

ALEXANDRE SOARES FREIRE

Planejamento da mudança das instalações de uma empresa de injeção plástica

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do diploma de
Engenheiro de Produção.

SÃO PAULO
2021

ALEXANDRE SOARES FREIRE

Planejamento da mudança das instalações de uma empresa de injeção plástica

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do Diploma de
Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Dario Ikuo Miyake

SÃO PAULO
2021

ALEXANDRE SOARES FREIRE

Planejamento da mudança das instalações de uma empresa de injeção plástica

SÃO PAULO
2021

FICHA CATALOGRÁFICA

Freire, Alexandre Soares

Planejamento da mudança das instalações de uma empresa de injeção plástica / A. S. Freire -- São Paulo, 2021.
111 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

1. Estudo da Capacidade 2. Arranjo Físico 3. Projeto de Mudança de Instalação 4. Análise da Viabilidade de Investimento I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II. t.

Aos meus pais, a meus tios, e à minha avó,
fontes de apoio, inspiração e estímulo.

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho e os meus mais sinceros agradecimentos a todas as pessoas que de forma direta ou indireta contribuíram para sua realização.

A minha família, fonte inesgotável de apoio e incentivo, pelo suporte e amparo imprescindíveis para a realização e conclusão deste trabalho de formatura.

Ao Prof. Dr. Dario Ikuo Miyake, pela orientação frequente e paciente, sem a qual esta monografia não poderia ser realizada.

Aos meus superiores, por apoiarem este estudo sobre a empresa e permitirem minha dedicação exclusiva em momentos decisivos. E aos colegas de departamento e da fábrica, por compartilharem os seus conhecimentos e experiências durante a sua realização.

E a todos que, embora não mencionados, colaboraram de alguma forma na elaboração deste trabalho.

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo estudar a viabilidade de uma possível mudança de instalação para uma indústria injetora de plásticos. A partir da perspectiva de sua instalação atual é apresentada uma proposta de mudança para um novo local em que são contempladas as necessidades para um novo arranjo físico com a sugestão de organização dos espaços da nova instalação. Inicialmente, as áreas foram dimensionadas e um novo arranjo físico foi proposto para a área de produção e demais áreas de apoio. Em seguida, foram criados o mapa fluxograma com as movimentações e operações que ocorrem durante o processo produtivo e o gráfico do fluxo de processo que descreve as movimentações e as operações. O planejamento da transferência para a nova planta foi desenvolvido com a estrutura analítica do projeto de mudança e sua distribuição pelo tempo de execução. Então foi projetada a nova capacidade de produção com o dimensionamento dos recursos (máquinas e operadores) necessários para atender às previsões de venda da nova planta. E com suporte do Índice de Eficiência Global – OEE, indicador que mede os aspectos de produtividade e qualidade do processo de produção, foi possível identificar as principais perdas no processo, o que possibilitará futuros planos de melhorias nas práticas da empresa. No final, são apresentados os resultados econômicos das projeções para os dois cenários da empresa e a análise financeira do projeto de mudança da instalação, bem como a conclusão sobre os benefícios para a empresa decorrentes da mudança descrita no presente trabalho.

Palavras-Chave: Arranjo Físico. Produção. Capacidade. Índice Eficiência Global. Análise Financeira.

ABSTRACT

The objective of the present study is to analyse the feasibility of a possible change of installation for a plastic injection molding industry. From the perspective of its current installation, a proposal to move to a new location is presented, where the needs for a new physical arrangement are contemplated with the suggestion of its space's organization. Initially, the areas were dimensioned and a new physical arrangement was proposed for the production area and other support areas. Next, the flowchart map was created with the movements and operations that occur during the production process and the process flow graph that describes the movements and operations. The transfer's planning to the new plant was developed with the analytical structure of the change's project and its distribution by the execution time. In order to design the new production capacity, a study of resources's sizing (machines and operators) needed to meet the sales forecasts of the new plant was elaborated. And with support from the Overall Equipment Effectiveness - OEE, an indicator that measures the aspects of productivity and quality of the production process, it was possible to identify the main losses in the process, which will enable future plans for improvements in the company's practices. Finally, the economic results of the projections for the company's two scenarios and the financial analysis of the changes's project installation are presented, as well as the conclusion about the benefits to the company resulting from the change described in this study.

Keywords: Layout. Production. Capacity. Overall Equipment Effectiveness Index. Financial Analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição das indústrias de transformação plástica.....	25
Figura 2 - Participação por segmento	28
Figura 3 - Curva ABC.....	29
Figura 4 - Linha de produtos da Embraplastic	29
Figura 5 - Volume de produção por segmento.....	30
Figura 6 - Evolução do faturamento (2019 -2021)	31
Figura 7 - Tamanho das indústrias do setor	32
Figura 8 - Distribuição das indústrias por Estado	32
Figura 9 - Forças competitivas do setor de transformação plástica	34
Figura 10 - Quadro comparativo para os cenários de instalação.....	36
Figura 11 - Máquina injetora e fases do processo de injeção	39
Figura 12 - Molde de Injeção.....	40
Figura 13 - Classificação das perdas do OEE	42
Figura 14 - Simbologia do fluxo do processo produtivo.....	44
Figura 15 - Demonstrativo de Resultado do Exercício	48
Figura 16 - Demonstração do fluxo de caixa	49
Figura 17 - Máquinas injetoras de pequeno porte.....	52
Figura 18 - Estufas de preparação e misturador.....	54
Figura 19 - Equipamentos do sistema de refrigeração: bomba, torre de refrigeração e <i>chillers</i>	56
Figura 20 - Sequência de atividades das macro-operações	64
Figura 21 - Resina polimérica.....	65
Figura 22 - Insumos de produção	65

Figura 23 - Fluxograma macro do fluxo de materiais	66
Figura 24 - Arranjo físico do piso de acesso da Instalação Atual.....	68
Figura 25 - Arranjo físico do piso de produção da Instalação Atual	69
Figura 26 - Arranjo físico do piso de infraestrutura da Instalação Atual.....	70
Figura 27 - Infraestrutura de dutos da Instalação Atual.....	71
Figura 28 - Porta <i>pallets</i> para guarda do produto em estoque	74
Figura 29 - Arranjo físico do piso de produção para o cenário da Instalação Nova	78
Figura 30 - Arranjo físico do piso de administração para o cenário da Instalação Nova.....	79
Figura 31 - Infraestrutura de dutos para o cenário da Instalação Nova	80
Figura 32 - Gráfico do fluxo de processo para o cenário da Instalação Atual	82
Figura 33 - Mapa Fluxograma para o cenário da Instalação Atual	83
Figura 34 - Gráfico do fluxo de processo para o cenário da Instalação Nova	84
Figura 35 - Mapa fluxograma para o cenário da Instalação Nova	85
Figura 36 - Organograma da empresa	89
Figura 37 - Matriz de processos e atividades.....	95
Figura 38 - Estrutura Analítica do Projeto para o cenário da Instalação Nova.....	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Máquinas injetoras	52
Tabela 2 - Máquinas auxiliares.....	53
Tabela 3 - Máquinas da ferramentaria	54
Tabela 4 - Infraestrutura de produção.....	55
Tabela 5 - Infraestrutura elétrica	56
Tabela 6 - Equipamentos de apoio	57
Tabela 7 - Cálculo do OEE para o cenário da Instalação Atual.....	59
Tabela 8 - Cálculo do OEE cenário para o cenário da Instalação Nova	61
Tabela 9 - Capacidade anual de produção	62
Tabela 10 - Embalagens para acomodação do produto acabado	72
Tabela 11 - Quantidade de posições <i>pallet</i> por embalagem	73
Tabela 12 - Área dos equipamentos de produção	75
Tabela 13 - Área dos corredores.....	76
Tabela 14 - Ocupação das demais áreas para o cenário da Instalação Nova	76
Tabela 15 - Ocupação das demais áreas para o cenário da Instalação Atual	87
Tabela 16 - Cálculo do Momento de Transporte Total para o cenário da Instalação Nova.....	88
Tabela 17 - Alocação de operadores de máquina	90
Tabela 18 - Dimensionamento dos operadores de máquina para o cenário da Instalação Atual	91
Tabela 19 - Dimensionamento dos operadores de máquina para o cenário da Instalação Nova	92
Tabela 20 - Dimensionamento das áreas de produção.....	93
Tabela 21 - Descrição da estrutura do projeto de mudança de instalação	97
Tabela 22 - Planejamento de vendas em milhões de unidades para o cenário da Instalação Atual	101
Tabela 23 - Planejamento de vendas em milhões de unidades para o cenário da Instalação Nova	102

Tabela 24 - Demonstrativo de resultado para o cenário da Instalação Atual	104
Tabela 25 - Demonstrativo de resultado para o cenário da Instalação Nova	105
Tabela 26 - Fluxo de caixa para o cenário da Instalação Atual.....	106
Tabela 27 - Fluxo de caixa para o cenário da Instalação Nova.....	106
Tabela 28 - VPL das instalações	107

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	22
1.1. Justificativa	22
1.2. Estrutura do trabalho	23
1.3. A indústria de transformação plástica	24
1.4. A empresa	26
1.5. Produtos da empresa	27
1.5.1. Volume de produção	28
1.5.2. Volume de vendas	30
1.6. Panorama do mercado de transformação plástica	31
1.6.1. Análise das forças competitivas do mercado	32
1.6.2. Desafios e oportunidades	35
1.7. Situação atual da empresa e objetivos futuros	35
1.8. Problema e motivação do estudo	37
2. REFERENCIAL TEÓRICO	38
2.1. Descrição e análise de processos industriais	38
2.1.1. Processos de transformação plástica	38
2.1.2. Índice de Eficiência Global	40
2.1.3. Capacidade de produção	42
2.1.4. Arranjo físico	43
2.1.5. Fluxo de materiais	44
2.2. Planejamento de vendas	45
2.3. Análise econômica e financeira	46
2.3.1. Demonstrativo de resultado	46
2.3.2. Valor Presente Líquido	48
2.3.3. Fluxo de caixa	49
2.3.4. Taxa de desconto	49
2.4. Gestão de Projetos	50
2.4.1. Estrutura Analítica do Projeto	50

3. PLANEJAMENTO DAS OPERAÇÕES	51
3.1. Descrição dos ativos produtivos	51
3.1.1. Máquinas injetoras	51
3.1.2. Máquinas auxiliares para a produção	53
3.1.3. Ferramentaria	54
3.1.4. Utilidades da fábrica	55
3.1.5. Demais equipamentos de apoio	56
3.2. Estudo da capacidade em função da produtividade	57
3.2.1. Estudo da capacidade para o cenário da Instalação Atual	57
3.2.2. Estudo da capacidade para o cenário da Instalação Nova	60
3.2.3. Análise comparativa da capacidade anual nos dois cenários	62
3.3. Sistema de produção	63
3.3.1. Macroprocessos da Embraplastic	63
3.3.2. Insumos de produção e seu aproveitamento	64
3.4. Arranjo físico	66
3.4.1. Arranjo físico da Instalação Atual	67
3.4.2. Planejamento do arranjo físico para o cenário da Instalação Nova	72
3.4.2.1. Dimensionamento da área de estoque para o cenário da Instalação Nova	72
3.4.2.2. Dimensionamento da área de produção do cenário da Instalação Nova	75
3.4.2.3. Dimensionamento das demais áreas da para o cenário da Instalação Nova	76
3.5. Análise e projeção do fluxo de materiais	81
3.5.1. Análise comparativa do fluxo de materiais	81
3.5.2. Projeção da intensidade do fluxo de materiais	86
3.6. Planejamento de recursos humanos	89
3.6.1. Dimensionamento dos operadores de máquina	90
3.6.1.1. Dimensionamento dos operadores de máquina para o cenário da Instalação Atual	91
3.6.1.2. Dimensionamento dos operadores de máquina para o cenário da Instalação Nova	92
3.6.2. Dimensionamento da mão de obra das áreas de apoio direto à produção	93
4. PLANEJAMENTO DO PROJETO DE MUDANÇA DE INSTALAÇÃO	94
4.1. Gestão do projeto	94

4.2. Planejamento da mudança	96
5. ANÁLISE ECONÔMICA	100
5.1. Planejamento de vendas	100
5.1.1. Pressupostos para o planejamento.....	100
5.1.2. Planejamento de vendas para o cenário da Instalação Atual	101
5.1.3. Planejamento de vendas para o cenário da Instalação Nova	101
5.2. Demonstrativo de Resultado do Exercício	103
5.2.1. Demonstrativo de Resultado para o cenário da Instalação Atual	104
5.2.2. Demonstrativo de Resultado para o cenário da Instalação Nova	104
5.3. Análise do Valor Presente Líquido	105
6. CONCLUSÃO	108
6.1. Viabilidade da mudança de instalação.....	108
6.2. Benefício do trabalho para a empresa.....	109
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	110

1. INTRODUÇÃO

Como parte das atribuições de estagiário da área de pesquisa e desenvolvimento de uma empresa de injeção plástica, o autor teve a oportunidade de contribuir para a elaboração de uma análise de viabilidade para um projeto de mudança de instalação, o que lhe permitiu pôr em prática os conhecimentos adquiridos durante o curso de engenharia de produção.

O presente trabalho procurou identificar os principais impactos de uma possível transferência de instalação, o que envolveu o planejamento detalhado de todas as etapas da mudança, bem como a proposição de um novo arranjo físico para a fábrica e fluxos de movimentação, assim como a avaliação econômica, de produtividade e os impactos de um novo posicionamento da empresa em um mercado ainda não explorado.

As atividades realizadas no setor de pesquisa e desenvolvimento, que interage com todas as áreas administrativas e de produção da empresa, possibilitaram o compartilhamento do conhecimento tácito dos profissionais responsáveis pelos mais diferentes setores de produção e vendas, bem como o levantamento de dados e informações utilizados neste trabalho.

A estrutura ágil, enxuta e horizontalizada da empresa facilitou o aprendizado e o entendimento das práticas e rotinas das áreas envolvidas direta ou indiretamente nos processos de fabricação.

A fim de obter conclusões sobre a viabilidade do projeto para a possível mudança de instalação, será apresentada, no decorrer deste trabalho, a comparação entre a situação vigente da empresa, descrita como cenário da Instalação Atual, e a situação futura mostrada como cenário da Instalação Nova.

1.1. Justificativa

As empresas participantes da indústria de injeção plástica têm vivenciado a procura incessante pela sobrevivência em um mercado crescentemente competitivo, em que a busca pelo aprimoramento dos sistemas de produção e a incorporação de práticas que elevem a qualidade dos produtos fazem parte do dia a dia das empresas do setor.

Por estar inserida nesse mercado que apresenta grande número de participantes, a empresa de injeção plástica, objeto de estudo deste trabalho, visualiza em seu planejamento estratégico a possível mudança de sua instalação industrial com o objetivo de introduzir, com a modernização de sua infraestrutura, novos padrões de processos ao mesmo tempo em que procura expandir o seu mercado comprador com a fabricação de embalagens voltadas para o

segmento de cápsulas vitamínicas.

Diante desse cenário desafiador, a empresa avalia a possibilidade de mudar de local a sua única unidade produtiva a fim de buscar ganhos conjugados em várias frentes, o que justifica a demanda por um estudo de avaliação dos impactos da mudança de suas instalações.

Entre esses possíveis ganhos estão a oportunidade de implantar o aprimoramento de boas práticas de produção em um ambiente mais apropriado, rever e melhorar sua eficiência de produção nos aspectos de produtividade e qualidade, bem como passar a explorar uma nova linha de produtos em um mercado com demanda crescente.

Somadas, essas sinergias vão possibilitar um reposicionamento da empresa no seu segmento de atuação, reforçando suas defesas diante dos competidores, como também diversificar e expandir sua produção. A escolha do tema surgiu da necessidade da empresa de avaliar os impactos da mudança para uma nova instalação e da oportunidade concedida ao autor de trabalhar nesse projeto.

1.2. Estrutura do trabalho

Este trabalho está organizado nos seis tópicos assim resumidos:

- Capítulo 1 – Introdução: apresenta as características organizacionais da empresa, seu mercado de atuação, o histórico recente de produção e vendas e a descrição de seus produtos.
- Capítulo 2 – Referencial teórico: descreve os principais conceitos que fundamentam o trabalho.
- Capítulo 3 – Planejamento das operações: apresenta a descrição dos ativos produtivos da fábrica, os níveis de produtividade das máquinas, a descrição do arranjo físico e dimensionamento da capacidade produtiva para os cenários estudados.
- Capítulo 4 – Gestão do projeto de mudança: apresenta o escopo do projeto e a alocação das atividades no tempo de forma gráfica com a Estrutura Analítica do Projeto.
- Capítulo 5 – Análise Econômica: trata da previsão de vendas para o horizonte de planejamento da empresa bem como dos resultados esperados para os cenários em análise.

- Capítulo 6– Conclusão: apresenta as conclusões finais do trabalho sobre a proposta de mudança para uma nova instalação e as vantagens a serem obtidas com o projeto.

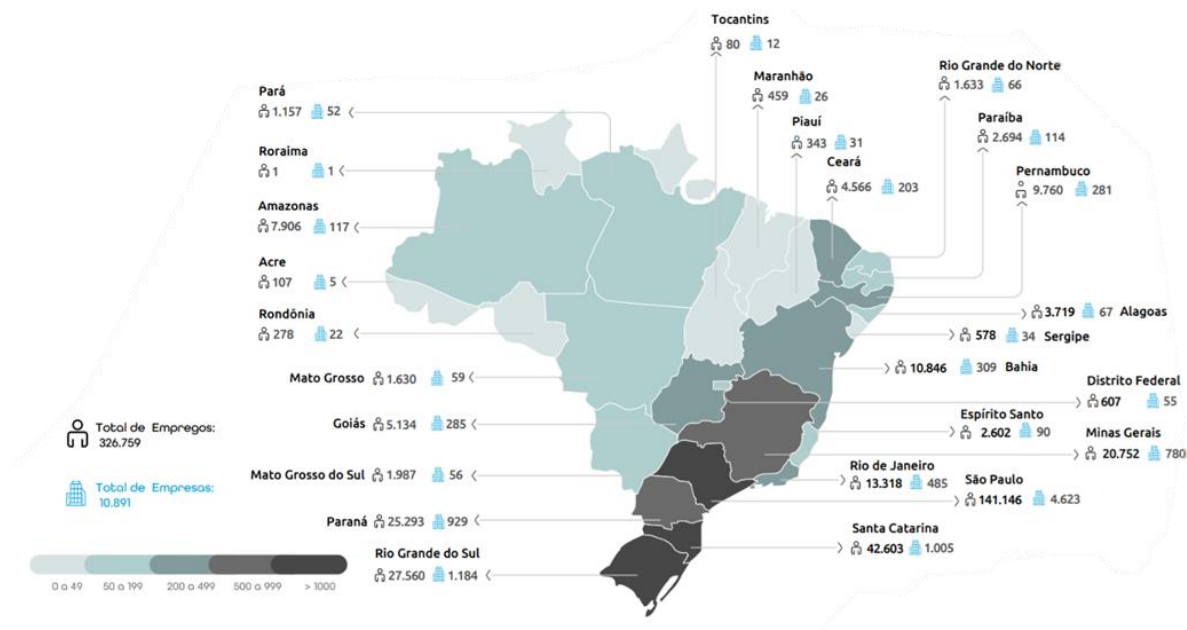
1.3. A indústria de transformação plástica

O segmento da indústria de transformação de material plástico apresenta grande representatividade na economia brasileira, contando com 10.891 empresas e empregando mais de 325 mil colaboradores. Esse segmento registrou crescimento de 2,4% em 2020 em relação ao ano de 2019 (ABIPLAST, 2020). Na Classificação Nacional das Atividades Econômicas, essas indústrias são caracterizadas como indústrias de fabricação de material plástico (CNAE, 2012), segmento vinculado à indústria petroquímica, responsável pela transformação de resinas poliméricas em produtos plásticos.

O modelo de negócios dessas empresas é, em sua maioria, o comércio B2B (*Business to Business*), atuando como fornecedores para as empresas de todos os setores da economia, com maior destaque para empresas dos setores de alimentos, construção civil e utilidades domésticas (SINDIPLAST, 2011). As empresas desse setor são em sua grande maioria empresas de micro e pequeno porte.

A maior concentração dessas indústrias está localizada nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, com destaque para os estados de São Paulo e Paraná, conforme ilustrado na Figura 1. Por exigirem baixo investimento inicial e por se tratar de um processo de transformação relativamente simples, a barreira de entrada para novas empresas é facilitada, sendo o seu principal investimento os ativos industriais, como máquinas injetoras, sopradoras e extrusoras e os moldes necessários para transformar a matéria-prima polimérica (polipropileno, polietileno, poliestireno e demais resinas) nos produtos plásticos.

Figura 1 - Distribuição das indústrias de transformação plástica



Fonte: ABIPLAST (2020)

Por se tratar de um setor com expressivo número de fornecedores no mercado nacional, os compradores da indústria de transformação plástica estão, crescentemente, mais exigentes quanto à qualidade e aos cuidados incorporados ao processo de produção desses fabricantes. Nesse contexto, a fim de se manterem competitivas, as indústrias que fornecem embalagens precisam aperfeiçoar seus processos e cumprir normas e a legislação vigentes, o que pode ser realizado por meio da implementação de um programa de boas práticas de fabricação, do inglês *Good Manufacturing Practice (GMP)*.

Tendo em vista esse objetivo, as empresas do setor devem aderir aos regulamentos técnicos que estabelecem os requisitos mínimos para a concessão e renovação do registro das medidas junto ao órgão regulador, a quem caberá expedir o Certificado de Boas Práticas de Fabricação (CBPF).

São entendidas como boas práticas de fabricação a execução de todas as etapas do processo de fabricação de maneira correta, o que inclui o recebimento de matéria-prima, a produção e o armazenamento de produto acabado, a distribuição e transporte, a higiene e sanitização dos equipamentos e setores.

As instalações físicas internas e externas devem atender às normas e ao padrão estabelecidos, bem como o plano de manutenção, instalações sanitárias, controle de pragas, limpeza, treinamento das equipes, e o tratamento de resíduos. Além disso, há uma busca crescente por parte dos compradores por empresas que adotem boas práticas de fabricação e

tenham certificações de seus processos e melhorias contínuas na qualidade; tais atributos são um grande diferencial para a conquista de novos clientes.

1.4. A empresa

A empresa objeto do trabalho é de natureza familiar e há 26 anos atua na área de injeção de produtos plásticos, com experiência acumulada na fabricação de tampas e potes para os mais diversos tipos de aplicação. Fundada em 1995 com a participação de 3 sócios, tem por objetivo fornecer produtos de qualidade a preços competitivos.

As atividades da fábrica começam em um galpão na região de Taboão da Serra (SP), onde os sócios puderam desenvolver o processo de injeção e gradativamente estabelecer boas relações comerciais com os clientes, o que possibilitou que as operações aumentassem e fossem exploradas as oportunidades de crescimento em um setor em expansão.

A partir de 2007 houve a primeira mudança societária, quando o controle dos negócios foi transferido para apenas um sócio, que continua na gestão da empresa até hoje. Com a mudança na organização societária, a empresa mudou-se para o local que ocupa atualmente, também na região de Taboão da Serra (SP), próximo da rodovia Regis Bittencourt e ao Rodoanel de São Paulo.

Por motivos de confidencialidade, o nome da empresa e suas informações financeiras não serão citados. Em decorrência disso, a empresa será tratada nos tópicos seguintes pelo nome fantasia “Embraplastic”, Empresa Brasileira de Plásticos.

A Embraplastic possui uma unidade produtiva que ocupa uma área construída de 2250 metros quadrados, constituída em um terreno inclinado organizado em três pisos: Acesso, Produção e Infraestrutura. Conta com 62 funcionários, que se dividem em dois grandes grupos: Produção e Administração. O grupo de Produção é integrado por todos os funcionários que cuidam diretamente das operações de fábrica. Nesse grupo estão inseridos os profissionais responsáveis pela operação de máquinas, preparadores de matéria-prima, movimentação de matéria-prima, estocagem do produto acabado, manutenção e ferramentaria, expedição e qualidade. Já o grupo de Administração conta com as áreas de planejamento e controle da produção, gerência, financeiro, comercial, compras e recursos humanos.

A fábrica possui uma estruturação móvel de seus recursos humanos podendo alocá-los conforme a demanda de entregas de cada mês. Para os meses em que a demanda é menor, a fábrica opera em um único turno por dia trabalhando das 7h às 16h48. Já nos períodos de maior

demanda, a fábrica estrutura o quadro de seus funcionários para que haja dois turnos de produção.

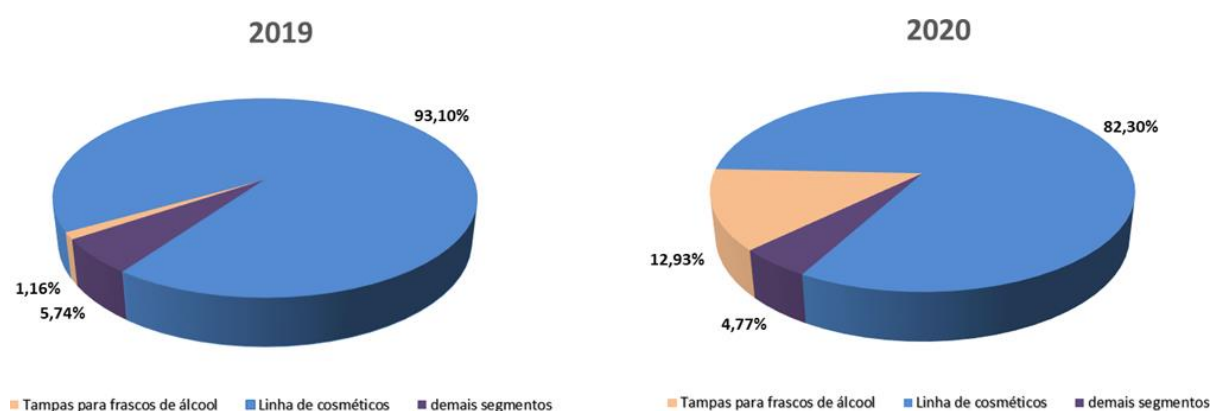
1.5. Produtos da empresa

A Embraplastic possui um portfólio de 73 produtos em atividade, que são subdivididos nos segmentos de anéis, corpos, potes, sobretampas e tampas. Dentro de cada segmento, os produtos estão divididos em linhas e posteriormente classificados conforme a característica funcional ou técnica.

O principal segmento atendido pela empresa é o de cosméticos, com participação em 2019 superior a 93 % do volume total produzido. A demanda desse segmento é bem pulverizada entre empresas que compram frascos, potes e tampas para o acondicionamento de cremes, xampus e demais produtos de beleza e cuidado pessoal. Os demais segmentos são constituídos pelos mercados de higiene e limpeza, veterinário e utilidades domésticas. Cabe ressaltar que a empresa já atendia o segmento de higiene e limpeza com o fornecimento de tampas para o envase de frascos de álcool, e em 2020 esse mercado apresentou expressivo crescimento decorrente da pandemia da Covid-19, uma vez que os cuidados de higiene pessoal passaram a demandar grande consumo de álcool para assepsia.

Em razão desse evento, o ano de 2020 foi marcado pela produção de grande volume de tampas para atender aos envases de frascos de álcool, o que fez com que esse segmento aumentasse sua participação para quase 13% do volume de produção da empresa. Desse modo, mesmo em um período de crise, a empresa conseguiu aumentar os volumes de produção em comparação com 2019 (Figura 2).

