



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Proposta de layout para uma empresa do ramo Agrícola

Área de conhecimento da EP: Engenharia de Operações e Processos da Produção
Sub-área de conhecimento da EP: Projeto de Fábrica e de Instalações Industriais:
organização industrial, layout/arranjo físico

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Aluno (a): Rodrigo Donadeli Gomes
Orientador (a): Prof.^a. M.^a Franciely Velozo Aragão

MARINGÁ
PARANÁ – BRASIL
2016

Dedicatória

Dedico esse trabalho aos meus pais e familiares, que compõem a base de todos os meus projetos de vida, sempre com muito amor.

Agradecimento

Em primeiro lugar, gostaria muito de agradecer a Deus e Nossa Senhora por ter guiado o meu caminho até aqui, sempre me concedendo saúde e me abençoando.

Fica também a minha gratidão pelos meus pais e irmã, que diariamente se dedicam e intercedem por mim. Da mesma forma a todos os meus familiares, que com muito carinho e amor me auxiliaram em todas as etapas de minha vida.

A meus amigos e colegas de trabalho, que estão sempre presentes e correspondendo as minhas necessidades.

A professora Franciely, que teve paciência e colaborou diretamente na construção deste trabalho.

Enfim, a todos os participantes, diretos ou indiretos, desta fase da minha vida, que graças a Deus, está sendo concluída com muito sucesso.

Resumo

Este trabalho foi desenvolvido a fim de se realizar uma proposta de um novo *layout* para o setor de granulados de uma empresa do ramo agrícola, na ambição de se reduzir as movimentações desnecessárias dentro do processo produtivo, podendo resultar em um menor tempo de processo, redução de custos, maior organização e segurança. Com base na demanda anual e no fluxo do processo, identificaram-se oportunidades de melhoria dentro do setor em estudo, viabilizando o desenvolvimento de uma proposta de um novo arranjo físico, onde principalmente foram realocadas as áreas de maior importância e redimensionados os corredores de movimentações. O projeto foi elaborado com base no método SLP (Planejamento Sistemático de *Layout*), que sugere uma sequência de ferramentas antecedentes a formação do arranjo físico ideal. A sugestão de *layout* pode colaborar com a empresa como uma oportunidade de melhoria de baixo custo e alto retorno em questões de agilidade, organização e aumento na margem de lucro dos produtos.

Palavras-chave: *Layout*; Arranjo físico; Estudo de fluxo.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Justificativa	11
1.2 Definição e delimitação do problema	12
1.3 Objetivos.....	13
1.3.1 Objetivo geral	13
1.3.2 Objetivos específicos.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 GESTÃO POR PROCESSOS E OPERAÇÕES	15
2.2 SISTEMAS PRODUTIVOS.....	17
2.2.1 Classificação dos sistemas produtivos.....	18
2.2.2 Tipos de processos.....	19
2.3 ARRANJO FÍSICO	20
2.3.1 Tipos de Arranjo Físico	21
2.4 ESTUDO DE FLUXO.....	25
2.4.1 Mapeamento de processos	26
2.4.2 Planejamento Sistemático de Layout (SLP).....	26
2.5 DIMENSIONAMENTO DE CORREDORES	31
3. METODOLOGIA.....	32
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	32
3.2 COLETA DE DADOS	32
4. DESENVOLVIMENTO.....	36
4.1 EMPRESA.....	36
4.2 DEFINIÇÃO DO SETOR DE GRANULADOS	37
4.2.1 Descrição dos maquinários	38
4.2.2 Quantidade de maquinários	47
4.2.3 Matéria prima	47
4.2.4 Produtos acabados	48
4.3 ARRANJO FÍSICO ATUAL	50
4.3.1 Mapeamento do processo	50
4.3.2 Projeto do arranjo físico atual.....	52
4.3.3 Considerações do arranjo físico atual.....	56
4.4 PROPOSTA DE LAYOUT	57
4.4.1 Diagrama “de-para”	63
4.4.2 Diagrama de relacionamentos	65
4.2.3 Diagrama de arranjo entre as atividades.....	66
4.2.4 Diagrama de relações de espaço.....	68
4.2.5 Dimensionamento de corredores	69
4.5 PROJETO DO NOVO LAYOUT	70
4.5.1 Comparação das distancias	74
4.5.2 Comparação das áreas	78
5. CONCLUSÃO.....	79
6. APÊNDICE	81
7. REFERÊNCIAS	84

Lista de Figuras

Figura 1: Relacionamento entre as funções da gestão por operações.....	16
Figura 2: Relação dos diferentes tipos de processo	21
Figura 3: Exemplo de um arranjo físico de posição fixa.....	22
Figura 4: Exemplo de arranjo físico funcional	23
Figura 5: Exemplo de arranjo físico em linha	24
Figura 6: Exemplo de arranjo físico celular	25
Figura 7: Volume de materiais movimentados.....	28
Figura 8: Exemplo de um diagrama de relacionamento	29
Figura 9: Exemplo de diagrama de arranjo de atividades	30
Figura 10: Exemplo de diagrama de relações de espaço	30
Figura 11: Exemplo de ajuste do arranjo físico disponível	31
Figura 12: Resumo da metodologia.....	35
Figura 13: Talha	39
Figura 14: Silos e talha	39
Figura 15: Balança.....	40
Figura 16: Balança 2.....	40
Figura 18: Visor balança.....	41
Figura 19: Botões e alavancas	41
Figura 20: Misturador	42
Figura 21: Misturador 2.....	42
Figura 22: Pistão misturador.....	43
Figura 23: Ensacadeira de sacaria de vinte e cinco quilos	43
Figura 24: Esnsacadeiras de sacaria de vinte e cinco quilos 2	44
Figura 25: Envasadeira de bog bags	44
Figura 26: Inkjet	45
Figura 27: Esteira	46
Figura 28: Empilhadeira	46
Figura 29: Ureia, MAP e KCl.....	48
Figura 30: Produto acabado.....	50
Figura 31: Mapeamento do processo de granulados	51
Figura 32: Atividades empilhadeira 1	52
Figura 33: Atividades empilhadeira 2	52
Figura 34: Arranjo atual	55
Figura 35: Pareto produtos acabados.....	59
Figura 36: Diagrama de arranjo entre as atividades	68
Figura 37: Diagrama de relação de espaço	69
Figura 38: Projeto novo layout	72

Lista de Tabelas

Tabela 1: Quantidade de operadores por tipo de envase	38
Tabela 2: Quantidade de maquinários	47
Tabela 3: Matéria prima e suas garantias	48
Tabela 4: Produtos comercializados	49
Tabela 5: Área de ocupação dos espaços no arranjo atual	53
Tabela 6: Distância percorrida pela empilhadeira no arranjo físico atual	56
Tabela 7: Demanda de produtos acabados	58
Tabela 9: Ordem de produção	60
Tabela 10: Proporção da demanda.....	61
Tabela 11: Análise por material.....	62
Tabela 12: Divisão dos produtos acabados entre big bags e sacaria	63
Tabela 13: Diagrama De-Para	64
Tabela 14: Prioridade de proximidade.....	65
Tabela 15: Diagrama de relacionamento das atividades	66
Tabela 16: Número de representação das áreas.....	67
Tabela 17: Dimensões dos equipamentos e materiais movimentados.....	70
Tabela 18: Distância percorrida pela empilhadeira no arranjo físico proposto	73
Tabela 19: Área de ocupação dos espaços no arranjo proposto	74
Tabela 20: Distância percorrida no arranjo físico atual.....	75
Tabela 21: Distância percorrida no arranjo físico proposto	76
Tabela 22: Comparação entre as distâncias	77
Tabela 23: Comparação entre a capacidade de armazenamento	78

Lista de Quadros

Quadro 1: Diferença entre os sistemas produtivos	18
Quadro 2: Modelos de Processo	19
Quadro 3: Símbolos mais comuns de mapeamento de processos	26
Quadro 4: Passos de planejamento de arranjo físico funcional (SLP)	27

Lista de Apêndice

Apêndice 1: Linha por um todo.....	81
Apêndice 2: Visão geral do barracão.....	82
Apêndice 3: Sugestão adotada na divisão de materiais	83
Apêndice 4: Sugestão adotada na divisão da porta.....	83

Lista de Siglas

PR – Paraná

CRF – Fertilizante de liberação controlada

SLP – Planejamento Sistemático de *Layout*

PCP – Planejamento e controle da produção

KCL – Cloreto de potássio

MAP – Fosfato monoamônio

B – Boro

N – Nitrogênio

P – Fosforo

K – Potássio

MP – Matéria prima

PA – Produto acabado

B.B. – *Big Bags*

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas o processo contínuo de industrialização acirra a disputa pelo mercado, resultando em um mercado preocupado com a melhoria de seus processos produtivos buscando um fluxo ágil e enxuto. A redução do tempo utilizado para o atendimento da produção visa o aumento da capacidade e, por consequência, à satisfação do cliente. Para que isso ocorra, a cadeia produtiva como um todo deve estar bem consolidada e integrada. Desta forma, um arranjo da planta industrial com planejamento adequado e melhor aproveitamento do espaço físico refletem em um desempenho mais satisfatório nas atividades e conseqüentemente maior vantagem competitiva.

Ritzman e Krajewski (2004) explicam que os custos operacionais, o preço final cobrado pelos produtos ou serviços prestados e a capacidade de produção estão diretamente ligados à distribuição física da fábrica. Os autores ainda afirmam que um dimensionamento bem estudado resulta em um melhor fluxo de materiais e informações, redução de acidentes, maior confiança entre força de vendas e cliente final, bem como um aumento na eficiência, tanto na mão-de-obra, quanto nos equipamentos.

Slack et al. (2013) declara que as organizações devem ter uma atenção singular para a distribuição de sua planta fabril por desempenharem um papel fundamental para o fluxo de operações, e se não bem executada pode acarretar em conseqüências adversas para o empreendimento.

Ao decorrer deste trabalho, será apresentado um estudo de caso em uma empresa do ramo agrícola, este irá propor uma reestruturação da distribuição de matérias-primas e produtos acabados em big bags, situados no barracão de fertilizantes granulado, buscando um fluxo mais organizado e seguro.

1.1 Justificativa

A maior dificuldade encontrada hoje pela empresa é a falta de planejamento e distribuição logística, ocasionando um fluxo operacional desordenado. Na divisão fabril de

produção de granulados não existe uma determinação de onde serão alocadas as matérias-primas, que são descarregadas e armazenadas aleatoriamente.

A ausência de comunicação entre chão de fábrica e logística acarreta na disposição de pontos distintos de um mesmo material, dependendo da memória do operador responsável pela identificação e localização dos bags. Exemplificando, houveram casos onde foi adquirida uma grande quantidade de produto, contudo não se projetou o local de armazenagem, destinando-os para fora do barracão. Além disso, na planta não existe nem um tipo de delimitação para fluxo de empilhadeiras e divisão de materiais.

Esse conjunto de fatores leva a empresa a enfrentar uma redução da sua capacidade produtiva, pela movimentação excessiva, bem como, a exposição dos operadores a riscos, na ausência de sinalização. Deste modo, a relevância do estudo se pauta nas estratégias de otimização do *layout*.

1.2 Definição e delimitação do problema

Segundo Borba (1998) o arranjo físico deve ser uma integração das instalações fabris, onde a matéria-prima, mão de obra, maquinário, área de movimentação, administração e todo o conjunto de outros fatores da produção se conciliem.

O estudo é vinculado à uma empresa de fertilizantes para nutrição e fisiologia vegetal, situada no município de Paiçandu-PR, onde iniciou suas atividades no ano de 2004. Desde então, a empresa vem se destacando no mercado, apresentando um crescimento exponencial.

Os proprietários estavam determinados a atender e fidelizar os novos clientes, porém a demanda excedia a capacidade produtiva. Vivenciando esse cenário, algumas providencias foram tomadas a fim de atender as necessidades imediatas, o que resultou em uma expansão carente de planejamento.

A princípio, o portfólio de produtos se resumia a fertilizantes foliares, com as linhas de sais e líquidos. Posteriormente, despontou-se a oportunidade de expansão da gama de produtos, nascendo a linha de fertilizantes de liberação controlada (CRFs), que são os

granulados. Os CRFs são mais volumosos comparados aos foliares, por se tratarem de Big Bags, tanto para as matérias-primas, quanto para a maioria dos produtos acabados. Pela necessidade de espaço, foi construído um barracão exclusivo para a nova linha.

A proposta de otimização do *layout* está vinculada justamente na linha de granulados, onde o maior desafio não é na distribuição de equipamentos, pois a linha em si é gravitacional, e sim na distribuição de matéria-prima e produto acabado, que ocupam a maior parte do barracão e determinam todo o fluxo de movimentação dentro da planta.

Por se tratar de um agronegócio, sabe-se que a produção é sazonal e dependente da safra, onde a demanda de produtos muda de acordo com o plantio, atendendo as garantias da nova aplicação, conseqüentemente alterando o volume e o tipo de matéria-prima aplicada.

Desta forma, uma alocação mais coerente e planejada dos recursos resultaria em benefícios como o decréscimo de tempo utilizado para produção, redução de movimentação de empilhadeiras e pessoas, emprego mais assertivo do espaço físico.

1.3 Objetivos

Os objetivos do presente trabalho serão apresentados em dois tópicos, objetivo geral e objetivo específico.

1.3.1 Objetivo geral

Elaborar uma proposta de reestruturação de *layout* para uma indústria do setor agrícola.

1.3.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são compostos por:

- Mapear o processo produtivo;
- Dimensionar a instalação e a disposição dos big bags;
- Estudar o fluxo de movimentação dos materiais;

- Propor um novo *layout*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo será retratado todo o alicerce teórico, englobando a gestão por processos e operações, sistemas produtivos e arranjo físico. Com a devida base literária, poderá se elaborar uma nova sugestão de *layout*.

2.1 GESTÃO POR PROCESSOS E OPERAÇÕES

Segundo Houaiss et al. (2001), um processo se dá por um seguimento fatos ou operações que se reproduzem em certa constância.

Para Corrêa e Corrêa (2012), a estrutura organizacional é composta pela distribuição de tarefas e recursos, comparando a eficiência da empresa com a maneira que é realizada a divisão dentro dos setores existentes.

Neumann (2013) afirma que não existe um produto ou serviço fornecido por uma empresa sem que haja um processo organizacional. Destaca ainda, que o motivo de destaque das empresas está baseado na eficiência e na eficácia dos processos.

Carvalho e Paladini (2006) citam a necessidade de um bom relacionamento entre os departamentos para a apresentação de resultados positivos na organização. No caso da gestão por processos, essa relação deve-se a uma integração, envolvendo a cadeia como um todo, ou seja, fornecedores, processo produtivo, produto acabado e cliente satisfeito, buscando sempre a eficiência e a eficácia.

De acordo com Corrêa e Corrêa (2012) a gestão de operações se resume a ações que provem de um planejamento e conseqüentemente ao uso de recursos humanos, informacionais e tecnológicos. Esses se relacionam com os processos de transformação, tanto de produtos, quanto de serviços.

Batalha et al. (2008) resume gestão por operações, compondo-a com as seguintes áreas:

- Gestão da demanda;

- Planejamento do negócio;
- Planejamento operacional;
- Controle da produção.

A Figura 1 mostra como essas funções se comportam.

