

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

THIAGO MACEDO GRAÇA

**PLANEJAMENTO DE *LAYOUT* DE UMA CARVOARIA UTILIZANDO A
METODOLOGIA SLP**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2019

THIAGO MACEDO GRAÇA

**PLANEJAMENTO DE *LAYOUT* DE UMA CARVOARIA UTILIZANDO O
METODOLOGIA SLP**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação, em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Campus Medianeira, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Me Neron Alípio Cortes Berghauser

MEDIANEIRA

2019



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
Câmpus Medianeira
DIRETORIA DE GRADUAÇÃO E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL
Departamento Acadêmico de Produção e Administração
Curso de Graduação em Engenharia de Produção



TERMO DE APROVAÇÃO

PLANEJAMENTO DE *LAYOUT* DE UMA CARVOARIA UTILIZANDO A
METODOLOGIA SLP

Por

Thiago Macedo Graça

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado no dia 21 de novembro 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Me. Neron Alípio Cortes Berghauser (Orientador)
UTFPR – Câmpus Medianeira

Prof. Me. Carlos Laércio Wrasse
UTFPR – Câmpus Medianeira

Prof. Me. Katiane Oliveira Comachio
UTFPR – Câmpus Medianeira

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso-

Dedico. Àqueles que me acompanharam nos melhores e piores momentos, dedico este trabalho Deus, família e amigos, este trabalho é para vocês.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, pela fé e perseverança para vencer os obstáculos.

Aos meus pais, pela orientação, dedicação e incentivo nessa fase do curso de graduação e durante toda minha vida.

Ao orientador professor Me. Neron Alípio Cortes Berghauser pelas orientações ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço aos professores do curso de Engenharia de Produção, professores da UTFPR, Câmpus Medianeira.

Agradeço aos tutores presenciais e a distância que nos auxiliaram no decorrer da graduação.

Enfim, sou grato a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização desta monografia.

Porque eu que conheço os planos que tenho para vocês, 'diz o senhor', planos de fazê-los prosperar e não causar dano, planos de dar a vocês esperança e um futuro.

Jeremias 29:11

RESUMO

GRAÇA, Thiago Macedo. **Planejamento de *layout* de uma carvoaria utilizando a metodologia SLP**. 2019. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira.

Ao decorrer do tempo o *layout* das indústrias vem se adaptando e buscando melhorias, deixando de se utilizar o posicionamento de forma randômica e passando por estudos prévios de fluxo de produção e arranjo físico, porém muitas empresas já em funcionamento buscam renovar seu *layout* buscando mais competitividade e solides no mercado. O procedimento utilizado neste trabalho foi o SLP (*Systematic Layout Planning* – Planejamento Sistemático do Arranjo Físico), sistema que busca por meio de passos diagnosticar e buscar a otimização da infraestrutura para produção. Este estudo constitui uma análise em uma carvoaria no estado de São Paulo, propondo projetos de arranjos físicos modificados que buscam melhorias e escolhe um arranjo físico adequado a produção e desenvolve um cronograma de implementação minimizando as perdas no período de alteração do arranjo físico.

Palavras-chave: SLP; Arranjo físico; Gestão de implementação.

ABSTRACT

GRAÇA, Thiago Macedo. **Planning the layout of a coal factory using the SLP methodology**. 2019. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira.

The industries' layout has been adapting and searching for improvements, no longer using positioning in a random manner and going through previously done studies on the production flow and physical arrangement, however many companies try to renew their layout searching more competitiveness and stability in the market. The procedure utilized in this paper will be the SLP (Systematic Layout Planning), a system that aims, through a series of steps, diagnose and search the optimization of the production infrastructure. This study is an analysis of a charcoal plant in the state of São Paulo, proposing modified physical arrangement projects that seek improvements and chooses an appropriate physical arrangement for production and develops an implementation schedule minimizing losses during the period of physical arrangement change