Figura 2 - Participação por segmento



Fonte: elaborada pelo autor

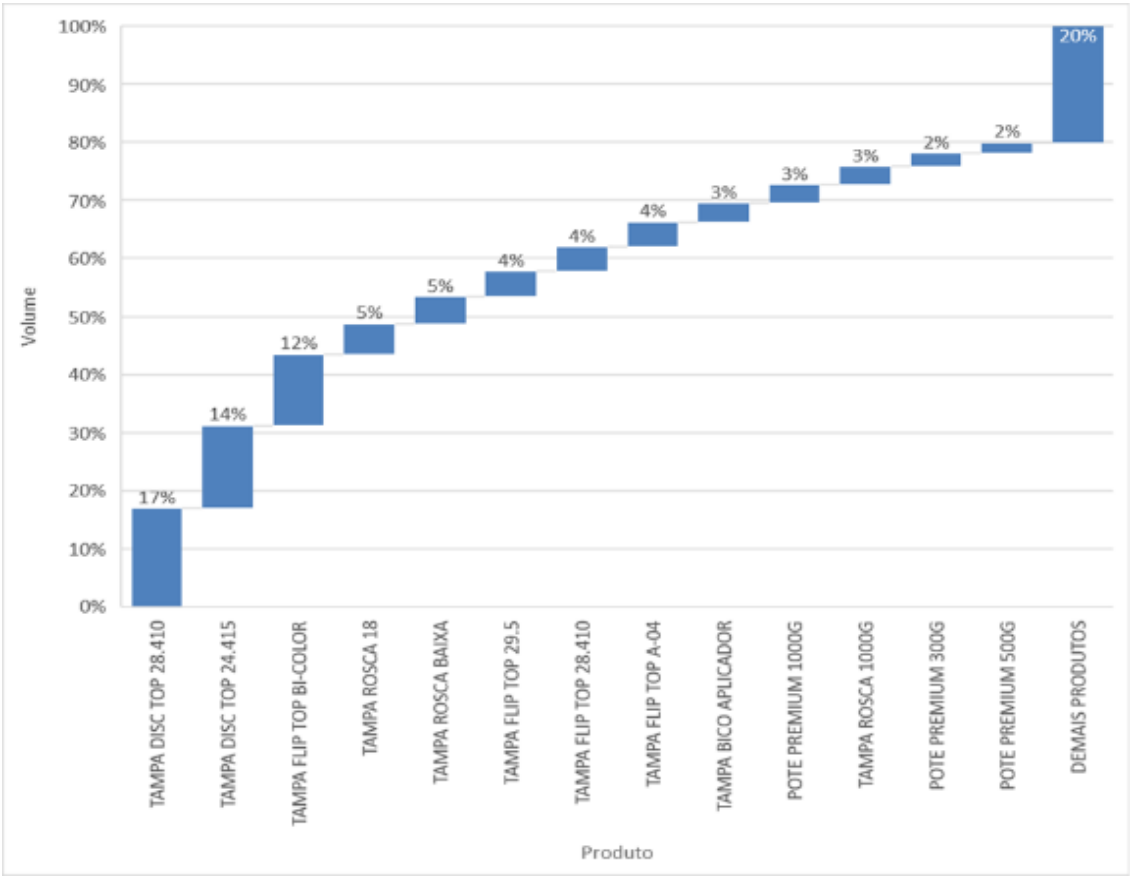
1.5.1. Volume de produção

Os produtos de maior volume de vendas são mostrados na Curva ABC apresentada na Figura 3 na qual se observa que 20% dos produtos de maior demanda correspondem a 80% do volume de vendas da empresa. Nesse grupo encontram-se treze produtos; os demais acumulam 20% do volume de vendas.

O produto de maior demanda é a linha *disctop*, que é composta pelas tampas *disctop* 24.415 e *disctop* 28.410. Essas tampas possuem o acoplamento do tipo rosca e são usadas em frascos com gargalo de diâmetro externo de 24,4 mm ou 28,4 mm e passo entre as linhas de rosca de 1,5 mm e 1,0 mm, respectivamente. Diferentemente dos demais tipos de tampa, as tampas *disctop* são compostas por um corpo e uma sobretampa que são produzidos em moldes de injeção distintos. Após a produção do corpo e da sobretampa, é necessário que essas peças sejam montadas, formando a tampa *disctop*.

Outro produto de alta demanda é a tampa *fliptop* bicolor. Diferentemente das demais, possui a característica de poder ser configurada com a sobretampa e o corpo da tampa em cores distintas. São amplamente usadas na indústria de cosméticos em frascos de xampus e condicionadores. Os produtos da Embraplastic são ilustrados na Figura 4.

Figura 3 - Curva ABC



Fonte: elaborada pelo autor

Figura 4 - Linha de produtos da Embraplastic



Fonte: adaptada do site da empresa

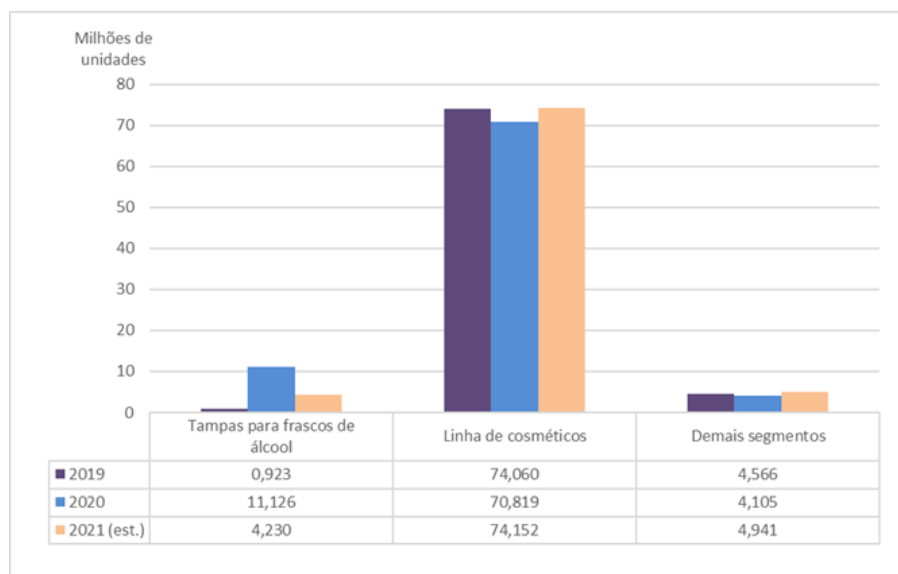
1.5.2. Volume de vendas

O histórico recente de vendas por segmento e o faturamento da Embraplastic foram impactados positivamente em 2020 em decorrência da demanda explosiva por tampas para frascos de álcool, impulsionada pelos cuidados sanitários decorrentes da pandemia da Covid-19. Na Figura 5 observa-se a evolução da composição percentual por segmento nos anos de 2019, 2020 e 2021(estimado).

A queda verificada no volume da linha de cosméticos em 2020 foi compensada pelo crescimento de vendas das tampas para frascos de álcool, fazendo com que o volume total de unidades vendidas nesse ano totalizasse 86,049 milhões, contra 79,549 milhões de unidades em 2019. A queda do volume de unidades vendidas da linha de cosméticos em 2020, em comparação a 2019, se deveu à queda na demanda do mercado consumidor verificada nos primeiros meses da pandemia.

O volume estimado para 2021, de 83,323 milhões de unidades, considerou a evolução das vendas do primeiro semestre deste ano e projetou o segundo semestre com base em 2020, ajustando-se o efeito extraordinário das tampas para frascos de álcool.

Figura 5 - Volume de produção por segmento

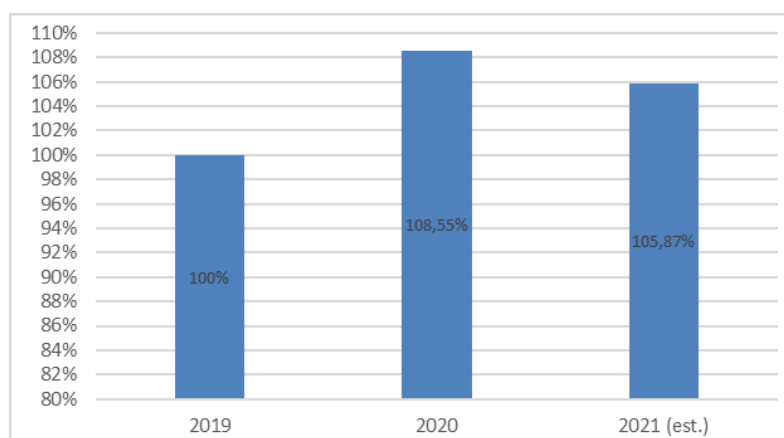


Fonte: elaborada pelo autor

Assim como na variação dos volumes, pode ser observado na Figura 6 um incremento no faturamento de 8,55% em 2020 em relação ao ano de 2019, efeito ocasionado pelo incremento de vendas das tampas para os frascos de álcool.

Em 2021, estima-se um crescimento de 5,87% em relação a 2019, em razão do maior volume de vendas neste ano. Em comparação a 2020, porém, a estimativa para o ano de 2021 deverá ser de decréscimo no faturamento devido à gradual normalização do volume de vendas para o segmento de tampas para frascos de álcool. Esse efeito é compensado parcialmente pelo retorno das vendas dos produtos da linha de cosméticos.

Figura 6 - Evolução do faturamento (2019 -2021)



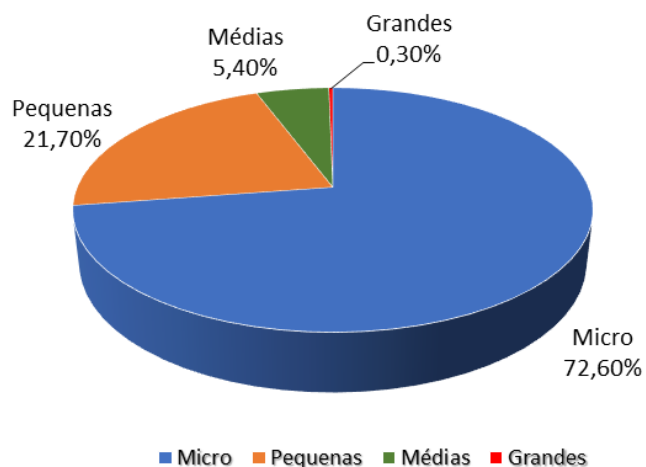
Fonte: elaborada pelo autor

1.6. Panorama do mercado de transformação plástica

O mercado nacional das indústrias de transformação plástica apresentado na Figura 7 apresenta grande variabilidade no que diz respeito ao tamanho, à diversificação dos produtos que fabrica e à forma como são produzidos. Em sua maioria, as empresas desse setor são de micro e pequeno porte, e têm faturamento anual inferior a 4,8 milhões de reais.

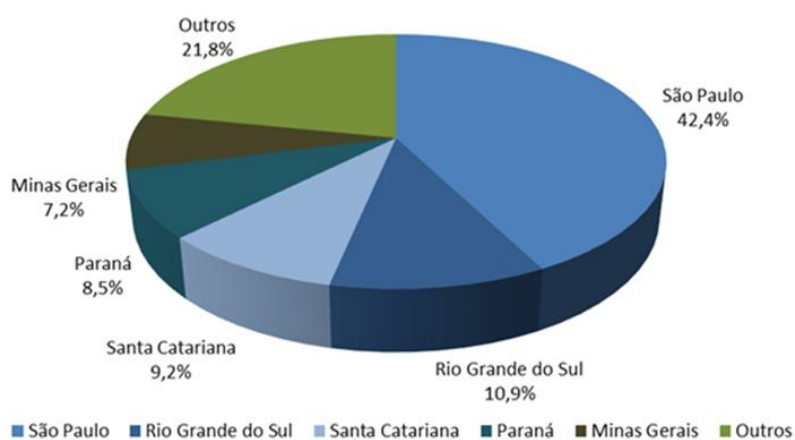
As maiores concentrações dessas indústrias se encontram na região Sul e Sudeste do Brasil com destaque para os estados de São Paulo, com 42,4% das empresas do setor, seguido pelos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e Minas Gerais conforme apresentada na Figura 8. Esses estados correspondem a mais de 80% da concentração das indústrias de transformação plástica e em 2020 faturaram 72,6 bilhões de reais (ABIPLAST, 2020).

Figura 7 - Tamanho das indústrias do setor



Fonte: adaptada de ABIPLAST (2020)

Figura 8 - Distribuição das indústrias por Estado



Fonte: adaptada de ABIPLAST (2020)

1.6.1. Análise das forças competitivas do mercado

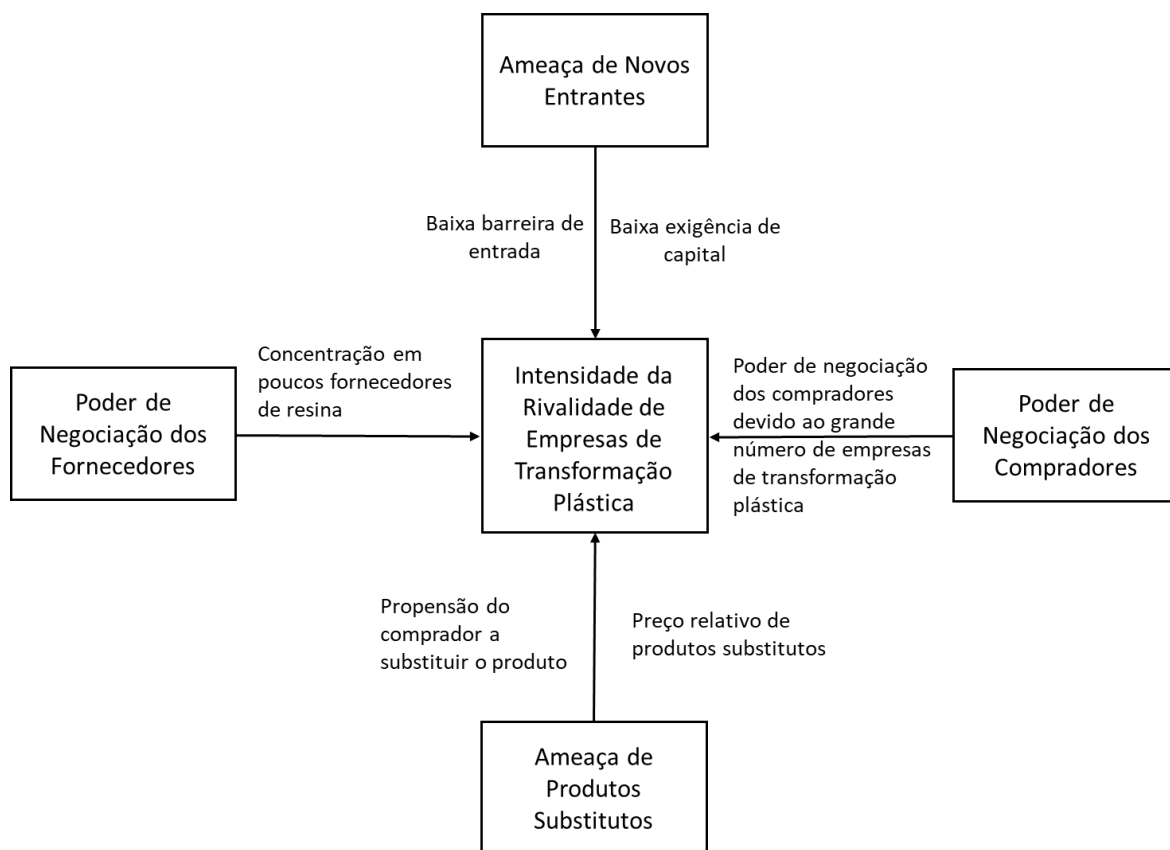
O mercado competitivo em que a empresa está inserida conta com grande número de participantes e concorrentes diretos e indiretos, totalizando 10891 empresas no território nacional (ABIPLAST, 2020). O universo de compradores é igualmente amplo e pulverizado. Destaca-se na análise competitiva desta indústria uma concentração de fornecedores de matéria-prima em poucas empresas distribuidoras do produto petroquímico, insumo base para a transformação plástica.

Porter (1992) introduz a análise das cinco forças competitivas, a qual fornece referenciais para a gestão estratégica dos participantes deste mercado. A análise dessas cinco forças para o segmento de empresas de transformação plástica é sintetizada na Figura 9 e discutida a seguir.

- **Entrada de novos concorrentes.** Não há barreiras objetivas que impeçam o ingresso de novos entrantes nesta indústria, como direitos de usos, patentes, leis ou políticas governamentais. Associado a isso, não há aparente impedimento de acesso aos canais de distribuição ou dificuldades para financiar a criação de produtos e expandir a atuação. Tampouco existe uma barreira tecnológica que impeça a entrada de novos participantes. Com isto, há relativa facilidade para a entrada de novos competidores, o que torna o ambiente desta indústria continuamente desafiador.
- **Produtos substitutos.** Devido à baixa diferenciação dos produtos nessa indústria, há uma tendência natural dos compradores de buscarem novos fornecedores, o que torna o preço um fator crítico de sucesso para a sobrevivência neste segmento, levando à necessidade de aumento de produtividade e redução de custos. Aliada aos preços, a qualidade dos produtos é um fator determinante não só para a manutenção dos compradores como também para a conquista de novos clientes, o que leva à necessidade de esforços contínuos de boas práticas de produção. No entanto, o segmento de embalagens plásticas pode sofrer concorrência crescente dos fornecedores de embalagens de vidro, cujo apelo ambiental é percebido como positivo. Dessa forma, a ameaça da embalagem de vidro em substituição ao plástico poderá se acentuar nos próximos anos em decorrência do desuso gradual do petróleo como fonte de matéria-prima para as embalagens.
- **Poder de negociação dos compradores.** Os produtos desta indústria estão inseridos na cadeia de suprimentos do comprador, que vai direcionar seu produto para o consumidor final. O elevado número de concorrentes com produtos semelhantes geralmente eleva o poder de barganha dos compradores, que conseguem negociar melhores preços e condições de pagamento. Embora o poder de negociação dos compradores esteja presente, a indústria mitiga parte dessa ameaça com uma grande quantidade de compradores.

- **Poder de negociação dos fornecedores.** Por se tratar de um mercado concentrado em um pequeno grupo de fornecedores, estes possuem um natural poder de barganha, repassando custos aos preços sem com isso perderem compradores.
- **Rivalidade entre empresas existentes.** Com todas as forças competitivas em atuação, o preço acaba por ser o diferencial ganhador de pedidos, fazendo com que as margens de lucro sejam achatadas para garantir a sobrevivência dos participantes desse mercado. Em decorrência da rivalidade identificada nesse segmento, é necessário atuar continuamente no aprimoramento da produtividade e eficiência dos processos, o que remete à necessidade de um diagnóstico preciso dos seus processos visando a identificar e eliminar gargalos e perdas.

Figura 9 - Forças competitivas do setor de transformação plástica



Fonte: adaptada de Porter (1992)

1.6.2. Desafios e oportunidades

Diante da inserção da empresa no cenário competitivo faz-se necessário analisar os fatores internos e externos que a afetam de modo positivo ou negativo, o que auxiliará a tomada de decisões mais assertivas. Essa análise fundamentará os objetivos futuros que a Embraplastic busca alcançar, sendo um instrumento auxiliar do planejamento de suas atividades para os próximos anos.

Com relação ao ambiente externo em que a Embraplastic está inserida, marcado por grande competição entre os participantes, a empresa poderá enfrentar limitações em sua estratégia de crescimento, dificuldade característica de mercados competitivos. Essa dificuldade, no entanto, está presente para todos os competidores, o que os coloca em posição semelhante.

A fim de fazer frente a essa dificuldade, cabe à Embraplastic a busca persistente por oportunidades no mercado com vistas à exploração de novos segmentos, diversificando assim seu portfólio de produtos e diminuindo seu risco operacional. Nessa direção, a empresa analisa a possibilidade de mudança de localização de sua instalação, com a qual poderá obter ganhos e sinergias de processos e aperfeiçoar sua eficiência produtiva.

Outro fator que permitirá a alavancagem dos negócios e desenvolvimento de novos produtos é sua experiência acumulada nos últimos 26 anos; esse aspecto, associado às novas instalações, poderá gerar um diferencial competitivo com a introdução de uma nova infraestrutura e melhorias nas práticas de produção.

1.7. Situação atual da empresa e objetivos futuros

O segmento de cosméticos é o principal foco de atuação da empresa. Sua participação no ano de 2019 foi superior a 90% de todo o volume de produtos vendidos, embora em 2020 esse segmento tenha tido ligeira retração decorrente do arrefecimento do consumo. Além disso, houve o aumento expressivo do volume de vendas de tampas para frascos de álcool em gel, e por essa razão a participação do segmento de cosméticos foi reduzida para aproximadamente 82% do volume de vendas desse ano.

Além do segmento de cosméticos, a empresa atua nos segmentos higiene e limpeza, veterinário e de utilidades domésticas, dos quais o fornecimento de tampas para frascos de álcool em gel e álcool líquido representava uma participação média de 1% das vendas dos anos anteriores. Com o advento da Covid-19 em 2020, o fornecimento de tampas para esse segmento

teve um grande aumento de volume, fazendo com que sua participação aumentasse para aproximadamente 13% do volume total de vendas em 2021. Observa-se que esse excesso de demanda tem pouco a pouco retornado a seu patamar histórico.

A fim de expandir sua atuação para um novo segmento de mercado, a empresa prospectou novos compradores no ramo de embalagens para cápsulas vitamínicas, o que poderá elevar a produção a partir de 2022 para novos patamares. Para isso, faz-se necessário atender a novos requisitos de conformidade com padrões de exigências normativas relacionadas às boas práticas de fabricação.

Diante desse novo desafio, a empresa avalia transferir suas operações para uma nova planta que atenda a esses objetivos, além de sanar ineficiências de infraestrutura, acesso logístico e segurança, bem como efetuar uma transição de instalações sem comprometer o funcionamento de suas operações diárias.

A Figura 10 ilustra como a mudança de instalação poderia impactar positivamente a operação da empresa, além de proporcionar outros ganhos de produtividade e eficiência que serão abordados nos tópicos seguintes.

Figura 10 - Quadro comparativo para os cenários de instalação

Item	Cenário Instalação Atual	Cenário Instalação Nova
Acesso	Dificuldade no trânsito de caminhões para o acesso às docas de expedição	Acesso facilitado em um galpão logístico industrial
Edificações	Necessidade de adaptações diversas em uma edificação antiga	Moderna com adaptações de infraestrutura facilitadas
Infraestrutura	Antiga e com necessidades de atualizações para atender a normas de certificação	Infraestrutura nova e adaptável às normas de certificação
Arranjo Físico	Adaptações diversas visando a atender novos patamares de produção	Dimensionado e ajustado às condições presentes e futuras
Produção	Descontinuidade da produção no período da reforma	Continuidade da produção na fábrica antiga em paralelo à execução da infraestrutura nova
Serviços Públicos	Quedas e instabilidades no fornecimento de energia	Estimativa de fornecimento regular de energia
Segurança	Ocorrência de furtos de fiação elétrica	Segurança garantida em um condomínio
Impostos e Taxas	IPTU de 5% do valor venal do imóvel	IPTU de 3% do valor venal do imóvel

Fonte: elaborada pelo autor

1.8. Problema e motivação do estudo

Considerando os objetivos que a empresa pretende alcançar para os próximos anos e as forças competitivas presentes no mercado em que atua, faz-se necessário explorar vias de crescimento que diversifiquem os segmentos de atuação e ampliem o universo de compradores para seus produtos.

Em face do exposto, a empresa conta com dois cenários principais para se manter competitiva:

- i. Cenário “Instalação Atual”: permanecer na instalação atual com o mesmo portfólio de produtos, e continuar em uma posição passiva diante das forças competitivas do mercado, ou
- ii. Cenário “Instalação Nova”: mudar de localização e atualizar sua infraestrutura a fim de aumentar sua produtividade e eficiência.

Em complemento a essa mudança, poderiam ser introduzidas boas práticas de produção com vistas a obter os requisitos necessários para atuar em novos segmentos que seriam de difícil implementação na Instalação Atual.

Considerando esses cenários, será desenvolvido um estudo que buscará aferir os ganhos a ser obtidos com a possível mudança de instalação e compará-los com a situação atual. Como parte desse estudo, será apresentado o arranjo físico da Instalação Atual e um detalhamento do arranjo físico para a Instalação Nova, a fim de comparar possíveis ganhos de movimentações e otimização da ocupação da área produtiva. Em complemento, será apresentado o escopo do projeto de mudança descrito pela Estrutura Analítica do Projeto e a análise financeira para os cenários estudados.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Descrição e análise de processos industriais

Este tópico apresenta as referências teóricas sobre a análise dos processos industriais, fluxo de materiais e o arranjo físico de instalações.

2.1.1. Processos de transformação plástica

Os processos de transformação plástica são subdivididos em cinco segmentos:

- Injeção plástica: neste processo a matéria-prima é aquecida dentro do parafuso de injeção de máquinas injetoras, injetada em moldes específicos e prensadas, dando forma ao material plástico;
- Extrusão: processo no qual um cilindro de plastificação é aquecido e comprimido contra uma matriz dando forma ao produto desejado;
- Extrusão a sopro: variante do processo de extrusão, possui uma pré-forma plástica que é amolecida dentro de uma matriz onde é injetado gás pressurizado expandido a pré-forma e dando forma ao produto;
- Termoformação: consiste na formação do produto por meio da moldagem de chapas plásticas sucessivas;
- Rotomoldagem: o material plástico é colocado em um molde e levado a um forno onde o molde é girado criando uma película de material plástico que dá forma ao produto.

O processo de extrusão é a principal forma de transformação plástica com aproximadamente 60% de todo o segmento nacional, o que é devido à grande demanda por bobinas de plástico e materiais plásticos para o setor de construção civil. O subsegmento de injeção plástica representa cerca de 20% do mercado, seguido pelo processo de extrusão a sopro, com 16%, e os demais processos representam os 4% restantes do segmento (SINDIPLAST, 2011).

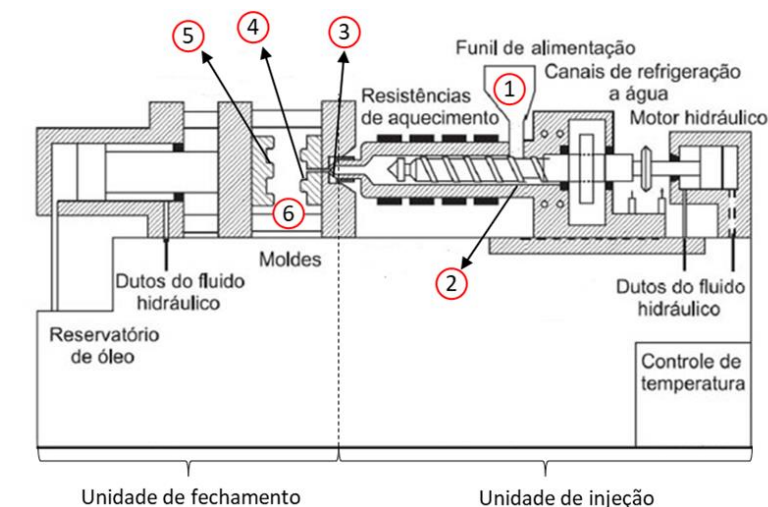
Em comparação com os demais processos, a injeção garante a conformação do material com maior qualidade e precisão nas dimensões do produto acabado. Esse processo é realizado em máquinas injetoras que operam em seis fases: abastecimento, aquecimento da matéria-

prima, injeção do material, preenchimento do material no molde, resfriamento do produto acabado e extração. Essas fases em conjunto definem o tempo de ciclo de fabricação, que varia em decorrência da matéria-prima utilizada e das características do produto a ser obtido. Este, por sua vez, é conformado em moldes que apresentam necessidades de resfriamento e pressão de fechamento distintas.

A Figura 11 ilustra uma máquina injetora genérica onde podem ser observadas duas áreas distintas, a unidade de injeção e a de fechamento. Na primeira, ocorre o abastecimento do material no funil de alimentação (fase 1), que é progressivamente liberado para o canhão de injeção; este tem resistências que vão aquecer a matéria-prima (fase 2) até que essa possa ser injetada no molde (fase 3). Após a injeção, o material é preenchido nas cavidades do molde que dará formato para o produto (fase 4). As próximas fases ocorrem na unidade de fechamento, onde o molde é prensado e posteriormente resfriado (fase 5), o correto resfriamento do molde levará a ganhos de eficiência com a diminuição do tempo de ciclo do processo. Por fim, o produto formado é extraído (fase 6), finalizando o processo de fabricação.

Os moldes de injeção são blocos de aço de tamanhos diversos de grande complexidade construtiva produzidos por meio do processo de usinagem. Para cada produto a ser produzido é necessário um molde específico que terá as características do formato da peça a ser obtida. Os moldes são constituídos por dois conjuntos, um fixo e outro móvel que receberá a pressão da máquina injetora para formar as peças desejadas. Destacam-se na estrutura do molde as cavidades onde a resina plástica injetada vai se acomodar formando a peça, os dutos de refrigeração e o sistema extrator de ejeção das peças, conforme apresentado na Figura 12

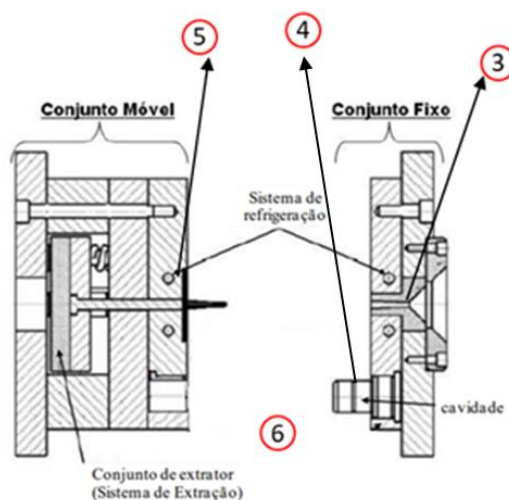
Figura 11 - Máquina injetora e fases do processo de injeção



Fonte: adaptada de Engeplas¹

¹ Disponível em: <https://www.engeplas.com.br/solucoes/moldagem.asp>. Acesso em: 07 nov. 2021.