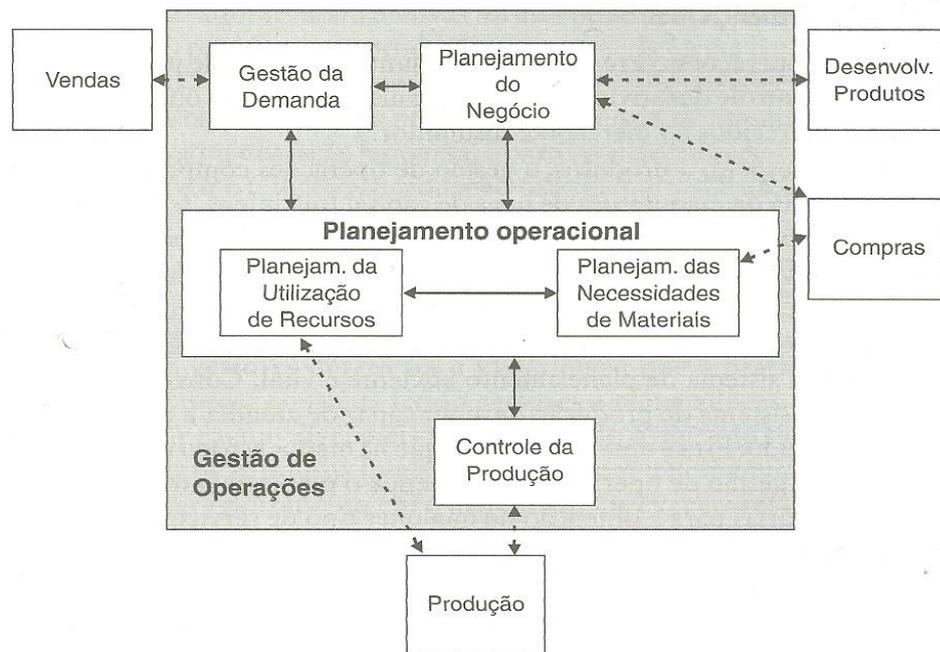


Figura 1: Relacionamento entre as funções da gestão por operações
 Fonte: Batalha et. al. (2008)

Para Batalha et al. (2008), a gestão da demanda é a ligação entre o mercado e a produção, englobando a área comercial, em específico o setor de vendas da organização. Procura-se manter atualizada a previsão de vendas a longo, médio e curto prazo, sendo comparado periodicamente o volume previsto *versus* o volume realizado. É o passo inicial para a futura programação da fábrica.

Segundo Batalha et al. (2008), o planejamento do negócio, ou planejamento estratégico, baseado na previsão a longo prazo, prepara a organização para o atendimento da demanda com relação a equipamentos, mão de obra e espaço físico. A opção pela terceirização fica a cargo do mesmo planejamento. São de sua responsabilidade também a escolha dos fornecedores e a alocação dos recursos de maneira mais inteligente possível.

Batalha et al. (2008) define o planejamento operacional como sendo a maneira com que é alocada a produção, a partir de pedidos já formalizados ou previsto a curto prazo. Para isso, todo o processo, envolvendo desde a quantidade de matéria prima que deve ser comprada, e quando deve estar à disposição, o sequenciamento das ordens de produção e o controle sobre o estoque de produtos acabados, é dependente desta função.

Por fim, Batalha et al. (2008), retrata o controle de produção desde a etapa inicial do processo produtivo até a entrega dos produtos acabados, analisando e supervisionando a produção concomitantemente, e oferecendo ainda, todo o suporte para o planejamento operacional. Essa comunicação entre as funções é essencial para um eventual replanejamento, caso não seja atingida a quantidade almejada anteriormente. Este mesmo serve de base para conhecimento da eficácia dos envolvidos.

Neumann (2013) cita a importância de que todos os processos estejam consolidados, ordenados e documentados, garantindo a conscientização dos envolvidos sobre suas respectivas funções e para que mantenham uma comunicação eficaz durante as operações do dia a dia.

2.2 SISTEMAS PRODUTIVOS

Tubino (2007), define sistema produtivo como aquele capaz de transformar, através de processos, entradas em saídas, vistas nas organizações como insumos e produtos, respectivamente. Neste caso, dependendo do seguimento da empresa, este pode ser de bens, quando tangíveis, ou serviços, quando intangíveis.

Russomano (2000), além de destacar a entrada de insumos e a saída de produtos, cita a importância da manutenção da qualidade e do preço competitivo, mantendo então a busca do cliente pelo bem ou serviço oferecido.

2.2.1 Classificação dos sistemas produtivos

Segundo Corrêa e Corrêa (2012) existem alguns pontos que diferem os sistemas produtivos, podendo segrega-los dentro de cinco aspectos. São esses, conforme o Quadro 1:

Quadro 1: Diferença entre os sistemas produtivos

Tipo	Descrição
Volume de fluxo processado	O fluxo processado é dividido em dois tipos de volumes, sendo eles, alto (usina de álcool) e baixo (empresas de projetos especiais).
Variedade de fluxo processado	Existem processos que são pré-definidos e seguem sempre a mesma ordem (o metrô) e outros que são compostos por mais de um fluxo, possuindo etapas distintas no seguimento da produção (fabrica de moldes).
Recurso dominante	O recurso dominante possui dois seguimentos, onde um é dependente do ser humano (atendimento médico), e o outro da tecnologia (maquinas e equipamentos).
Incrementos de capacidade	Alguns processos possibilitam que o mesmo seja executado de forma gradual (salão de beleza), porém existem outros que não se viabilizam caso não tenha uma grande batelada para ser iniciada (tratamento de água).
Critério competitivo de vocação	Existe um efeito de gangorra entre a flexibilidade e a eficiência do processo. Um processo com maior eficiência apresenta uma baixa flexibilidade (restaurantes do tipo bandejão). Já um seguimento que busca uma maior flexibilidade, se abdica da eficiência (restaurantes de luxo).

Fonte: Corrêa e Corrêa (2012)

2.2.2 Tipos de processos

Slack et al. (2006) categoriza os processos em cinco modelos, de acordo com seu respectivo volume e a variedade, sendo eles, de projeto, por tarefa, em lotes, em massa e contínuos. O Quadro 2 abordará as particularidades de cada um:

Quadro 2: Modelos de Processo

Processo	Característica
Processos de Projeto	Segundo Slack et al. (2006) o processo de projeto é derivado de produtos com certa singularidade, onde os procedimentos são indefinidos e estão dispostos a mudança no decorrer da produção, acarretando em um vasto tempo de ciclo produtivo. Como por exemplo, podemos citar a construção de usinas hidroelétricas.
Processos por tarefa	Corrêa e Corrêa (2012) definem processo por tarefa como aquele que possui a produção em pequenos lotes, ou seja, existe uma grande diversificação e uma oportunidade elevada de customização dos produtos. Para isso, a estrutura comportada na planta deve ser bastante flexível.
Processos em lotes	De acordo com Corrêa e Corrêa (2012), o processo em lote é caracterizado por um catálogo de produtos moderadamente consolidado, mas com alta variedade. Este tipo de processo não deixa de lado o alto grau de flexibilidade. Como exemplo, temos uma indústria de embalagens.
Processos de produção em massa	Tubino (2000) relaciona produção em massa a uma ampla escala e baixa variação nos produtos fabricados. Ritzman e Krajewski (2004) definem esse modelo como sendo processo em linha.
Processos contínuos	Segundo Slack et al. (2002), um processo contínuo possui uma variação de produtos ainda menor com relação a produção em massa, conseqüentemente um volume de produção também mais elevado. Tubino (2000) destaca que a automatização é extremamente favorecida neste caso. Ritzman e Krajewski (2004) citam uma indústria de cerveja como exemplo de processo contínuo.

Fonte: Slack et al. (2006)

2.3 ARRANJO FÍSICO

Para Corrêa e Corrêa (2012), arranjo físico é a forma com que estão distribuídos todos os recursos pertencentes ao processo, dentro da planta de operações.

Borba (1998, p. 5) define arranjo físico:

“O arranjo físico procura uma combinação ótima das instalações industriais e de tudo que concorre para a produção, dentro de um espaço disponível. Visa harmonizar e integrar equipamentos, mão de obra, material, áreas de movimentação, estocagem, administração, mão de obra indireta, enfim todos os itens que possibilitam uma atividade industrial.”

Corrêa e Corrêa (2012) enfatizam a importância da alocação dos recursos de maneira otimizada, impactando positivamente no processo. Desta forma, os custos são evitados com relação a equipamentos e operações que não agregam valor, enfatizando apenas as que contribuem com o processo. Em caso contrário, uma má distribuição pode acarretar em atrasos, não conformidades e consequentemente cliente insatisfeito.

Slack et al. (2009) destaca os objetivos primordiais de um arranjo físico adequado:

- Elevar a segurança, disponibilizando sinalizações para zonas de perigo e saídas de emergência;
- Melhorar o fluxo de materiais, informações ou clientes, alinhando-o com a operação;
- Destacar o fluxo de materiais e clientes, com sinalizações claras e evidentes;
- Confortar o funcionário, disponibilizando um ambiente de trabalho bem iluminado, ventilado e agradável;
- Fornecer uma fácil comunicação e supervisão através da localização dos funcionários;
- Permitir acesso para limpeza e manutenção das máquinas e equipamentos;
- Otimizar o espaço físico disponível;
- Oferecer a possibilidade de alterações futuras, desde que exista necessidade de mudança.

2.3.1 Tipos de Arranjo Físico

O tipo de arranjo físico, segundo Slack et al. (2008), é o modelo geral com que os recursos produtivos estão dispostos. E, para Ritzman e Krajewski (2004), a escolha se deve ao tipo de processo adotado pela organização.

Slack et al. (2008) resume os tipos de arranjo físico em quatro categorias básicas: arranjo físico posicional; arranjo físico funcional; arranjo físico celular; arranjo físico por produto. Ambos estão relacionados ao tipo de processo, como mostra a Figura 2:

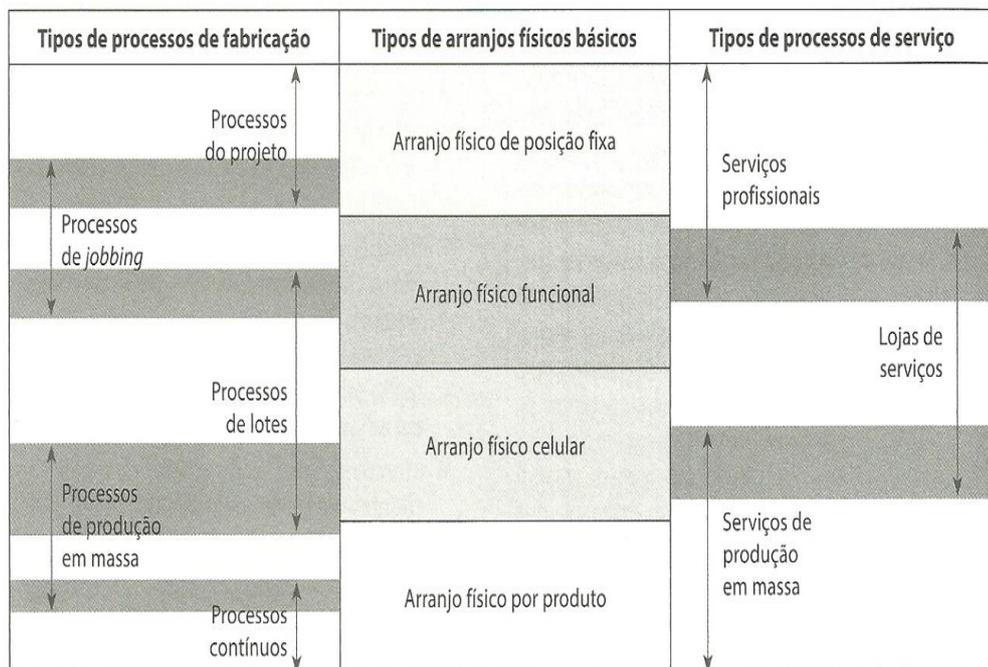


Figura 2: Relação dos diferentes tipos de processo
 Fonte: Slack et al. (2013)

A seguir serão apresentados os tipos de arranjos físicos de forma mais minuciosa.

2.3.1.1 Arranjo físico posicional

De acordo com Slack et al (2009), o arranjo físico posicional, ou de posição fixa, é recomendado para produtos de grande porte ou frágil, tornando sua movimentação impraticável.

Cury (2000) explica que a principal característica desse tipo de arranjo físico é que o material processado permanece parado com relação ao processo, ou seja, todos os recursos necessários para a produção se deslocam para fabricação do produto.

Ritzman e Krajewski (2004) concluem que a escolha pelo arranjo físico posicional é geralmente a única alternativa para produção de tal produto, devido a suas limitações.

É comum a comparação com a produção de aviões, navios e edifícios. A Figura 3 exemplifica o modelo:

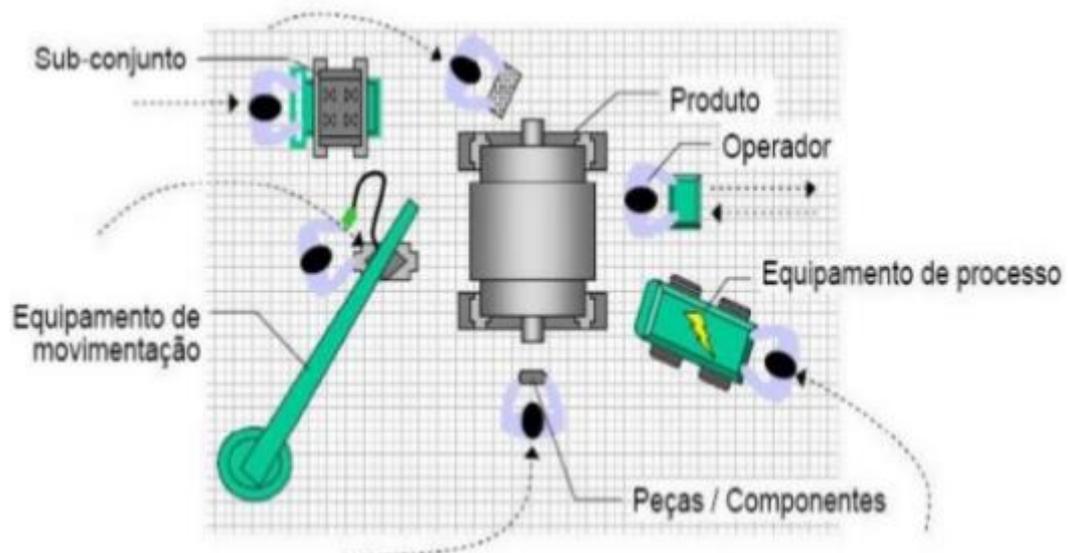


Figura 3: Exemplo de um arranjo físico de posição fixa
Fonte: Doblas (2010)

2.3.1.2 Arranjo físico por processo ou funcional

Segundo Slack et al. (2013) o arranjo físico por processo ou funcional tem como particularidade a união de recursos ou processos semelhantes, o que implica em produtos passando de processo em processo, conforme a natureza de suas operações.

Corrêa e Corrêa (2012) afirmam que, no arranjo físico por processo, os equipamentos estão distribuídos de forma organizada e setorial, de preferência conservando aqueles que apresentam as mesmas funções com certa proximidade.

Corrêa e Corrêa (2012) também esclarece que as diversas possibilidades de rota dentro do processo tornam o arranjo consideravelmente flexível. A maior dificuldade na implantação desse tipo de *layout* é a alocação de todos os recursos necessários, mantendo a menor distância possível para os setores mais exigidos.