Keywords: SLP, Layout, Implementation management

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Características básicas do sistema produtivo	13
Figura 2: Vantagens e desvantagens do <i>layout</i> posicional.....	17
Figura 3: Vantagens e desvantagens do <i>layout</i> por produto	18
Figura 4: Vantagens e desvantagens do <i>layout</i> por processos	19
Figura 5: Vantagens e desvantagens do <i>layout</i> celular	20
Figura 6: Sistema de procedimento no SLP	21
Figura 7: Fases do sistema SLP	23
Figura 8: Carta de interligações preferenciais	24
Figura 9: Simbologia de carta de interligações preferenciais	25
Figura 10: Processos de um projeto.....	29
Figura 11: Classificações da pesquisa	32
Figura 12: Etapas pesquisa.....	32
Figura 13: Macro fluxograma de operações.....	34
Figura 14: Mapa macro das áreas do trabalho.....	35
Figura 15: <i>Layout</i> antigas instalações	36
Figura 16: <i>Layout</i> novas instalações	36
Figura 17: Áreas e atividades.....	37
Figura 18: Carvão em embalagens de 8 kg.....	39
Figura 19: Carta de processos	40
Figura 20: Madeira seca e cortada.....	41
Figura 21: Forno em funcionamento	42
Figura 22: Peneira manual	43
Figura 23: Inter-Relações de atividade.....	45
Figura 24: Diagrama de inter-ligações.....	46
Figura 25 Necessidades de área e suas características	47
Figura 26: Diagrama de inter-relações de espaço.....	48
Figura 27 - Projeto de arranjo físico 1	49
Figura 28: Projeto de arranjo físico 2	50
Figura 29: Cronograma	54

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1. Objetivo Geral	11
1.2 Objetivos Específicos	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO	13
2.1.1 Sistema Contínuo	14
2.1.2 Sistema de Produção em Massa	14
2.1.3 Sistema em Lotes	15
2.1.4 Sistema Sob Encomenda	15
2.2 LAYOUT	16
2.2.1 Layout Posicional	17
2.2.2 Layout por Produto	18
2.2.3 Layout por Processos	19
2.2.4 Layout Celular	20
2.3 SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING (SLP)	21
2.3.1 Entrada de Dados	22
2.3.2 Fluxo de Materiais	23
2.3.3 Interligações de Atividades	24
2.3.4 Diagrama de Relações das Atividades	25
2.3.5 Espaço Necessário e Planejado	26
2.3.6 Diagrama Inter-relações de Espaço	27
2.3.7 Ajustes do Diagrama	27
2.3.8 Seleção das Alternativas	28
2.4 PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO DE LAYOUT	29
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	31
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	31
3.2 METODOLOGIA DA PESQUISA	31
3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1 FLUXO DE OPERAÇÕES	34
4.2 ARRANJO FÍSICO INSTALADO	34
4.2.1 Análise do Arranjo Físico Atual	37
4.3 APLICAÇÃO MÉTODO SLP	38
4.3.1 Dados de Entrada	38
4.3.1.1 Produto (P)	38
4.3.1.2 Quantidade (Q)	39
4.3.1.3 Roteiro (R)	40
4.3.1.4 Serviços de suporte (S)	44
4.3.1.5 Tempo (T)	44
4.3.2 Fluxo de Materiais	44
4.3.3 Inter-Relações de Atividades	45
4.3.4 Diagrama de Inter-Relações	46
4.3.5 Determinação dos espaços e características físicas	47
4.3.6 Diagrama de Inter-relações de espaço	48
4.3.7 Arranjos físicos propostos	49
4.3.8 Avaliação das alternativas propostas	51

4.4 CRONOGRAMA DE ALTERAÇÕES.....	52
4.4.1 Período das alterações.....	52
4.4.2 Volume de produção	52
4.4.3 Alterações estruturais.....	53
4.4.4 Cronograma	53
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
REFERÊNCIAS.....	56

1 INTRODUÇÃO

A maneira em que é designada uma linha produtiva caracteriza a forma que o produto será desenvolvido e está intimamente ligado a ganhos ou perdas tanto em tempo como econômicos. Logo um *layout* otimizado garante a redução de custos, espaços e pode aumentar a produtividade. Como diz Mallick e Gaudreau (1957) *apud* Bartlett (1994) denomina o arranjo físico como a marca geral da administração da produção, pois organiza e aproxima os cinco fatores da gestão industrial: homem, material, dinheiro, máquina e mercado.

Contudo as empresas organizam seus *layouts* de forma desorganizadas ou empíricas, sem planejamento, deixando de lado estudos e modificações resultando que grandes perdas e perdendo competitividade aos demais adversários dos ramos.

Segundo a revista Valor Econômico (2017) mais de 60 % das empresas que iniciam suas operações entram em falência e antes de 5 anos. A busca de eficiência e eficácia é primordial para se manter vivo no mercado.

O presente estudo busca analisar uma carvoaria no estado de São Paulo, procurando modificações no *layout* em busca de uma produção efetiva para a situação no mercado e economicamente viável. Ainda propõem um projeto de implementação reduzindo as perdas no período de transição de *layout*.