Figura 12 - Molde de Injeção



Fonte: adaptada de Silva (2009)

2.1.2. Índice de Eficiência Global

O Índice de Eficiência Global do Equipamento (OEE – *Overall Equipment Effectiveness*) é uma ferramenta de gestão para a análise do desempenho de produção de um equipamento. Parte integrante do TPM (Manutenção Produtiva Total), o Índice de Eficiência Global fornece o percentual de desempenho do equipamento, permitindo avaliar se os padrões de produção existentes estão adequados a um padrão de desempenho pretendido com base na razão entre a produção real obtida em determinado período e a produção teórica.

Esse indicador também pode ser usado como um guia em processos de melhoria dos equipamentos, o que permite a gestão eficiente com o tratamento de prioridades a serem executadas. Seu cálculo envolve os indicadores de disponibilidade, eficiência e qualidade, dados pela Equação 1:

$$OEE = Disponibilidade \times Eficiência \times Qualidade. \quad (1)$$

- **Disponibilidade**

A disponibilidade (Equação 2) fornece a relação entre o Tempo de Carregamento (TC) (tempo total de operação para determinado período retirando-se o tempo das paradas programadas) e o Tempo de Operação (TO) (tempo de carregamento excluindo-se os tempos de perdas por paradas).

$$Disponibilidade (\%) = \frac{\text{Tempo de Operação}}{\text{Tempo de Carregamento}} \quad (2)$$

As paradas programadas são eventos de parada de produção planejadas, como manutenções preventivas de máquina e demais paradas planejadas pelo PCP.

De forma semelhante, as perdas por paradas são os eventos que provocam a parada do equipamento e que impactam negativamente a produção, como manutenção corretiva de máquina, tempo de *setup*, tempo aguardando operador, tempo para aquecimento de equipamento e demais perdas por falta de demanda ou ociosidade.

- **Eficiência**

A segunda variável do cálculo do OEE é a eficiência de produção (Equação 3), que mostra a relação percentual entre a quantidade de peças produzidas pelo equipamento no período considerado em comparação com a quantidade de peças por ciclo padrão multiplicada pelo Tempo de Operação da máquina. A eficiência de um equipamento é afetada pelas perdas de velocidade de produção e por perdas com pequenas interrupções.

$$Eficiência(\%) = \frac{\text{Peças Produzidas}}{\text{Peças por ciclo padrão} \times TO} \quad (3)$$

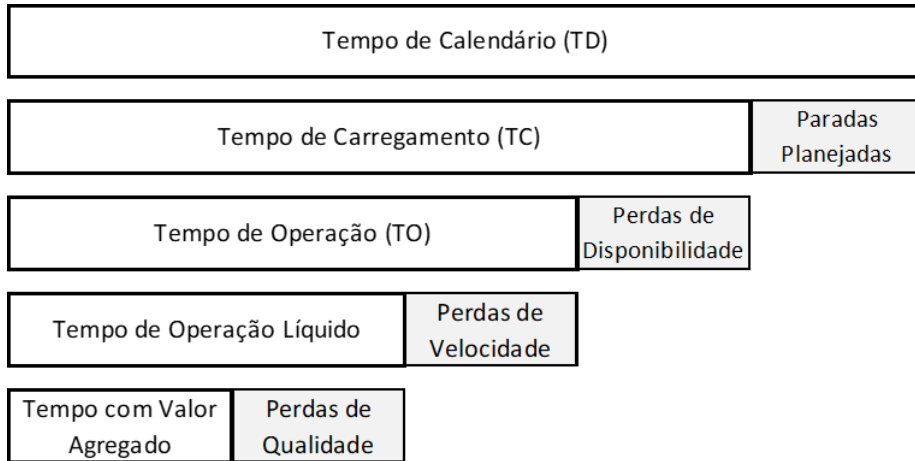
- **Qualidade**

Por fim, a última variável do cálculo do OEE (Equação 4) fornece a quantidade percentual de peças boas em relação à produção total. Por peças boas entende-se a produção final que não foi rejeitada pelo controle de qualidade e que não virou refugo.

$$Qualidade(\%) = \frac{\text{Peças produzidas} - \text{Peças refugadas}}{\text{Peças produzidas}} = \frac{\text{Peças boas}}{\text{Peças produzidas}} \quad (4)$$

Esquematicamente, o OEE é deduzido com base na Figura 13 por meio da relação entre o Tempo com Valor Agregado e o Tempo de Carregamento (TC).

Figura 13 - Classificação das perdas do OEE



Fonte: adaptada de Nakajima (1988).

O cálculo do OEE geral para um conjunto de n máquinas de uma instalação é obtido com base na Equação 5, que considera o somatório do OEE de cada máquina e a quantidade de peças padrão que se pode produzir no tempo de carregamento disponível de cada máquina.

$$OEE_{geral} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} OEE_i \times TC_i \times \text{Peças por Ciclo Padrão}_i}{\sum_{i=1}^{i=n} TC_i \times \text{Peças por Ciclo Padrão}_i} \quad (5)$$

2.1.3. Capacidade de produção

Slack et al. (2018) definem a capacidade de uma operação como o nível máximo de valor agregado em um período que o processo pode atingir sob condições operacionais normais.

Também pode ser entendida como a quantidade ou volume máximo de produtos ou serviços que podem ser produzidos em um determinado período por uma máquina ou, de maneira mais abrangente, para a empresa como um todo.

O estudo da capacidade tem o objetivo de identificar e analisar se a produção está adequada aos níveis de demanda existentes.

Trata-se de um instrumento poderoso para identificar as possíveis razões pelas quais os objetivos de vendas não estão sendo atingidos, se devido à capacidade inferior ao exigido ou se em razão de se estar produzindo abaixo da capacidade produtiva total, por exemplo.

A capacidade total de uma instalação com n máquinas pode ser deduzida com base no OEE por meio da Equação 6.

$$\text{Capacidade total da instalação} = \sum_{i=1}^{i=n} OEE_i \times TC_i \times \text{Peças por Ciclo Padrão}_i \quad (6)$$

2.1.4. Arranjo físico

A definição de um arranjo físico apropriado para um sistema de produção está diretamente relacionada com os resultados que se pretende atingir em uma operação. Segundo Slack et al. (2018), o arranjo físico pode ser entendido como a decisão sobre onde colocar as máquinas, equipamentos, mobiliário e pessoas da operação, incluindo a aparência física da instalação em sentido mais amplo. De acordo com o autor, a forma como os recursos de transformação são posicionados e as tarefas são alocadas a estes determina o padrão e a natureza de como os recursos progridem pela operação ou pelo processo.

Por outro lado, o mau planejamento do arranjo físico pode provocar perdas por conta de fluxos de movimentações muito longos ou confusos, operações inflexíveis, custos altos e uma consequente perda de eficiência.

Segundo Müther (1970), diversos ganhos podem ser obtidos com o arranjo físico projetado, entre os quais pode-se elencar:

- Segurança: o arranjo físico deve privilegiar a facilidade para o deslocamento das pessoas à área externa da instalação em situações críticas como incêndios e também contribuir para a segurança física do operador quando este estiver em atividade. Além disso, deve prever o controle de acesso de pessoas estranhas ao ambiente de produção.
- Ergonomia: a disposição apropriada dos equipamentos é base para um programa de eficiência ergonômica, o que contribui para o bem-estar dos funcionários e evita perdas ocasionadas por acidentes de trabalho.
- Movimentações: a correta ocupação dos espaços deve garantir a minimização das distâncias a ser percorridas durante a atividade produtiva de modo a propiciar ganhos de eficiência.
- Adaptação dos arranjos: deve ser prevista a possibilidade de reorganização de espaços, a fim de que possa permitir diferentes combinações.






O planejamento do arranjo físico vai permitir ganhos de curto, médio e longo prazos para a empresa, e constitui um instrumento fundamental para apoiar a estratégia competitiva das operações.

2.1.5. Fluxo de materiais

O fluxo do processo produtivo pode ser definido como a forma de representar, mediante símbolos, a sequência de etapas de um processo.

A apresentação do fluxo do processo por meio do mapa fluxograma mostra de forma simples e direta as etapas que descrevem determinado processo produtivo. Normalmente são utilizados cinco símbolos para a descrição dos processos mostrados na Figura 14: operação, transporte, inspeção, armazenagem e espera.

Figura 14 - Simbologia do fluxo do processo produtivo

Símbolo	Nome	Descrição
	Operação	Realização de trabalho ou processo com modificação das características físico-químicas
	Transporte	Deslocamento de material
	Inspeção	Inspeção de alguma etapa específica do processo
	Estocagem	Armazenamento de matéria-prima ou produto acabado
	Espera	Interrupção do fluxo, atraso no processo

Fonte: adaptada de Miyake (2018)

Muitos fatores são responsáveis pela maior ou menor eficiência dos recursos dentro de um sistema produtivo, sendo o fluxo de materiais um dos mais relevantes para que a operação atinja seus objetivos.

Para Slack et al. (2018) o arranjo físico deve proporcionar a redução da distância percorrida pelos recursos em transformação. A redução no tempo de percurso desde a chegada da matéria-prima até sua expedição como produto acabado pode ser realizada por meio da redução do fluxo de movimentação.

Uma importante ferramenta para a análise do fluxo de materiais é o conceito do Momento de Transporte (MT) apresentado na Equação 7, que estabelece a relação entre distância, frequência e o volume de material transportado em dado período. Por meio do valor encontrado, pode-se avaliar a adequação do arranjo físico às necessidades de produção.

$$MT = Distância \times Frequência \times Volume \quad (7)$$

A distância refere-se ao percurso que o material percorre. A frequência corresponde ao número de vezes que esse percurso é realizado. O volume corresponde ao peso da carga transportada. O fluxo de todas as movimentações de materiais deverá ser previsto no arranjo físico a fim de que as movimentações sejam otimizadas.

Identificados todos os fluxos de movimentações, é possível calcular o Momento de Transporte Total (MTT) representado na Equação 8.

$$MTT = \sum_{i=1}^{i=n} Distância_i \times Frequência_i \times Volume_i \quad (8)$$

2.2. Planejamento de vendas

O planejamento de vendas é um processo organizado de projeção de volumes e receitas que irão fundamentar o planejamento estratégico da empresa (Corrêa, 2018). Essa projeção pode ser feita para um período de semanas, dentro do próprio mês, ou para intervalos de tempo maiores como meses ou anos. O horizonte de planejamento vai orientar o processo de previsão de vendas e de outras funções atreladas à organização da produção como compras, estoques de matérias-primas, produtos semiacabados e acabados, bem como dimensionar os recursos e as ordens de produção.

Segundo Belhot et al. (2013), a previsão de vendas pode ser realizada por meio da abordagem qualitativa, quando não há informações suficientes sobre determinada situação, e da quantitativa, quando se prevê determinada situação futura a partir de dados e informações históricas.

O autor relaciona os métodos mais conhecidos de previsão qualitativa como sendo estudos de mercado, analogia histórica, Delphi, análise da força de vendas, júri de opinião executiva e método de cenário.

Já a abordagem quantitativa procura prever situações futuras por meio de cálculos econométricos, modelos de relações causais e séries temporais, sendo a última a mais utilizada para o planejamento e controle da produção. Na análise das séries temporais são consideradas a sazonalidade, tendência, ciclo e aleatoriedade.

A previsão quantitativa pode ser usada quando as informações históricas estão disponíveis e podem ser tratadas como dados numéricos e, ainda, quando se pode admitir que o padrão ocorrido no passado poderá ocorrer no futuro.

As séries temporais podem ser analisadas considerando-se a tendência, a sazonalidade, o ciclo e a aleatoriedade. Para as séries não estacionárias pode ser utilizada a regressão linear, e

para as séries estacionárias podem ser utilizados os métodos de média móvel, ponderada e média ponderada exponencial.

Os métodos quantitativos para o cálculo da previsão de vendas variam de empresa para empresa. Alguns gestores fazem uma abordagem intuitiva e utilizam a extrapolação linear, sazonal ou de tendência e consideram sua experiência em vez de métodos quantitativos formais. Em geral, empresas menores utilizam abordagens subjetivas, ao invés de objetivas, por não conhecerem os métodos formais de projeção ou por não desejarem investir em sistemas de previsão de vendas, decidindo por modelos ancorados em metas segundo objetivos *top-down* de conquistas de fatia de mercado por meio do aumento da penetração dos produtos existentes em seu portfólio ou pela conquista de clientes com novos produtos.

2.3. Análise econômica e financeira

Como parte da análise de viabilidade de um projeto de investimento, serão tratados os principais conceitos relacionados às informações contábeis e financeiras utilizadas neste trabalho.

2.3.1. Demonstrativo de resultado

Segundo a Equipe de Professores da FEA/USP (1993) o Demonstrativo de Resultado do Exercício (DRE), elaborado em conjunto com o Balanço Patrimonial, constitui-se em um relatório resumido das operações realizadas pela empresa durante determinado intervalo de tempo, no qual se destaca um dos valores mais importantes, o resultado líquido do período.

Por se tratar do principal demonstrativo a ser explorado nas projeções e análises de desempenho econômico da empresa, cabe identificar, em maiores detalhes, o significado dos principais grupos de contas figurantes neste demonstrativo.

Para Iudícibus e Marion (2009), a Demonstração de Resultados do Exercício é um resumo ordenado das contas e despesas da empresa em determinado período (12 meses). É apresentada de forma dedutiva (vertical), ou seja, das receitas subtraem-se as despesas e, em seguida, indica-se o resultado (lucro ou prejuízo).

- **Receita Bruta e Líquida**

A receita apresentada nesta conta corresponde ao total das vendas do período. Para se chegar à Receita Líquida, dela são subtraídos todos os valores referentes a impostos cobrados do

consumidor no momento da venda, como também devoluções de vendas (vendas canceladas por não estarem de acordo com o pedido), e abatimentos (descontos concedidos).

$$\underline{Receita Bruta - Deduções = Receita Líquida}$$

- Lucro Bruto e Custos da Mercadoria Vendida

Com base na Receita Líquida apurada são subtraídos os Custos da Mercadoria Vendida, que correspondem aos gastos de produção e incluem os custos com matérias-primas, depreciação de máquinas e demais bens de produção, energia elétrica, aluguel e mão de obra da fábrica.

$$\underline{Receita Líquida - Custos da Mercadoria Vendida = Lucro Bruto}$$

- Resultado Operacional

Do Lucro Bruto são subtraídos todos os gastos não relacionados à produção, como gastos para administrar a empresa e todos aqueles feitos para colocar o produto no mercado, incluindo comissões de vendas, propaganda, gastos do escritório, sistemas de controle e até despesas de juros pagos para a remuneração de capital de terceiros. Descontadas todas essas despesas, apura-se o Resultado Operacional.

$$\underline{Lucro Bruto - Despesas Totais = Resultado Operacional}$$

- Resultado Líquido

Após apurar o Resultado Operacional, deve-se descontar o Imposto de Renda (IR) e a Contribuição Social (CSLL) a fim de se apurar o Resultado Líquido do período.

$$\underline{Resultado Operacional - IR e CSLL = Resultado Líquido}$$

O resultado líquido é mostrado na última linha do Demonstrativo de Resultado do Exercício (Figura 15) e corresponde à sobra líquida à disposição dos sócios e acionistas.

Figura 15 - Demonstrativo de Resultado do Exercício

Receita Bruta
(-) Deduções
(=) Receita Líquida
(-) Custo da Mercadoria Vendida
(=) Lucro Bruto
(-) Despesas Totais
(=) Resultado Operacional
(-) IR e CSLL
(=) Resultado Líquido

Fonte: elaboração própria

2.3.2. Valor Presente Líquido

A apuração do valor de uma empresa pode ser realizada por diversos critérios, a depender do setor e das características inerentes ao negócio. Um dos instrumentos mais utilizados para se determinar valor às empresas é a estimativa de sua futura geração de caixa.

A partir dessa projeção, aplica-se um desconto sobre os valores futuros do fluxo de caixa, trazendo-os para o tempo presente com base em uma taxa de desconto, o que permite apurar a viabilidade econômica de um projeto na data focal em que se pretende tomar a decisão de investir. Esse método é denominado Valor Presente Líquido (VPL), e é calculado pela Equação 9.

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} \quad (9)$$

Sendo:

t : período analisado

FC_t : fluxo de caixa no período t

i : taxa de desconto a ser usada

Ross et al. (2013) concluem que o VPL é uma forma de avaliar a lucratividade de um investimento proposto de forma que o investimento em um projeto só deve ser aceito se o VPL for positivo e recusado, quando for negativo. Destaque-se que deve ser considerada uma taxa de desconto apropriada que seja igual ou superior à taxa mínima de atratividade esperada pelo investidor.

2.3.3. Fluxo de caixa

O ponto de partida para se apurar o fluxo de caixa a ser utilizado para o cálculo do VPL é o DRE. Nele estão registrados todos os eventos contábeis pelo regime de competência independentemente do seu efeito sobre o fluxo de caixa da empresa. Desse modo, a apuração do valor presente líquido de um fluxo de caixa requer que sejam feitos ajustes em algumas contas do DRE a fim de se obter as movimentações de caixa.

Figura 16 - Demonstração do fluxo de caixa

Resultado Operacional
(-) Imposto Operacional
(+) Depreciação
(-) CAPEX
(-) Variação do Capital de Giro
(=) Fluxo de Caixa

Fonte: adaptada de Serra e Wickert (2014)

Serra e Wickert (2014) afirmam que, se todos os itens do DRE sensibilizassem o caixa e toda a movimentação de caixa passasse pelo DRE, então o resultado operacional líquido seria igual ao fluxo de caixa da empresa. Porém, como não é possível garantir nenhuma dessas hipóteses, é necessário fazer ajustes ao resultado operacional líquido para calcular o fluxo de caixa como apresentado na Figura 16. Dessa forma, deve-se subtrair do resultado operacional o imposto operacional, o CAPEX² (e a variação do capital de giro, e somar a depreciação. Os três primeiros impactam negativamente o caixa, sendo que a depreciação deve ser adicionada, pois reduziu o resultado operacional apurado.

A variação do capital de giro é calculada tomando-se por referência o saldo em 31 de dezembro de cada ano das contas do ativo (caixa, contas a receber e estoques) e do passivo (contas a pagar, impostos a pagar, e salários a pagar). Apurada a diferença de valor entre o ativo e o passivo obtém-se o valor do capital de giro. A partir desse valor, calcula-se a variação através da comparação com o ano anterior.

2.3.4. Taxa de desconto

Conforme Ross et al. (2013), o desconto a ser aplicado sobre o fluxo de caixa deve ser

² CAPEX, do inglês *Capital Expenditure*, são os investimentos em bens de capital e instalações.

realizado por uma taxa apropriada de desconto ou de custo de capital. Para empresas em que parte ou a totalidade do capital investido é realizada pelos próprios donos, a definição da taxa de desconto pode ser o custo de oportunidade para os sócios, ou a remuneração da qual eles abrem mão para investir seu capital próprio na empresa. Esse custo normalmente é representado por uma taxa anual que pode ser acrescida de uma taxa de risco inerente ao negócio. Em termos práticos, pode-se adotar uma taxa mínima de atratividade (TMA), que é a taxa mínima de retorno exigida pelos sócios em um projeto de investimento.

No caso de empresas dependentes de capital de terceiros (empréstimos bancários ou títulos de dívida), o custo de capital é apurado pela ponderação das taxas efetivas que impactam essas dívidas.

2.4. Gestão de Projetos

Um Projeto é um empreendimento único com datas de início e término determinadas e que pode ser definido como um conjunto de atividades organizadas por etapas e coordenadas entre si, a fim de atingir um objetivo específico. Para que o projeto alcance seus objetivos é necessário o planejamento, a organização, a supervisão e o controle de todos os seus aspectos, em um processo contínuo, conforme definição da norma ISO 10006.

2.4.1. Estrutura Analítica do Projeto

Carvalho e Rabechini (2015) caracterizam o detalhamento do escopo do projeto como sendo a decomposição das entregas em componentes menores e de mais fácil gestão. Esse detalhamento pode ser expresso na ferramenta conhecida como Estrutura Analítica do Projeto (EAP), que informa a representação hierárquica (*top-down*) das principais atividades a serem realizadas em cada projeto.

O sequenciamento das atividades da EAP é o ordenamento lógico das etapas que, associado às precedências de cada atividade, gera o encadeamento da execução do projeto. A apresentação dessas sequências de atividades no decorrer do cronograma do projeto pode ser apresentada na forma de diagrama onde a duração planejada das atividades é visualizada em sua distribuição no tempo. Essa representação é conhecida como Gráfico de Gantt.

3. PLANEJAMENTO DAS OPERAÇÕES

Tendo em vista a inserção da empresa em um mercado competitivo, seu planejamento com foco na conquista de novos mercados e melhorias contínuas no seu processo produtivo, dois cenários se apresentam como alternativas: 1) manutenção das instalações atuais e revisão de processos internos a fim de manter-se competitiva por meio da redução de custos de produção, ou 2) a mudança de instalação para uma nova planta onde seriam incorporadas atualizações da infraestrutura produtiva com novos equipamentos que agregariam ganhos de eficiência, bem como a possibilidade da exploração de um novo segmento voltado para embalagens de cápsulas vitamínicas.

Assim, a fim de se oferecer suporte à tomada de decisão e avaliar a melhor alternativa faz-se necessária a comparação dos cenários analisados: Instalação Atual e Instalação Nova. Dessa forma, cabe mensurar a capacidade produtiva na condição de manutenção das operações ou na mudança de instalação contemplando as melhorias apontadas. Para esse fim, é necessário identificar os ativos produtivos da Embraplastic.

3.1. Descrição dos ativos produtivos

Os equipamentos que compõem o sistema de produção estão agrupados em máquinas injetoras, máquinas auxiliares à produção, utilidades de fábrica e demais equipamentos de apoio.

3.1.1. Máquinas injetoras

O grupo de equipamentos da Tabela 1 relaciona o conjunto de máquinas injetoras que formam o principal ativo produtivo da empresa. A transformação da matéria-prima em produto acabado é realizada nessas máquinas, onde a matéria-prima é aquecida por meio de resistências internas presentes no canhão de injeção das máquinas e posteriormente injetadas em moldes específicos para cada tipo de produto. Após a injeção, o produto é resfriado e extraído do molde, obtendo-se o produto acabado.

Esse grupo de máquinas ocupa o maior espaço disponível do arranjo físico da empresa na área de produção. É responsável pelo maior consumo de energia da instalação, como também é o que demanda manutenções preventivas e corretivas com maior frequência.

Figura 17 - Máquinas injetoras de pequeno porte



Fonte: elaborada pelo autor

As máquinas podem ser subdivididas conforme a dimensão do molde que ela comporta e da pressão aplicada sobre este. As máquinas de 1 a 4 trabalham com moldes de pequena dimensão, as máquinas 14, 15 e 16 trabalham apenas com moldes de grande porte e as demais comportam moldes pequenos ou médios.

Tabela 1 - Máquinas injetoras

Máquinas	Tensão (V)	Potência (W)	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Altura (mm)
Injetora 01	220	22.080	4.000	1.352	1.755
Injetora 02	220	22.080	4.000	1.352	1.755
Injetora 03	380	22.080	4.654	1.435	2.255
Injetora 04	380	22.080	4.654	1.435	2.255
Injetora 05	220	39.000	4.400	1.428	2.155
Injetora 06	220	33.000	4.400	1.428	2.155
Injetora 07	220	33.000	4.400	1.478	2.155
Injetora 08	220	31.100	5.000	1.350	2.000
Injetora 09	220	42.400	5.572	1.605	2.100
Injetora 10	220	29.400	5.880	1.260	2.350
Injetora 11	220	36.800	6.400	1.350	2.350
Injetora 12	220	36.800	6.400	1.350	2.450
Injetora 13	220	48.200	6.158	1.550	4.450
Injetora 14	380	208.000	7.540	1.920	2.473
Injetora 15	220	184.000	7.540	1.920	2.290
Injetora 16	220	198.000	7.540	1.920	2.290

Fonte: elaborada pelo autor

3.1.2. Máquinas auxiliares para a produção

Este grupo de equipamentos apresentados na Tabela 2 são utilizados para a preparação da matéria-prima, como é o caso dos misturadores e das estufas que vão homogeneizar e preaquecer a resina e o *masterbatch* (resina pigmentadora).

Há também os equipamentos auxiliares do processo de injeção como o controlador de câmara quente, responsável por regular a temperatura das resistências das máquinas injetoras, evitando a formação de rebarbas em excesso na obtenção do produto acabado.

Por último, as máquinas de montagem vão finalizar a produção semiacabada dos produtos da linha *disctop*, composta por um corpo e uma sobretampa, e concluir o processo de montagem.

Tabela 2 - Máquinas auxiliares

Equipamentos e Máquinas	Tensão (V)	Potência (W)
Estufa de Preparação 1	220	6250
Estufa de Preparação 2	220	6250
Misturador 1	220	2200
Misturador 2	220	850
Controlador de Câmara Quente 1	220	26400
Controlador de Câmara Quente 2	220	26400
Controlador de Câmara Quente 3	220	26400
Controlador de Câmara Quente 4	220	26400
Controlador de Câmara Quente 5	220	26000
Controlador de Câmara Quente 6	220	26000
Controlador de Câmara Quente 7	220	26000
Controlador de Câmara Quente 8	220	26000
Máquina de Montagem 1	220	8500
Máquina de Montagem 2	220	8500

Fonte: elaborada pelo autor

Figura 18 - Estufas de preparação e misturador



Fonte: elaborada pelo autor

3.1.3. Ferramentaria

Os equipamentos da ferramentaria (Tabela 3) são utilizados para a manutenção dos moldes de injeção e das máquinas injetoras. Eles possibilitam também a criação de peças de uso específico para os moldes e máquinas.

Tabela 3 - Máquinas da ferramentaria

Equipamentos	Tensão (V)	Potência (W)
Fresadora	220	7500
Torno	220	6000
Torno CNC	220	5000
Eletroerosão	220	4800
Retífica Plana	220	9000
Retífica Cilíndrica	220	9000
Serra de Corte	220	3500
Furadeira	220	4000

Fonte: elaborada pelo autor

3.1.4. Utilidades da fábrica

As utilidades da fábrica mostradas nas Tabelas 4 e 5 são compostas pelos equipamentos do sistema de refrigeração, pelo sistema de ar comprimido e pela infraestrutura elétrica. O sistema de refrigeração é constituído pelos *chillers*, que mantêm o resfriamento dos moldes de injeção em uma temperatura preestabelecida. Como auxiliar desse equipamento, há uma torre de refrigeração que irá resfriar a água do processo produtivo para a temperatura ambiente. As bombas elétricas fornecem pressão para o fluxo da água de refrigeração pelos dutos da fábrica. O sistema de ar comprimido é composto pelos compressores, pelo reservatório de ar (pulmão reservatório) e por filtros secadores e eliminadores de óleo.

Completando as utilidades da fábrica, há a infraestrutura elétrica, representada pelas cabines primária e secundária, pelo gerador e pelo quadro geral de distribuição. A cabine primária recebe a energia elétrica de alta tensão (13.8 KV) da transmissora de energia e a transfere para a cabine secundária. Esta é formada pelos transformadores, que converterão a energia de alta tensão para baixa tensão (220 V ou 380 V). O quadro geral distribui a energia para toda a instalação. Em caso de interrupção no fornecimento de energia, a empresa conta com um gerador a diesel capaz de manter o fornecimento.

Tabela 4 - Infraestrutura de produção

Equipamentos	Tensão (V)	Potência (W)
<i>Chiller 1</i>	220	35000
<i>Chiller 2</i>	220	22200
Torre de Refrigeração	220	3700
Bomba elétrica 1	220	11000
Bomba elétrica 2	220	11000
Compressor	220	11000
Compressor	220	15000
Pulmão Reservatório	220	400
Secador e Purgador	220	800

Fonte: elaborada pelo autor

Tabela 5 - Infraestrutura elétrica

Equipamentos	Tensão (V)	Potência (KVA)
Cabine Primária	13800	1250
Transformador	13800 para 220	500
Transformador	13800 para 220	750
Transformador	220 para 380	120
Gerador	220 e 380	270
Quadro Geral de Distribuição	220 e 380	-

Fonte: elaborada pelo autor

A cabine primária, com potência suficiente para até 1250 KVA, é adequada para atender às necessidades de consumo de energia de todos os equipamentos elétricos da fábrica em carga máxima.

Figura 19 - Equipamentos do sistema de refrigeração: bomba, torre de refrigeração e *chillers*



Fonte: site da empresa Korper³

3.1.5. Demais equipamentos de apoio

O último grupo consiste nos equipamentos de apoio à produção, formados pelas talhas, moinhos e empilhadeiras apresentados na Tabela 6.

As talhas são equipamentos de apoio usados para a retirada e elevação dos moldes de injeção das máquinas injetoras e apresentam capacidades por tonelagem que atendem aos diferentes tipos de molde. Os moinhos são usados para triturar o material de refugo do processo

³ Disponível em: <http://www.korper.com.br/produtos/#>. Acesso em: 17 out. 2021.

produtivo. Finalmente, a empilhadeira é utilizada para a estocagem do produto acabado nos porta *pallets*.