Para melhor compreensão, a seguir, a Figura 4 demonstra como seria o arranjo físico funcional em uma biblioteca:

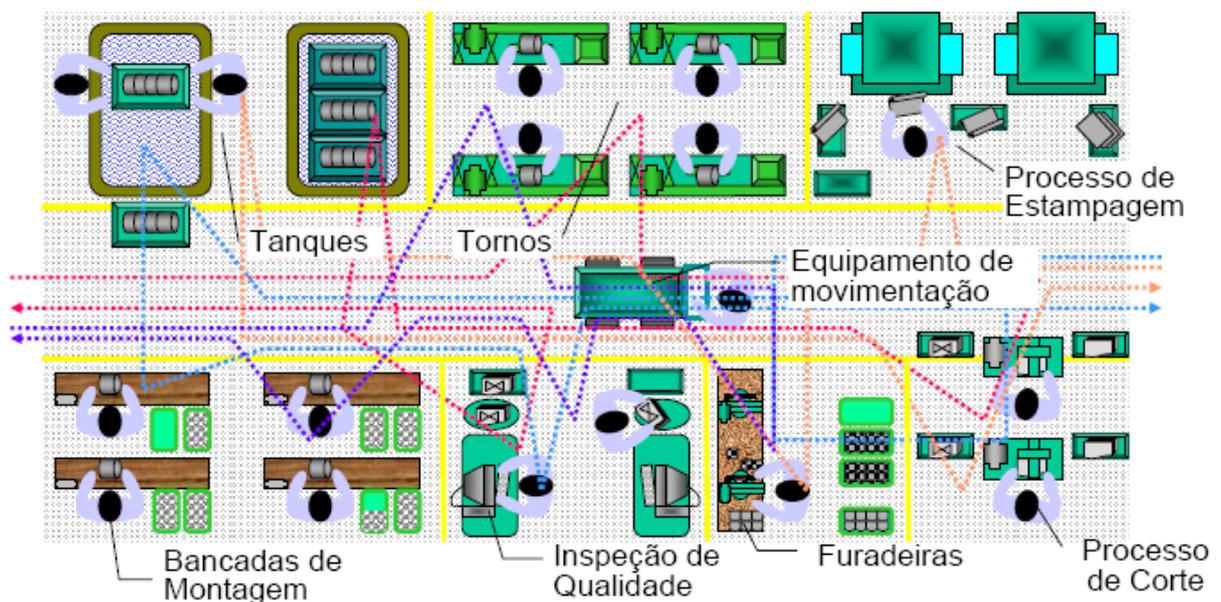


Figura 4: Exemplo de arranjo físico funcional
Fonte: Doblas (2010)

2.3.1.3 Arranjo físico por produto

De acordo com Slack et al. (2009), o arranjo físico por produto é caracterizado por um fluxo predefinido, e por esse motivo ele é conhecido também como arranjo físico em fluxo ou em linha.

[...] os equipamentos são dispostos ao longo de uma linha, segundo a sequência das operações, levando o material ou a matéria prima, partindo de uma extremidade, a se movimentar lentamente ao longo desses equipamentos, sendo trabalhando sucessivamente até a ultimação do produto, na outra extremidade da linha, segundo Cury (2000, p. 395).

Peinado e Graeml (2004) destacam que a linha não é necessariamente uma linha reta, podendo ser em formato de “U” ou “S”, buscando otimizar o espaço físico.

Corrêa e Corrêa (2012) afirmam que nesse tipo de *layout*, a produção é geralmente de forma contínua. Como exemplos destacam a linha de montagem de carros e de aparelhos eletrônicos. A Figura 5 trás mais um exemplo.

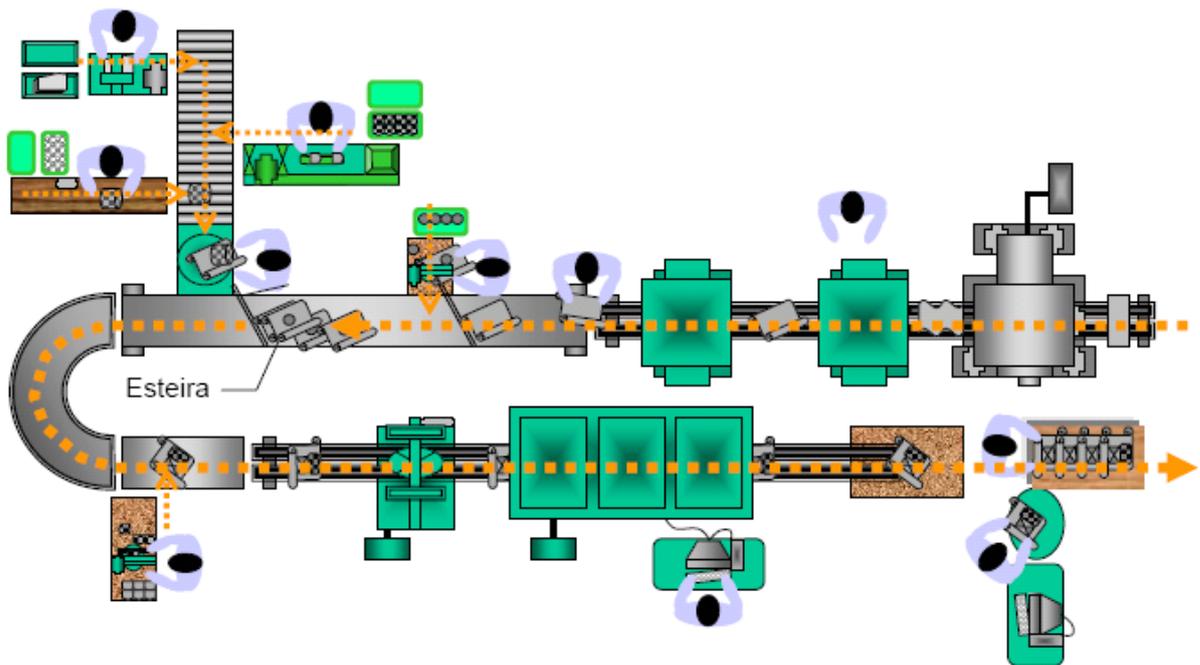


Figura 5: Exemplo de arranjo físico em linha
Fonte: Doblas (2010)

2.3.1.4 Arranjo físico celular

Segundo Peinado e Graeml (2004) o arranjo físico celular procurar explorar as vantagens do arranjo físico por processo com as vantagens do arranjo físico por produto. A célula trabalha com estrutura necessária para a fabricação de todo o produto, onde o mesmo percorre toda a célula em linha.

Para Corrêa e Corrêa (2012) o arranjo físico celular tem como principal objetivo elevar a eficiência do processo. Borba (1998) destaca as principais vantagens:

- Facilita o planejamento e controle da produção;
- Redução do *setup*;
- Redução de transporte de material;
- Redução de estoques;

- Redução de não conformidades;
- Redução de espaço físico.

Figura 6 ilustra como seria um arranjo físico celular.

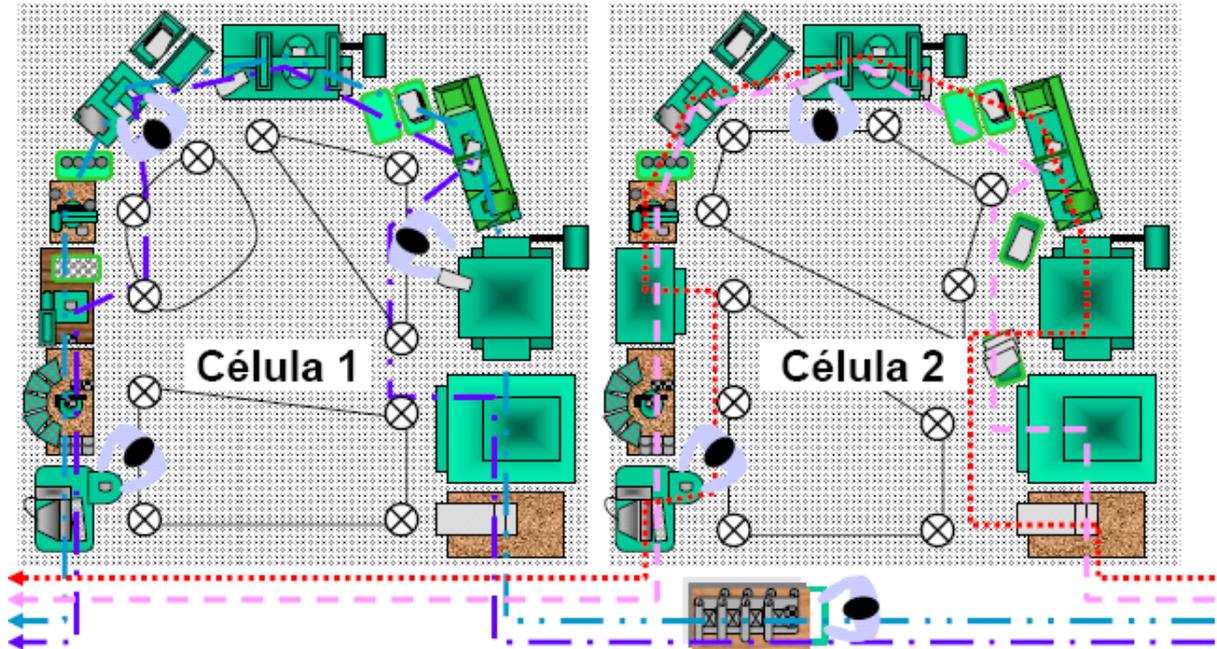


Figura 6: Exemplo de arranjo físico celular
Fonte: Doblas (2010)

2.4 ESTUDO DE FLUXO

De acordo com Martins (2006), o fluxo é estabelecido pelo caminho que os materiais e informações percorrem durante todo o processo. Este tem interferência direta no tempo das operações.

Borba (1998) padroniza alguns tipos de fluxo de processo. Esses são:

a) Linha reta

Adequado para processos mais simplificados;

b) Zig-Zag

Utilizado devido à falta de espaço físico, onde não se comporta toda produção em linha reta;

c) Forma de U

Viável quando se deseja que o produto final termine próximo ao início do processo;

d) Circular

Recomendado em casos onde o produto final deve retornar ao ponto de partida do processo.

A seguir, serão descritas algumas técnicas utilizadas para análise do fluxo produtivo.

2.4.1 Mapeamento de processos

Slack et al. (2009) define mapeamento de processo como a relação existente entre os procedimentos. Para a ligação dessas atividades, alguns símbolos são utilizados, a fim de descrever todo o processo. O Quadro 3 apresenta os principais:

Quadro 3: Símbolos mais comuns de mapeamento de processos

Símbolos de mapeamento de processos derivados da Administração Científica		Símbolos de mapeamento de processos derivados da análise de sistemas	
	Operação (uma atividade que diretamente agrega valor)		Início ou final do processo
	Inspeção (checagem de algum tipo)		Atividade
	Transporte (movimentação de algo)		Input ou output de um processo
	Atraso (espera, por exemplo, de materiais)		Direção do fluxo
	Estoque (estoque deliberado)		Decisão (exercitando o poder discricionário)

Fonte: Slack et al. (2009)

2.4.2 Planejamento Sistemático de Layout (SLP)

Segundo Corrêa e Corrêa (2012), nos anos 50 R. Muther (1961) desenvolveu uma proposta de *layout* funcional que gerou muita repercussão, conhecido como *Systematic Planning Layout* (Sistemática de Planejamento de *Layout*). Mesmo não sendo aplicável em modelos mais modernos, como o arranjo físico celular, o SLP ainda pode ser muito interessante.

Para Corrêa e Corrêa (2012) o Planejamento Sistemático de *Layout* passa por cinco etapas, conforme o Quadro 4:

Quadro 4: Passos de planejamento de arranjo físico funcional (SLP)

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

Fonte: Corrêa e Corrêa (2012)

As ferramentas do SLP serão descritas a seguir.

2.4.2.1 Diagrama de – para

Para Borba (1998) o diagrama de – para é recomendada em produções volumosas. É utilizada então uma tabela contendo os procedimentos do processo, e em cada etapa é apurada a quantidade de matéria desguiada para tal.

Borba (1998), explica que a tabela é composta pelas áreas em análise. Essas áreas são repetidas tanto verticalmente, como ponto de saída do material, quanto horizontalmente, relacionando-se ao local de destino. As lacunas são preenchidas de acordo com o cruzamento da tabela, apontando o volume transportado, que saem do processo “de” e vão para o processo “para”. Com isso, pode-se identificar os setores que mais geram movimentação, priorizando suas aproximações. A Figura 7 traz o esquema.

a. Diagrama de – para						
	De	Para	Embalagem	Recebimento/ despacho	Armazém	Totais
	Embalagem		0	400	0	400
	Recebimento/despacho		0	0	2.000	2.000
	Armazém		400	1.600	0	2.000
Totais			400	2.000	2.000	

Figura 7: Volume de materiais movimentados
 Fonte: Corrêa e Corrêa (2012)

2.4.2.2 Diagrama de Relacionamento

Corrêa e Corrêa (2012) explicam que nessa etapa a observação se deve a fatores qualitativos, visando uma análise de proximidade entre os setores.

De acordo com Martins e Laugeni (2005), o diagrama de relacionamento conta com algumas letras, que tem como objetivo identificar as prioridades na execução do processo, como mostradas a seguir:

- A – Muito importante;
- E – Importante;
- I – Normal;
- O – Desejável;
- U – Sem importância;
- X – Indesejável.

Permita-se ordenar quais setores necessitam estar próximos ou não, de acordo com suas demandas. A Figura 8 demonstra como seria um diagrama de relacionamento.

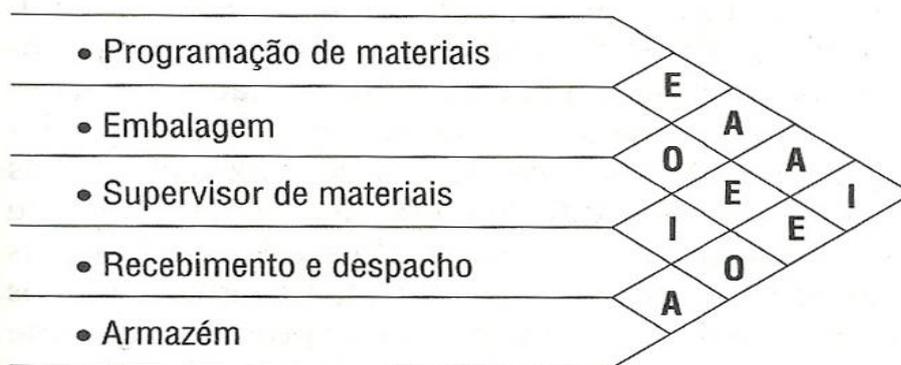


Figura 8: Exemplo de um diagrama de relacionamento
 Fonte: Corrêa e Corrêa (2012)

2.4.2.3 Diagrama de arranjo de atividades

De acordo com Corrêa e Corrêa (2012) o diagrama de arranjo de atividades é uma expressão gráfica que envolve todos os setores, levando em conta a relação existente entre eles. A representação é feita por linhas, essas correlacionadas com os valores que classificam o grau de proximidade entre os departamentos, conforme realizado pelo diagrama de relacionamento. Esses serão expressos a seguir:

- A – Representa 4 linhas de ligação (valor 4);
- E – Representa 3 linhas de ligação (valor 3);
- I – Representa 2 linhas de ligação (valor 2);
- O – Representa 1 linha de ligação (valor 1);
- U – Sem linha de ligação (valor 0);
- X – Sem linha de ligação (valor -1).

O digrama auxilia com uma expressão gráfica da relação entre os setores. A Figura 9 mostra o esquema.

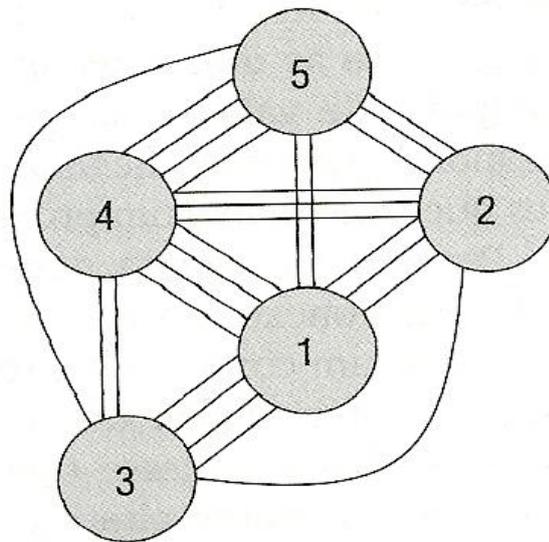


Figura 9: Exemplo de diagrama de arranjo de atividades
 Fonte: Corrêa e Corrêa (2012)

2.4.2.4 Diagrama de relações de espaço

Corrêa e Corrêa (2012) compara o diagrama de relações de espaço com o diagrama de arranjo de atividades. Ambos possuem as mesmas características, exceto que, no diagrama de relações de espaço, as áreas dos setores são consideradas e expressas por retângulos de dimensões proporcionais. A Figura 10 exemplifica a estrutura.