1.1. Objetivo Geral

O estudo tem como objetivo analisar e projetar a implantação de melhorias e implantação no arranjo de uma carvoaria localizada no estado de São Paulo utilizando o método SLP.

1.2 Objetivos Específicos

- a) Descrever o sistema produtivo da empresa;
- b) Aplicar o método SLP à planta industrial da empresa;
- c) Levantar as principais demandas da empresa para a implementação da mudança;
- d) Elaborar um projeto para a mudança de plantas considerando as necessidades da empresa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Segundo Tubino (2009) a classificação dos sistemas produtivos tende a facilitar a compreensão de suas particularidades e conexões com as dificuldades das ações de programação e controle. O autor ainda comenta que esses sistemas são divididos em manufatura de bens e prestação de serviços. Para o primeiro caso, tem-se o produto fabricado que pode ser observado e tocado, e o segundo quando apenas pode ser sentido, sendo intangível.

Para Lutosa (2008) a classificação mais usual é feita levando em consideração o grau de padronização dos produtos, tipos de operações, o ambiente da produção e pela natureza do produto.

Tubino (2009) afirma que a classificação está interligada com o grau de padronização dos produtos e o volume de produção. Os sistemas são rotulados em contínuos, condição na qual não são identificados individualmente, ou discretos (em massa, em lotes, e sob encomenda) que podem ser separados uns dos outros. Na Figura 1, pode-se ver a proposta de Tubino (2009) para as características de um sistema produtivo.

Contínuos Massa	Repetitivos em Lotes	Sob Encomenda
Alta	Demanda/Volume de Produção	Baixa
Baixa	Flexibilidade/Variedade de itens	Alta
Curto	<i>Lead Time</i> Produtivo	Longo
Baixos	Custos	Altos

Figura 1: Características básicas do sistema produtivo
Fonte: Tubino (2009).

2.1.1 Sistema Contínuo

Segundo Tubino (2009) os sistemas de produção contínuos são utilizados quando existe alta uniformidade na produção, assim podendo-se utilizar uma produção automatizada. A denominação contínua se dá pois não se consegue dividir a produção por unidades produtivas. Este sistema se caracteriza como pouco flexível, com custos altos de implementação e baixa utilização de mão de obra.

Para Neumann e Scalice (2015) o processo contínuo é o mais produtivo, geralmente por ter menores estoques, é o mais enxuto e simples e assim se tornando o mais fácil de controlar.

Conforme Slack, Chambers e Johnston (2009) é comumente relacionado a tecnologia empregada no processo, aparelhos como alta dificuldade para serem modificados além de uma demanda previsível, empresas no ramo de petrolífera e de geração elétrica utilizam o sistema contínuo.

Tubino (2009) destaca que o sistema tem em vista a sincronização e automação por produzirem um baixo número de produtos, quando não apenas um, tendo assim um *lead time*¹ baixo. Normalmente as empresas contam com grandes estoques, pois a saída do produto final é dada como certa. Empresas do ramo de bens de base, energia elétrica e produtos químicos normalmente se utilizam do sistema de produção contínua.

2.1.2 Sistema de Produção em Massa

Para Tubino (2009) os sistemas de produção em massa, assim como o contínuo, são utilizados para produções em larga escala e muito padronizados, porém não podem ser altamente automatizados, pelos processos necessários para fabricação do produto, necessitando de mão de obra especializada nas operações.

De acordo com Neumann e Scalice (2015) o sistema tem procedimentos fixos e reduzida abrangência, os equipamentos são projetados para atender as

¹ Expressão utilizada para determinar o tempo padrões de atravessamento para produção de um determinado bem ou a prestação de um serviço. (Tubino, 2009).

exigências dos produtos ou serviços efetuados.

Segundo Tubino (2009) a demanda por estes produtos não varia, comumente, assim fazendo com que as estruturas produtivas não se alterem com frequência. As partes são produzidas separadamente em grande escala e montadas assim dando o produto final.

Para Slack, Chambers e Johnston (2009) a produção em massa produz com alto volume e com alguma variabilidade no produto, sendo assim existem alguns aspectos do produto onde podem ser modificados porém as partes fundamentais se mantenham inalteradas.

2.1.3 Sistema em Lotes

Segundo Tubino (2009) o sistema de produção é caracterizado por apresentar lotes de médio volume, no qual cada lote segue uma determinada sequência de operações levando-se em conta os procedimentos que os antecedem.