Tabela 6 - Equipamentos de apoio

Equipamentos	Tensão (V)	Potência (W)
Talha 1T	220	1650
Talha 3T	220	3700
Talha 5T	220	7350
Moinho 1	220	3700
Moinho 2	220	3700
Moinho 3	220	3700
Empilhadeira	220	5000

Fonte: elaborada pelo autor

3.2. Estudo da capacidade em função da produtividade

Com o objetivo de comparar a capacidade entre os dois cenários, será calculado o Índice de Eficiência Global de produção (OEE) para a Instalação Atual e para a Instalação Nova. A capacidade produtiva também será comparada a fim de se avaliar se a demanda futura poderá suportar a expansão das vendas.

3.2.1. Estudo da capacidade para o cenário da Instalação Atual

Para analisar a capacidade da Instalação Atual é necessário primeiramente calcular o OEE e compreender os grupos de perdas que influenciam o seu cálculo. O primeiro grupo é formado pelas perdas de disponibilidade do equipamento, que são aquelas que não foram planejadas e impactam negativamente o tempo de operação. Exemplos dessas perdas são manutenções corretivas, *setup*, tempo aguardando operador, tempo aguardando manutenção e falta de demanda. O segundo grupo refere-se às perdas de eficiência das máquinas causadas por redução de velocidade de produção e por pequenas interrupções. O último grupo são as perdas de qualidade decorrentes de refugos e retrabalhos no processo produtivo.

Nakajima (1988) estabelece um paralelo entre medicina preventiva e a manutenção preventiva de um equipamento. Segundo esse autor, a manutenção preventiva diminui o número de paradas e eleva a vida útil de um equipamento; de forma semelhante, a medicina preventiva reduz a probabilidade de danos à saúde das pessoas. Assim, uma vez identificado o componente

responsável pelo pior desempenho de determinada máquina, a equipe de gestão de produção poderá realizar um plano de ação e de melhorias contínuas com vistas ao aprimoramento da produtividade do equipamento.

Conhecidas as perdas, pode-se apurar o OEE com base na multiplicação de seus três componentes conforme a Equação 1. A Tabela 7 apresenta os valores para o cálculo do OEE por máquina injetora no cenário da Instalação Atual, onde é possível visualizar a diferença de eficiência global entre as máquinas e identificar qual componente deverá ser objeto de maior atenção por parte da equipe de gestão da produção.

É possível observar que o conjunto de máquinas com maior índice de disponibilidade (14, 15, 16) tem como característica o fato de ser mais novo e dispor de um plano de manutenção preventiva mais frequente, o que demanda menos manutenções corretivas e consequentemente maior disponibilidade para a operação e também um melhor índice de qualidade. Por outro lado, as máquinas mais antigas (10, 11, 12, 13) sofrem mais intervenções corretivas, o que as torna menos disponíveis para produção em comparação com as outras máquinas.

De forma semelhante ao cálculo por máquina, pode-se obter o valor do OEE para o total da instalação conforme a Equação 5.

$$OEE_{\text{Instalação Atual}} = 51,95 \%$$

Conhecidos os dados de produtividade apresentados pelo OEE das máquinas, é possível calcular a capacidade da Instalação Atual por meio da Equação 6.

$$\textit{Capacidade total Instalação Atual} = 232.934 \textit{ peças aprovadas /turno}$$

Tabela 7 - Cálculo do OEE para o cenário da Instalação Atual

Máquina	Tempo de Calendário (h/turno)	Σ Tempos Paradas Planejadas (h/turno)	Tempo de Carregamento (h/turno)	Σ Tempos Perdas por Paradas (h/turno)	Tempo de operação (h/turno)	Disponibilidade	Tempo Ciclo Padrão (peças/hora)	Produção Teórica (peças/turno)	Produção Real (peças/turno)	Eficiência	Produção Aprovada (peças/turno)	Qualidade	OEE
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	F = (E/C)	(G)	(H)	(I)	J = (I/H)	K	L = (K/I)	M = (F x J x L)
01	9,80	0,89	8,91	2,00	6,91	77,5%	3800	26240	18550	70,7%	17252	93,0%	51,0%
02	9,80	0,89	8,91	2,00	6,91	77,5%	3800	26240	18710	71,3%	17405	93,0%	51,4%
03	9,80	0,89	8,91	2,00	6,91	77,5%	3800	26240	18380	70,0%	17141	93,3%	50,6%
04	9,80	0,89	8,91	2,00	6,91	77,5%	3800	26240	18900	72,0%	17727	93,8%	52,4%
05	9,80	0,89	8,91	2,00	6,91	77,5%	3200	22097	15710	71,1%	14564	92,7%	51,1%
06	9,80	0,89	8,91	2,00	6,91	77,5%	3200	22097	15860	71,8%	14643	92,3%	51,4%
07	9,80	0,89	8,91	2,00	6,91	77,5%	3200	22097	15450	69,9%	14269	92,4%	50,1%
08	9,80	0,89	8,91	2,00	6,91	77,5%	3200	22097	15630	70,7%	14512	92,8%	50,9%
09	9,80	0,91	8,89	2,11	6,78	76,3%	3000	20345	14520	71,4%	13110	90,3%	49,1%
10	9,80	0,91	8,89	2,11	6,78	76,3%	2800	18989	11820	62,2%	10625	89,9%	42,7%
11	9,80	0,91	8,89	2,11	6,78	76,3%	2800	18989	12680	66,8%	11483	90,6%	46,1%
12	9,80	0,91	8,89	2,11	6,78	76,3%	2800	18989	12130	63,9%	10709	88,3%	43,0%
13	9,80	0,91	8,89	2,11	6,78	76,3%	3000	20345	13520	66,5%	12156	89,9%	45,6%
14	9,80	0,94	8,86	1,32	7,54	85,1%	2400	18100	14750	81,5%	14041	95,2%	66,0%
15	9,80	0,94	8,86	1,32	7,54	85,1%	2400	18100	14820	81,9%	14128	95,3%	66,4%
16	9,80	0,94	8,86	1,32	7,54	85,1%	3200	24134	19980	82,8%	19169	95,9%	67,6%

Fonte: elaborada pelo autor

3.2.2. Estudo da capacidade para o cenário da Instalação Nova

O Índice de Eficiência Global para o cenário da Instalação Nova apresenta similaridades com a Instalação Atual quando comparados os índices de eficiência e qualidade, pois não há, a priori, evidências empíricas que possam embasar a melhora desses índices.

No entanto, é esperado que com a mudança para a Instalação Nova sejam obtidos ganhos relacionados com a nova infraestrutura de refrigeração. Este ganho está relacionado com o melhor resfriamento dos moldes de injeção, o que possibilitará a redução do tempo de ciclo das máquinas, implicando aumento da quantidade de peças produzidas.

Segundo Leite (2011), o ganho com um sistema de refrigeração devidamente dimensionado pode chegar a 15%. Como estimativa conservadora, foi considerado um ganho de 5% de redução de tempo de ciclo na projeção do índice de eficiência para a Instalação Nova.

Vale ressaltar que o melhor resfriamento dos moldes deverá levar também a ganhos de qualidade com a diminuição de refugos e de peças defeituosas; entretanto, esses possíveis ganhos não foram considerados em razão da inexistência de procedimento experimental que embase essa inferência.

A Tabela 8 apresenta o detalhamento do OEE por máquina para o projeto da Instalação Nova. De forma análoga ao cálculo do OEE por máquina, pode-se obter o OEE para o total da Instalação Nova conforme a Equação 5.

$$OEE_{\text{Instalação Nova}} = 52,50 \%$$

Uma vez apurados os valores do OEE, será calculado o valor da capacidade produtiva da instalação por meio da Equação 6.

$$\text{Capacidade total Instalação Nova} = 247.149 \text{ peças aprovadas /turno}$$

Tabela 8 - Cálculo do OEE cenário para o cenário da Instalação Nova

Máquina	Tempo de Calendário (h/turno)	Σ Tempos Paradas Planejadas (h/turno)	Tempo de Carregamento (h/turno)	Σ Tempos Perdas por Paradas (h/turno)	Tempo de operação (h/turno)	Disponibilidade	Tempo Ciclo Padrão (peças/hora)	Produção Teórica (peças/turno)	Produção Real (peças/turno)	Eficiência	Produção Aprovada (peças/turno)	Qualidade	OEE
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	F = (E/C)	(G)	(H)	(I)	J = (I/H)	K	L = (K/I)	M = (F x J x L)
01	9,80	0,89	8,91	1,93	6,98	78,4%	3990	27851	19689	70,7%	18311	93,0%	51,5%
02	9,80	0,89	8,91	1,93	6,98	78,4%	3990	27851	19859	71,3%	18474	93,0%	52,0%
03	9,80	0,89	8,91	1,93	6,98	78,4%	3990	27851	19509	70,0%	18194	93,3%	51,2%
04	9,80	0,89	8,91	1,93	6,98	78,4%	3990	27851	20061	72,0%	18816	93,8%	52,9%
05	9,80	0,89	8,91	1,93	6,98	78,4%	3360	23454	16675	71,1%	15458	92,7%	51,7%
06	9,80	0,89	8,91	1,93	6,98	78,4%	3360	23454	16834	71,8%	15542	92,3%	51,9%
07	9,80	0,89	8,91	1,93	6,98	78,4%	3360	23454	16399	69,9%	15145	92,4%	50,6%
08	9,80	0,89	8,91	1,93	6,98	78,4%	3360	23454	16590	70,7%	15403	92,8%	51,5%
09	9,80	0,91	8,89	2,04	6,86	77,1%	3150	21599	15415	71,4%	13918	90,3%	49,7%
10	9,80	0,91	8,89	2,04	6,86	77,1%	2940	20159	12548	62,2%	11280	89,9%	43,1%
11	9,80	0,91	8,89	2,04	6,86	77,1%	2940	20159	13461	66,8%	12190	90,6%	46,6%
12	9,80	0,91	8,89	2,04	6,86	77,1%	2940	20159	12877	63,9%	11369	88,3%	43,5%
13	9,80	0,91	8,89	2,04	6,86	77,1%	3150	21599	14353	66,5%	12905	89,9%	46,1%
14	9,80	0,94	8,86	1,26	7,61	85,8%	2520	19173	15624	81,5%	14873	95,2%	66,6%
15	9,80	0,94	8,86	1,26	7,61	85,8%	2520	19173	15699	81,9%	14966	95,3%	67,0%
16	9,80	0,94	8,86	1,26	7,61	85,8%	3360	25565	21164	82,8%	20305	95,9%	68,2%

Fonte: elaborada pelo autor

3.2.3. Análise comparativa da capacidade anual nos dois cenários

Para o dimensionamento da capacidade anual das instalações, serão definidas as premissas usadas para sua elaboração:

- Produção em turno único: produção em um único turno de 9,8 horas de segunda a sábado.
- Produção intermediária: produção em um turno de 9,8 horas de segunda a sábado com a adição de um segundo turno, de 9,8 horas, de segunda a sábado, no segundo semestre, com o funcionamento de 50% do total de máquinas. Este cenário é o que a empresa pratica atualmente.
- Produção em dois turnos com 50% das máquinas no segundo turno: produção em dois turnos de 9,8 horas de segunda a sábado, sendo o segundo com o funcionamento de 50% das máquinas nos dois semestres.
- Produção em dois turnos: produção em dois turnos de 9,8 horas de segunda a sábado com funcionamento de todas as máquinas.

Tabela 9 - Capacidade anual de produção

Premissa	Capacidade Produtiva Anual		Δ Incremental
	Instalação Atual	Instalação Nova	
Produção em 1 Turno	72.675.537	77.110.546	6,1%
Produção intermediária	90.844.421	96.388.182	6,1%
Produção em 2 Turnos (com 50% no 2º Turno)	109.013.305	115.665.818	6,1%
Produção em 2 Turnos	145.351.074	154.221.091	6,1%

Fonte: elaborada pelo autor

Conforme demonstrado na Tabela 9, nota-se que a capacidade da Instalação Nova é 6,1% superior à da Instalação Atual. Outra constatação importante é o fato de a Embraplastic estar produzindo abaixo de sua capacidade potencial. Considerada a produção prevista para 2021 (83,3 milhões), a empresa opera com ociosidade de 8,2% na premissa de produção intermediária e 13,5% para mesma premissa na Instalação Nova.

Se considerada a produção em 2 turnos, a empresa opera com ociosidade de 42,6% para o cenário da Instalação Atual e 46,0% para o cenário da Instalação Nova.

3.3. Sistema de produção

Em uma indústria, os fatores de produção (máquinas, matéria-prima e energia) são consumidos e transformados em produtos acabados dentro de um sistema produtivo. Com base nesse processo, um sistema de produção pode ser compreendido em três fluxos distintos e interrelacionados, sendo eles: fluxos físicos de materiais, fluxos de produtos acabados e fluxos de informação.

Os fluxos físicos de produção são dependentes dos limites estabelecidos pela capacidade do sistema produtivo, fator restritivo do volume de produção que se deseja atingir. A capacidade de tratamento das informações do sistema também pode ser um fator limitante da produção e, por isso, deve merecer gestão e controle adequados. A gestão eficiente do fluxo de informações se soma aos fluxos físicos e de bens acabados para que o sistema como um todo atinja os resultados esperados.

3.3.1. Macroprocessos da Embraplastic

A produção da empresa é do tipo puxada no qual cada processo “puxa” a etapa anterior sendo que o início do processo produtivo ocorre a partir da demanda dos clientes que vão fornecer os *inputs* básicos para a produção: produto, cor do produto, quantidade e prazo de entrega.

Diferentemente da produção empurrada, em que o início do processo produtivo é planejado com base em uma previsão de demanda, a produção puxada considera o conceito da produção *just in time*, em que o modo de produzir é realizado com base na quantidade e no momento que o cliente deseja. São também características da produção puxada a agilidade para atender à demanda, níveis de estoques reduzidos e encurtamento do *lead time* do processo.

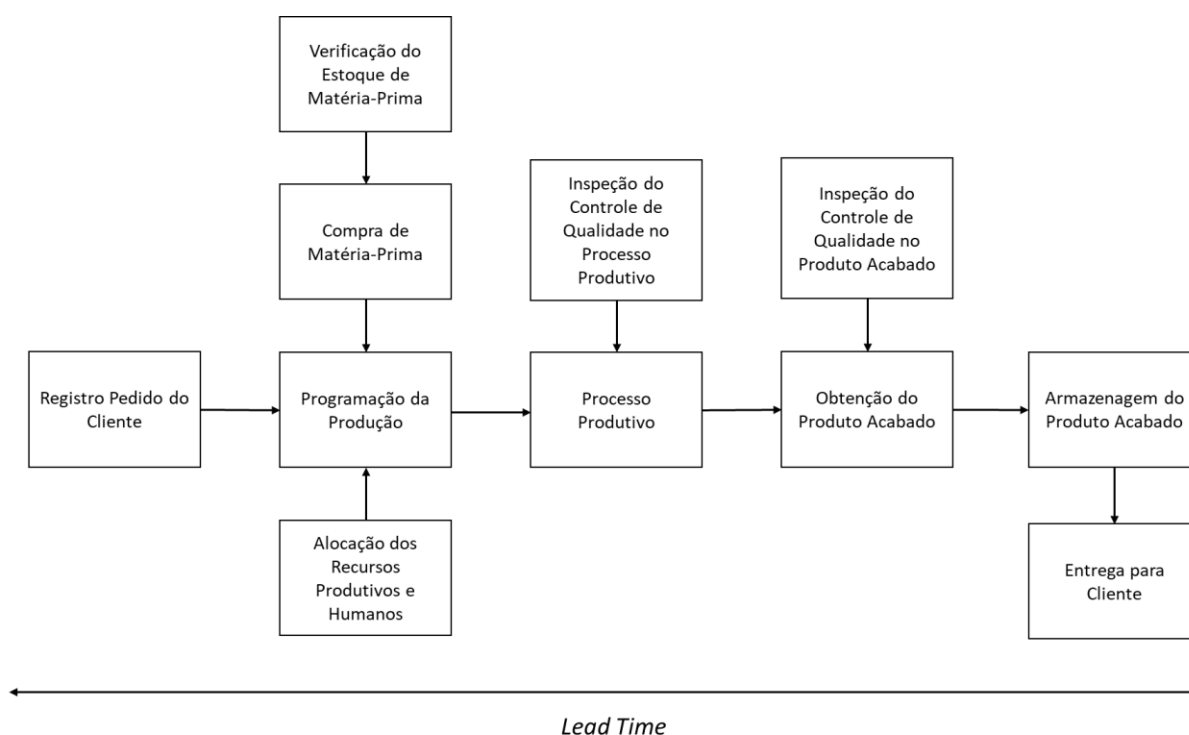
A Figura 20 mostra a sequência de atividades desde o registro do pedido do cliente até a entrega do produto acabado. Após o pedido ser gerado, ele é transferido para a programação de produção que vai determinar a quantidade de matéria-prima que deve ser comprada, bem como quais recursos produtivos serão alocados para essa produção. Neste momento também será definida a equipe de operadores que atuará no processo.

Com base no pedido, o gestor de produção inserirá os dados no sistema de Planejamento de Necessidades de Materiais (MRP), que vai definir a ordem de produção conforme os parâmetros estipulados no pedido.

Com a ordem de produção definida, o pedido poderá ser executado, iniciando o processo produtivo que terá como saída o produto acabado. Nessas etapas o controle de qualidade atuará para garantir a conformidade do processo produtivo e do produto acabado.

A conclusão do processo de produção levará o produto acabado ao estoque, sendo a etapa seguinte a entrega do produto ao cliente. O tempo decorrido entre o pedido e a entrega do produto é chamado de *lead time* do processo e este é variável para cada tipo de pedido e produto.

Figura 20 - Sequência de atividades das macro-operações



Fonte: elaborada pelo autor

3.3.2. Insumos de produção e seu aproveitamento

Os insumos de produção tratados neste tópico referem-se exclusivamente às matérias-primas utilizadas no processo de injeção plástica. A matéria-prima mais consumida no processo produtivo, apresentada na Figura 22, é o polipropileno (PP), resina polimérica constituída de monômeros derivados do petróleo que corresponde a mais de 90% dos insumos, seguido pelo polietileno (PE), pela resina termoplástica ABS e pelo polietileno de alta densidade (PEAD), formado pela copolimerização de 3 monômeros distintos que promove uma resina resistente à impactos e esforços de tração e abrasão.

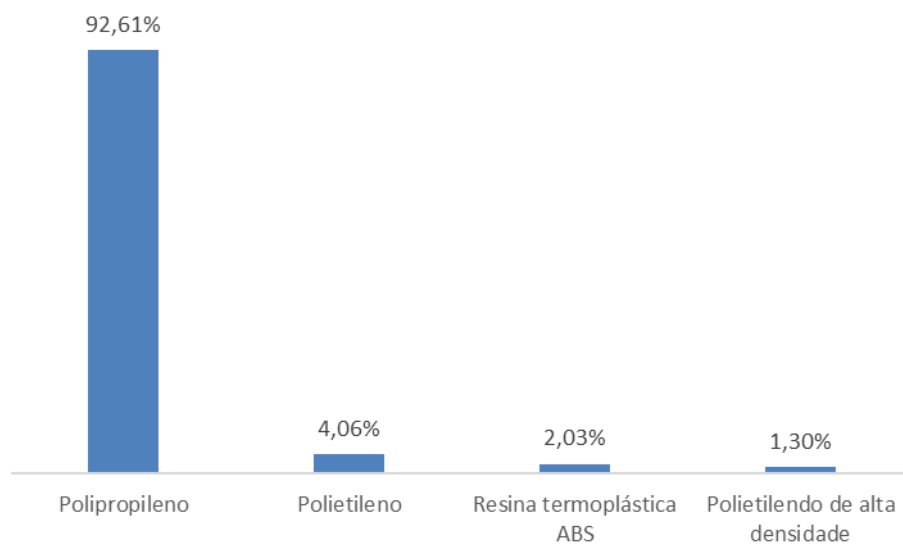
Figura 21 - Resina polimérica



Fonte: elaborada pelo autor

As resinas se apresentam na forma granular, o que facilita seu transporte e a homogeneização do produto com o material pigmentador. O material pigmentador, também conhecido como *masterbatch*, é também uma resina polimérica com a adição de corante. Para cada cor e tonalidade de um produto é necessário a adição de um *masterbatch* específico a uma determinada porcentagem em relação à resina polimérica.

Figura 22 - Insumos de produção

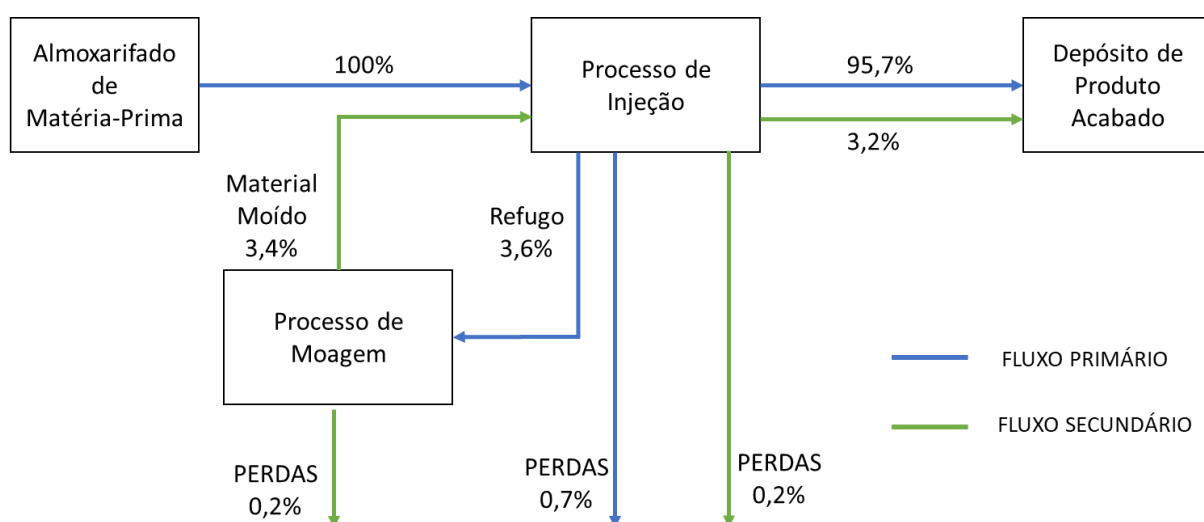


Fonte: elaborada pelo autor

No processo produtivo, a cada 100% da matéria-prima colocada no sistema, 98,9% é efetivamente transformada em produto acabado e 1,1% se torna perda irre recuperável de material, tornando-se sucata do processo. O fluxo de produção apresentado na Figura 23 é composto do fluxo primário do processo, em linha azul, onde a cada 100% da matéria-prima inserida no sistema, 95,7% se transforma em produto acabado, 3,6% é convertido em refugo que será reaproveitado após passar pelo processo de moagem e 0,7% se torna perda do processo.

O fluxo secundário do sistema é caracterizado pelo aproveitamento do material de refugo; a cada 3,6% do material, 0,2% se transforma em perda no processo de moagem e 3,4% retorna para o processo produtivo, resultando em 3,2% de produto acabado e mais 0,2% de perdas no processo produtivo na forma de sucata.

Figura 23 - Fluxograma macro do fluxo de materiais



Fonte: elaborada pelo autor

3.4. Arranjo físico

Tendo em vista a importância do planejamento de um arranjo físico eficiente, traduzido como seguro, ergonomicamente adequado, facilitador das movimentações e flexível para reorganização da ocupação dos espaços, deve-se avaliar o arranjo físico da Instalação Atual e o projeto de um novo arranjo físico para o caso de a empresa decidir pela mudança de instalação.

3.4.1. Arranjo físico da Instalação Atual

A fábrica atual ocupa um terreno de 2294 m² e uma área construída de 2250 m² e se organiza em três pisos: acesso, produção e administração e infraestrutura. A área de produção ocupa o maior espaço físico da instalação com 786 m². Nesse espaço estão dispostas as 16 máquinas injetoras e as máquinas de montagem, principais ativos produtivos da empresa. As áreas auxiliares da área de produção (almoxarifado, ferramentaria, manutenção, preparação de matéria-prima, moagem, controle de qualidade e estoque), ocupam 948 m².

O piso de acesso (Figura 24) ilustra o espaço ocupado pelas áreas de Recepção, Compras, Financeiro e também pela área de entrada de energia elétrica de alta tensão constituída pela cabine primária da empresa. Há também o gerador de energia localizado nesse piso, que conta ainda com uma área de estacionamento para veículos.

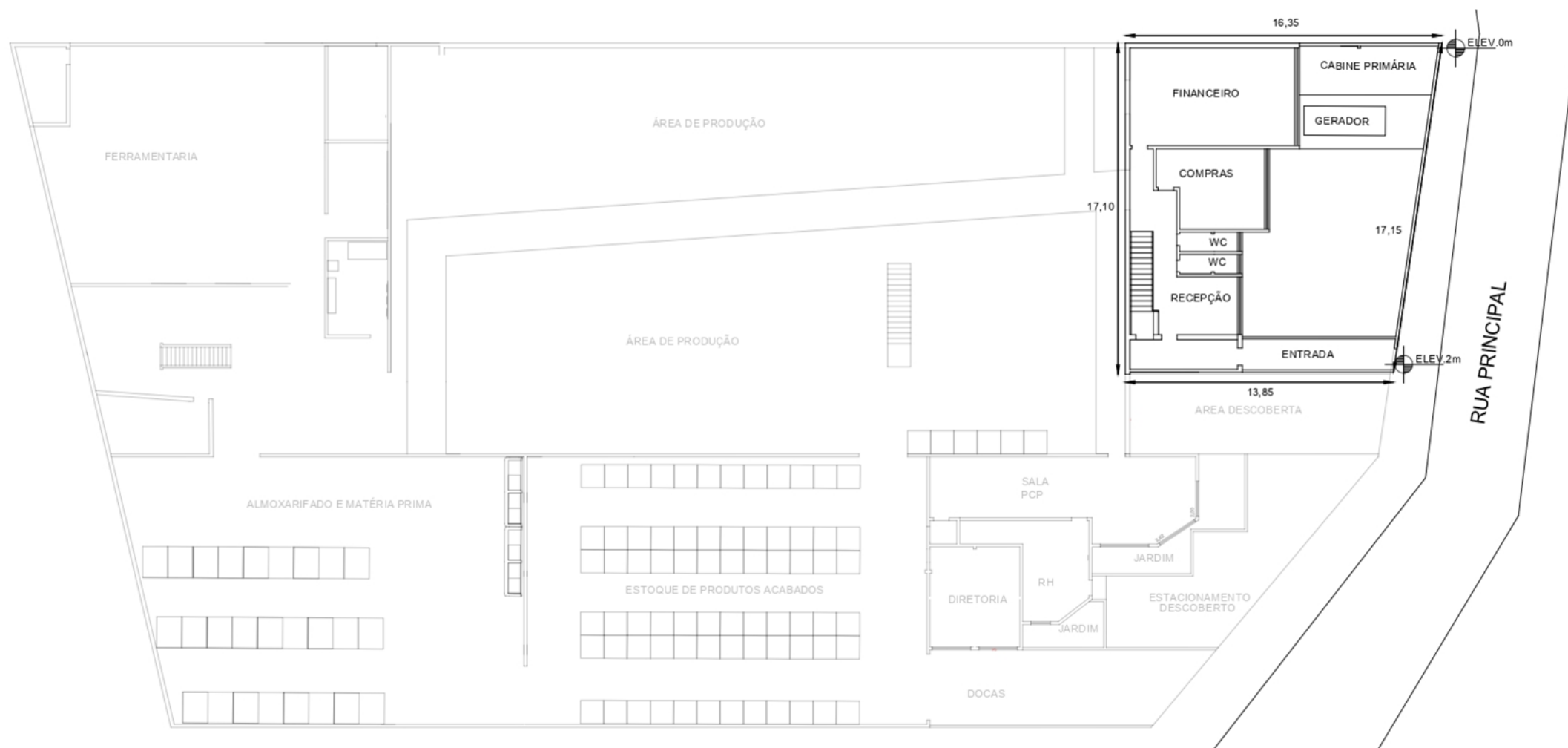
O próximo piso (Figura 25) é ocupado pelas áreas de produção, almoxarifado de matéria-prima, estoque de produtos acabados, ferramentaria, manutenção, preparação de matéria-prima, controle de qualidade, refeitório, área administrativa, docas e um segundo estacionamento. A cabine secundária com os transformadores de 220V e 380V está localizada nesse piso.

O piso de infraestrutura (Figura 26) concentra os equipamentos de refrigeração compostos pelos *chillers* de água gelada, pela torre de refrigeração e pelo equipamento de ar comprimido. Os *chillers* garantem a refrigeração dos moldes a temperaturas entre 6°C a 14°C; a torre de refrigeração reduz a temperatura do óleo das máquinas injetoras, que devem trabalhar com média de 65°C. Já o ar comprimido é utilizado nos sistemas pneumáticos das máquinas.