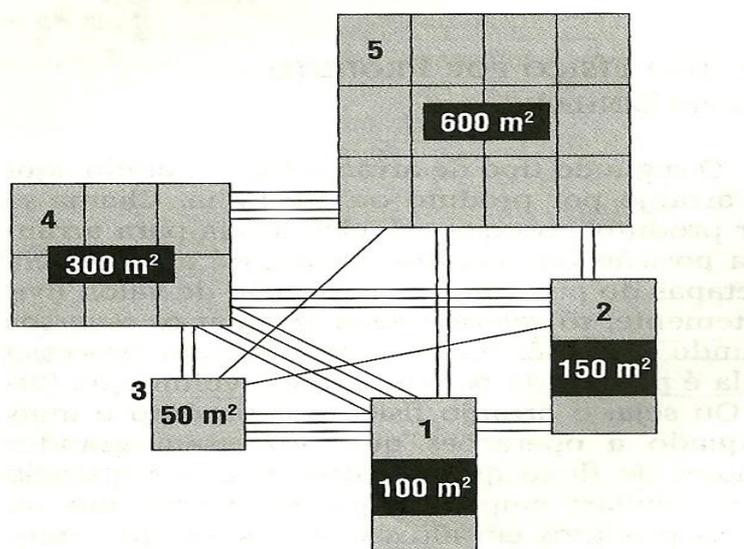


Figura 10: Exemplo de diagrama de relações de espaço
 Fonte: Corrêa e Corrêa (2012)

2.4.2.5 Ajuste do arranjo físico disponível

Após a execução das quatro ferramentas anteriores, é realizado o ajuste do arranjo no espaço disponível. Segundo Corrêa e Corrêa (2012), neste passo procura-se encontrar a melhor distribuição possível para os setores, levando em consideração a área disponível e as prioridades de vizinhanças. A Figura 11 trás um exemplar.

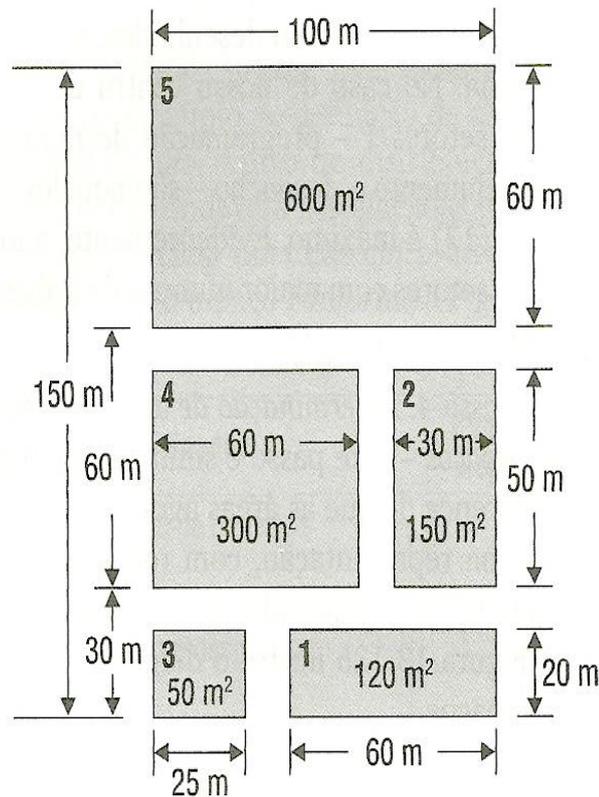


Figura 11: Exemplo de ajuste do arranjo físico disponível
Fonte: Corrêa e Corrêa (2012)

2.5 DIMENSIONAMENTO DE CORREDORES

De acordo com Borba (1998), os corredores devem ser marcados com trajetos que estejam ligados a todos os pontos da produção, de forma mais linear possível e ocupando o menor espaço físico, para otimização da planta produtiva.

Algumas dicas ainda são fornecidas pelo autor, como:

- Corredores com 95 centímetros para trânsito de pessoas com sentido único;

- Corredores com 150 centímetros para trânsito de pessoas com sentido duplo;
- Acréscimo de 55 centímetros para corredores com sentidos extras;
- Corredores com 15 centímetros a mais que o equipamento de movimentação para objetos parados;
- Corredores com 30 centímetros a mais que o equipamento de movimentação para objetos móveis.

3. METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Este trabalho classifica-se como o de uma natureza aplicada, uma abordagem qualitativa, um objetivo exploratório e estruturado como um estudo de caso. O principal objetivo é encontrar soluções, observando as dificuldades da organização, identificando oportunidades de melhorias, baseadas em ferramentas apropriadas, e sugerindo uma aplicação prática de tal.

3.2 COLETA DE DADOS

Os dados coletados para a execução deste presente trabalho foram obtidos entre os meses de agosto de 2015 até janeiro de 2016, esses pertencentes ao pico produtivo do setor de granulados. Para ter conhecimento de quais seriam os parâmetros necessários na realização de uma proposta de melhoria, identificou-se a situação do cenário atual e o funcionamento do processo produtivo.

A primeira etapa foi caracterizar a empresa e o setor em estudo. Auxiliado por informações fornecidas pela própria instituição, assim como questionamentos para os proprietários da organização, pode-se coletar dados como o seu seguimento, a quantidade de funcionários, os produtos disponíveis para comercialização e um pouco de sua história.

Ainda para denotar o setor de granulados, buscou-se identificar e descrever os equipamentos, embora os mesmos fossem desenvolvidos a pedido do engenheiro responsável da empresa, ou seja, não existe um fornecedor que dispõe informações ou manuais, deixando os maquinários carentes de dados como dimensões, capacidades ou instruções sobre sua manutenção. Logo, se desmembrou os equipamentos de uma forma macro, a fim de se entender seu comportamento. Estes também foram fotografados com uma câmera digital e contados de forma manual.

Em seguida, foram coletadas informações através de observações diretas do fluxo produtivo, a fim de se realizar o mapeamento do processo como um todo. Durante essa etapa, foi indispensável à realização de entrevistas não estruturadas com os operadores do setor, que colaboravam com o esclarecimento de detalhes sobre o funcionamento, somando ainda com queixas do cenário atual.

Para o desenvolvimento do arranjo físico atual, dados estruturais, como medidas do barracão, foram retirados da planta, proveniente da construção civil. Já para o conhecimento da disposição dos materiais, foi realizada uma contagem manual, assim como medições feitas com o auxílio de uma trena de dez metros. Da mesma forma, mediu-se a distância entre a área de abastecimento da linha e as matérias primas, como também do fim do processo até a área de produtos acabados, sendo essas as distâncias percorridas pela empilhadeira.

Buscando agregar o espaço ocupado pelos equipamentos no desenho do barracão, os mesmos foram medidos com uma trena de dez metros de forma geral, ou seja, a linha como um todo, que por sua vez funciona de forma gravitacional, ocupando assim um só espaço para todos os maquinários.

A planta foi desenhada em uma planilha do programa *Microsoft Excel*, incluindo um esboço do percurso realizado pela empilhadeira e os corredores, que ainda não eram definidos. Também foi feito um registro fotográfico, com uma câmera digital, do ambiente produtivo.

A aplicação da ferramenta SLP foi baseada em aproximadamente vinte por cento dos produtos comercializados, que correspondem cerca de setenta por cento de toda a produção

anual, identificados através do gráfico de Pareto. Para isso, o PCP da empresa responsabilizou-se por fornecer a demanda do ano anterior, que serviram de base para a construção do diagrama de Pareto.

Ainda para o desenvolvimento da SLP, o PCP levantou quais matérias primas eram utilizadas e suas respectivas quantidades, de acordo com os produtos tomados como base para o estudo. Outro dado importante foi à porcentagem que é comercializada em big bag e em sacaria. Todos esses informes contribuem para designar a distância total percorrida pela empilhadeira durante a produção.

Posteriormente a identificação das rotas e da quantidade necessária de transporte até as áreas que vão receber ou gerar movimentação, pode-se elaborar uma carta “de-para”, conforme sugere a ferramenta SLP. Feito isso, elaborou-se um diagrama de relacionamentos, onde foi atribuída a prioridade de proximidade entre as áreas. Baseado no mesmo, o diagrama de arranjo entre as atividades foi criado para mostrar o grau de imediação dos espaços, assim como o diagrama de relações de espaço, que ainda vem a somar com os espaços que são ocupados por cada local.

Para o dimensionamento dos corredores, mediu-se, com uma trena de dez metros, a empilhadeira, que é a responsável por todo o transporte realizado dentro da planta, e o pallet, que generaliza o espaço ocupado por todas as unidades movimentadas. Com essas medidas e a fundamentação teórica abordada por Borba (1998), pode-se estabelecer a largura mínima dos corredores.

Após a aplicação do método SLP e o estudo do *layout* atual, pode-se elaborar um novo projeto de *layout*, utilizando o programa *Microsoft Excel*. O novo arranjo físico visa aproximar as áreas mais acionadas dentro do setor de granulados, assim como agregar mais agilidade e segurança no setor produtivo.

A Figura 12 aborda resumidamente os passos que serão seguidos.

1	• Caracterizar a empresa e o setor em estudo;
2	• Identificar, descrever, fotografar e contar os equipamentos;
3	• Mapear o processo produtivo;
4	• Extrair as medidas do barracão;
5	• Ter conhecimento da disposição e da área ocupada em m ² por material;
6	• Medir os equipamentos;
7	• Medir a distância entre a área de abastecimento da linha e as matérias primas, como também do fim do processo até a área de produtos acabados;
8	• Desenhar a planta atual;
9	• Identificar os produtos mais comercializados;
10	• Levantar quais matérias primas são utilizadas e suas respectivas quantidades (produtos tomados como base);
11	• Identificar a porcentagem que é comercializada em big bag e em sacaria;
12	• Quantificar o transporte até as áreas que vão receber ou gerar movimentação;
13	• Elaborar um diagrama "de-para";
14	• Elaborar um diagrama de relacionamentos;
15	• Construir um diagrama de arranjo entre as atividades;
16	• Criar um diagrama de relações de espaço;
17	• Medir a empilhadeira (responsável por todo o transporte) e o pallet (unidade transportada);
18	• Estabelecer a largura mínima dos corredores;
19	• Elaborar um novo projeto de <i>layout</i> .

Figura 12: Resumo da metodologia

4. DESENVOLVIMENTO

4.1 EMPRESA

A empresa em questão é do setor agrícola e está no mercado desde 2004, produzindo fertilizantes, sendo eles foliares, comercializados em sais e líquido, e granulados, que são aplicados no solo.

A empresa busca aumentar a produtividade no campo, investindo em nutrição, fisiologia vegetal e em tecnologias de aplicação. O que a difere no mercado é a relação estreita com o produtor, onde a equipe de vendas vai até o cliente, estuda sua cultura e seu solo, sugerindo assim o produto mais recomendado. O resultado é apresentado após a colheita, comparando a produção passada com a atual, deixando claro o custo benefício dos fertilizantes.

Atualmente, a empresa possui clientes em vinte estados nacionais, esses que correspondem a noventa e cinco por cento da produção agrícola do país. Em 2009, com a abertura do mercado para o Mercosul, teve-se o Paraguai como o primeiro país a adquirir os produtos no exterior.

A equipe é formada por cerca de oitenta funcionários, onde apenas vinte são alocados na produção, sem manter uma equipe fixa para as linhas. De acordo com a demanda diária, o gerente destina os operadores para atender a produção acordada com o PCP.

O parque fabril possui noventa e oito mil metros quadrados e aproximadamente doze mil metros quadrados de área construída, sendo um mil cento e setenta e três metros quadrados destinados para a produção de granulados, que corresponde ao objetivo deste estudo.

4.2 DEFINIÇÃO DO SETOR DE GRANULADOS

Como esclarecido no tópico anterior, a empresa possui três linhas de produtos, sendo elas os fertilizantes em sais, líquidos e granulados. Este estudo está focado apenas no setor dos granulados.

Os fertilizantes granulados são de aplicação no solo, buscando complementar e enriquecer a terra com os nutrientes principais, ou macro nutrientes, que estão faltando. Esses fertilizantes, conhecidos como fertilizantes de liberação controlada, quando aplicados, funcionam de maneira inteligente, ajustando sua liberação de forma adequada, conforme as necessidades das plantas. Também contribuem com a minimização de perdas por volatilização, lixiviação e adsorção dos nutrientes.

A identificação dos produtos acabados é baseada em sua garantia, assim como a maioria das matérias prima (algumas podem possuir uma nomenclatura, porém são constituídas pela mesma garantia). Essa garantia se resume em três elementos principais, apresentadas por N-P-K, sendo N o nitrogênio, P o fosforo e K o potássio. Por exemplo, o produto 11-25-18, possui onze por cento de nitrogênio, vinte e cinco por cento de fosforo e dezoito por cento de potássio.

Apesar da diversidade de produtos, a maneira com que os mesmos são produzidos é semelhante, se diversificando apenas com o tipo e quantidade de matéria prima de cada um. O princípio da produção é simples, onde apenas se misturam os materiais dosados e os envasam em big bags ou sacarias de vinte e cinco quilos.

A mão de obra precisa ser pouco qualificada para atuar no setor, variando a quantidade de operadores de acordo com a produção. A Tabela 1 traz a quantidade de funcionários por tipo de envase.

Tabela 1: Quantidade de operadores por tipo de envase

Tipo de envase	Representação na demanda de 2015 (%)	Quantidade	Quantidade de funcionários
Big-Bags	73,5	1 tonelada	7
Sacaria	26,5	25 quilos	10

Fonte: Informações da empresa

4.2.1 Descrição dos maquinários

A seguir serão apresentados e detalhados os maquinários e os equipamentos utilizados para a produção de granulados:

4.2.1.1 Talha elétrica

A talha é o equipamento responsável por transportar o *big bag* de matéria prima verticalmente, do solo até o topo da linha, e horizontalmente, onde estão localizados os silos. Composta por quatro ganchos, um para cada alça do big bag, e um cabo de aço que possui capacidade máxima de suportar até duas toneladas. Seu acionamento é realizado por um controle simples, formado por quatro botões que representam os quatro movimentos. A foto do equipamento é ilustrada na Figura 13.



Figura 13: Talha
Fonte: Autor

4.2.1.2 Silos

Situados no terceiro andar da linha, os silos são os locais onde se despejam os big bags de matéria prima. A estrutura é formada por oito silos, sendo quatro deles com capacidade de quatro mil quilos e outros quatro com capacidade de dois mil e quinhentos quilos. Os silos são feitos de aço inox em formatos semelhantes a funis, contendo uma válvula em sua parte inferior, com o objetivo do operador abrir e fechar de acordo com a dose pré-estipulada na ordem de produção. A Figura 14 aborda a foto.



Figura 14: Silos e talha
Fonte: Autor

4.2.1.3 Balança

A balança se situa abaixo das válvulas dos silos, no segundo andar da linha, e tem como objetivo pesar as matérias primas. O peso é apresentado por dois visores compostos com quatro casas para os quilos inteiros e uma casa para representar as gramas, com uma precisão de cem gramas. Assim como o silo, a balança também é feita de aço inox e tem formato semelhante a um funil, porém o funcionamento de sua porta é pneumático, ativado por uma alavanca. As Figuras 15, 16, 17 e 18 mostram o equipamento em detalhes para melhor compreensão.



Figura 15: Balança
Fonte: Autor



Figura 16: Balança 2
Fonte: Autor



Figura 17: Visor balança
Fonte: Autor



Figura 18: Botões e alavancas
Fonte: Autor

4.2.1.4 Misturador

O misturador está no primeiro andar da linha, justamente abaixo da porta da balança, onde após o recebimento dos materiais faz a mistura de todos os granulados, deixando-os distribuídos heterogeneamente. Construído em aço inox e composto por diversas pás que giram em movimentos circulares, o misturador é ativado através de uma chave simples de liga e desliga. A destinação é realizada pelo trabalho de um pistão pneumático, que pode direcionar o produto a duas portas inferiores (local de envase), comandada por uma alavanca

situada juntamente com a da balança. As Figuras 19 e 20 apresentam o misturador e a Figura 21, o pistão que o compõe.



