produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GERLACH, Gustavo *et al.* Proposta de melhoria de layout como fator para a otimização do processo produtivo organizacional. **Rev. Adm.** UFSM, Santa Maria, v. 10, Edição Especial, p. 41-55, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reaufsm/article/download/25157/pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2020.

HONORATO, Antonio Edson Oliveira; FERREIRA, Lairena Almizia Miranda; CORREIA, Ana Maria Magalhaes. Estudo sobre o arranjo físico em um setor de materiais para a otimização da produção industrial numa fábrica de cimentos em Mossoró/RN. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35, 2015, Fortaleza. **Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção**. Fortaleza: ABEPROM, 2015. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_206_226_26333.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2020.

JÚNIOR, José Almir de Souza *et al.* Identificação do layout adequado em uma empresa de tecnologia eletrônica. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, Fortaleza, v. 7, p. 1-22, 2012. Disponível em: <<https://www.revistasg.uff.br/sg/article/view/V7N1A1/V7N1A1>> Acesso em: 5 de ago. 2020.

JÚNIOR, José Calixto L.; JUNIOR, Herculano X. da Silva; JÚNIOR, Antônio Carlos de O. Martins. Possibilidade de automação para indústria de sorvete predominantemente manual. In: XIV CEEL: **Conferência de Estudos em Engenharia Elétrica**, 14, 2016, Minas Gerais. Disponível em: <https://www.peteletricaufu.com/static/ceel/doc/artigos/artigos2016/ceel2016_artigo155_r01.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2020.

KRAJEWSKI, Lee; RITZMAN, Larry; MALHORTA, Manoj. **Administração de produções e operações**. 8. ed. São Paulo: Pearson, 2009. Formato PDF.

MARTINS, Petrônio G. LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2^a ed., 2005.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick (Org.) *et al.* **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 2^a ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPROM, 2012, cap.7.

MUTHER, Richard. **Planejamento do layout: Sistema SLP**. São Paulo: Edgard Blucher, 1978.

MUTHER, Richard; WHEELER, John D. **Planejamento sistemático e simplificado de layout**. 3. ed. São Paulo: IMAM, 2000.

NEUMANN, Clóvis; SCALICE, Régis Kovacs. **Projeto de fábrica e layout**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. Formato PDF.

SANTOS, Luciano Costa; GOHR, Cláudia Fabiana; LAITANO, Jean Carlos Argiles. Planejamento sistemático de layout: Adaptação e aplicação em operações de serviços. **Revista Gestão Industrial**, UTFPR, v. 8, p. 1-21, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/801/776>> Acesso em: 7 de mai. 2020.

SEBRAE, Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Cartilha de boas práticas de fabricação na indústria de gelados comestíveis**. 2017. 62 p. Disponível em: <[https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/18e69ee9eca639b33372eefdf6ecfb4e/\\$File/7574.pdf](https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/18e69ee9eca639b33372eefdf6ecfb4e/$File/7574.pdf)> Acesso em: 17 jun. 2020.

SEIFFERT, Mari Elizabeth Bernardini. **Sistemas de gestão ambiental (ISO 14001) e saúde e segurança ocupacional (OHSAS 18001): vantagens da implantação integrada**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

SLACK, Nigel *et al.* **Administração da Produção**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SOUZA, Auriza Carvalho *et al.* Análise de layout do sistema produtivo de panificações: o caso de um empreendimento em Sítio do Quinto, Bahia. **Revista Brasileira de Administração Científica**, Aquidabã, v. 2, n. 2, p. 37-48, 2011. Disponível em: <<http://sustenere.co/index.php/rbadm/article/view/ESS2179-684X.2011.002.0003>> Acesso em: 7 de mai. 2020.

TOMPKINS, James *et al.* **Facilities Planning**. 4. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2010.