A infraestrutura de dutos dedicada aos sistemas de refrigeração e ar comprimido é representada na Figura 27, na qual é possível identificar o percurso dessas tubulações desde a saída desses equipamentos do piso de infraestrutura até a chegada nas máquinas injetoras no piso de produção. Esses dutos formam um sistema fechado e são constituídos de canos de PCV de 3 polegadas para o sistema de refrigeração de água e de canos de aço inoxidável de 1 polegada para o sistema de ar comprimido.

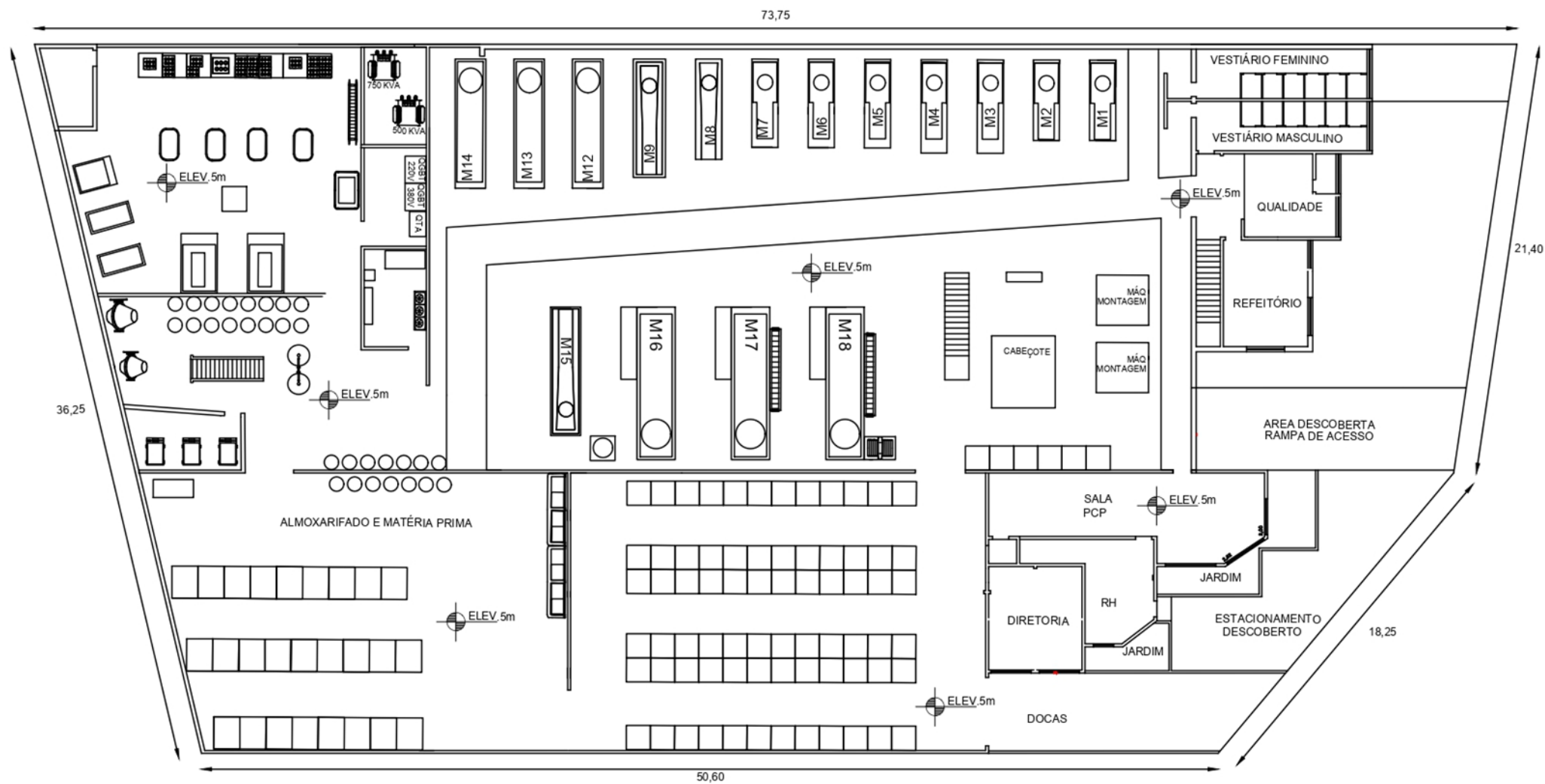
A diferença de nível e o longo percurso dos dutos entre o bombeamento dos fluidos até a chegada às máquinas geram uma maior perda de carga, o que requer maior pressão no bombeamento nos dutos, impactando negativamente a eficiência energética. É necessário salientar também que o uso do PVC para o sistema de refrigeração não é recomendável por causa da possível contaminação da água do processo industrial e por não ser adequado às boas práticas de fabricação e de certificações.

Figura 24 - Arranjo físico do piso de acesso da Instalação Atual



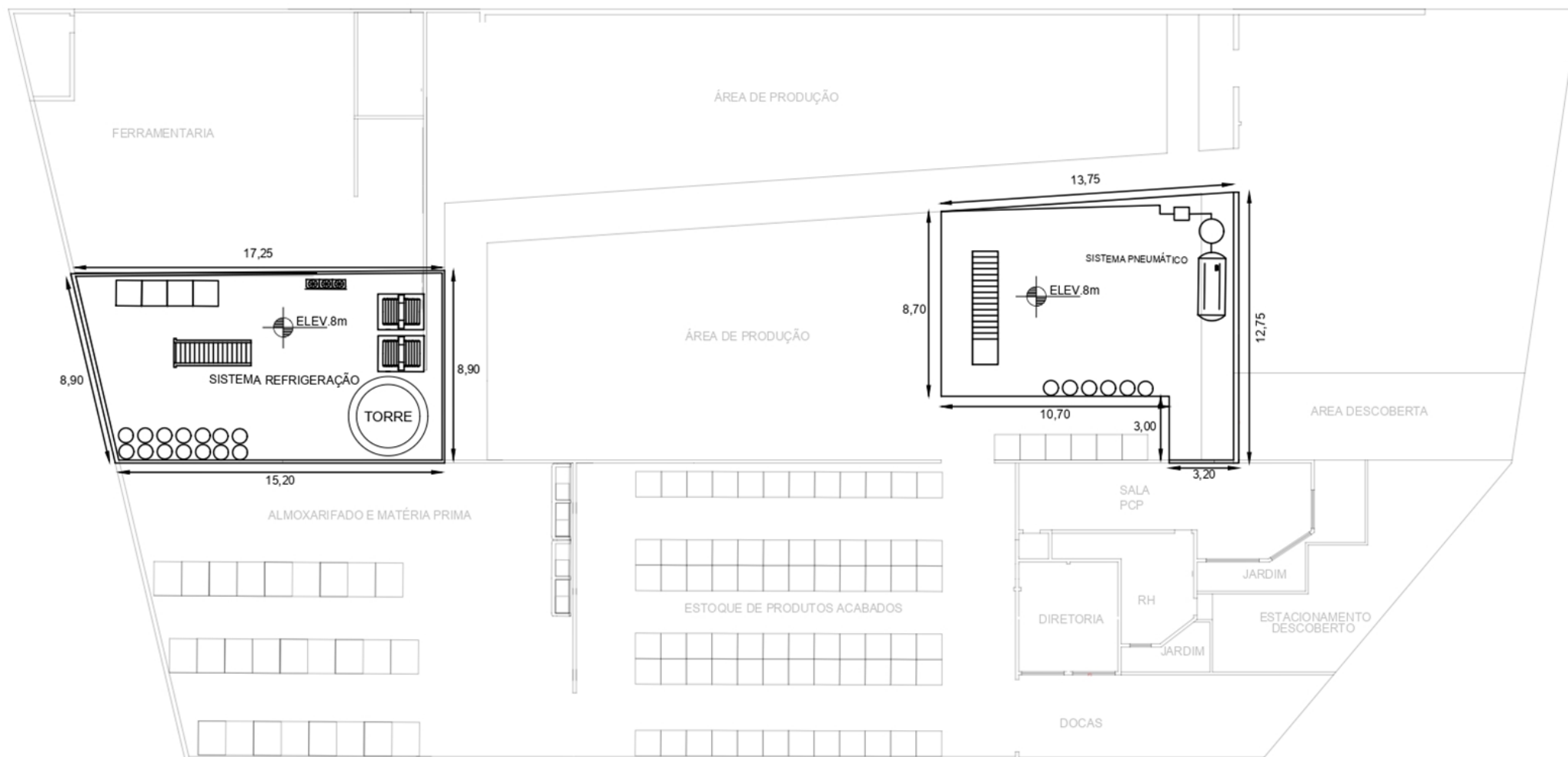
Fonte: elaborada pelo autor

Figura 25 - Arranjo físico do piso de produção da Instalação Atual



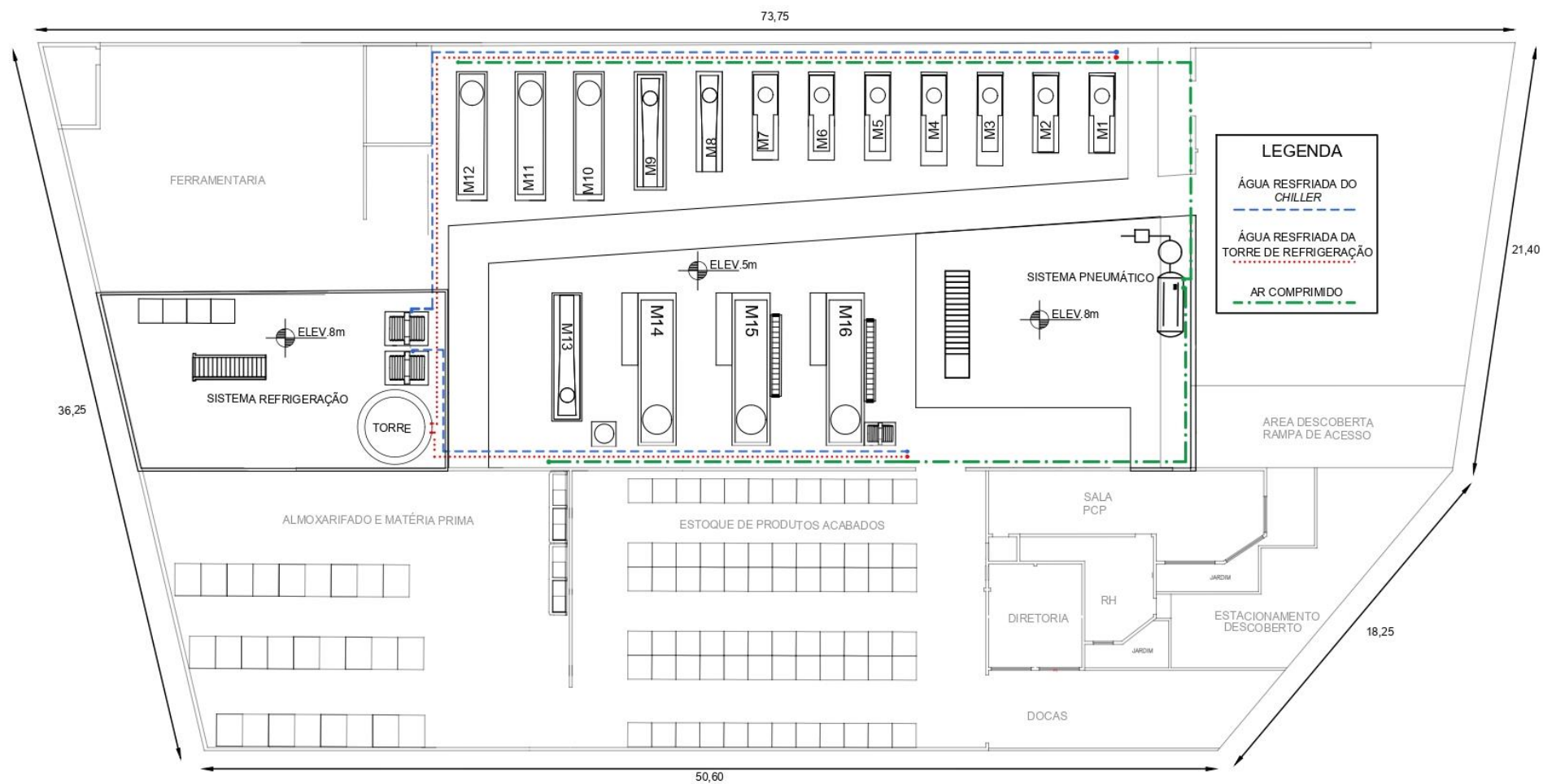
Fonte: elaborada pelo autor

Figura 26 - Arranjo físico do piso de infraestrutura da Instalação Atual



Fonte: elaborada pelo autor

Figura 27 - Infraestrutura de dutos da Instalação Atual



Fonte: elaborada pelo autor

3.4.2. Planejamento do arranjo físico para o cenário da Instalação Nova

Como parte do estudo para a possível mudança de instalação da empresa, será elaborado um novo arranjo físico para a ocupação de um novo espaço. Para isso será dimensionada a área necessária para o estoque de matéria-prima, área de produção e para as demais áreas constituintes da fábrica.

Müther (1970) expõe os objetivos básicos de um arranjo físico:

- Integração conjunta de todos os fatores que afetam o arranjo físico
- Movimentação dos materiais de acordo com distâncias mínimas
- Circulação do trabalho através da planta
- Utilização efetiva de todo o espaço disponível
- Satisfação e segurança dos trabalhadores
- Flexibilidade de ordenação para facilitar qualquer rearranjo

Tomando por base esses objetivos, foram propostos para o novo arranjo físico as recomendações para a área de produção a fim de minimizar as movimentações, integrar essa área às áreas de apoio, facilitar a circulação e segurança dos operadores.

3.4.2.1. Dimensionamento da área de estoque para o cenário da Instalação Nova

Com o objetivo de calcular o número de posições *pallet* para o acondicionamento dos produtos semiacabados e acabados, será realizado o estudo de dimensionamento de áreas. Com base nas informações de estoque médio, produção média diária e estratificação da produção por tipo de embalagem usada, será possível calcular o número de posições *pallet* para o cenário atual e futuro da empresa.

Tabela 10 - Embalagens para acomodação do produto acabado

Embalagem	Dimensões (m)	Produtos	Participação	Peças / Embalagem	Embalagens / Posição <i>Pallet</i>
A	Saco	Tampas <i>Disctop</i>	32%	2500	16
B	0,55 X 0,45 X 0,40	Tampas <i>Fliptop</i>	24%	1600	20
C	0,60 X 1,00 X 0,10	Potes linha <i>Premium</i>	11%	60	40
D	0,60 X 1,00 X 0,10	Tampas linha <i>Premium</i>	11%	360	40
E	0,45 X 0,40 X 0,35	Demais Produtos	22%	720	30

Fonte: elaborada pelo autor

A Tabela 10 mostra os cinco tipos de embalagens utilizados para o acondicionamento dos produtos acabados e semiacabados, a participação média que esses produtos têm na produção total da empresa, a quantidade de peças por embalagem e a quantidade de embalagens por *pallet*.

Com base nesses valores, e uma vez conhecidos o tempo médio que os produtos ficam no estoque e o volume máximo projetado de produção, é possível calcular a quantidade de posições *pallet* para a área de estoque com base nas seguintes premissas de cálculo:

- Tempo médio em estoque: 10 dias úteis
- Volume projetado para 2030: 390.791 peças / dia

Conhecidas as premissas, pode-se calcular o volume de peças de estoque:

$$\text{Volume de peças estoque} = \text{Tempo médio de estoque} \times \text{Volume projetado}$$

$$\text{Volume de peças estoque} = 10 \text{ dias} \times 390.791 \text{ peças/dia} = 3.907.910 \text{ peças}$$

Considerado o volume de peças a ser estocadas, é necessário que o estoque seja dimensionado para atender a um volume de 3,9 milhões de unidades para comportar o volume de peças projetado para 2030 considerando o tempo médio que esses produtos ficam no estoque. A Tabela 11 mostra a quantidade de posições *pallet* para cada tipo de embalagem resultando no total de 328 posições para atender ao volume esperado.

Tabela 11 - Quantidade de posições *pallet* por embalagem

Embalagem	Peças para estocar	Peças / <i>Pallet</i>	Posições <i>Pallet</i>
A	1.250.533	40.000	32
B	859.740	32.000	27
C	468.949	2.400	196
D	468.949	14.400	33
E	859.740	21.600	40
TOTAL	3.907.910		328

Fonte: elaborada pelo autor

Para atender às 328 posições *pallet* será proposto para o arranjo físico da Instalação Nova seis fileiras com catorze posições e quatro níveis de altura totalizando 336 posições, suficiente para atender às 328 posições *pallet*.

Vieira e Roux (2011) definem o espaço para as ruas de serviço das áreas de estocagem conforme o tipo de empilhadeira usada. Para empilhadeiras de mastro retrátil, é necessário a largura de 2,8 m a 3,0 m para as ruas de serviço, enquanto para empilhadeiras convencionais são necessários de 3,5 m a 4,5 m. Dado que a empilhadeira usada é de mastro retrátil, será proposta a largura de 3 metros para a rua de serviço.

$$\text{Largura da rua de serviço} = 3 \text{ metros}$$

Sabendo que a largura e profundidade da posição *pallet* é de 1,2 metro e considerando as 336 posições e três ruas de serviço entre as fileiras com 3 metros de largura, chega-se à área de:

$$\text{Área de Estoque} = (1,2 \times 6 + 3 \times 3) \times (1,2 \times 14) = 272 \text{ m}^2$$

Além disso, o pé-direito deve comportar os quatro níveis de posições na vertical (2,4 metros por nível) sendo necessário no mínimo 9,6 metros de altura.

Figura 28 - Porta *pallets* para guarda do produto em estoque



Fonte: elaborada pelo autor

3.4.2.2. Dimensionamento da área de produção do cenário da Instalação Nova

O espaço de produção terá o seu dimensionamento proposto com base na área ocupada por cada uma das 16 máquinas injetoras e das duas máquinas de montagem. A área dos corredores será estimada tendo por referência a necessidade de movimentação de materiais e equipamentos auxiliares à produção. Além dos corredores de movimentação, será proposto um corredor central de infraestrutura onde os dutos e as eletrocalhas estarão acomodados.

A Tabela 12 apresenta o espaço requerido pelas máquinas e a distância a ser mantida entre elas. Já a Tabela 13 indica a área necessária para os corredores.

Tabela 12 - Área dos equipamentos de produção

Máquina	Comprimento (m)	Largura (m)	Área (m ²)	Distância entre máquinas (m)	Área entre máquinas (m ²)
Injetora 01	4,00	1,35	5,41	1,5	6,00
Injetora 02	4,00	1,35	5,41	1,5	6,00
Injetora 03	4,65	1,44	6,68	1,5	6,98
Injetora 04	4,65	1,44	6,68	1,5	6,98
Injetora 05	4,40	1,43	6,28	1,5	6,60
Injetora 06	4,40	1,43	6,28	1,5	6,60
Injetora 07	4,40	1,48	6,50	1,5	6,60
Injetora 08	5,00	1,35	6,75	1,5	7,50
Injetora 09	5,57	1,61	8,94	1,8	9,75
Injetora 10	5,88	1,26	7,41	1,8	10,29
Injetora 11	6,40	1,35	8,64	1,8	11,20
Injetora 12	6,40	1,35	8,64	1,8	11,20
Injetora 13	6,16	1,55	9,54	1,8	10,78
Injetora 14	7,54	1,92	14,48	2,0	15,08
Injetora 15	7,54	1,92	14,48	2,0	15,08
Injetora 16	7,54	1,92	14,48	2,0	15,08
Montagem 01	2,4	2,6	6,24	0,8	1,92
Montagem 02	2,4	2,6	6,24	0,8	1,92
Total			149,08		155,56

Fonte: elaborada pelo autor

Tabela 13 - Área dos corredores

Corredores	Comprimento (m)	Largura (m)	Área (m ²)
Corredor Esquerdo	27,50	3,00	82,50
Corredor Direito	27,50	3,00	82,50
Corredor Inferior	16,50	2,30	37,95
Corredor Superior	16,50	2,30	37,95
Corredor Infraestrutura	27,50	1,00	27,50
Total			268,40

Fonte: elaborada pelo autor

A área total de produção a ser prevista no arranjo físico será de:

$$\text{Área de Produção} = 149,08 \text{ m}^2 + 155,56 \text{ m}^2 + 268,40 \text{ m}^2 = 573,04 \text{ m}^2$$

3.4.2.3. Dimensionamento das demais áreas da para o cenário da Instalação Nova

A ocupação prevista para as demais áreas terá como referência o espaço ocupado na Instalação Atual em razão de sua adequação à estrutura fabril e administrativa. Sendo assim, será proposta a seguinte destinação de espaços para as áreas representadas na Tabela 14.

Exceções serão feitas para a áreas de Docas e para a Administração. A primeira por necessitar de dois pátios de carga e descarga com largura mínima de 3,5 metros e pelo menos 10 metros de comprimento. O piso administrativo deverá concentrar em um único espaço todos os setores de administração além de comportar, em espaços segregados, as áreas de Qualidade, Recursos Humanos, Diretoria e o Refeitório.

Tabela 14 - Ocupação das demais áreas para o cenário da Instalação Nova

Área	Projeções das necessidades de áreas (m ²)
Almoxarifado e Matéria-Prima	180
Acondicionamento De Ativos Produtivos	120
Docas	70
Expedição e Recepção	80
Infraestrutura	130
Ferramentaria e Manutenção	120
Preparação de Matéria-Prima	65
Qualidade	30
Refeitório	35
Administração, Diretoria, RH	180
Total	1010

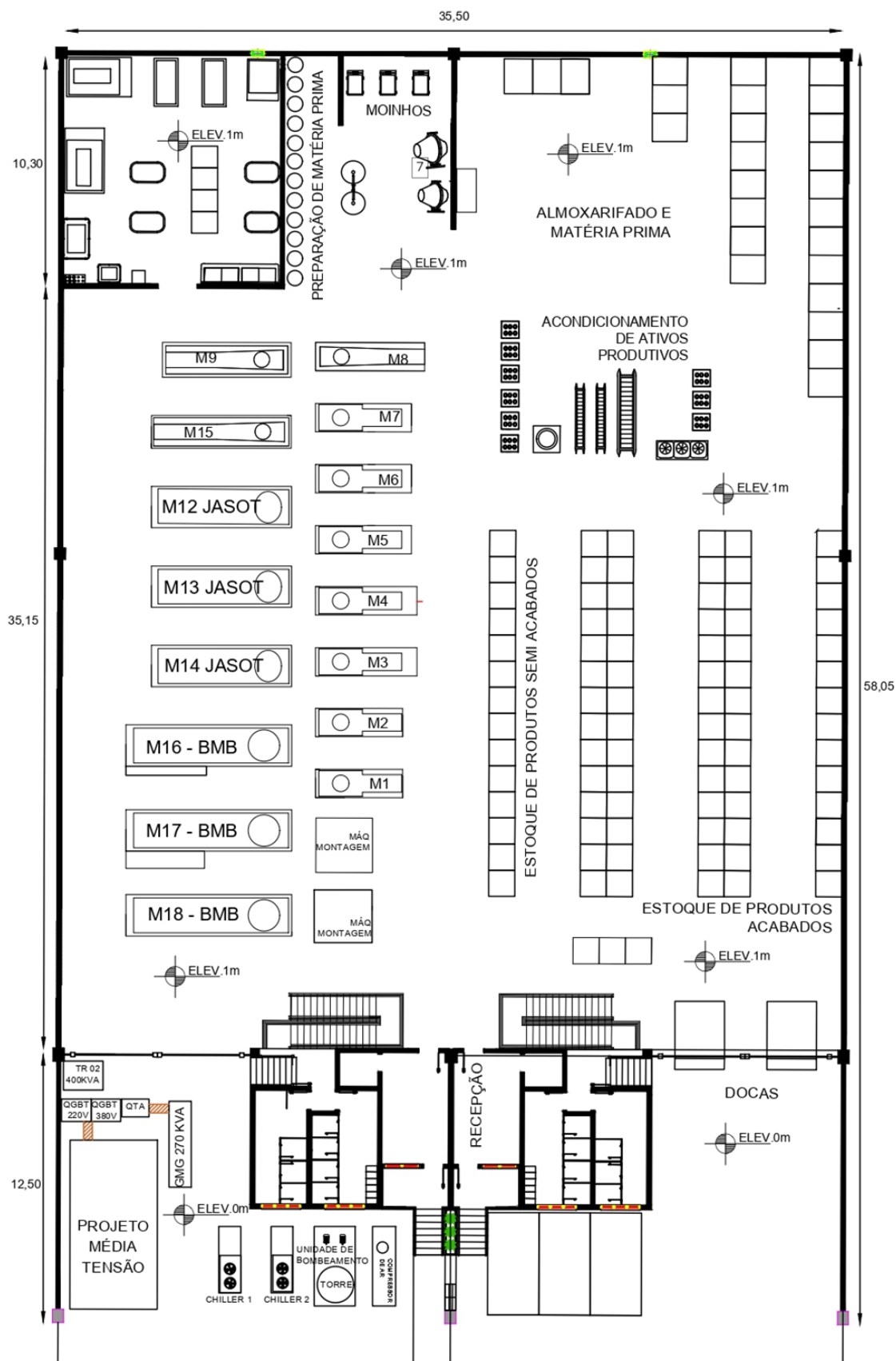
Fonte: elaborada pelo autor

Por fim, considerando o estudo de dimensionamento das áreas, chega-se a uma proposta para a Instalação Nova apresentada na Figura 29 com o arranjo físico da área de produção e na Figura 30, com o piso administrativo.

A infraestrutura de dutos do sistema de refrigeração e de ar comprimido é apresentada na Figura 31, onde pode ser observado o percurso dos dutos desde a saída dos equipamentos da área de utilidades até a área de produção. Em contraste com a Instalação Atual, o sistema foi projetado para um único plano e em uma única linha (corredor de infraestrutura) localizada entre as máquinas injetoras, que ficam de costas uma para a outra, o que possibilita ganhos de eficiência decorrentes do menor percurso e, conseqüentemente, menor perda de carga nas tubulações.

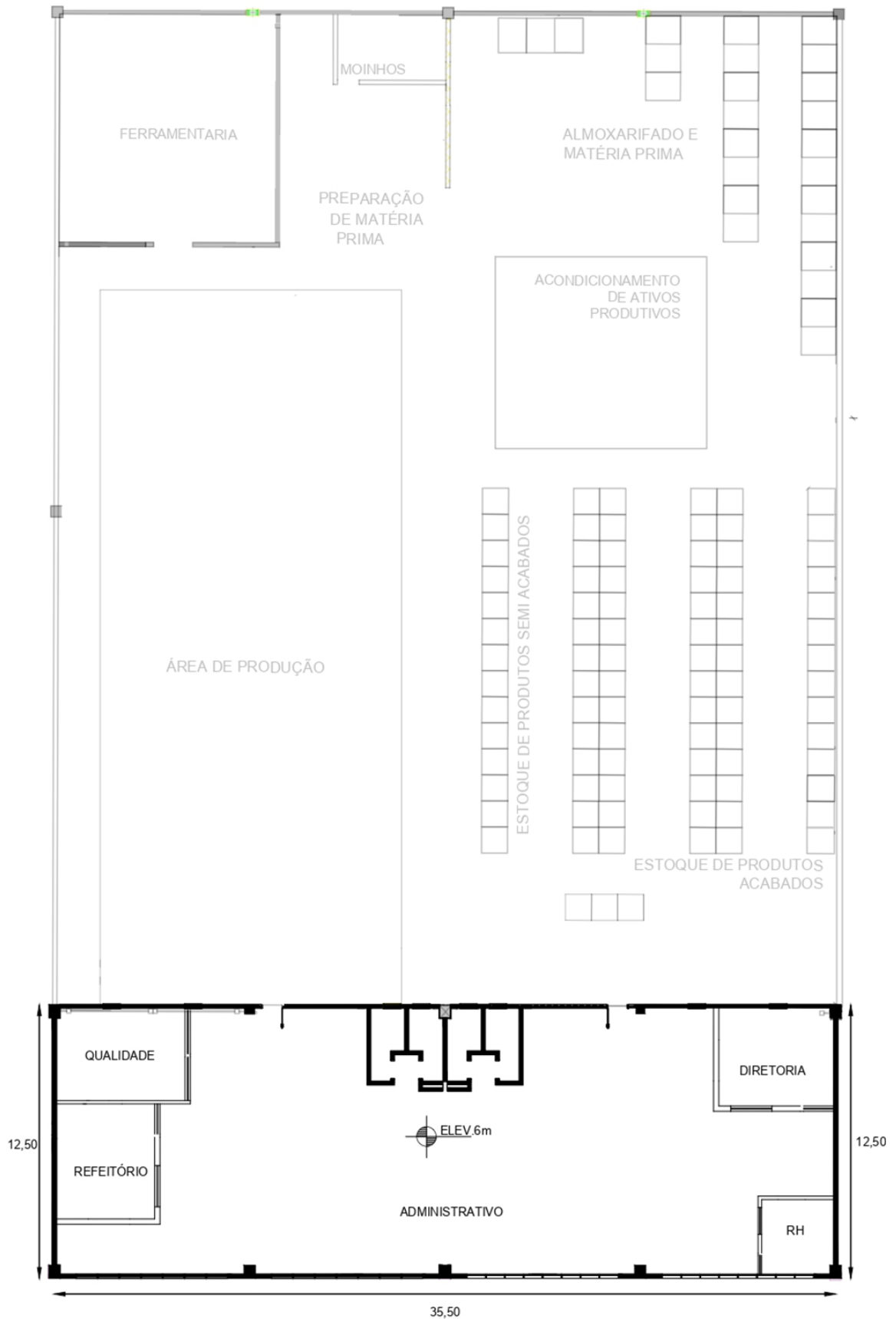
Outro ponto positivo é o material empregado (aço inoxidável), que mitiga potenciais contaminações e oxidação do sistema de água industrial. Além disso, os dutos possuem um isolante térmico que faz com que a isolamento térmica seja otimizada, levando a uma maior eficiência energética nas máquinas de refrigeração e a uma temperatura de refrigeração mais constante da saída do *chillers* ao resfriamento das máquinas injetoras.