Figura 19: Misturador
Fonte: Autor



Figura 20: Misturador 2
Fonte: Autor



Figura 21: Pistão misturador
Fonte: Autor

4.2.1.5 Ensacadeira automática para sacaria valvulada

Destinada para a produção de sacarias de vinte e cinco quilos, a ensacadeira é composta por uma balança eletrônica, onde se apoia a sacaria, contendo acima um indicador de pesagem digital. Para o envase, a válvula do saco deve estar sobreposta a sua saída, restando apenas ao operador apertar um botão para que o envase seja feito de forma automática. Com um inversor de frequência, a ensacadeira permite ajustes de velocidade da rosca, controlada em um painel, garantindo assim uma margem de erro próxima de zero em velocidades mais baixas de envase. As Figuras 22 e 23 trazem as fotos do equipamento



Figura 22: Ensacadeira de sacaria de vinte e cinco quilos
Fonte: Autor



Figura 23: Esnsacadeiras de sacaria de vinte e cinco quilos 2
Fonte: Autor

4.2.1.6 Envasadeira de Big Bags

A envasadeira de big bags é um equipamento muito semelhante a um dos silos, porém possui ainda uma balança. Também é construída em aço inox, possui formato de um funil e tem sua parte inferior composta por uma porta de abertura manual, a fim de que o operador dose a quantidade exata de uma tonelada, observando o mostrador da balança. A balança funciona por um sistema de sensores entre quatro ganchos, dos quais são pendurados os big bags. A Figura 24 apresenta a envasadeira de big bags.

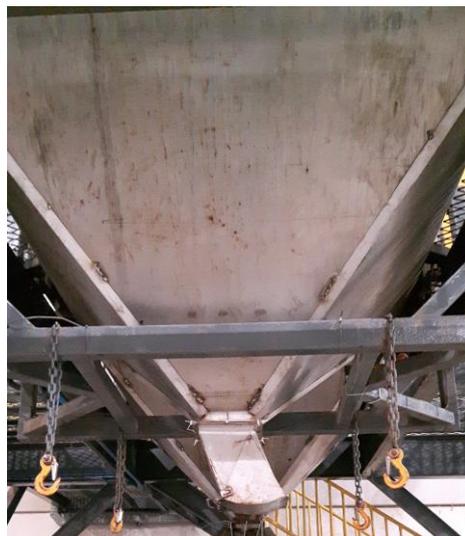


Figura 24: Envasadeira de bog bags
Fonte: Autor

4.2.1.7 Inkjet

Localizada no meio da esteira, a inkjet é uma impressora de jato de tinta contínua, utilizada na produção de sacaria de vinte e cinco quilos para imprimir informações como nome do produto, lote, tamanho do lote, data de fabricação e validade. O equipamento é feito de aço inox e está protegido por uma caixa de acrílico. Seu funcionamento é através de um sensor de presença, que quando capta um objeto em movimento (sacaria) imprime o texto gravado em seu sistema. Este é alterado pelo operador de acordo com cada produção. A Figura 25 exhibe o maquinário.



Figura 25: Inkjet

Fonte: Autor

4.2.1.8 Esteira

A esteira é utilizada na produção de sacarias de vinte e cinco quilos, situando-se entre as quatro ensacadeiras. Alimentada por um motor, a esteira funciona por um sistema de rolos e está dividida em duas partes interligadas, uma que tem a função de transportar e alinhar a sacaria para a impressão da inkjet e outra que possui uma inclinação de quarenta e cinco graus, com o objetivo de transportar e elevar a sacaria, para que os colaboradores, no fim da esteira, possam retirá-las de forma ergonômica, finalizando o processo com a montagem do bloco no pallet. A Figura 26 retrata a esteira.



Figura 26: Esteira

Fonte: Autor

4.2.1.9 Empilhadeira

A empilhadeira, conforme ilustrada na Figura 27, será o foco nesse estudo, analisando toda sua movimentação. Ela é a responsável por todo o transporte dentro da produção, tanto para a alimentação de big bags de matéria prima na talha, quanto na retirada e destinação dos big bags de produto acabado na envasadeira, assim como os pallets de sacararia. Possui motor alimentado a gás e seu comprimento é de dois metros e quarenta centímetros, considerando seu garfo, e sua largura de um metro.



Figura 27: Empilhadeira

Fonte: Autor

Para melhor compreensão, a Apêndice 1 aborda uma imagem geral da linha, ou seja, como os equipamentos estão interligados e dispostos de forma gravitacional.

4.2.2 Quantidade de maquinários

Após apresentados os maquinários e os equipamentos utilizados na produção de granulados, identificou-se a quantidade disponível dos mesmos, conforme a Tabela 2 abaixo:

Tabela 2: Quantidade de maquinários

Equipamento/Maquinário	Quantidade
Talha	2
Silos	8
Balança	1
Misturador	1
Enscadeira automática para sacaria valvulada	4
Envasadeira de Big Bags	1
Inkjet	1
Esteira	1
Empilhadeira	2

Fonte: Autor

4.2.3 Matéria prima

As matérias primas utilizadas na produção de granulados estão dispostas em big bag de uma tonelada. Abaixo, a Tabela 3 apresenta cada um dos onze materiais manipulados, juntamente com a garantia de rótulo de cada um deles, formada pelos macros nutrientes de nitrogênio, fosforo e potássio (N-P-K).

Tabela 3: Matéria prima e suas garantias

Matéria prima	Garantia de rótulo (N-P-K)
0-0-56	0-0-56
37-0-0	37-0-0
38-0-0	38-0-0
39-0-0	39-0-0
9-47-0	9-47-0
Boro	0-0-0
Cloreto de Potássio (KCl)	0-0-60
Fosfato Monoamônio (MAP)	11-52-0
Super N	45-0-0
Super Triplo	0-41-0
Uréia	45-0-0

Fonte: Informações da empresa

O Boro se torna uma exceção sobre as garantias de N-P-K, sendo usado em alguns produtos com a garantia de boro a um por cento (B = 1%).

A seguir, a Figura 28 traz a imagem de algumas matérias primas, sendo essas a Ureia, o MAP e o KCl, em ordem decrescente.

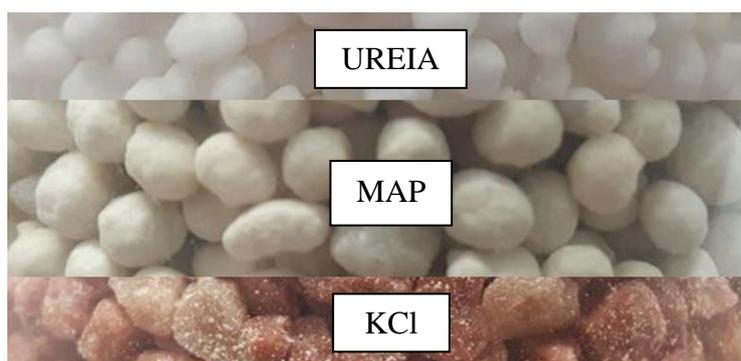


Figura 28: Ureia, MAP e KCl

Fonte: Autor

4.2.4 Produtos acabados

Os produtos acabados são apenas misturas das matérias primas em doses certas, a fim de se atingir uma garantia desejada. Existe a possibilidade de se variar as porcentagens de N-P-K em diversas maneiras, no entanto, a empresa atualmente possui trinta e três produtos cadastrados para comércio, com sua nomenclatura referente à sua garantia. São esses, conforme a Tabela 4:

Tabela 4: Produtos comercializados

N	P	K	N-P-K
10	20	24	10-20-24
10	43	00	10-43-00
11	25	18	11-25-18
16	06	27	16-06-27
17	24	10	17-24-10
18	18	16	18-18-16 Cereais
19	15	16	19-15-16
20	00	27	20-00-27
20	05	20	20-05-20
20	10	15	20-10-15
23	00	22	23-00-22
23	00	22	23-00-22 + Boro
23	10	17	23-10-17
23	14	14	23-14-14
24	10	15	24-10-15
24	12	12	24-12-12
24	15	10	24-15-10
25	06	14	25-06-14
26	00	20	26-00-20
27	00	18	27-00-18
27	24	00	27-24-00
28	00	14	28-00-14
28	00	18	28-00-18
29	20	00	29-20-00
31	00	11	31-00-11
32	00	14	32-00-14 Cereais
32	10	00	32-10-00
33	00	12	33-00-12
38	00	06	38-00-06 Cereais
39	00	00	39-00-00
42	00	00	42-00-00
42	00	00	42-00-00 Milho
44	00	00	44-00-00

Fonte: Dados da empresa

A seguir, a Figura 29 traz um exemplo de um produto acabado, onde são misturadas algumas matérias primas, conforme a garantia desejada:



Figura 29: Produto acabado
Fonte: Autor

4.3 ARRANJO FÍSICO ATUAL

A seguir será apresentado o mapeamento da produção de granulados, deixando claro todas as etapas do processo, para posteriormente compreender o arranjo físico atual do setor em estudo.

4.3.1 Mapeamento do processo

Através de observações diretas e entrevistas com os colaboradores pode-se mapear todo o processo produtivo, sendo este igual para todos os tipos de produtos, se distinguindo apenas no tipo de envase. A utilização do *software Bizagi Modeler* proporcionou uma visualização gráfica do mapeamento, conforme a Figura 30 a seguir:

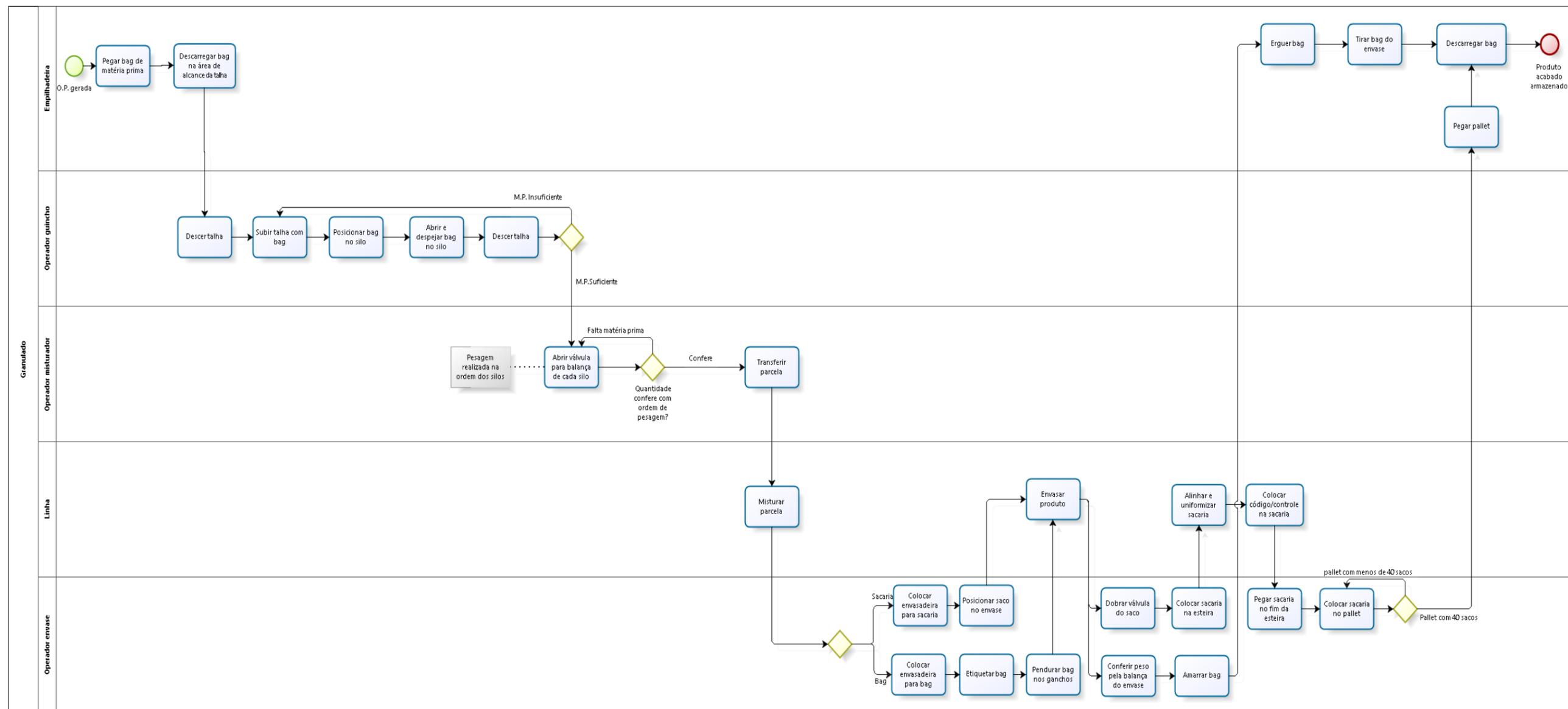


Figura 30: Mapeamento do processo de granulados
 Fonte: Autor

O foco deste trabalho é na movimentação em excesso realizada pela empilhadeira, devido à inexistência de planejamento. Não existe essa preocupação pela parte de transformação do produto, pois a linha funciona por gravidade, ou seja, não há distancia entre um equipamento e outro. Sendo assim, restringiram-se as análises para a raia da empilhadeira, conforme as Figuras 31 e 32, que mostram as etapas estudadas do processo:

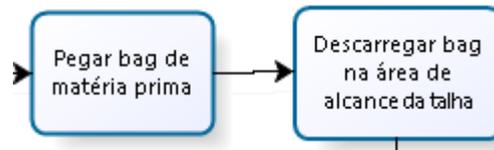


Figura 31: Atividades empilhadeira 1
Fonte: Autor

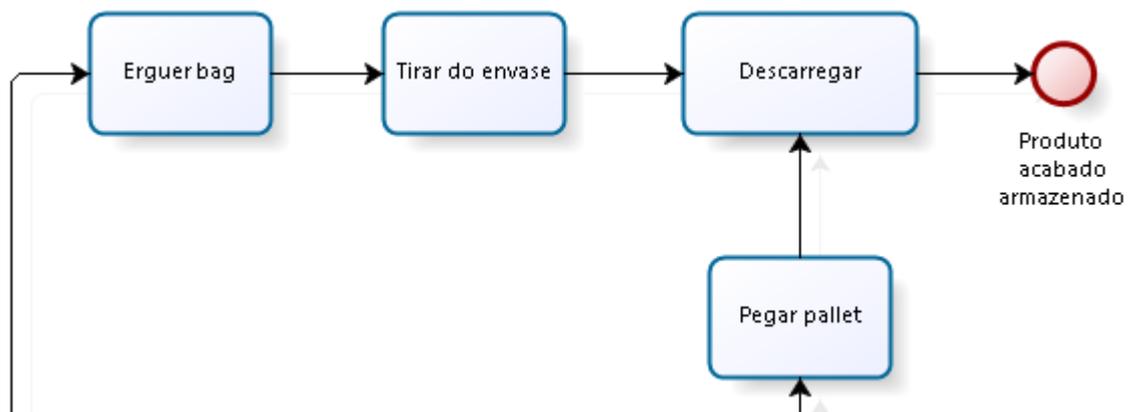


Figura 32: Atividades empilhadeira 2
Fonte: Autor

Na situação da Figura 31, a empilhadeira deve ir até o local das matérias primas necessárias para a produção em questão, alçar os big bags e transporta-los até a talha, onde os mesmos são elevados para o topo da linha, abastecendo os silos. Já na Figura 32, a empilhadeira aguarda o envase dos big bags ou a finalização do pallet com quarenta sacos de vinte e cinco quilos, para transporta-los até a área de produtos acabados.