Neumann e Scalice (2015) nos processos em lote mais de um tipo de produtos são fabricados e o tamanho dos lotes são variados podendo ser baseados em especulações ou no pedido do cliente.

A demanda nesse sistema, tende a flutuar, pois atendem a necessidades específicas de um determinado cliente. Por essa pluralidade, os equipamentos e pessoas são separados por centros de trabalho e contam com uma mão de obra polivalente, logo o sistema por lote transita entre o sistema sob projetos e o sistema em massa (TUBINO, 2009).

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009) no sistema em lotes as máquinas e ferramentas exigem uma flexibilidade em relação aos volumes, pela variabilidade do tamanho dos lotes.

2.1.4 Sistema Sob Encomenda

A definição de sistema sob encomenda, para Tubino (2009), é voltado para

o atendimento do cliente e as características específicas deste determinado pedido; tem como característica uma relativa baixa demanda. O produto é encomendado para uma data fixa negociada com o comprador e tem profunda ligação com as necessidades do cliente.

Para Neumann e Scalice (2015) o sistema se caracteriza pelo atendimento nas necessidades do cliente e necessita de uma boa comunicação entre as partes para atender todos requisitos.

De acordo com Tubino (2009) este sistema necessita de uma grande flexibilidade, pela diversificação das necessidades dos clientes e por uma grande ociosidade na produção, já que os produtos e os serviços gerados tendem a ter um elevado custo em relação aos demais sistemas.

2.2 LAYOUT

De acordo com Neumann e Scalice (2015) a partir do século XX, com o desenvolvimento dos novos sistemas produtivos, além da imposição do mercado por agilidade dado pela globalização substituem-se os modelos anteriores, que eram dados de forma intuitiva, e tomando papel fundamental no processo produtivo.

Para Martins e Laugeni (2016) a quantidade a ser produzida é o caminho inicial para determinar o *layout* de uma indústria, pois facilita a previsão de área de locais fundamentais. Com isso, pode-se determinar o formato que será utilizado, levando-se em consideração os procedimentos e os maquinários; contudo o edifício deve ser analisado após o encerramento dos demais passos, pois isso garante o melhor resultado das operações.

Com base no exposto, parte fundamental para a escolha do modelo de arranjo físico é aperfeiçoar com o modo de produção, como mostram Slack, Chambers e Johnston (2009), o arranjo físico é a representação material do tipo de processo.

Para Neumann e Scalice (2015) o tipo de *layout* determina o sistema de produção conforme os requisitos da mercadoria e do tipo de processos, normalmente dividindo-se em quatro tipos de arranjo:

- a) *Layout* posicional;

- b) *Layout* por produto ou em linha;
- c) *Layout* por processos ou funcional;
- d) *Layout* celular.

Cada um dos tipos de *layout* tem suas características que se tornam vantagens e desvantagens para cada modelo de produção, os próximos tópicos indicam essas individualidades

2.2.1 *Layout* Posicional

A definição de arranjo físico posicional é dada por Slack, Chambers e Johnston (2009) sendo como um *layout* no qual o recurso transformador não se desloca, entretanto, a movimentação ocorre no deslocamento dos recursos transformadores. Os motivos para isso podem ser diversos, como o extenso tamanho do produto ou sua fragilidade, dificultando o trânsito desse.

Neumann e Scalice (2015) destacam pontos de vantagem e desvantagem da utilização do arranjo posicional (Figura 2).

Vantagem	Desvantagem
Melhor planejamento e controle do trabalho, dado que tudo está orientado para um único objetivo.	Programação do espaço ou atividade pode ser complexa.
Alta flexibilidade de mix de produtos e processos.	Grande necessidade de supervisão.
Alta variedade de tarefas para a mão de obra.	Grande movimentação de equipamentos e mão de obra especializadas, gerando custos elevados.
Permite enriquecimento de tarefas. Favorece trabalho em times.	Falta de estruturas de apoio, tais como energia elétrica e água
Centros de trabalho quase autônomos rapidez.	Posicionamento de equipamento e pessoas pode ser inseguro, não ergonômico ou pouco prático.
Pequena movimentação de materiais.	Baixa utilização de equipamentos gerando custo elevados.

Figura 2: Vantagens e desvantagens do *layout* posicional
Fonte: Adaptado de Neumann e Scalice (2015).