Figura 29 - Arranjo físico do piso de produção para o cenário da Instalação Nova



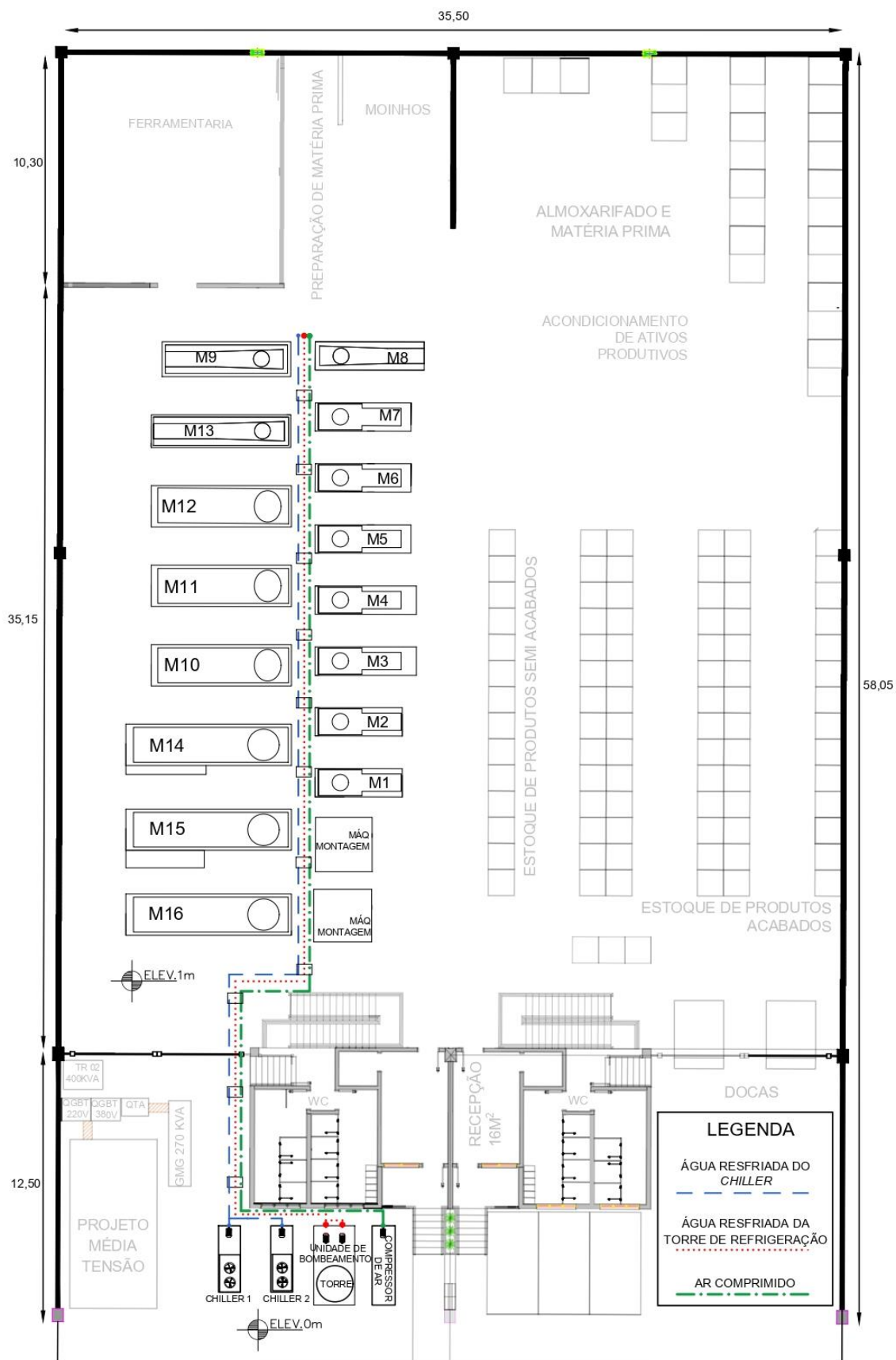
Fonte: elaborada pelo autor

Figura 30 - Arranjo físico do piso de administração para o cenário da Instalação Nova



Fonte: elaborada pelo autor

Figura 31 - Infraestrutura de dutos para o cenário da Instalação Nova



Fonte: elaborada pelo autor

3.5. Análise e projeção do fluxo de materiais

A eficiência de um sistema de produção exige uma avaliação profunda dos fatores que podem interferir nos resultados pretendidos. Nesse sentido, o arranjo físico e seu impacto no fluxo de materiais merecem atenção especial para que se evitem perdas com a movimentação desnecessária dos materiais.

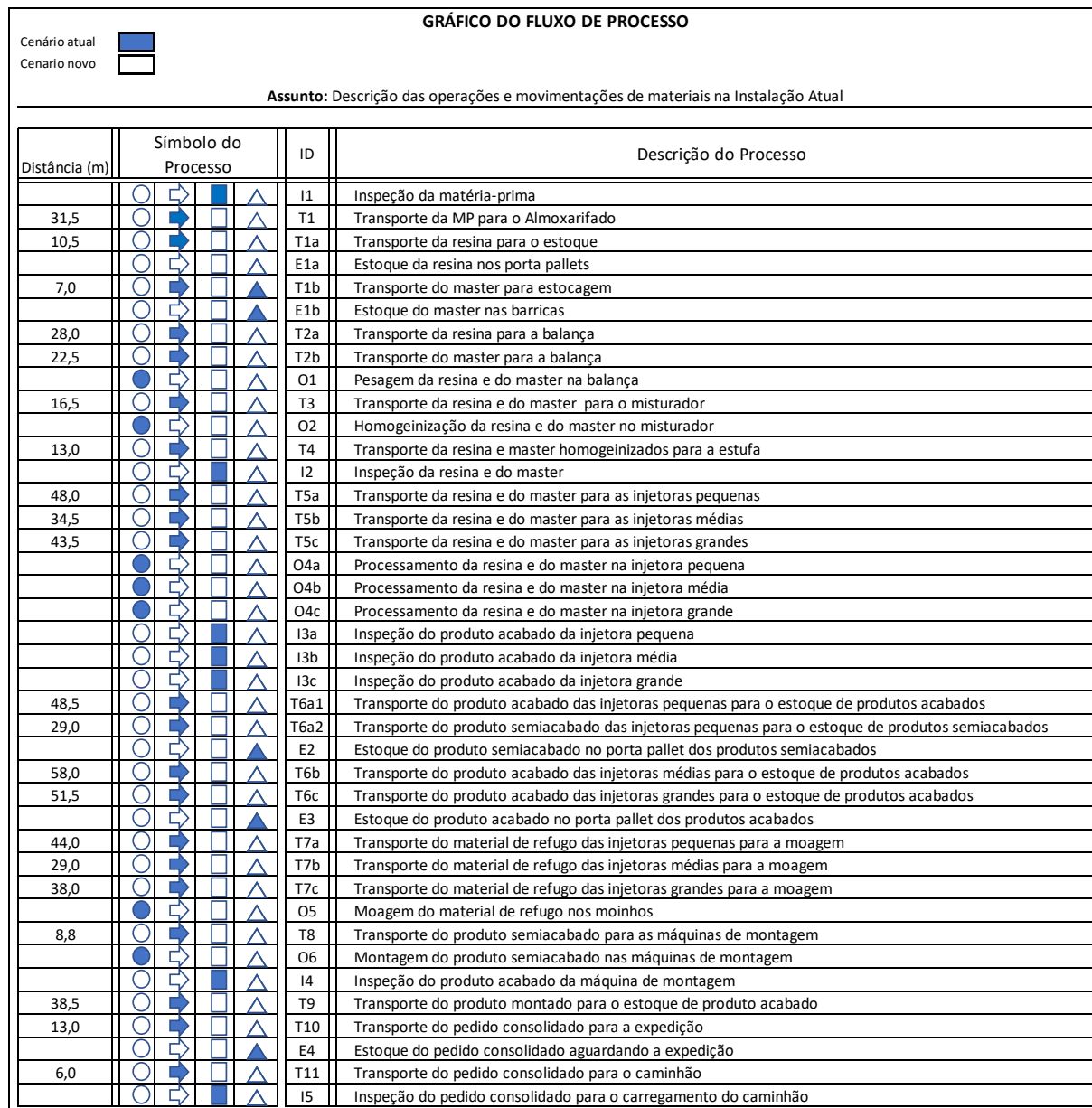
3.5.1. Análise comparativa do fluxo de materiais

O gráfico do fluxo de processo para a Instalação Atual, apresentado na Figura 32, e para a Instalação Nova, mostrado na Figura 34, mostram as principais etapas ocorridas desde a chegada da matéria-prima até a expedição do produto acabado para o cliente. Essas etapas são classificadas nos seguintes grupos: operação, transporte, armazenamento e inspeção. Os gráficos do fluxo de processo para as duas instalações são idênticos em relação aos processos realizados, porém possuem diferenças nas distâncias de movimentações decorrentes do arranjo físico para cada instalação.

Em conjunto com o gráfico do fluxo de processo, são apresentados o mapa fluxograma da Instalação Atual (Figura 33) e da Instalação Nova (Figura 35), onde cada etapa do gráfico do fluxo de processo é ilustrada no arranjo físico da fábrica.

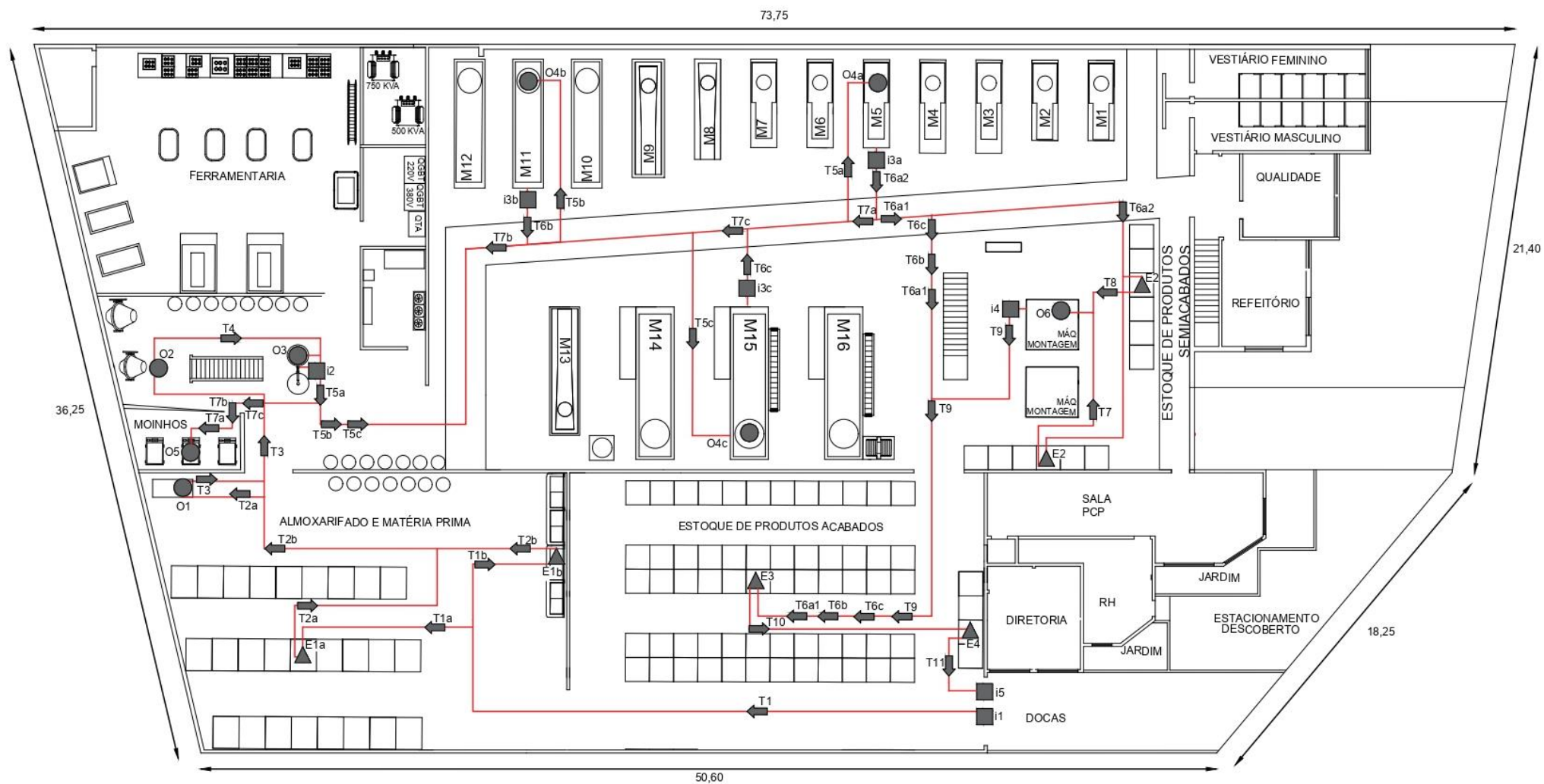
A fim de simplificar a análise dos fluxos de processamento de resina nas máquinas injetoras, será considerado um ponto médio como referência para representar as operações de processamento de resina nas máquinas injetoras. Nesse caso, foram estabelecidos três pontos de referência (O4a, O4b e O4c) representando as injetoras pequenas, médias e grandes, respectivamente. De maneira semelhante, é atribuído um ponto médio para o estoque de matéria-prima, sendo o símbolo E1a o ponto médio do estoque de resina polimérica e o ponto médio do estoque de *masterbatch* representado pelo símbolo E1b. O estoque de produtos semiacabados e acabados, representados pelos símbolos E2, E3 e E4, mostram a localização do ponto médio desses produtos.

Figura 32 - Gráfico do fluxo de processo para o cenário da Instalação Atual





































































































































































Fonte: elaborada pelo autor

Figura 33 - Mapa Fluxograma para o cenário da Instalação Atual



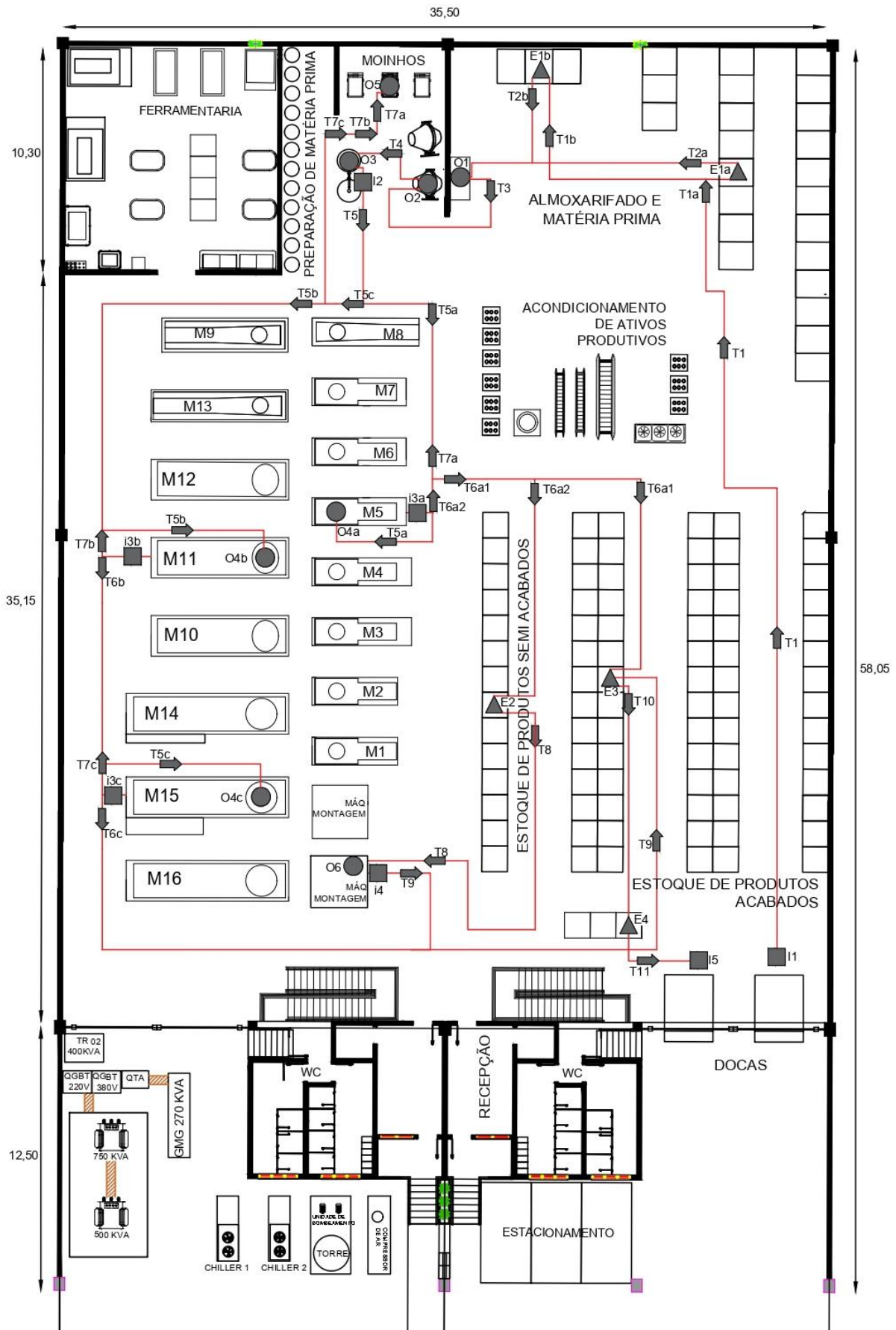
Fonte: elaborada pelo autor

Figura 34 - Gráfico do fluxo de processo para o cenário da Instalação Nova

GRÁFICO DO FLUXO DE PROCESSO				
Cenário atual  Cenário novo 		Assunto: Descrição das operações e movimentações de materiais na Instalação Nova		
Distância (m)	Símbolo do Processo	ID	Descrição do Processo	
	   	I1	Inspeção da matéria-prima	
33,0	   	T1	Transporte da MP para o Almoxarifado	
7,5	   	T1a	Transporte da resina para o estoque	
	   	E1a	Estoque da resina nos porta pallets	
17,0	   	T1b	Transporte do master para estocagem	
	   	E1b	Estoque do master nas barricas	
13,5	   	T2a	Transporte da resina para a balança	
7,5	   	T2b	Transporte do master para a balança	
	   	O1	Pesagem da resina e do master na balança	
11,5	   	T3	Transporte da resina e do master para o misturador	
	   	O2	Homogeneização da resina e do master no misturador	
4,5	   	T4	Transporte da resina e master homogeneizados para a estufa	
	   	I2	Inspeção da resina e do master	
26,5	   	T5a	Transporte da resina e do master para as injetoras pequenas	
27,5	   	T5b	Transporte da resina e do master para as injetoras médias	
48,0	   	T5c	Transporte da resina e do master para as injetoras grandes	
	   	O4a	Processamento da resina e do master na injetora pequena	
	   	O4b	Processamento da resina e do master na injetora média	
	   	O4c	Processamento da resina e do master na injetora grande	
	   	I3a	Inspeção do produto acabado da injetora pequena	
	   	I3b	Inspeção do produto acabado da injetora média	
	   	I3c	Inspeção do produto acabado da injetora grande	
27,5	   	T6a1	Transporte do produto acabado das injetoras pequenas para o estoque de produtos acabados	
24,0	   	T6a2	Transporte do produto semiacabado das injetoras pequenas para o estoque de produtos semiacabados	
	   	E2	Estoque do produto semiacabado no porta pallet dos produtos semiacabados	
59,5	   	T6b	Transporte do produto acabado das injetoras médias para o estoque de produtos acabados	
48,0	   	T6c	Transporte do produto acabado das injetoras grandes para o estoque de produtos acabados	
	   	E3	Estoque do produto acabado no porta pallet dos produtos acabados	
27,0	   	T7a	Transporte do material de refugo das injetoras pequenas para a moagem	
32,0	   	T7b	Transporte do material de refugo das injetoras médias para a moagem	
41,0	   	T7c	Transporte do material de refugo das injetoras grandes para a moagem	
	   	O5	Moagem do material de refugo nos moinhos	
21,0	   	T8	Transporte do produto semiacabado para as máquinas de montagem	
	   	O6	Montagem do produto semiacabado nas máquinas de montagem	
	   	I4	Inspeção do produto acabado da máquina de montagem	
31,5	   	T9	Transporte do produto montado para o estoque de produto acabado	
16,5	   	T10	Transporte do pedido consolidado para a expedição	
	   	E4	Estoque do pedido consolidado aguardando a expedição	
4,5	   	T11	Transporte do pedido consolidado para o caminhão	
	   	I5	Inspeção do pedido consolidado para o carregamento do caminhão	

Fonte: elaborada pelo autor

Figura 35 - Mapa fluxograma para o cenário da Instalação Nova



Fonte: elaborada pelo autor

3.5.2. Projeção da intensidade do fluxo de materiais

Com o objetivo de avaliar o fluxo de materiais para os dois cenários, será calculado o Momento de Transporte Total (MTT) para 2025. Esse ano foi escolhido por ser o período em que a Instalação Nova estará produzindo as novas linhas de cápsulas vitamínicas e com isso os fluxos de movimentações poderão ser comparados de forma mais precisa entre os dois cenários nessa data.

Os cálculos do MTT para a Instalação Atual e para a Instalação Nova são apresentados respectivamente nas Tabelas 15 e 16, nas quais é demonstrada a ponderação do volume de material transportado pela distância e pela frequência em determinado período.

É possível constatar, também, que o MTT para a Instalação Nova é 17% inferior ao da Instalação Atual em razão do ganho de eficiência decorrente do novo arranjo físico. Cabe considerar ainda que a frequência e o volume transportado (consideradas as mesmas rotas) produzem um menor momento de transporte para a Instalação Nova, o que é explicado pela menor distância a ser percorrida.

Os fluxos de movimentações para os dois cenários, mostrados nas Figuras 33 e 35, indicam, em vermelho, o caminho a ser percorrido pelo material desde sua entrada como matéria-prima até a expedição do produto acabado.

Considerando a movimentação do produto acabado produzido nas injetoras de pequena tonelagem para o estoque (T6a1), constata-se que na Instalação Atual a distância percorrida do ponto médio dessas injetoras até o estoque é de 48,5 metros. O mesmo percurso para a Instalação Nova é de 27,5 metros. O ganho decorrente da menor movimentação é também observado em outras rotas. Dessa forma, ficam evidentes os ganhos proporcionados pelo novo arranjo físico para a Instalação Nova.

Tabela 15 - Ocupação das demais áreas para o cenário da Instalação Atual

Fluxo	Descrição	De	Para	Distância (m)	Frequência (viagem/semana)	Massa transportada (Kg/viagem)	Total de massa transportada (Kg/semana)	Tipo de material	MT (Kg*m/semana)
T1	Transporte da matéria-prima recebida para o Almoxarifado	Docas	Almoxarifado	31,5	10	1365	13650	MP	429.975
T1a	Transporte da resina plástica para estocagem nos porta <i>pallets</i>	Almoxarifado	Almoxarifado	10,5	10	1350	13500	MP	141.750
T1b	Transporte do <i>masterbatch</i> para estocagem nas prateleiras	Almoxarifado	Almoxarifado	7,5	2	75	150	MP	1.125
T2a	Transporte da resina plástica estocada para a balança	Almoxarifado	Balança	28	60	225	13500	MP	378.000
T2b	Transporte do <i>masterbatch</i> para a balança	Almoxarifado	Balança	23,5	60	2,5	150	MP	3.525
T3	Transporte da resina e do <i>masterbatch</i> para o misturador	Balança	Misturador	16,5	60	227,5	13650	MP	225.225
T4	Transporte da resina e <i>masterbatch</i> homogenizados para a estufa	Misturador	Estufa	13	60	227,5	13650	WIP	177.450
T5a	Transporte da resina e <i>masterbatch</i> para as injetoras pequenas	Estufa	Produção	49	24	227,5	5460	WIP	267.540
T5b	Transporte da resina e <i>masterbatch</i> para as injetoras médias	Estufa	Produção	38,5	24	227,5	5460	WIP	210.210
T5c	Transporte da resina e <i>masterbatch</i> para as injetoras grandes	Estufa	Produção	43,5	12	227,5	2730	WIP	118.755
T6a1	Transporte do produto acabado das injetoras pequenas para o estoque de produtos acabados	Produção	Estoque de produtos acabados	48,5	30	120,0	3600	Produto acabado	174.600
T6a2	Transporte do produto semiacabado das injetoras pequenas para o estoque de produtos semiacabados	Produção	Estoque de produtos semiacabados	29	13	120,0	1560	WIP	45.240
T6b	Transporte do produto acabado das injetoras médias para o estoque de produtos acabados	Produção	Estoque de produtos acabados	58	43	120,0	5160	Produto acabado	299.280
T6c	Transporte do produto acabado das injetoras grandes para o estoque de produtos acabados	Produção	Estoque de produtos acabados	53,5	18	150,0	2700	Produto acabado	144.450
T7a	Transporte do material de refugo das injetoras pequenas para a moagem	Produção	Moagem	44	18	15,0	270	MP	11.880
T7b	Transporte do material de refugo das injetoras médias para a moagem	Produção	Moagem	29	18	15,0	270	MP	7.830
T7c	Transporte do material de refugo das injetoras grandes para a moagem	Produção	Moagem	28	6	15,0	90	MP	2.520
T8	Transporte do produto semiacabado para as máquinas de montagem	Estoque de produtos semi acabados	Produção	8,5	13	125,0	1625	WIP	13.813
T9	Transporte do produto montado para o estoque de produtos acabados	Produção	Estoque de produtos acabados	40,5	13	125,0	1625	Produto acabado	65.813
T10	Transporte do pedido consolidado do cliente para a expedição	Estoque de produtos acabados	Expedição	13	55	244,5	13450	Produto acabado	174.850
T11	Transporte do pedido consolidado do cliente para o caminhão	Expedição	Caminhão	6	55	244,5	13450	Produto acabado	80.700
Legenda: MP (matéria prima) WIP (material em processo) MT (momento de transporte)								MTT	2.974.530

Fonte: elaborada pelo autor

Tabela 16 - Cálculo do Momento de Transporte Total para o cenário da Instalação Nova