4.3.2 Projeto do arranjo físico atual

Para a reprodução do *layout*, foi utilizada uma planta baixa do barracão, juntamente com medições feitas por uma trena de 10 metros. Tanto as matérias primas, quanto produtos

acabados, sejam eles em big-bag ou sacaria, estão sobre um pallet de um metro e vinte por um metro e vinte. Sendo assim, mediu-se a área, em metros quadrados, de ocupação para cada um deles, assim como para a linha de produção. No momento, barracão utiliza aproximadamente seiscentos e vinte e quatro metros quadrados, divididos conforme a Tabela 5 abaixo:

Tabela 5: Área de ocupação dos espaços no arranjo atual

Local de armazenagem	Área (m²)
0-0-56	14,40 + 30,24 = 44,64
37-0-0	86,40
38-0-0	56,16
39-0-0	36,00
9-47-0	21,60
Boro	5,76
Cloreto de Potássio (KCl)	74,88
Fosfato Monoamônio (MAP)	57,60
Super N	76,32
Super Triplo	14,40
Uréia	21,60
Produto acabado	50,40
Talha	13,92
Linha	78,68

Fonte: Autor

É importante ressaltar que a talha faz parte da linha, por isso, a área de ocupação da linha inclui a área da talha. Pode-se afirmar também que a área ocupada pelos pallets é de um metro e quarenta e quatro centímetros quadrados, resultado da multiplicação das medidas citadas a cima.

A fim de descobrir as distancias percorridas atualmente, se estabeleceram algumas situações. Supôs-se então, no caso do abastecimento, que o ponto de partida para a medição da distancia percorrida pela empilhadeira é a talha (local de destino das matérias primas). Já no caso dos produtos acabados, o ponto de referencia é na envasadeira de big bags, para a

produção dos mesmos, e no fim da esteira, para a sacaria de vinte e cinco quilos, onde se monta o bloco no pallet.

Visando manter um padrão nas medidas, utilizou-se o ponto central dos corredores de matéria prima e a trajetória foi feita em linhas retas, entre a marca inicial e a marca final, lembrando sempre que em uma produção continua, a empilhadeira faz o caminho de ida e volta, dobrando assim a distancia obtida.

Coletadas as informações, pode-se desenhar o barracão com o programa *Microsoft Excel*, mostrando graficamente na Figura 33 como se encontra a planta atualmente. Para melhor compreensão, a Apêndice 2 complementa com uma fotografia que mostra a disposição dos big bags.

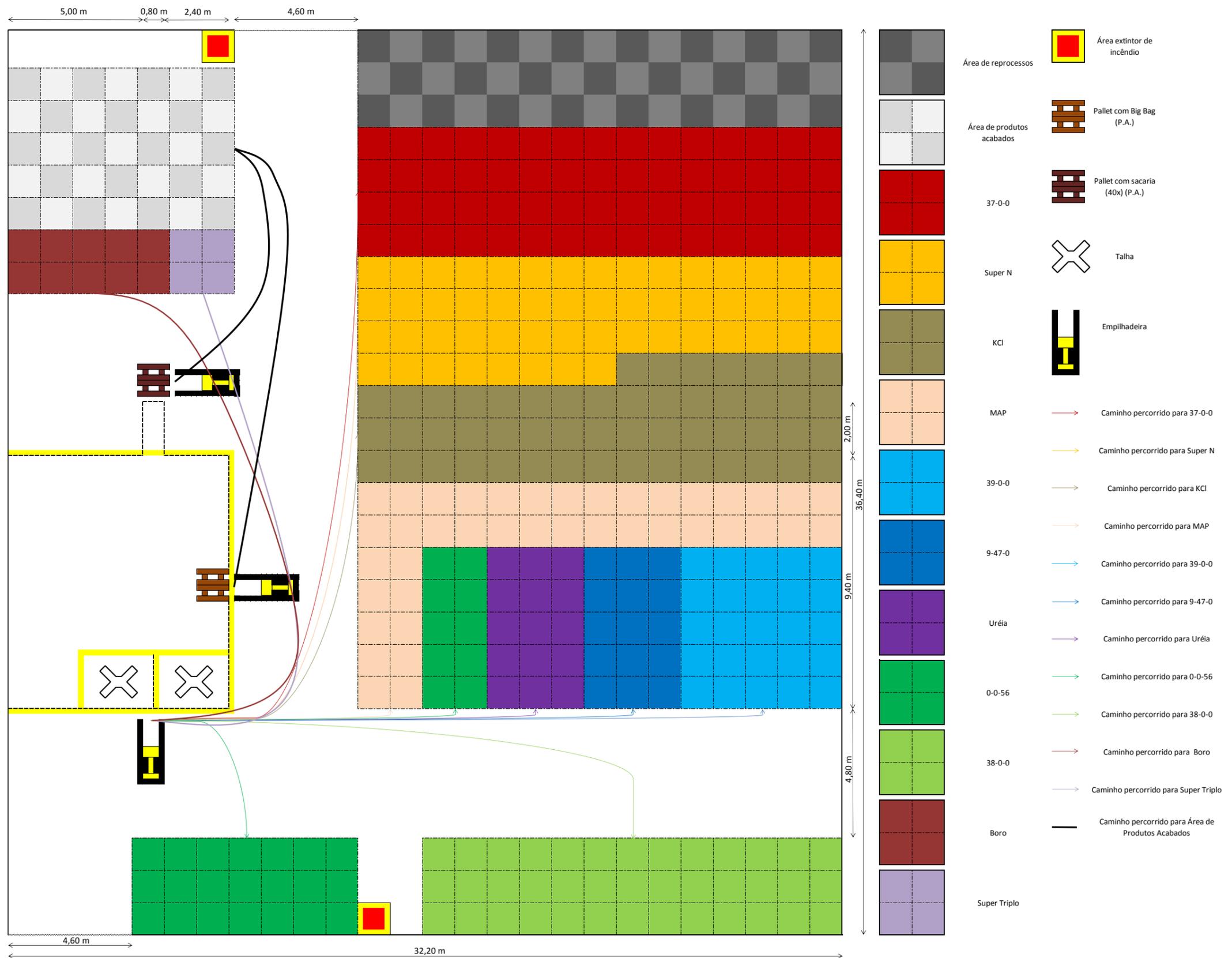


Figura 33: Arranjo atual
 Fonte: Autor

A Tabela 6 foi elaborada para apresentar as distancias percorrida pela empilhadeira, dentro do arranjo físico atual.

Tabela 6: Distancia percorrida pela empilhadeira no arranjo físico atual

Material	Distancia de ida (m)	Distancia ida e volta (m)
0-0-56	5,2 (Área 1)/10,8(Área 2)	10,3(Área 1) /21,7(Área 2)
MAP	8,4	16,9
38-0-0	17,9	35,8
Ureia	13,8	27,6
9-47-0	17,4	34,8
39-0-0	22,2	44,4
KCl	13,1	26,3
Super N	17,0	34,0
37-0-0	21,1	42,1
Super Triplo	20,3	40,6
Boro	21,7	43,3
Big Bag (produto acabado)	15,8	31,6
Sacaria 25 Kg (produto acabado)	8,4	16,8

Fonte: Autor

4.3.3 Considerações do arranjo físico atual

O arranjo físico atual está desordenado, onde não existe uma preocupação em manter as principais matérias primas próxima da talha, como também a área de produtos acabados, que poderia ter um caminho mais curto até seu local de armazenagem. Além disso, existe produtos iguais em locais diferentes, que é o caso do 0-0-56. A área destinada para armazenamento de materiais não está identificada e a porta não tem divisão entre entrada e saída.

Esses fatores impactam em custos com manutenção da empilhadeira, uso desnecessário de gás, desgasto e depreciação do equipamento, tempo de processo, agilidade e segurança dos funcionários.

4.4 PROPOSTA DE LAYOUT

Para realizar uma proposta de um novo *layout*, coletaram-se dados da demanda do setor de granulados no ano de 2015, a fim de se plotar um gráfico de Pareto. Posteriormente, selecionaram-se os produtos mais comercializados, tomando-os como base para a análise.

Com as informações fornecidas pelo PCP da fabrica e a utilização do *software Microsoft Excel*, pode-se preparar a Tabela 7, que serviu como base para construção do gráfico de Pareto. O programa também gerou o gráfico, de acordo com a Figura 34.

Tabela 7: Demanda de produtos acabados

PRODUTO	DEMANDA 2015 (KG)	%	Σ %
27-00-18	1260925	22%	22%
19-15-16	817075	14%	37%
25-06-14	718925	13%	49%
11-25-18	432275	8%	57%
10-43-00	373225	7%	64%
42-00-00 MILHO	259625	5%	68%
20-05-20	223000	4%	72%
24-12-12	200725	4%	76%
32-10-00	198875	4%	79%
33-00-12	166450	3%	82%
16-06-27	161000	3%	85%
10-20-24	147500	3%	87%
39-00-00	139725	2%	90%
20-10-15	125925	2%	92%
23-14-14	112975	2%	94%
42-00-00	71225	1%	95%
23-00-22 B	61500	1%	96%
27-24-00	55000	1%	97%
23-00-22	54000	1%	98%
18-18-16 CEREAIS	29775	1%	99%
24-15-10	20150	0%	99%
29-20-00	15800	0%	100%
32-00-14 CEREAIS	13525	0%	100%
28-00-18	6050	0%	100%
20-00-27	1550	0%	100%
44-00-00	1250	0%	100%
31-00-11	1200	0%	100%
17-24-10	975	0%	100%
38-00-06 CEREAIS	750	0%	100%
24-10-15	475	0%	100%
23-10-17	450	0%	100%
28-00-14	200	0%	100%
26-00-20	50	0%	100%
TOTAL	5672150	100%	

Fonte: Autor

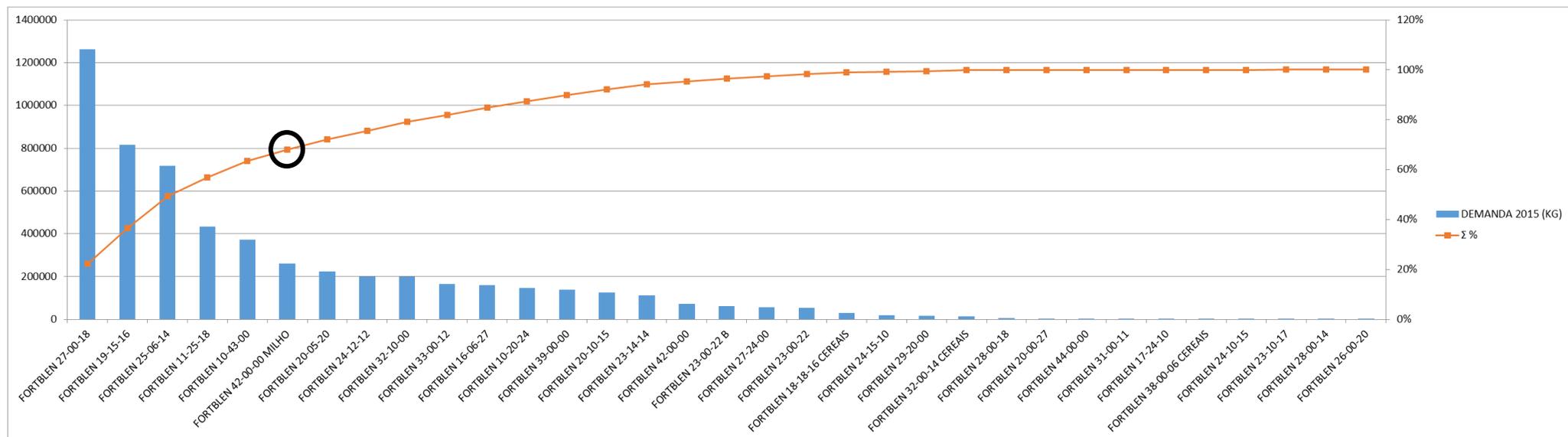


Figura 34: Pareto produtos acabados

Fonte: Autor

De acordo com os dados apresentados, notou-se que seis produtos (aproximadamente dezoito por cento do total dos produtos), dentre os totais trinta e três, representou sessenta e oito por cento de toda a demanda no ano de 2015. Sendo assim, esses serviram como base para o estudo. São eles:

- 27-00-18
- 19-15-16
- 25-06-14
- 11-25-18
- 10-43-00
- 42-00-00 Milho

A próxima etapa foi coletar as ordens de produção dos produtos escolhidos para ter conhecimento de quais matérias primas são utilizadas e a quantidade, em quilos, de cada uma delas, conforme aborda a Tabela 8.

Tabela 8: Ordem de produção

M.P. (kg) PRODUTO	37-0-0	SUPER N	KCL	MAP	39-0-0	9-47-0	URÉIA	0-0-56	38-0-0	BORO	SUPER TRIPLO
27 00 18	282,00	278,00	210,00					100,00	100,00	30,00	
19 15 16			182,00	289,00	200,00		95,00	100,00	101,00	33,00	
25 06 14	241,00	202,00	140,00	117,00				100,00	160,00	40,00	
11 25 18			176,00	300,00	50,00	200,00	50,00	146,00	50,00	28,00	
10 43 00	90,00			410,00		250,00				34,00	216,00
42 00 00 MILHO		450,00			450,00				100,00		

Fonte: Autor

Feito isso, criou-se a Tabela 9, desta vez isolando os seis produtos escolhidos, com o propósito de se saber à proporção que cada um representa.

Tabela 9: Proporção da demanda

PRODUTO	DEMANDA 2015 (KG)	%
27-00-18	1260925	33%
19-15-16	817075	21%
25-06-14	718925	19%
11-25-18	432275	11%
10-43-00	373225	10%
42-00-00 MILHO	259625	7%
TOTAL	3862050	100%

Fonte: Autor

A porcentagem de cada produto foi multiplicada pela quantidade em quilos das matérias primas utilizada nos mesmos. Logo, somou-se a quantidade total para cada tipo de matéria, resultando em um valor que representa a matéria prima para mil quilos, com relação a sessenta e oito por cento da demanda de 2015.

Sabendo que cada pallet de produto acabado pesa uma tonelada, se dividiu a quantidade total de quilos vendidos para esses seis produtos por mil, gerando a quantidade de unidades produzidas. Logo, se multiplicou o valor que cada matéria prima representa pela quantidade de unidades produzidas, resultando na quantidade em quilos que foram necessários para atender essa demanda. Da mesma forma, as matérias primas também pesam uma tonelada por unidade, podendo então dividir os valores de quilos transportados por mil, fornecendo a quantidade de viagens que a empilhadeira teve que realizar por matéria prima no ano de 2015 para atender a produção desses seis produtos. Esses cálculos foram feitos pelo programa *Microsoft Excel*, e serão apresentados na Tabela 10 a seguir:

Tabela 10: Análise por material

M.P.	PRODUTO	27-00-18	KG * 33%	19-15-16	KG * 21%	25-06-14	KG * 19%	11-25-18	KG * 11%	10-43-00	KG *10 %	42-00-00 MILHO	KG * 7%	Σ KG	QUILOS TRANSPORTADOS EM 2015	QUANTIDADE DE VIAGENS / M.P.
	37-0-0	282,00	92,07			241,00	44,86			90,00	8,70			145,63	562432,025	562,432025
	SUPER N	278,00	90,76			202,00	37,60					450,00	30,25	158,62	612591,25	612,59125
	KCL	210,00	68,56	182,00	38,50	140,00	26,06	176,00	19,70					152,83	590231,8	590,2318
	MAP			289,00	61,14	117,00	21,78	300,00	33,58	410,00	39,62			156,12	602953,65	602,95365
	39-0-0			200,00	42,31			50,00	5,60		0,00	450,00	30,25	78,16	301860	301,86
	9-47-0							200,00	22,39	250,00	24,16			46,55	179761,25	179,76125
	URÉIA			95,00	20,10			50,00	5,60					25,70	99235,875	99,235875
	0-0-56	100,00	32,65	100,00	21,16	100,00	18,62	146,00	16,34					88,76	342804,65	342,80465
	38-0-0	100,00	32,65	101,00	21,37	160,00	29,78	50,00	5,60			100,00	6,72	96,12	371221,325	371,221325
	BORO	30,00	9,79	33,00	6,98	40,00	7,45	28,00	3,13	34,00	3,29			30,64	118341,575	118,341575
	SUPER TRIPLO									216,00	20,87			20,87	80616,6	80,6166
	TOTAL		326,49		211,57		186,15		111,93		96,64		67,22	1000,00	3862050	3862,05

Fonte: Autor

No caso dos produtos acabados, o PCP da fábrica proporcionou as quantidades que cada produto foi comercializado na forma de big bags e em sacaria.

Como citado anteriormente, tanto os pallets de sacaria de vinte e cinco (quarenta sacos), quanto os big bags possuem uma tonelada por unidade. Assim, dividiu-se o total por mil, gerando a quantidade de viagens que a empilhadeira teve que fazer para descarregar os produtos acabados até a área de destino dos mesmos. A Tabela 11 traz os resultados:

Tabela 11: Divisão dos produtos acabados entre big bags e sacaria

PRODUTO	DEMANDA 2015 (KG)	KG EM B.B.	KG EM SACARIA
27-00-18	1260925	920475,25	340449,75
19-15-16	817075	596464,75	220610,25
25-06-14	718925	524815,25	194109,75
11-25-18	432275	315560,75	116714,25
10-43-00	373225	272454,25	100770,75
42-00-00 MILHO	259625	189526,25	70098,75
TOTAL	3862050	2819296,5	1042753,5
		UNIDADES (/1000)	UNIDADES (/1000)
		2819,2965	1042,7535

Fonte: Autor

4.4.1 Diagrama “de-para”

Para realizar uma análise do fluxo de movimentação dentro do barracão de granulados, desenvolveu-se um diagrama “de-para”, onde foram incluídas todas as áreas, que de alguma maneira vai receber ou gerar movimentação. Os valores em consideração estão expressos em quilos (Kg) por ano, de acordo com a demanda de 2015, fornecida pelo PCP da empresa. Como realizado até então, a quantidade de quilos corresponde à produção dos seis produtos mais comercializados. A Tabela 12 apresenta o diagrama.

Tabela 12: Diagrama De-Para

DE	PARA	37-0-0	SUPER N	KCL	MAP	39-0-0	9-47-0	URÉIA	0-0-56	38-0-0	BORO	SUPER TRIPLO	ÁREA P.A.	B.B. (P.A.)	SAC. (P.A.)	TALHA	TOTAL
37-0-0																562432 KG	562432 KG
SUPER N																612591 KG	612591 KG
KCL																590232 KG	590232 KG
MAP																602954 KG	602954 KG
39-0-0																301860 KG	301860 KG
9-47-0																179761 KG	179761 KG
URÉIA																99236 KG	99236 KG
0-0-56																342805 KG	342805 KG
38-0-0																371221 KG	371221 KG
BORO																118342 KG	118342 KG
SUPER TRIPLO																80617 KG	80617 KG
ÁREA P.A.																	0
B.B. (P.A.)													2819297 KG				2819297 KG
SAC. (P.A.)													1042754 KG				1042754 KG
TALHA																	0
TOTAL	0	3862050 KG	0	0	3862050 KG												

Fonte: Autor

4.4.2 Diagrama de relacionamentos

A elaboração do diagrama “de-para” proporcionou ordenar as relações entre as áreas de acordo com o volume, em quilos. Pode-se então, dar prioridade na aproximação entre os destinos, classificando-os com siglas, essas que distinguem o grau de importância da distância entre as áreas. São elas:

- A – Muito importante;
- E – Importante;
- I – Normal;
- O – Desejável;
- U – Sem importância;
- X – Indesejável.

A Tabela 13 apresenta o resultado:

Tabela 13: Prioridade de proximidade

ÁREA		VOLUME DO FLUXO (KG)	PRIORIDADE DE PROXIMIDADE
DE	PARA		
B.B.	ÁREA P.A.	2819296,5	A
SACARIA	ÁREA P.A.	1042753,5	A
SUPER N	TALHA	612591,25	E
MAP	TALHA	602953,65	E
KCL	TALHA	590231,8	E
37-00-00	TALHA	562432,025	E
38-00-00	TALHA	371221,325	I
00-00-56	TALHA	342804,65	I
39-00-00	TALHA	301860	I
09-47-00	TALHA	179761,25	I
BORO	TALHA	118341,575	O
UREIA	TALHA	99235,875	O
SUPER TRIPLO	TALHA	80616,6	O

Fonte: Autor

Baseado nas prioridades estabelecidas anteriormente, se desenvolveu a Tabela 14 com o diagrama de relacionamento das atividades, garantindo uma visão clara entre todas as áreas movimentadas na produção:

Tabela 14: Diagrama de relacionamento das atividades

	Número	37-0-0	SUPER N	KCL	MAP	39-0-0	9-47-0	URÉIA	0-0-56	38-0-0	BORO	SUPER TRIPLO	P.A.	B.B.	SAC.	TALHA
Número	X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
37-0-0	1	X	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	E
SUPER N	2		X	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	E
KCL	3			X	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	E
MAP	4				X	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	E
39-0-0	5					X	U	U	U	U	U	U	U	U	U	I
9-47-0	6						X	U	U	U	U	U	U	U	U	I
URÉIA	7							X	U	U	U	U	U	U	U	O
0-0-56	8								X	U	U	U	U	U	U	I
38-0-0	9									X	U	U	U	U	U	I
BORO	10										X	U	U	U	U	O
SUPER TRIPLO	11											X	U	U	U	O
P.A.	12												X	A	A	U
B.B.	13													X	U	U
SAC.	14														X	U
TALHA	15															X

Fonte: Autor

4.2.3 Diagrama de arranjo entre as atividades

Conforme a Tabela 14, apresentada a cima, se construiu um diagrama de arranjo entre as atividades. Neste caso, as linhas mostram o grau de proximidade entre as áreas, sendo as que mais apresentarem ligações as que devem ficar o mais próximo possível no *layout*. O número de linhas é definido por:

- A – Valor 4, representa 4 linhas de ligação;
- E – Valor 3, representa 3 linhas de ligação;

- I – Valor 2, representa 2 linhas de ligação;
- O – Valor 1, representa 1 linha de ligação;
- U – Valor 0, sem linha de ligação;
- X – Valor -1, sem linha de ligação.

A Figura 35 apresenta o diagrama, onde os números representam as atividades, conforme a Tabela 15:

Tabela 15: Número de representação das áreas

Número de representação	Área
1	37-0-0
2	Super N
3	KCl
4	MAP
5	39-0-0
6	9-47-0
7	Ureia
8	0-0-56
9	38-0-0
10	Boro
11	Super Triplo
12	Área de produtos acabados
13	Envasadeira de big bag
14	Pallet com sacaria de vinte e cinco quilos
15	Talha

Fonte: Autor

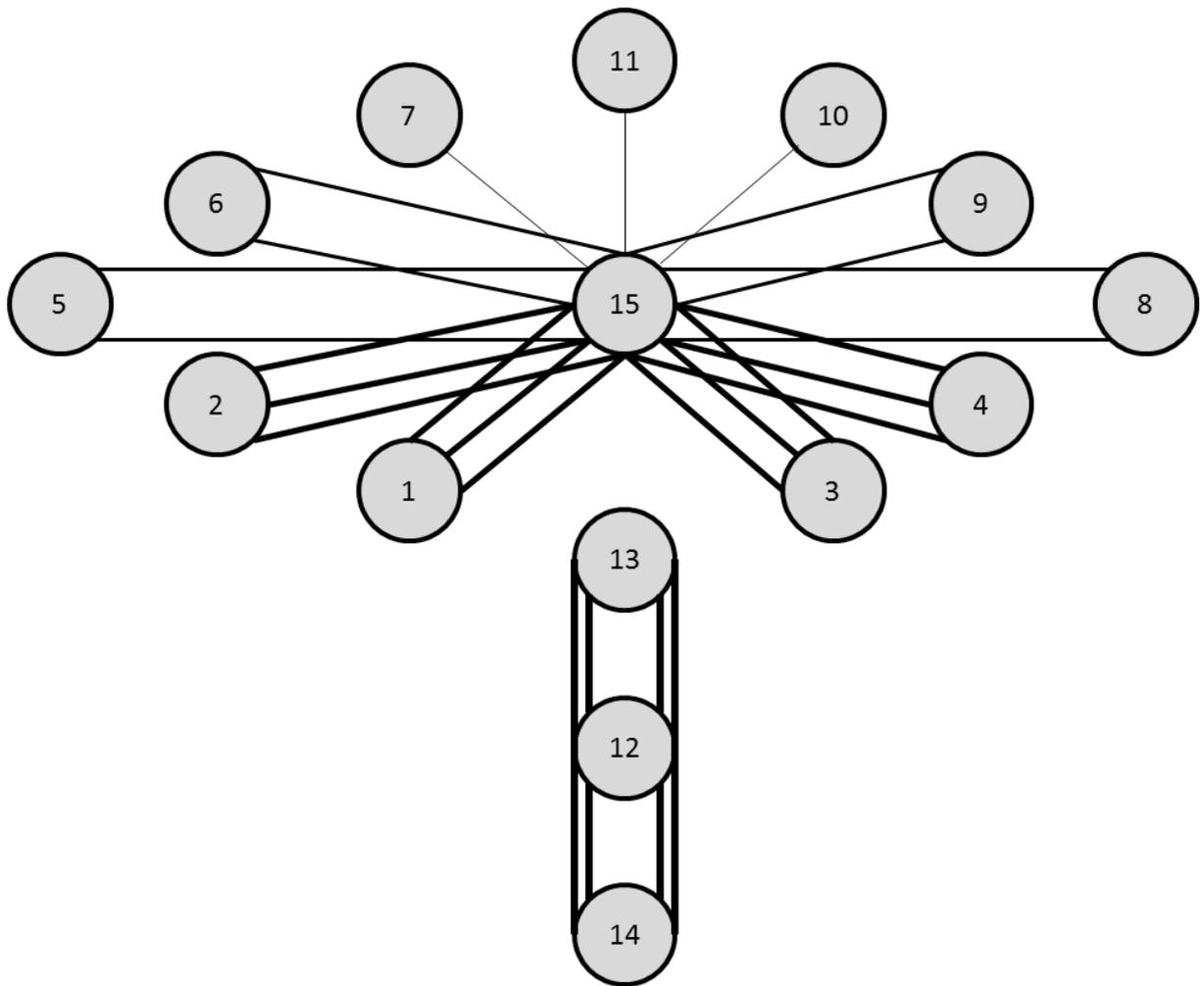


Figura 35: Diagrama de arranjo entre as atividades
 Fonte: Autor

4.2.4 Diagrama de relações de espaço

Similar ao diagrama de arranjo entre as atividades, o diagrama de relações de espaço considera ainda a área ocupada por cada espaço, conforme a Figura 36:

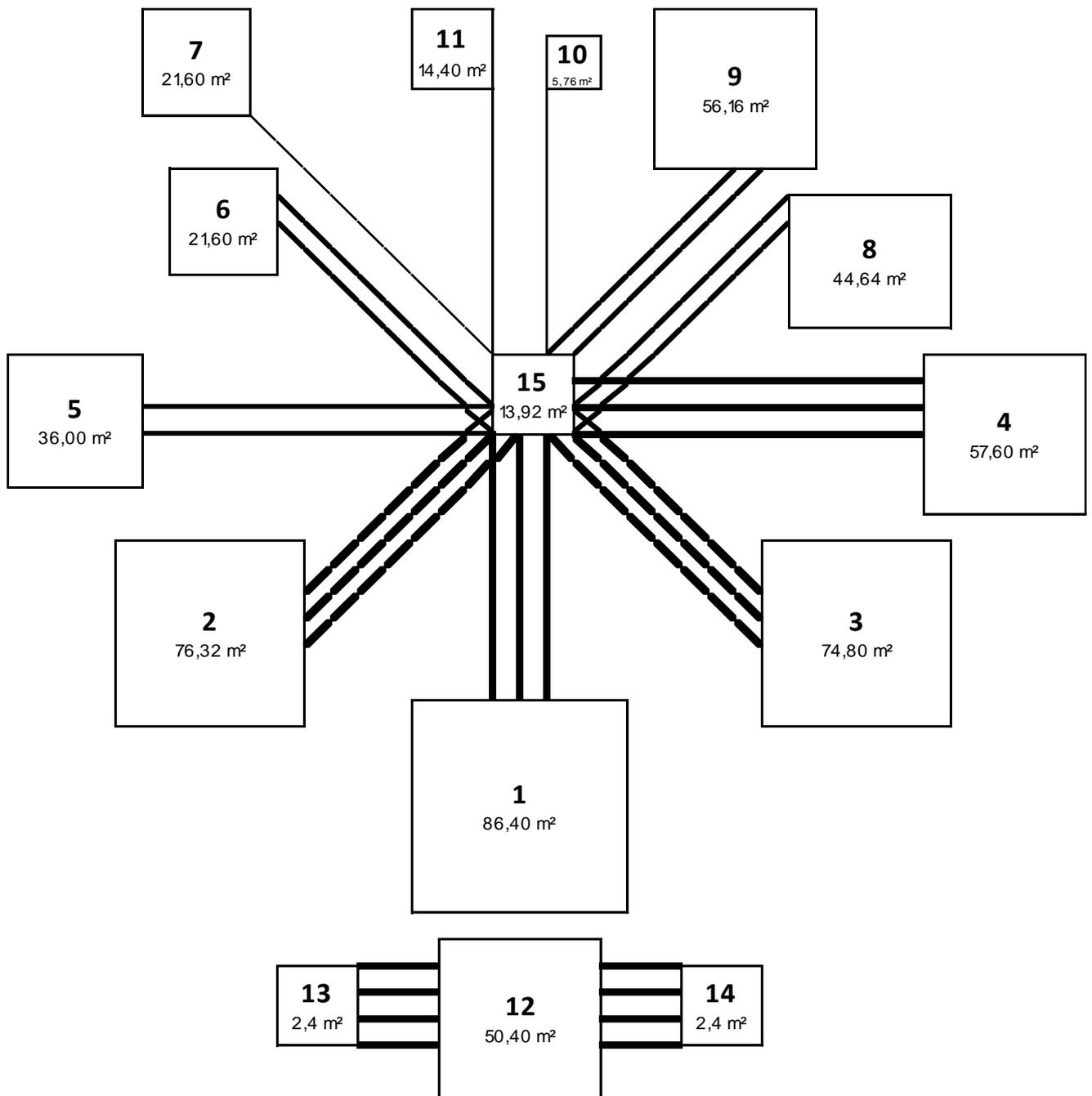


Figura 36: Diagrama de relação de espaço

Fonte: Autor

4.2.5 Dimensionamento de corredores

O dimensionamento de corredores é fundamental para otimizar a área utilizada por ele, ou seja, ocupando o menor espaço possível, sem que se perca agilidade e segurança para os que nele transitam.

Para realização do cálculo, mediu-se o equipamento responsável pela movimentação, neste caso uma empilhadeira a gás, e dos pallets de madeira, que são o suporte de apoio para todos os materiais que circulam na produção. Foi utilizada uma trena de dez metros para se realizar as medições, sendo essas apresentadas na Tabela 16 a seguir:

Tabela 16: Dimensões dos equipamentos e materiais movimentados

Equipamento e material	Comprimento (m)	Largura (m)
Empilhadeira a gás	2,4	1
Pallet	1,2	1,2

Fonte: Autor

Observou-se que a maior dimensão é o comprimento da empilhadeira, visto que a mesma precisa realizar a manobra de noventa graus, tanto para a direita como para a esquerda, a fim de se pegar os pallets. De acordo com Borba (1998), deve-se acrescentar 30 centímetros a mais que o equipamento de movimentação para objetos móveis, sendo assim, o mínimo que o corredor deve ter de largura é dois metros e setenta centímetros.

4.5 PROJETO DO NOVO LAYOUT

Feito o diagrama de relações de espaços, de acordo com a figura 36, é plausível se elaborar um novo projeto de *layout*, considerando as áreas que devem ficar próximas uma das outras. O desafio é encurtar os caminhos percorridos na produção dentro do espaço físico disponível. Para tal, foi utilizado o programa *Microsoft Excel*.