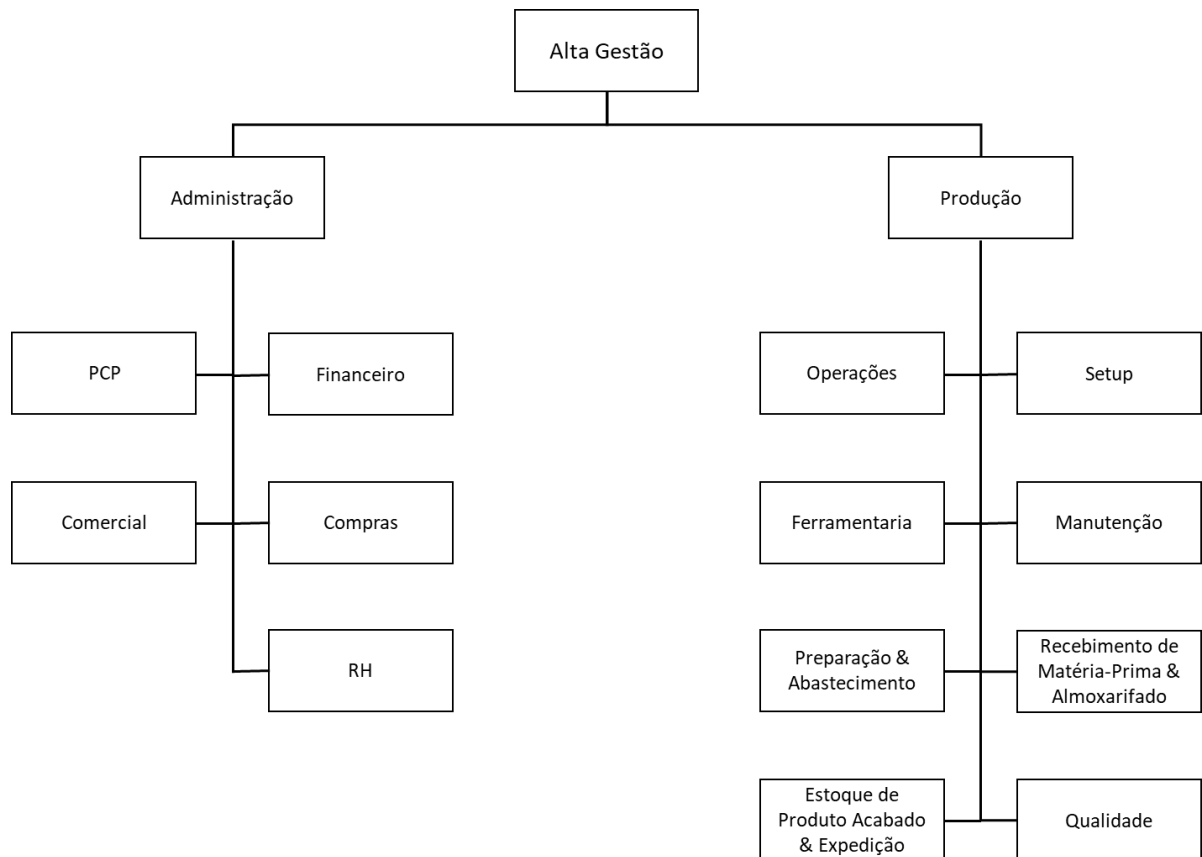
Fluxo	Descrição	De	Para	Distância (m)	Frequência (viagem/semana)	Massa transportada (Kg/viagem)	Total de massa transportada (Kg/semana)	Tipo de material	MT (Kg*m/semana)
T1	Transporte da matéria-prima recebida para o Almoxarifado	Docas	Almoxarifado	33	10	1425	14250	MP	470.250
T1a	Transporte da resina plástica para estocagem nos porta <i>pallets</i>	Almoxarifado	Almoxarifado	7,5	10	1410	14100	MP	105.750
T1b	Transporte do <i>masterbatch</i> para estocagem nas prateleiras	Almoxarifado	Almoxarifado	17	2	75	150	MP	2.550
T2a	Transporte da resina plástica estocada para a balança	Almoxarifado	Balança	13,5	60	235	14100	MP	190.350
T2b	Transporte do <i>masterbatch</i> para a balança	Almoxarifado	Balança	7,5	60	2,5	150	MP	1.125
T3	Transporte da resina e do <i>masterbatch</i> para o misturador	Balança	Misturador	11,5	60	237,5	14250	MP	163.875
T4	Transporte da resina e <i>masterbatch</i> homogenizados para a estufa	Misturador	Estufa	4,5	60	237,5	14250	WIP	64.125
T5a	Transporte da resina e <i>masterbatch</i> para as injetoras pequenas	Estufa	Produção	26,5	24	237,5	5700	WIP	151.050
T5b	Transporte da resina e <i>masterbatch</i> para as injetoras médias	Estufa	Produção	35,5	24	237,5	5700	WIP	202.350
T5c	Transporte da resina e <i>masterbatch</i> para as injetoras grandes	Estufa	Produção	46	12	237,5	2850	WIP	131.100
T6a1	Transporte do produto acabado das injetoras pequenas para o estoque de produtos acabados	Produção	Estoque de produtos acabados	27,5	30	120,0	3600	Produto acabado	99.000
T6a2	Transporte do produto semiacabado das injetoras pequenas para o estoque de produtos semiacabados	Produção	Estoque de produtos semiacabados	24	14	120,0	1680	WIP	40.320
T6b	Transporte do produto acabado das injetoras médias para o estoque de produtos acabados	Produção	Estoque de produtos acabados	56,5	44	120,0	5280	Produto acabado	298.320
T6c	Transporte do produto acabado das injetoras grandes para o estoque de produtos acabados	Produção	Estoque de produtos acabados	48	20	150,0	3000	Produto acabado	144.000
T7a	Transporte do material de refugo das injetoras pequenas para a moagem	Produção	Moagem	27	20	15,0	300	MP	8.100
T7b	Transporte do material de refugo das injetoras médias para a moagem	Produção	Moagem	32	20	15,0	300	MP	9.600
T7c	Transporte do material de refugo das injetoras grandes para a moagem	Produção	Moagem	41	6	15,0	90	MP	3.690
T8	Transporte do produto semiacabado para as máquinas de montagem	Estoque de produtos semi acabados	Produção	21	14	125,0	1750	WIP	36.750
T9	Transporte do produto montado para o estoque de produtos acabados	Produção	Estoque de produtos acabados	30,5	14	125,0	1750	Produto acabado	53.375
T10	Transporte do pedido consolidado do cliente para a expedição	Estoque de produtos acabados	Expedição	16,5	56	250,0	14000	Produto acabado	231.000
T11	Transporte do pedido consolidado do cliente para o caminhão	Expedição	Caminhão	4,5	56	250,0	14000	Produto acabado	63.000
Legenda: MP (matéria prima) WIP (material em processo) MT (momento de transporte)								MTT	2.469.680

Fonte: elaborada pelo autor

3.6. Planejamento de recursos humanos

A Figura 36 apresenta o organograma da empresa, no qual é possível observar a sua organização em três grandes áreas: Administração, Produção e Alta Gestão. A Administração, com 16 funcionários, é composta pelas áreas de Planejamento e Controle da Produção, Financeiro, Comercial, Compras e Recursos Humanos. A área de Produção, com 42 funcionários, inclui os setores de Operações, *Setup*, Ferramentaria, Manutenção, Matéria-Prima, Almoxarifado, Estoque e Expedição e também Qualidade. A Alta Gestão é composta por quatro diretores que atuam no planejamento estratégico e operacional da empresa.

Figura 36 - Organograma da empresa



Fonte: elaborada pelo autor

3.6.1. Dimensionamento dos operadores de máquina

Pasqualini et al. (2010) descrevem o dimensionamento da mão de obra como sendo a quantidade de operários necessários para realizar a tarefa programada prevista no planejamento de produção da empresa.

Dessa forma, para calcular o correto dimensionamento da mão de obra para os dois cenários estudados, faz-se necessário compreender como a empresa organiza o seu sistema de produção.

Basicamente, a produção é organizada em máquinas com um único operador e máquinas automáticas que não demandam a alocação de um operador com dedicação integral. A Tabela 17 mostra a alocação de operadores para o conjunto de máquinas da empresa e a produção aprovada para cada máquina ou grupo de máquinas nos cenários estudados.

Tabela 17 - Alocação de operadores de máquina

Máquina	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	TOTAL
Operadores	1				1				1	1	1	1	1	1	1	1	10
Produção por Turno	51.798				46.934				41.891	10.625	11.483	10.709	12.156	14.041	14.128	19.169	232.934
Instalação Atual																	
Produção por Turno	54.979				49.816				44.466	11.280	12.190	11.369	12.905	14.873	14.966	20.305	247.149
Instalação Nova																	

Fonte: elaborada pelo autor

O grupo de 01 a 09 é de máquinas automáticas que não necessitam da alocação de um operador em tempo integral, o que possibilita que um trabalhador opere três máquinas simultaneamente. As máquinas de número 10 a 16 necessitam da alocação de um operador dedicado em todo o período de operação.

Conforme a Tabela 17, a produção média do grupo de máquinas (01 a 09) é de 46.874 peças/turno para a Instalação Atual e de 49.754 peças/turno para a Instalação Nova. Já as máquinas 10 a 16 têm uma produção média de 13.187 peças/turno e de 13.984 peças/turno, respectivamente.

Vale ressaltar que, aproximadamente, 52% da produção é concentrada nas máquinas 01 a 09 e que os 48% restantes estão nas máquinas 10 a 16.

Assim alocados, dez operadores possibilitam a produção de 232.934 peças aprovadas por turno no cenário da Instalação Atual e 247.149 peças aprovadas por turno no cenário da Instalação Nova, conforme os dados de capacidade calculados na seção 3.2.4.

3.6.1.1. Dimensionamento dos operadores de máquina para o cenário da Instalação Atual

A Tabela 18 apresenta o incremento necessário de mão de obra para atender à projeção de volumes proposta. Até 2025, será necessário alocar 14 operadores de máquina para atender ao volume projetado, sendo dez operadores no primeiro turno e quatro no segundo turno, dos quais um alocado para um grupo de máquinas automáticas e os demais para as máquinas dedicadas. No o ano de 2026 será necessário acrescentar um operador em uma máquina dedicada para o segundo turno, totalizando cinco operadores. Para o atendimento da produção projetada entre 2027 e 2028, mais um operador deverá ser acrescentado no segundo turno de trabalho em um grupo de máquinas automáticas. Por fim, os anos de 2029 e 2030 necessitarão de mais um operador em uma máquina dedicada, totalizando sete operadores para esse turno.

Cabe observar que o planejamento de alocação de mão de obra considerou a manutenção do Índice de Eficiência Global (OEE) nos níveis atuais, o que exige incrementos de operadores para atender à projeção crescente de volumes. Se, entretanto, a empresa conseguir elevar seus níveis de eficiência, as quantidades projetadas de operadores poderão ser redimensionadas.

Tabela 18 - Dimensionamento dos operadores de máquina para o cenário da Instalação Atual

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Projeção Volume Diário	289.319	291.701	298.994	306.469	314.131	320.413	327.142	334.993	344.038	354.359
Produção 1º Turno	232.934	232.934	232.934	232.934	232.934	232.934	232.934	232.934	232.934	232.934
Produção 2º Turno	56.385	58.767	66.060	73.534	81.196	87.479	94.207	102.059	111.104	121.425
Produção 2º Turno Máquinas (1 a 9)	29.320	30.559	34.351	38.238	42.222	45.489	48.988	53.071	57.774	63.141
Produção Média Máquinas (1 a 9)	46.874	46.874	46.874	46.874	46.874	46.874	46.874	46.874	46.874	46.874
Operadores 2º Turno Máquinas (1 a 9)	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Produção 2º Turno Máquinas (10 a 16)	27.065	28.208	31.709	35.297	38.974	41.990	45.220	48.988	53.330	58.284
Produção Média Máquinas (10 a 16)	13.187	13.187	13.187	13.187	13.187	13.187	13.187	13.187	13.187	13.187
Operadores 2º Turno Máquinas (10 a 16)	3	3	3	3	3	4	4	4	5	5
Alocação Operadores de Máquina	1º Turno: 10	1º Turno: 10	1º Turno: 10	1º Turno: 10	1º Turno: 10	1º Turno: 10	1º Turno: 10	1º Turno: 10	1º Turno: 10	1º Turno: 10
	2º Turno: 4	2º Turno: 4	2º Turno: 4	2º Turno: 4	2º Turno: 4	2º Turno: 5	2º Turno: 6	2º Turno: 6	2º Turno: 7	2º Turno: 7

Fonte: elaborada pelo autor

3.6.1.2. Dimensionamento dos operadores de máquina para o cenário da Instalação Nova

A alocação de operadores de máquina para a Instalação Nova mostrada na Tabela 19 apresenta composição semelhante à projetada no cenário da Instalação Atual, indicando a necessidade de aumento de operadores em função do incremento de volumes previstos.

Até 2022 serão necessários dez operadores no primeiro turno e mais três operadores no segundo turno, sendo um operador alocado em máquinas automáticas, e os outros dois em máquinas dedicadas. Entre 2023 e 2025 será necessário acrescentar um operador no segundo turno em uma máquina dedicada. Em 2026, será necessário mais um operador no segundo turno em uma máquina dedicada e, em 2027, mais um operador em um grupo de máquinas automáticas. Por fim, o período de 2028 a 2030 necessitará de mais um operador alocado em uma máquina dedicada, totalizando sete operadores no segundo turno, sendo dois em máquinas automáticas e cinco em máquinas dedicadas.

Tabela 19 - Dimensionamento dos operadores de máquina para o cenário da Instalação Nova

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Projeção Volume Diário	289.319	298.646	306.633	321.816	331.012	338.983	354.513	365.102	377.158	390.791
Produção 1º Turno	247.149	247.149	247.149	247.149	247.149	247.149	247.149	247.149	247.149	247.149
Produção 2º Turno	42.170	51.497	59.484	74.667	83.863	91.834	107.364	117.953	130.009	143.642
Produção 2º Turno Máquinas (1 a 9)	21.928	26.778	30.932	38.827	43.609	47.754	55.829	61.335	67.604	74.694
Produção Média Máquinas (1 a 9)	49.754	49.754	49.754	49.754	49.754	49.754	49.754	49.754	49.754	49.754
Operadores 2º Turno Máquinas (1 a 9)	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Produção 2º Turno Máquinas (10 a 16)	20.242	24.718	28.552	35.840	40.254	44.080	51.535	56.617	62.404	68.948
Produção Média Máquinas (10 a 16)	13.984	13.984	13.984	13.984	13.984	13.984	13.984	13.984	13.984	13.984
Operadores 2º Turno Máquinas (10 a 16)	2	2	3	3	3	4	4	5	5	5
Alocação Operadores de Máquina	1º Turno: 10	1º Turno: 10	1º Turno: 10	1º Turno: 10	1º Turno: 10	1º Turno: 10	1º Turno: 10	1º Turno: 10	1º Turno: 10	1º Turno: 10
	2º Turno: 3	2º Turno: 3	2º Turno: 4	2º Turno: 4	2º Turno: 4	2º Turno: 5	2º Turno: 6	2º Turno: 7	2º Turno: 7	2º Turno: 7

Fonte: elaborada pelo autor

3.6.2. Dimensionamento da mão de obra das áreas de apoio direto à produção

As demais áreas que participam do processo produtivo (*Setup*, Ferramentaria, Manutenção, Matéria-Prima, Almoxarifado, Estoque, Expedição e Qualidade) podem ou não sofrer impactos na alocação de mão de obra com a mudança de instalação.

As áreas cujo trabalho exige movimentações de materiais (matéria-prima e produto acabado) em suas rotas sofrerão ganhos decorrentes da diminuição do MTT na proposta da Instalação Nova. As áreas impactadas são Matéria-Prima, Almoxarifado, Estoque e Expedição. As demais áreas de produção não sofrerão impacto com esse ganho. O dimensionamento da mão de obra para as áreas de produção é mostrado na Tabela 20.

Tabela 20 - Dimensionamento das áreas de produção

Áreas	Cenário Instalação Atual	Fator Multiplicativo MTT	Cenário Instalação Nova
Recebimento & Almoxarifado	3	83%	3
Preparação & Abastecimento	6	83%	5
Estoque Produto Acabado & Expedição	6	83%	5
<i>Setup</i>	6	-	6
Ferramentaria	3	-	3
Manutenção	2	-	2
Qualidade	3	-	3
Total	29		27

Fonte: elaborada pelo autor

4. PLANEJAMENTO DO PROJETO DE MUDANÇA DE INSTALAÇÃO

4.1. Gestão do projeto

Embora cada projeto seja único e possua diferentes graus de complexidade e especificidades, a escolha de um modelo padrão que seja capaz de oferecer um caminho de referência para a gestão pode ser um fator crítico de sucesso para que se atinjam os objetivos estabelecidos do projeto. Nesse contexto, o *Project Management Body of Knowledge* (PMBok) propõe o conjunto de boas práticas de gestão estruturadas em dez áreas de conhecimento e cinco grupos de processos.

As áreas de conhecimento classificadas pelo PMBoK (PMI, 2008) são: gestão de escopo, gestão de tempo, gestão de custo, gestão de qualidade, gestão de recursos humanos, gestão da comunicação, gestão de risco, gestão de aquisição, gestão das partes interessadas e gestão de integração. Essas áreas são associadas matricialmente a cinco grupos de processos, sendo eles: iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle, e encerramento. Cabe destacar que, neste trabalho, optou-se pelo enfoque em duas áreas de conhecimento mais relevantes para a realidade Embraplastic, que são a gestão do escopo e do tempo.

Define-se por escopo o trabalho que deve ser realizado para entregar um produto, serviço ou resultado conforme as características e funções definidas PMBoK (PMI, 2008). Ao se decidir sobre a realização de um projeto, é feito um primeiro plano para definir todas as atividades que serão contempladas, definição de processos, ferramentas e técnicas a serem usados para o seu gerenciamento.

São seis os processos utilizados para o gerenciamento do escopo: planejamento da gestão do escopo, coleta dos requisitos, definição do escopo, criação da Estrutura Analítica do Projeto (EAP), verificação do escopo e controle do escopo. Esses processos têm como características sobrepor-se mutuamente ou interagir com outras áreas de conhecimento, podendo ainda envolver o trabalho de uma ou mais pessoas e ocorrer pelo menos uma vez em todo o projeto em uma ou mais fases. A EAP será a referência para gerenciar o escopo e deverá ser monitorada, verificada e controlada em todo o ciclo de vida do projeto.

O primeiro passo na elaboração do planejamento do projeto é a definição da equipe de trabalho. Em seguida, deve ser desenvolvida uma matriz que relacione as atividades envolvidas com a mudança e os grupos de processos. Adicionalmente, deve ser elaborado o cronograma com o detalhamento e a duração das atividades.

Por se tratar de um projeto de mudança que envolve poucas atividades e uma equipe interna relativamente pequena, propõe-se que seja elaborada uma matriz de atividades simplificada e de grupos de processos, com o objetivo de permitir o monitoramento e controle integrado da mudança, bem como a verificação da aderência ao escopo definido.

A Figura 37 mostra os processos de iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle e encerramento, e as atividades e grupos de responsáveis pela sua execução. São também indicados os pontos de intersecção entre as atividades e os grupos de processos. Alguns pontos de cruzamento são vazios, tendo em vista que apenas a atividade de integração da mudança atua em todos os grupos de processos.

Figura 37 - Matriz de processos e atividades

Grupo Responsável	Atividade	Processos				
		Iniciação	Planejamento	Execução	Monitoramento e Controle	Encerramento
Pesquisa e Desenvolvimento	Integração da Mudança	Desenvolvimento das Necessidades do Projeto	Planejamento do Escopo	Gerenciar a Execução das Atividades	Controle do Escopo	Encerramento das Fases ou do Projeto
	Definição do Cronograma		Montagem do Cronograma		Controle e Monitoramento do Cronograma	
	Estudo de Viabilidade		Análise da Viabilidade do Projeto			
	Definição do Arranjo Físico		Definição das Necessidades de Áreas	Desenvolvimento do Arranjo Físico		
Alta Gestão	Licenças		Verificação das Licenças de Funcionamento		Monitoramento dos Prazos de Entrega	
	Contrato Locação		Análise do Contrato de Locação	Assinatura do Contrato		
Compras e Financeiro	Compra Equipamentos		Pesquisa de Fornecedores	Orçamento e Aquisição	Monitoramento dos Prazos e das Entregas	
	Infraestrutura e Serviços		Pesquisa de Fornecedores	Orçamento e Aquisição	Monitoramento dos Prazos e das Entregas	
Serviços de Terceiros	Projetos Elétricos		Planejamento do Projeto Elétrico	Execução do Serviço de Infraestrutura Elétrica	Monitoramento dos Prazos e das Entregas	
	Projetos Mecânicos		Planejamento do Projeto Mecânico	Execução do Serviço de Infraestrutura Mecânica	Monitoramento dos Prazos e das Entregas	
	Engenharia Hidráulica		Planejamento do Projeto Hidráulico	Execução do Serviço de Infraestrutura Hidráulica	Monitoramento dos Prazos e das Entregas	
	Transporte		Planejamento do Transporte	Transporte das Máquinas, Equipamentos e Mobiliário	Monitoramento dos Prazos e das Entregas	

Fonte: elaborada pelo autor

As atividades relacionadas na Figura 37 estão atribuídas para diferentes grupos responsáveis em razão da especificidade de cada uma delas. Exemplo disso é a atividade de obtenção de licenças e a negociação do contrato de locação, vinculadas exclusivamente a Alta Gestão. As atividades contratadas junto a terceiros estão alocadas à área de Serviços de Terceiros por se tratar de um trabalho eventual. As áreas de Compras e Financeiro são responsáveis por todas as atividades relacionadas a fornecedores de bens e serviços exigidos para a mudança. Por fim, a área de Pesquisa e Desenvolvimento é responsável pelo maior grupo de atividades: integração, escopo, cronograma, estudo de viabilidade do projeto e definição do arranjo físico.

4.2. Planejamento da mudança

A fim de apresentar uma proposta para o planejamento da mudança de instalação, são expostas as atividades necessárias para a mudança, bem como seu cronograma. Estima-se um horizonte de seis meses entre o início dos estudos e a finalização do projeto com o início das atividades na Instalação Nova.

Uma das premissas do projeto é a continuidade das operações na fábrica atual em paralelo com a preparação da infraestrutura para a nova fábrica. Em decorrência disso, propõe-se que o início das atividades seja realizado no começo da segunda semana de janeiro de 2022, o que permitiria a produção ininterrupta até a última semana de dezembro, sem impacto na produção ou atrasos na entrega dos pedidos. Outra vantagem prevista é a de concentrar a mudança na última semana do ano, período de interrupção das atividades para férias coletivas.

A principal ferramenta para a gestão integrada dos processos é a EAP, que apresenta as atividades e entregas do projeto em atividades menores e de gerenciamento mais fácil. O cronograma define e sequencia as atividades e elabora o planejamento do tempo para sua execução. Para isso, utiliza o Gráfico de Gantt, que lista as atividades da EAP distribuídas em um gráfico de barras onde são relacionadas ao cronograma de execução. A relação de atividades é apresentada verticalmente do lado esquerdo e as datas são dispostas horizontalmente na parte superior. A duração de cada atividade é demonstrada por barras horizontais que indicam a data de início e de conclusão.

A Tabela 21 apresenta a estrutura do projeto de mudança com a relação das atividades a ser executadas. Cada item dessa tabela apresenta um número de referência que pode ser visualizado de forma gráfica na EAP, apresentado na Figura 38, bem como a distribuição das atividades no tempo.

Tabela 21 - Descrição da estrutura do projeto de mudança de instalação

Número da atividade	Descrição da atividade	Quantidade
1.1	Estudo de viabilidade	-
1.2	Projetos mecânicos e hidráulico	-
1.3	Projetos elétricos	-
1.4	Plantas isométricas	-
2.1	Contrato de locação	-
2.2	Licenças de funcionamento	-
2.2.1.1	Dutos aço inox	220 (m)
2.2.1.2	Eletrocalha de aço galvanizado	80 (m)
2.2.1.3	Suporte de aço	300 (m)
2.2.1.4	Instalação da infraestrutura chão de fábrica	-
2.2.2.1	<i>Chiller</i>	2
2.2.2.2	Torre de Resfriamento	1
2.2.2.3	Estação de bombeamento	1
2.2.2.4	Instalação hidráulica	-
2.2.3.1	Compressor de ar	1
2.2.3.2	Pulmão reservatório de ar	1
2.2.3.3	Instalação ar comprimido	1
2.2.4.1	Cabine primária padrão ENEL	1
2.2.4.2	Projeto elétrico de baixa tensão	1
2.2.4.3	Fiação elétrica	1800 (m)
2.2.5.1	Sistema PABX	1
2.2.5.2	Sistema de Rede	1
2.2.6.1	Pintura epóxi do piso industrial	1600 (m²)
2.3.1	Transporte de máquinas	8 (viagens)
2.3.2	Transporte mobiliário	6 (viagens)
2.3.3	Transporte estoque	8 (viagens)
2.4.1	Instalação pneumática e hidráulica das máquinas	-
2.4.2	Instalação elétrica das máquinas	-
2.5.1	Testes de funcionamento	-
2.5.2	Início das operações na nova fábrica	-

Fonte: elaborada pelo autor

Figura 38 - Estrutura Analítica do Projeto para o cenário da Instalação Nova

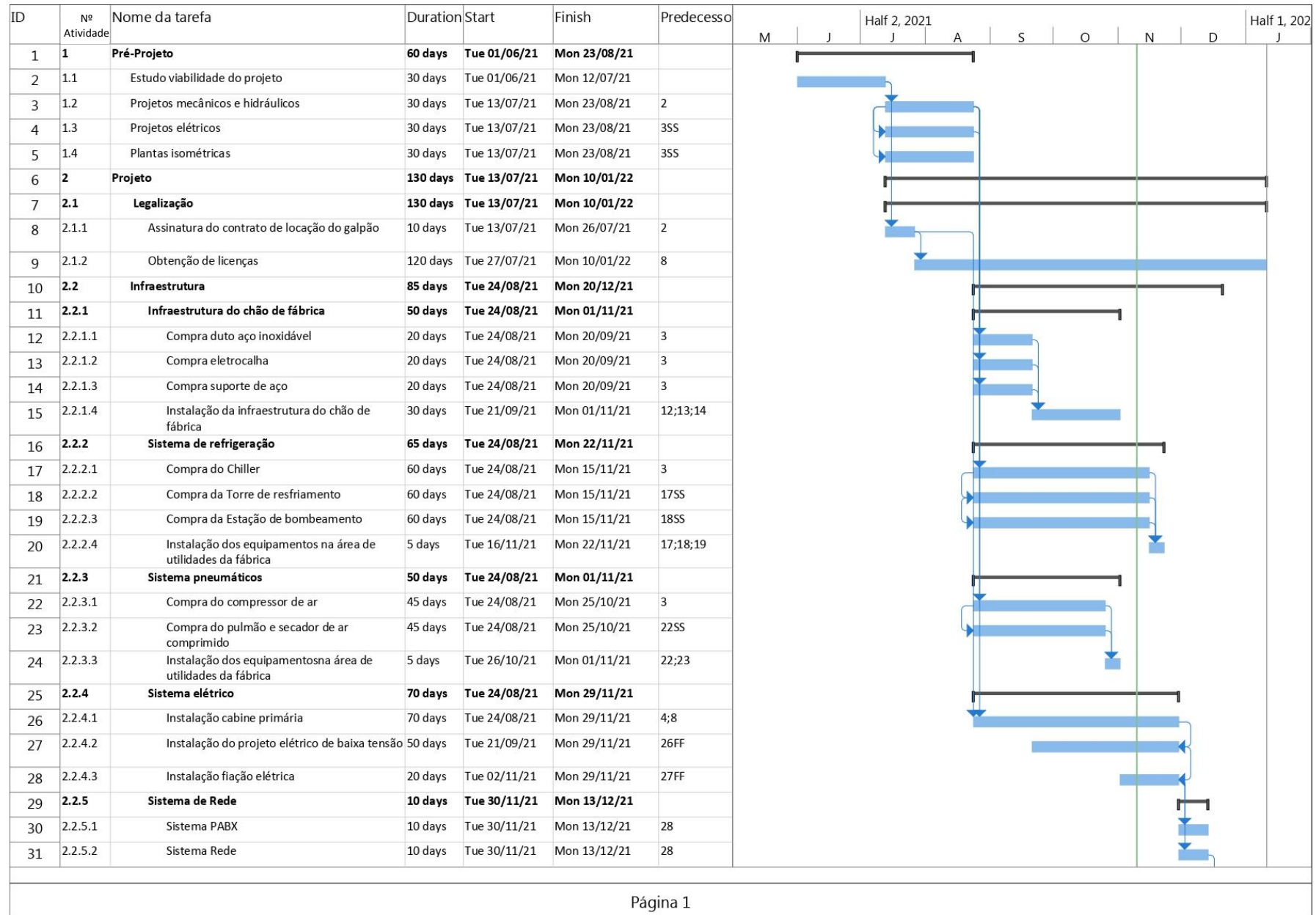
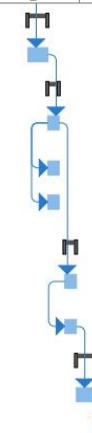


Figura 38 - Estrutura Analítica do Projeto para o cenário da Instalação Nova (continuação)

ID	Nº Atividade	Nome da tarefa	Duration	Start	Finish	Predecesso	Half 2, 2021												Half 1, 2022
							M	J	J	A	S	O	N	D					
32	2.2.6	Pintura industrial	5 days	Tue 14/12/21	Mon 20/12/21														
33	2.2.6.1	Pintura epoxi do piso industrial	5 days	Tue 14/12/21	Mon 20/12/21	31													
34	2.3	Transporte de máquinas e equipamentos	4 days	Tue 21/12/21	Fri 24/12/21														
35	2.3.1	Transporte especializado de equipamentos	4 days	Tue 21/12/21	Fri 24/12/21	33													
36	2.3.2	Transporte convencional do mobiliário	4 days	Tue 21/12/21	Fri 24/12/21	35SS													
37	2.3.3	Transporte dos itens do estoque e almoxarifado	4 days	Tue 21/12/21	Fri 24/12/21	35SS													
38	2.4	Instalação das máquinas e equipamentos	4 days	Mon 27/12/21	Thu 30/12/21														
39	2.4.1	Instalação das tubulações pneumática e hidráulica nos equipamentos	4 days	Mon 27/12/21	Thu 30/12/21	35													
40	2.4.2	Instalação elétrica dos equipamentos	4 days	Mon 27/12/21	Thu 30/12/21	39SS													
41	2.5	Início das operações	7 days	Fri 31/12/21	Mon 10/01/22														
42	2.5.1	Testes de funcionamento da fábrica	4 days	Fri 31/12/21	Wed 05/01/22	40													
43	2.5.2	Start da instalação nova	3 days	Thu 06/01/22	Mon 10/01/22	42													



5. ANÁLISE ECONÔMICA

5.1. Planejamento de vendas

A fim de elaborar a análise econômica de uma empresa ou de um projeto de investimentos, é fundamental identificar quais eventos impactam a projeção futura de receitas e despesas, sendo a previsão de vendas um dos mais relevantes.

Um dos métodos utilizados para a elaboração da previsão de vendas é a adoção de um referencial quantitativo que pode ter como ponto inicial o histórico de vendas de períodos anteriores. Definida essa base, incorporam-se à previsão indicadores de aumento ou queda de vendas, sazonalidades e impacto de novos projetos de investimentos. Essas variáveis, no entanto, estão sujeitas a algum grau de incerteza em razão de movimentos atípicos na economia, evolução tecnológica, rivalidade entre os competidores e mesmo mudanças repentinas nas preferências dos consumidores, o que adiciona dificuldades nas previsões.

5.1.1. Pressupostos para o planejamento

O procedimento para a estimação de vendas da Embraplastic considerou os seguintes pressupostos:

- A base de referência adotada foi o Demonstrativo de Resultados do Exercício (DRE) de 2020 em conjunto com os volumes de vendas da empresa.
- O horizonte de planejamento é de dez anos.
- Foi considerada para a Instalação Nova o desenvolvimento de uma nova linha de produtos voltados para o segmento de cápsulas vitamínicas.
- Foi adotado na previsão de vendas o PIB projetado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) para a variação dos volumes de vendas a partir de 2022.
- Para 2021 foi usada a estimativa de fechamento do ano com ajuste dos efeitos sazonais.
- Para 2022 projeta-se um decréscimo do volume de tampas para frascos de álcool.
- Foi considerado o incremento gradativo de vendas para a nova linha de produtos no cenário da Instalação Nova.

5.1.2. Planejamento de vendas para o cenário da Instalação Atual

A Tabela 22 mostra a projeção de vendas por produto considerando a hipótese de manutenção das operações na Instalação Atual até 2030.

Tabela 22 - Planejamento de vendas em milhões de unidades para o cenário da Instalação Atual

PRODUTOS	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Tampa <i>disctop</i> 28.410	13,9	12,7	12,4	12,8	13,1	13,4	13,7	14	14,3	14,7	15,1
Tampa <i>disctop</i> 24.415	10,7	9,8	9,6	9,8	10	10,3	10,5	10,7	11	11,3	11,6
Tampa <i>fliptop</i> bicolor	9,8	9,8	10,1	10,3	10,6	10,9	11,1	11,3	11,6	11,9	12,3
Tampa rosca 18	7,7	7,7	7,9	8,1	8,3	8,5	8,7	8,9	9,1	9,4	9,6
Tampa <i>fliptop</i> 29.5	4,6	4,2	4,1	4,2	4,4	4,5	4,6	4,6	4,8	4,9	5
Tampa rosca baixa	3,7	3,7	3,8	3,9	4	4,1	4,1	4,2	4,3	4,4	4,6
Tampa <i>fliptop</i> 28.410	3,6	3,3	3,2	3,3	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9
Tampa <i>fliptop</i> a-04	3,3	3,3	3,4	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4	4,1
Pote <i>premium</i> 1000g	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3	3	3,1	3,2	3,3	3,4
Tampa bico aplicador	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9	3	3	3,1
Tampa rosca 1000g	2,5	2,5	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3	3,1
Tampa <i>fliptop</i> 24.20	1,9	1,9	2	2	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,4
Pote <i>premium</i> 300g	1,9	1,9	1,9	2	2	2,1	2,1	2,1	2,2	2,3	2,3
Demais produtos	17,4	17,4	17,8	18,2	18,7	19,2	19,6	20	20,4	21	21,6
Total	86	83,3	84	86,1	88,3	90,5	92,3	94,2	96,5	99,1	102,1
Crescimento anual	8,20%	-3,20%	0,80%	2,50%	2,50%	2,50%	2,00%	2,10%	2,40%	2,70%	3,00%

Fonte: elaborada pelo autor

5.1.3. Planejamento de vendas para o cenário da Instalação Nova

A projeção de vendas para o cenário da Instalação Nova incorpora o desenvolvimento e venda de uma nova linha de produtos voltada ao segmento de cápsulas vitamínicas. Por se tratar de um mercado em expansão, estima-se que a penetração de vendas desses produtos crescerá a uma taxa de 10% ao ano (ABIAD, 2020).

A Tabela 23 apresenta a previsão de volumes para a Instalação Nova, onde se observa o incremento das vendas, em comparação com a Instalação Atual, em virtude da linha de produtos de cápsulas vitamínicas a ser lançada em 2022. Essa linha será composta por três conjuntos de potes e tampas que serão adicionados gradativamente ao portfólio da empresa (2022, 2024, 2027) por meio da conquista de novos clientes.

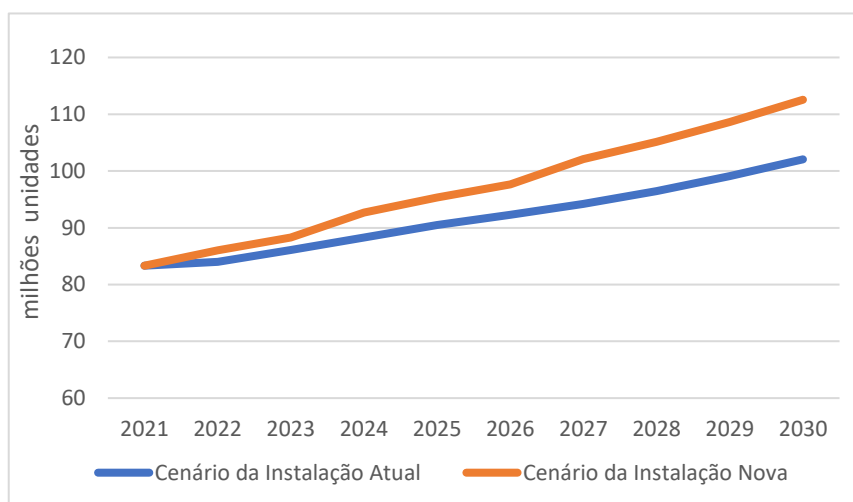
Tabela 23 - Planejamento de vendas em milhões de unidades para o cenário da Instalação Nova

PRODUTOS	2020	2021	202 2	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Tampa <i>disctop</i> 28.410	13,9	12,7	12,4	12,8	13,1	13,4	13,7	14	14,3	14,7	15,1
Tampa <i>disctop</i> 24.415	10,7	9,8	9,6	9,8	10	10,3	10,5	10,7	11	11,3	11,6
Tampa <i>fliptop</i> bicolor	9,8	9,8	10,1	10,3	10,6	10,9	11,1	11,3	11,6	11,9	12,3
Tampa rosca 18	7,7	7,7	7,9	8,1	8,3	8,5	8,7	8,9	9,1	9,4	9,6
Tampa <i>fliptop</i> 29.5	4,6	4,2	4,1	4,2	4,4	4,5	4,6	4,6	4,8	4,9	5
Tampa rosca baixa	3,7	3,7	3,8	3,9	4	4,1	4,1	4,2	4,3	4,4	4,6
Tampa <i>fliptop</i> 28.410	3,6	3,3	3,2	3,3	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9
Tampa <i>fliptop</i> a-04	3,3	3,3	3,4	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4	4,1
Pote <i>premium</i> 1000g	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3	3	3,1	3,2	3,3	3,4
Tampa bico aplicador	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9	3	3	3,1
Tampa rosca 1000g	2,5	2,5	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3	3,1
Tampa <i>fliptop</i> 24.20	1,9	1,9	2	2	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,4
Pote <i>premium</i> 300g	1,9	1,9	1,9	2	2	2,1	2,1	2,1	2,2	2,3	2,3
Demais produtos	17,4	17,4	17,8	18,2	18,7	19,2	19,6	20	20,4	21	21,6
Subtotal	86	83,3	84	86,1	88,3	90,5	92,3	94,2	96,5	99,1	102,1
Pote cápsula vitamínica 01	-	-	1	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1
Tampa cápsula vitamínica 01	-	-	1	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1
Pote cápsula vitamínica 02	-	-	-	-	1	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8
Tampa cápsula vitamínica 02	-	-	-	-	1	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8
Pote cápsula vitamínica 03	-	-	-	-	-	-	-	1	1,1	1,2	1,3
Tampa cápsula vitamínica 03	-	-	-	-	-	-	-	1	1,1	1,2	1,3
Subtotal	0	0	2	2,2	4,4	4,8	5,4	7,8	8,8	9,4	10,4
Total	86,2	83,4	86,0	88,3	92,7	95,3	97,7	102,0	105,3	108,5	112,5
Crescimento anual	8,20%	-3,20%	3,20%	2,70%	5,00%	2,90%	2,40%	4,60%	3,00%	3,30%	3,60%

Fonte: elaborada pelo autor

A Figura 39 apresenta a evolução do volume de vendas para os dois cenários, em que se observa o incremento gradativo que a nova linha de cápsulas vitamínicas poderá proporcionar em decorrência da incorporação de novo mercado consumidor.

Figura 39 - Evolução do volume de vendas projetado



Fonte: elaborada pelo autor

Consideradas as capacidades ociosas existentes para os dois cenários, a empresa deveria implementar, a curto prazo, um plano de incentivo às vendas focado na expansão dos negócios e conquista de novos clientes que poderia se desdobrar em 1) conquista de novos clientes para os produtos existentes e 2) conquista de novos clientes para a linha de cápsulas vitamínicas. Dessa forma, a capacidade ociosa poderá ser gradativamente preenchida e o faturamento da operação conseguirá atingir os valores projetados.

5.2. Demonstrativo de Resultado do Exercício

O demonstrativo de resultado é o relatório resumido das operações realizadas pela empresa durante um intervalo de tempo. Para efeito da análise da Embraplastic foi adotado um horizonte de dez anos.

Por motivos de confidencialidade das informações financeiras, todos os valores apresentados no DRE foram ajustados por meio da divisão dos valores originais, em reais, por um fator de conversão conforme apresentado na Equação 10.

$$\frac{\text{Valor original do DRE}}{\text{Fator de conversão}} = \text{Valor ajustado} \quad (10)$$

5.2.1. Demonstrativo de Resultado para o cenário da Instalação Atual

Como pode ser observado na Tabela 24, o acréscimo na receita operacional líquida é resultante do planejamento de vendas (Tabela 22) crescente para o horizonte de planejamento. Esse efeito é também notado para as contas componentes do custo da mercadoria vendida (mão de obra direta, matéria-prima, aluguel e energia da fábrica e depreciação das máquinas). As contas de despesas gerais e administrativas não sofrem o mesmo efeito por não estarem vinculadas diretamente à produção.

É também possível observar o efeito positivo no lucro líquido do exercício por conta do incremento do volume de vendas sem o aumento das despesas fixas.

Tabela 24 - Demonstrativo de resultado para o cenário da Instalação Atual

Contas	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Receita Operacional Líquida	1.000,00	976,78	988,55	1.013,27	1.038,60	1.064,56	1.085,85	1.108,66	1.135,26	1.165,92	1.200,89
(-) Custo da Mercadoria Vendida	743,27	723,65	729,57	745,47	759,78	775,67	790,95	807,15	823,42	844,43	865,83
Matéria-Prima	499,69	483,86	487,85	500,05	512,55	525,36	535,87	547,12	560,25	575,38	592,64
Mão de Obra Direta	103,51	103,51	103,51	103,51	103,51	103,51	105,76	108,01	108,01	110,26	110,26
Materiais e Manutenção	56,20	54,42	54,87	56,24	57,65	59,09	60,27	61,53	63,01	64,71	66,65
Energia da Produção	33,90	32,82	33,09	33,92	34,77	35,64	36,35	37,11	38,01	39,03	40,20
Aluguel da Produção	15,79	15,79	15,79	15,79	15,79	15,79	15,79	15,79	15,79	15,79	15,79
Depreciação	3,38	3,38	4,36	5,14	3,96	3,96	3,96	3,96	3,96	3,96	3,96
Outros	30,81	29,87	30,10	30,83	31,57	32,33	32,96	33,62	34,40	35,30	36,33
(=) Lucro Bruto	256,73	253,13	258,98	267,79	278,81	288,89	294,91	301,51	311,84	321,49	335,07
(-) Despesas Gerais e Administrativas	102,26	102,26	102,26	102,26	102,26	102,26	102,26	102,26	102,26	102,26	102,26
Despesa com Pessoal	82,93	82,93	82,93	82,93	82,93	82,93	82,93	82,93	82,93	82,93	82,93
Outras Despesas Administrativas	19,32	19,32	19,32	19,32	19,32	19,32	19,32	19,32	19,32	19,32	19,32
(-) Despesas de Vendas	18,50	18,07	17,84	18,29	18,75	19,22	19,70	20,19	20,69	21,21	21,74
(=) Resultado Operacional	135,97	132,80	138,88	147,25	157,81	167,42	172,96	179,07	188,89	198,02	211,07
(-) IR e CSLL	46,23	45,15	47,22	50,06	53,66	56,92	58,80	60,88	64,22	67,33	71,76
(=) Resultado Líquido	89,74	87,65	91,66	97,18	104,15	110,50	114,15	118,18	124,67	130,69	139,31

Fonte: elaborada pelo autor

5.2.2. Demonstrativo de Resultado para o cenário da Instalação Nova

Assim como no cenário da Instalação Atual, a receita operacional líquida da Instalação Nova apresenta crescimento em razão do maior volume de vendas e da introdução da linha de cápsulas vitamínicas conforme mostrado na Tabela 25. Nota-se também que na Tabela 25 foi inserida a conta de despesa com mudança, impactada apenas em 2021, por conta dos gastos previstos para a mudança de instalação.

As contas componentes do custo da mercadoria vendida vinculadas diretamente à produção (matéria-prima, mão de obra direta, materiais, energia elétrica e outros custos) apresentam crescimento em razão do incremento de volumes dos produtos. A despesa com mão de obra sofre acréscimos marginais decorrentes da alocação de novos operadores. Já a conta de energia elétrica, embora cresça nominalmente com o aumento dos volumes, apresenta um ganho decorrente da diminuição do tempo de ciclo, estimado em 5%, o que em termos práticos reduz o custo do componente energia por unidade produzida.

As outras contas (aluguel e depreciação) sofrem impactos distintos, sendo o aluguel uma despesa fixa e a depreciação, dependente da obsolescência das máquinas e de novos investimentos. As despesas administrativas não sofrem impactos decorrentes do incremento de volumes, mantendo-se constantes no horizonte considerado.

Tabela 25 - Demonstrativo de resultado para o cenário da Instalação Nova

Contas	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Receita Operacional Líquida	1.000,00	976,78	1.043,94	1.074,30	1.162,67	1.201,16	1.236,24	1.331,03	1.380,00	1.435,24	1.497,27
(-) Custo da Mercadoria Vendida	743,27	723,65	769,07	788,92	847,07	871,68	896,56	962,82	994,66	1.032,79	1.073,02
Matéria-Prima	499,69	483,86	521,26	537,08	579,90	599,11	616,39	670,93	692,67	720,25	751,63
Mão de Obra Direta	103,51	103,51	103,51	103,51	103,51	103,51	105,76	108,01	110,26	110,26	110,26
Materiais e Manutenção	56,20	54,42	56,79	58,45	63,35	65,46	67,68	71,00	73,45	79,04	82,76
Energia da Produção	33,90	32,82	34,26	35,25	38,21	39,48	40,82	42,22	43,70	45,26	46,90
Aluguel da Produção	15,79	15,79	15,79	15,79	15,79	15,79	15,79	15,79	15,79	15,79	15,79
Depreciação	3,38	3,38	5,43	6,21	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03
Outros	30,81	29,87	32,03	32,63	41,28	43,31	45,10	49,83	53,76	57,17	60,66
(=) Resultado Bruto	256,73	253,13	274,88	285,39	315,61	329,48	339,68	368,21	385,34	402,45	424,25
(-) Despesas Gerais e Administrativas	102,26	155,56	102,26	102,26	102,26	102,26	102,26	102,26	102,26	102,26	102,26
Despesa com Pessoal	82,93	82,93	82,93	82,93	82,93	82,93	82,93	82,93	82,93	82,93	82,93
Outras Despesas Administrativas	19,32	19,32	19,32	19,32	19,32	19,32	19,32	19,32	19,32	19,32	19,32
Despesa com Mudança	0,00	53,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Despesas de Vendas	18,50	18,07	17,84	18,29	18,75	19,22	19,70	20,19	20,69	21,21	21,74
(=) Resultado Operacional	135,97	79,50	154,78	164,84	194,60	208,01	217,73	245,77	262,39	278,99	300,25
(-) IR e CSLL	46,23	27,03	52,62	56,05	66,17	70,72	74,03	83,56	89,21	94,86	102,09
(=) Lucro líquido do exercício	89,74	52,47	102,15	108,79	128,44	137,29	143,70	162,21	173,18	184,13	198,17

Fonte: elaborada pelo autor

5.3. Análise do Valor Presente Líquido

A análise financeira será realizada por meio do fluxo de caixa e pelo cálculo do valor presente líquido dos cenários projetados a partir do DRE. As Tabelas 26 e 27 resumem, respectivamente, os valores para os fluxos de caixa no cenário da Instalação Atual e na Instalação Nova que serviram de base para o cálculo do Valor Presente Líquido (VPL). Nelas

é possível visualizar os ajustes realizados no resultado operacional, que é fundamentado no regime de competência contábil, para se apurar o caixa da empresa.

Em 2022, 2023 e 2024 está prevista, nos dois cenários, a aquisição de três novas máquinas injetoras em substituição das mais antigas, e seu efeito no caixa é informado no item CAPEX. Adicionalmente à compra de novas injetoras, há investimentos previstos para a Instalação Nova, em 2021, que se devem aos novos equipamentos de utilidades da nova planta. Também, em 2022, 2024 e 2027 estão previstos investimentos em moldes para a nova linha de cápsulas vitamínicas.

A variação do capital de giro é resultante da diferença de saldo entre o ano n e $n-1$ das contas do ativo (caixa, contas a receber e estoques) e passivo (contas a pagar, impostos a pagar e salários a pagar) e a sua projeção para o horizonte de tempo considerado.

Tabela 26 - Fluxo de caixa para o cenário da Instalação Atual

Itens	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Resultado Operacional	132,80	138,88	147,25	157,81	167,42	172,96	179,07	188,89	198,02	211,07
(-) IR e CSLL	45,15	47,22	50,06	53,66	56,92	58,80	60,88	64,22	67,33	71,76
(+) Depreciação	3,38	4,36	5,14	3,96	3,96	3,96	3,96	3,96	3,96	3,96
(-) CAPEX	0,00	15,62	15,62	15,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Variação do Capital de Giro	-0,81	0,41	0,86	0,88	0,90	0,74	0,79	0,92	1,06	1,21
Fluxo de caixa	91,84	80,00	85,85	91,62	113,56	117,37	121,35	127,70	133,59	142,05

Fonte: elaborada pelo autor

Tabela 27 - Fluxo de caixa para o cenário da Instalação Nova

Itens	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Resultado Operacional	79,50	154,78	164,84	194,60	208,01	217,73	245,77	262,39	278,99	300,25
(-) IR e CSLL	27,03	52,62	56,05	66,17	70,72	74,03	83,56	89,21	94,86	102,09
(+) Depreciação	3,38	5,43	6,21	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03
(-) CAPEX	23,69	20,97	15,62	20,97	0,00	0,00	5,36	0,00	0,00	0,00
(-) Variação do Capital de Giro	-0,81	2,00	1,02	2,70	1,26	1,14	2,87	1,57	1,77	2,00
Fluxo de caixa	32,97	84,61	98,37	109,79	141,05	147,59	159,01	176,64	187,39	201,20

Fonte: elaborada pelo autor

A Tabela 28 apresenta o VPL para diferentes taxas mínimas de atratividade, calculado por meio da Equação 9, o que possibilita a avaliação da viabilidade econômica do projeto de mudança de instalação da Embraplastic para diferentes taxas de desconto.

Cabe notar que as taxas mínimas de atratividade abrangem um cenário amplo de possíveis taxas de juros da economia, referencial frequentemente utilizado para a definição das taxas de desconto dos projetos.

No início de 2021 os títulos públicos prefixados com vencimento em 10 anos ofereciam taxa anual de 7%, e em agosto os mesmos títulos ofereciam 11% de remuneração ao investidor. Portanto, as taxas mínimas de atratividade utilizadas permitem a tomada de decisão para diferentes taxas e momentos da economia.

Tabela 28 - VPL das instalações

VPL	Taxa Mínima de Atratividade			
	6%	9%	12%	15%
Instalação Atual	836,66	739,63	660,11	594,36
Instalação Nova	980,77	852,14	747,17	660,74
Variação (Nova/Atual)	17,2%	15,2%	13,2%	11,2%

Fonte: elaborada pelo autor

Sendo assim, pode-se concluir que a proposta de mudança para a Instalação Nova se mostra vantajosa em todas as projeções por apresentar VPL superior à Instalação Atual para diferentes cenários de taxas de desconto.

6. CONCLUSÃO

6.1. Viabilidade da mudança de instalação

O estudo da Embraplastic evidenciou que a empresa está inserida em um setor competitivo no qual os diferenciais do processo produtivo são fatores críticos para sua sobrevivência e sucesso diante dos competidores desse setor. Assim submetida à pressão de várias forças competitivas, a empresa deve incorporar ao seu planejamento estratégico a busca de novos compradores a fim de reduzir os custos de produção e se manter competitiva.

Neste sentido, a possível mudança de sua instalação para uma nova fábrica mostra-se adequada, pois permitirá explorar um novo segmento de mercado, o que seria dificultado caso mantidas as instalações atuais, pois estas necessitariam de substancial investimento em infraestrutura para que fossem devidamente adaptadas às exigências de boas práticas de produção voltadas à linha de suplementos vitamínicos. Assim, a busca de ganhos de eficiência e produtividade permitidos pela nova fábrica, fundamental para atuar em um ambiente competitivo, se soma a um reposicionamento da empresa a fim de mitigar ameaças de competidores no seu setor de atuação. Esse reposicionamento reforçará as defesas da empresa diante de ameaças e deverá se traduzir em ganhos econômicos para os próximos anos.

A análise da capacidade da Instalação Atual e a projeção para a Instalação Nova indicam que a empresa se encontra em posição vantajosa para elevar a produção sem que necessite de investimentos adicionais em seus custos fixos. A capacidade ociosa poderá ser gradativamente reduzida por meio de um plano de conquista de novos clientes para os produtos existentes e para a linha de cápsulas vitamínicas que entrará em vigor em 2022.

Porém, é com a Instalação Nova que a empresa poderá atingir um patamar de produção superior em produtividade, eficiência e qualidade, tendo em vista os ganhos advindos da nova infraestrutura e do arranjo físico mais adequados às necessidades de movimentação, como também pela incorporação de boas práticas no processo produtivo.

Os ganhos relativos à mudança para a nova fábrica, estimados pela projeção do Índice de Eficiência Global (OEE), com incremento inicial dos atuais 51,95% para 52,50%, bem como pelo VPL superior para a Instalação Nova, validam a perspectiva de ganhos que o presente estudo aponta. Ganhos superiores poderão ocorrer com o gerenciamento eficaz dos processos e o aperfeiçoamento contínuo da produção por meio de programas específicos de melhorias.

Sendo assim, e estando a empresa posicionada em um novo patamar no mercado competitivo, poderá atuar mais agressivamente na conquista de novos segmentos para os quais poderá desenvolver produtos de qualidade.

6.2. Benefício do trabalho para a empresa

A participação no projeto de avaliação de viabilidade da mudança de instalação para um novo local permitiu a aplicação prática dos aprendizados obtidos ao longo do curso de engenharia de produção na Escola Politécnica da USP.

O apoio recebido da empresa permitiu o contato direto com os profissionais de diversas áreas para a obtenção de informações e dados utilizados neste trabalho, como também o conhecimento sobre o processo produtivo, estrutura de custos e o entendimento do negócio da empresa de forma abrangente.

Adicionalmente, este estudo ofereceu à empresa uma avaliação sobre a viabilidade de prosseguir, ou não, com o projeto de mudança de sua instalação, na medida em que apresentou subsídios para a tomada de decisão por parte dos seus dirigentes.

Dessa forma, e com base nas conclusões apresentadas, caso a empresa decida pela mudança de suas instalações e promova uma mudança no seu posicionamento de mercado, estará mais segura sobre a assertividade da decisão que venha a empreender.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIAD, Associação Brasileira da Indústria de Alimentos para Fins Especiais. **Pesquisa de Mercado ABIAD 2020**. São Paulo, 2017. Disponível em: <https://abiad.org.br/pesquisa-de-mercado-suplementos-alimentares/#wrap>. Acesso em: 6 nov. 2021.

ABIPLAST, Associação Brasileira da Indústria do Plástico. **Perfil 2020**. São Paulo, 2020. Disponível em: <http://www.abiplast.org.br/publicacoes/perfil-2020/>. Acesso em: 20 ago. 2021.

CARVALHO, M. M. et al. **Fundamentos de Gestão de Projetos: Construindo Competências para Gerenciar Projetos**. 4.ed. São Paulo: Editora Atlas, 2015

CNAE, Classificação Nacional de Atividades Econômicas. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://cnae.ibge.gov.br/?view=classe&tipo=cnae&versao=7&classe=22226&chave=plastico>. Acesso em: 7 set. 2021.

CORRÊA, H. L. et al. **Planejamento, Programação e Controle da Produção - MRP II / ERP** Exercício com planilha simuladora MRP II. Conceitos, Uso e Implantação. 8.ed. São Paulo: Editora Atlas S. A, 2000.

GIAMBIAGI F. et al. **Recuperação Econômica e Fechamento Gradual do Hiato: Um Exercício de Consistência de Médio e Longo Prazos**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada IPEA. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/210913_td_2690.pdf. Acesso em 23 out. 2021

IUDÍCIBUS, S; MARION J. C. **Curso de Contabilidade para não Contadores**. 6.ed. São Paulo: Editora Atlas, 2009.

LEITE, M. A. **Análise Comparativa entre Sistemas de Resfriamento de Injeção de Plástico**. 99p. Trabalho de Formatura – Faculdade de Engenharia - Universidade do Estado de São Paulo. Guaratinguetá, 2011.

MIYAKE D. I. **Introdução ao SLP e ferramentas para registro e análise do fluxo**. São Paulo: Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo PRO3443, 2018.

MÜTHER, R. **Distribución en Planta**. 2. ed. Barcelona: Editorial Hispano Europea, 1970.

NAKAJIMA, S. **Introduction to TPM - Total Productive Maintenance**. Portland, Oregon: Productivity Press, 1988.

PASQUALINI, F. et al. **Gestão da Produção**. Rio Grande do Sul. Editora. Unijuí, 2010.

PMI – **Project Management Institute**. Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®). 4.ed. Pennsylvania: Global Standard, 2008.

PORTER, M. E. **Vantagem Competitiva: Criando e Sustentando Desempenho Superior**. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1992.

_____; **Técnicas para Análise de Indústrias e da Concorrência**. 7. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1991.

SERRA R. G; WICKERT M. **Valuation Guia Fundamental**. 3.ed. São Paulo: Editora Atlas, 2014.

SESI-SP, **Indústria da Transformação do Material Plástico**. Manual de Segurança e Saúde no Trabalho. Serviço Social da Indústria de São Paulo Divisão de Saúde. SESI-SP editora, 2012.

SILVA, S. L. **Sistemática para o Projeto de Refrigeração de Molde para Injeção de Polímeros**. 150 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

SINDIPLAST, Sindicato da Indústria de Material Plástico do Estado de São Paulo. **Guia Ambiental da Indústria de Transformação e Reciclagem de Materiais Plásticos**. Disponível em: http://file.sindioplast.org.br/download/guia_ambiental_internet.pdf. Acesso em: 8 ago. 2021.

SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. 8. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2018.

ROSS, S. A. et al. **Fundamentos de Administração Financeira**. 9.ed. Porto Alegre: Editora Mc Graw Hill, 2013.

VIEIRA D. R; ROUX M. **Projeto de Centros de Distribuição**. 1.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.