O processo produtivo se caracteriza por lote, onde a empresa disponibiliza um conjunto de produtos, esses possuindo uma grande variação em suas garantias (N-P-K). Tais produtos, seja ele qual for, passam por um fluxo predefinido, gravitacionalmente reto, onde os equipamentos estão dispostos em uma linha, alterando-se apenas as matérias primas, que entram em uma extremidade do processo e na outra ponta se tem o produto acabado. Esses fatores caracterizam um arranjo físico do tipo em linha.

O projeto respeitou as medidas dos corredores, calculados anteriormente, e as áreas delimitadas para os extintores de incêndio, sem obstruir seu acesso. Priorizou-se alocar as

matérias primas com maior quantidade transporte, em quilos, perto da talha, mantendo a área mínima de ocupação por material, estipulado pela empresa. Assim como aproximar a área de produtos acabados das saídas dos pallets de big bags e de sacaria de vinte e cinco quilos.

Todas as áreas que foram julgadas com grau de proximidade muito importante e importante tiveram suas distancias reduzidas. No projeto, eliminou-se um corredor horizontal das matérias primas, garantindo um aumento na capacidade de armazenamento no barracão. Pode-se então ter uma área exclusiva para os produtos acabados, não estando mais vizinhos de matérias primas. Outro beneficio foi a eliminação de duas áreas com mesma matéria prima, no caso o 0-0-56, concentrando cada produto em um só lugar.

Outra sugestão foi a demarcação das áreas de matéria prima em amarelo, formando então os corredores de circulação da empilhadeira. Para a porta de acesso sugeriu-se uma divisão em seu centro, a fim de se identificar a entrada e a saída do objeto de movimentação, ambos com uma seta apontando para o sentido correto. Essa sugestão foi ilustrada nas Apêndices 3 e 4.

O projeto do novo *layout* será apresentado na Figura 37:

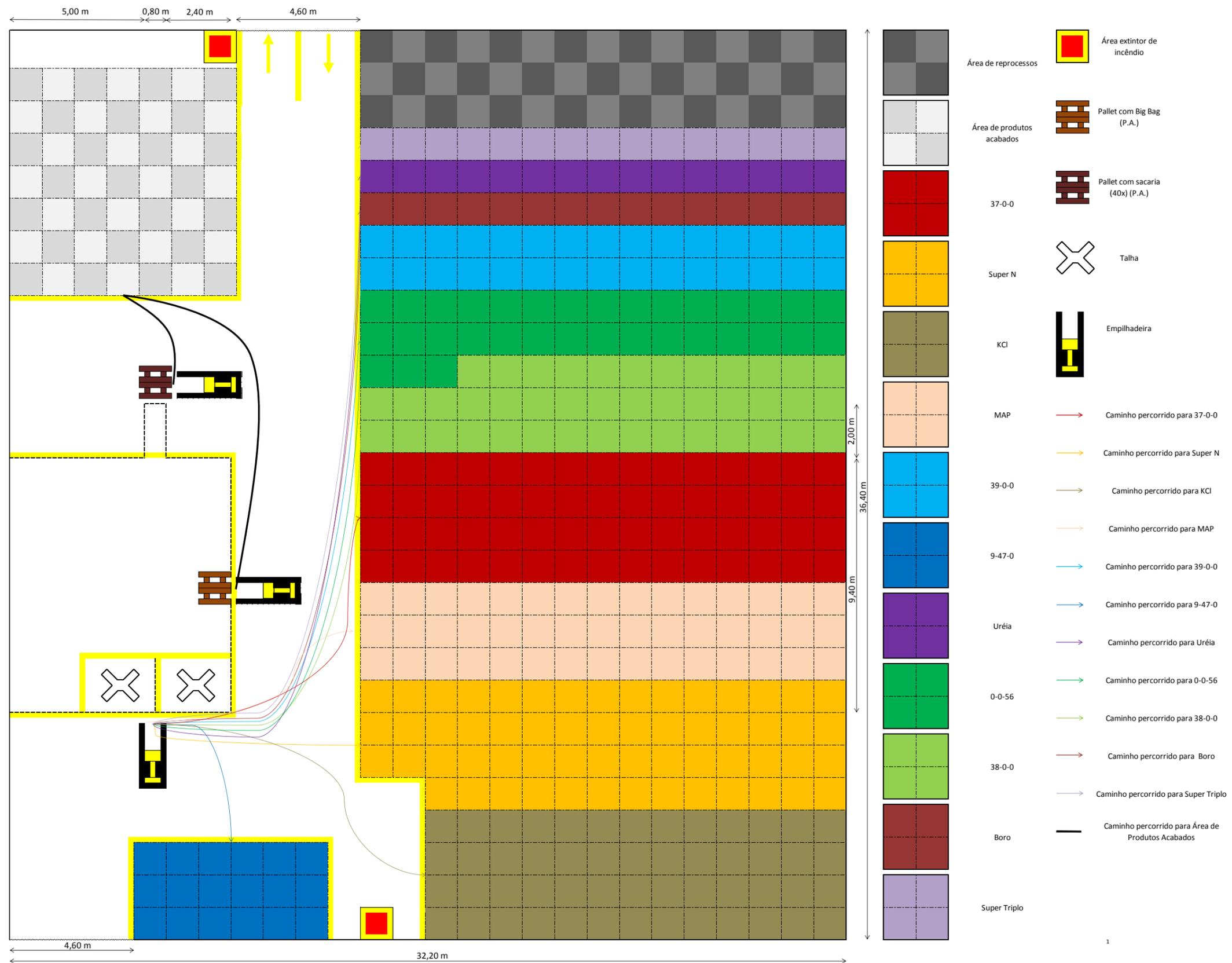


Figura 37: Projeto novo layout
 Fonte: Autor

O mesmo padrão para medição das distancias no arranjo físico atual foram adotadas para a proposta do novo *layout*. Lembrando que a empilhadeira ficou posicionada nos mesmos lugares anteriores, ou seja, de frente com a talha, na envasadeira de big bag e no fim da esteira. O trajeto também foi percorrido até o ponto que divide a área de acesso dos materiais, sempre em linha reta. A Tabela 17 apresenta as novas distancias.

Tabela 17: Distancia percorrida pela empilhadeira no arranjo físico proposto

Material	Distancia de ida (m)	Distancia ida e volta (m)
9-47-0	4,7	9,3
KCl	11,1	22,2
Super N	7,2	14,4
MAP	8,0	15,9
37-0-0	9,1	18,2
38-0-0	13,3	26,6
0-0-56	16,1	32,2
39-0-0	18,8	37,7
Boro	20,5	41,0
Ureia	21,6	43,3
Super Triplo	22,8	45,5
Big Bag (produto acabado)	11,8	23,7
Sacaria 25 Kg (produto acabado)	3,4	6,9

Fonte: Autor

As capacidades de armazenagem de algumas áreas foram elevadas, conforme a Tabela 18 a seguir:

Tabela 18: Área de ocupação dos espaços no arranjo proposto

Local	Área (m²)
0-0-56	47,52
37-0-0	86,40
38-0-0	60,48
39-0-0	43,20
9-47-0	25,92
Boro	21,60
Cloreto de Potássio (KCl)	74,88
Fosfato Monoamônio (MAP)	64,80
Super N	83,52
Super Triplo	21,60
Uréia	21,60
Produto acabado	70,56

Fonte: Autor

4.5.1 Comparação das distancias

Para um efeito de comparação entre o atual arranjo físico e a nova proposta, realizou-se uma multiplicação entre a distancia de ida e volta, nos dois cenários, com a quantidade de viagens realizadas no período de um ano, para as matérias primas escolhidas na elaboração deste trabalho, conforme a Tabela 10.

Como atualmente o 0-0-56 está em duas áreas diferentes, foi feita uma proporção simples conforme a quantidade de bags presente nas mesmas. As Tabelas 19 e 20 a seguir mostram o resultado para ambos os arranjos.

Tabela 19: Distancia percorrida no arranjo físico atual

PRODUTO	ÁREA 1		ÁREA 2		METROS / ANO
	QUANTIDADE DE VIAGENS	DISTANCIA IDA E VOLTA (M)	QUANTIDADE DE VIAGENS	DISTANCIA IDA E VOLTA (M)	
37-0-0	562,432025	42,1			23678,39
SUPER N	612,59125	34			20828,10
KCL	590,2318	26,3			15523,10
MAP	602,95365	16,9			10189,92
39-0-0	301,86	44,4			13402,58
9-47-0	179,76125	34,8			6255,69
URÉIA	99,235875	27,6			2738,91
0-0-56	109,697488	10,3	233,107162	21,7	6188,31
38-0-0	371,221325	35,8			13289,72
BORO	118,341575	43,3			5124,19
SUPER TRIPLO	80,6166	40,6			3273,03
B.B. (P.A.)	2819,2965	31,6			89089,77
SACARIA (P.A.)	1042,7535	16,8			17518,26
TOTAL					227099,97

Fonte: Autor

Tabela 20: Distancia percorrida no arranjo fisico proposto

PRODUTO	ÁREA 1		ÁREA 2		METROS / ANO
	QUANTIDADE DE VIAGENS	DISTANCIA IDA E VOLTA (M)	QUANTIDADE DE VIAGENS	DISTANCIA IDA E VOLTA (M)	
37-0-0	562,432025	18,2			10236,26
SUPER N	612,59125	14,4			8821,31
KCL	590,2318	22,2			13103,15
MAP	602,95365	15,9			9586,96
39-0-0	301,86	37,7			11380,12
9-47-0	179,76125	9,3			1671,78
URÉIA	99,235875	43,3			4296,91
0-0-56	342,80465	32,2			11038,31
38-0-0	371,221325	26,6			9874,49
BORO	118,341575	41			4852,00
SUPER TRIPLO	80,6166	45,5			3668,06
B.B. (P.A.)	2819,2965	23,7			66817,33
SACARIA (P.A.)	1042,7535	6,9			7195,00
TOTAL					162541,68

Fonte: Autor

A Tabela 21 faz uma comparação direta entre a Tabela 19 e a Tabela 20:

Tabela 21: Comparação entre as distancias

PRODUTO	DISTANCIA (M) / ANO - ARRANJO ATUAL	DISTANCIA (M) / ANO - ARRANJO PROPOSTO	≠/ANO (M)
37-0-0	23678,39	10236,26	-13442,13
SUPER N	20828,10	8821,31	-12006,79
KCL	15523,10	13103,15	-2419,95
MAP	10189,92	9586,96	-602,95
39-0-0	13402,58	11380,12	-2022,46
9-47-0	6255,69	1671,78	-4583,91
URÉIA	2738,91	4296,91	1558,00
0-0-56	6188,31	11038,31	4850,00
38-0-0	13289,72	9874,49	-3415,24
BORO	5124,19	4852,00	-272,19
SUPER TRIPLO	3273,03	3668,06	395,02
B.B. (P.A.)	89089,77	66817,33	-22272,44
SACARIA (P.A.)	17518,26	7195,00	-10323,26
TOTAL	227099,97	162541,68	-64558,29

Fonte: Autor

4.5.2 Comparação das áreas

Para se comparar a diferença, em metros quadrados, que foi somada a algumas áreas, construiu-se uma tabela, na qual se subtraiu a capacidade de armazenagem por produto do arranjo físico proposto pela capacidade de armazenagem do arranjo físico atual, resultando na quantidade que a proposta possibilita agregar no mesmo espaço físico. A Tabela 22 será apresentada a seguir:

Tabela 22: Comparação entre a capacidade de armazenamento

Local	Área (m²) - Arranjo atual	Área (m²) - Arranjo proposto	Δ (m²)
0-0-56	44,64	47,52	2,88
37-0-0	86,4	86,4	0
38-0-0	56,16	60,48	4,32
39-0-0	36	43,2	7,2
9-47-0	21,6	25,92	4,32
Boro	5,76	21,6	15,84
KCl	74,88	74,88	0
MAP	57,6	64,8	7,2
Super N	76,32	83,52	7,2
Super Triplo	14,4	21,6	7,2
Uréia	21,6	21,6	0
Produto acabado	50,4	70,56	20,16

Fonte: Autor

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que a adoção do novo projeto de *layout*, irá agregar muito para a empresa, melhorando em diversos fatores comparando-se ao arranjo físico atual do setor de granulados.

O novo arranjo físico apresenta um fluxo melhor distribuído, visto que as áreas de matérias primas mais utilizadas ficaram próximas da talha, assim como se aproximou o espaço disponível para os produtos acabados com relação a envasadeira de big bags e o fim da esteira, onde se monta o pallet de sacarias. Além de se aproximar os espaços com maior grau de importância, se aumentou a capacidade de armazenamento de algumas áreas, fato derivado da eliminação de um corredor horizontal, julgado desnecessário, que está no arranjo atual.

Com relação a organização do barracão, obteve-se avanços por garantir que os materiais do mesmo tipo estejam alocados em um só local, facilitando a identificação dos mesmos. Além disso, foram retiradas as matérias primas que estavam vizinhas do espaço reservado para produtos acabados, o que assegura uma homogeneização dos destinos percorridos pela empilhadeira.

As áreas dos materiais foram delimitadas com faixas amarelas dividindo os corredores do local de armazenagem. Esses corredores respeitam as dimensões sugeridas por Borba (1998), garantindo que a empilhadeira possa fazer a manobra com facilidade. A porta foi dividida com entradas e saídas, indicando com setas o sentido a se seguir. Esses fatores melhoram a organização e a segurança do ambiente de trabalho.

Somando todas as melhorias, pode-se dizer que o novo *layout* pode trazer diversos benefícios, principalmente com relação a agilidade no processo, diminuição no tempo de produção, redução de gastos com gás, desgaste e manutenção da empilhadeira, como também aumento na organização do barracão, na segurança dos funcionários e principalmente no crescimento da margem de lucro dos produtos da empresa.

Por fim, pode-se afirmar que os objetivos foram atendidos, pois se melhorou muitos aspectos comparados com o cenário atual, oferecendo uma proposta que corrige alguns

problemas, que atualmente são realidades da produção, conforme citados no início deste trabalho.

Como sugestão para projetos de melhorias futuras, propõem-se a implementação da ferramenta “5S”, que somaria principalmente na limpeza e na identificação dos componentes da planta, auxiliando também na conservação do ambiente organizado. Outra proposta seria a utilização do quadro Kanban para a gestão dos estoques, garantindo um melhor controle das matérias primas.

6. APÊNDICE



Apêndice 1: Linha por um todo
Fonte: Autor



Apêndice 2: Visão geral do barracão

Fonte: Autor



Apêndice 3: Sugestão adotada na divisão de materiais

Fonte: Autor



Apêndice 4: Sugestão adotada na divisão da porta

Fonte: Autor

7. REFERÊNCIAS

- BATALHA, Mário Otávio et al (Org.). **Introdução a Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- BORBA, Mirna. **Arranjo Físico**. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina. Apostila do curso de Engenharia de Produção, 1998.
- CARVALHO, Marly Monteiro de; PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da Qualidade**. Rio de Janeiro: Campus, 2005.
- CORRÊA, Henrique; CORRÊA, Carlos. **Administração de Produção e Operações**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- MARTINS, Petrônio; LAUGENI, Fernando. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.
- PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.
- RITZMAN, Larry; KRAJEWSKI, Lee. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.
- HOUAISS, A. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**: Instituto Antoni Houaiss de Lexicografia e Banco de Dados da Língua Portuguesa S/C Ltda. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.
- RUSSOMANO, Victor. **Planejamento e controle da produção**. 6. ed. São Paulo: Pioneira, 2000.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção: Edição Compacta**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SLACK, Nigel; JONES, Alistair Brandon; JOHNSTON, Robert. **Princípios de Administração da Produção**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática**. São Paulo: Atlas, 2007.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática**. São Paulo: Atlas, 2000.

DOBLAS, Debora. **Arranjo Físico E O Planejamento Estratégico: Trabalho sobre os tipos de arranjo**. Universidade Gama Filho, 2010.

NEUMANN, Clovis. **Engenharia de Produção: Questões Cesgranrio**. 2 ed São Paulo. Campus, 2013.

Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900
Tel: (044) 3011-4196/3011-5833 Fax: (044) 3011-4196