2.2.2 Layout por Produto

Para Corrêa e Corrêa (2014, p.404) o *layout* por produto, é assim definido porque visa organizar a posição relativa dos diversos recursos de produção necessários para fabricação de um bem, sendo apresentado na forma de uma sequência de etapas do processo de agregação de valor. Ainda para Martins e Laugeni (2016) é indicado este tipo de *layout* para produções com baixa diversificação, alto volume de produção e com quantidades semelhantes.

Neumann e Scalice (2015) descrevem pontos prós e contra a utilização do arranjo por produto, como pode ser visto na Figura 3.

Vantagem	Desvantagem
Alta taxas de produção (grande capacidade de produção).	Alto valor de investimento em máquina e equipamentos.
Baixos custos unitários para altos volumes de produção.	Grande risco de reprojetado do layout para produtos com vida útil curta ou incerta.
Alto grau de automação e baixo nível de perdas com transporte, normalmente automatizadas.	Supervisão geral é requerida.
Menor tempo perdido de setups e transporte de materiais e clientes (baixo tempo de espera entre operações).	Baixa flexibilidade para a incorporação de mudanças nos produtos ou processos.
Menor quantidade de estoque intermediário (menor custo de estocagem)	Paradas de máquinas param a linha (sistema não é robusto)
Simplificação do controle da produção.	Tarefas repetitivas para os operários gerando efeitos colaterais graves em termos de aborrecimento dos operários e de absentismo.
Operações muito simplificadas, que permitem a utilização de mão de obra pouco qualificada (barata).	Baixa utilização dos recursos para produtos com baixo volume.
Uso mais efetivo de mão de obra.	É muito importante que a linha esteja bem balanceada.
Dá oportunidade para especialização de equipamentos	Necessidades de reprojetado frequentes para produtos com vida curta ou incerta.

Figura 3: Vantagens e desvantagens do *layout* por produto

Fonte: Adaptado de Neumann e Scalice (2015).

2.2.3 Layout por Processos

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009) o arranjo físico funcional é assim chamado pois se adequa às necessidades e vantagens das ações executadas pelos operários ou máquinas que fazem parte do processo.

Para Corrêa e Corrêa (2014, p.400) “o arranjo funcional é, em geral, usado quando os fluxos que passam pelos setores são muito variados e ocorrem intermitentemente”.

Neumann e Scalice (2015) demonstram pontos fortes e fracos da utilização do arranjo por processos (Figura 4).

Vantagem	Desvantagem
Ajuste rápido a diferentes mix de produção.	Taxa de produção tendem a ser menores
Alta flexibilidade do mix de processos pois os equipamentos costumam ser de médias flexibilidade.	Maior incidência de setups (perda de tempo produtivo).
Alta flexibilidade do mix de produtos pois é adequado para cenários de grande variabilidade de produtos.	Lead time de produção costumam ser relativamente longos.
Maior taxa de utilização dos recursos produtivos (equipamentos e operários).	Geram um enorme volume de tráfego no transporte de componentes entre departamentos para as várias operações.
Mobilidade na programação da produção.	Exigência de operadores mais generalistas.
Especialização dos trabalhadores e supervisores no processo seletivo.	Fluxo complexo torna o planejamento e controle da produção muito mais difícil.
É mais fácil manter a continuidade de produção no caso de quebra de máquina, falta de materiais ou ausência do operador	Tipicamente resulta em formação de filas nas máquinas.
Não requer duplicação de máquinas, baixa ociosidade, baixo investimento.	Maior espaço e capital são necessários para estoques de produto em processamento.
Relativamente robusto em caso de interrupções de etapas.	Custo indiretos altos: setup, movimentação, estoque, supervisão ou fila de clientes.
Facilita distribuição de carga maquinaria.	Para manter layout atualizado, empresa de considerar perfil histórico de produtos/ serviços prestados.
Supervisão de equipamentos e instalações relativamente fácil.	

Figura 4: Vantagens e desvantagens do layout por processos
Fonte: Adaptado de Neumann e Scalice (2015).

2.2.4 Layout Celular.

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009) o arranjo celular funciona de modo que os recursos transformados se encaminham para partes pré-determinadas (células) e nesses são transformados. Essas células atendem às determinações para uma opção específica.

Para Corrêa e Corrêa (2014, p.407) “recursos não similares são agrupados de forma que, com suficiência consiga processar um grupo de itens que requeiram similares etapas de processamentos”. Neumann e Scalice (2015) demonstram as vantagens e desvantagens que se dão utilizando o modelo celular, conforme pode ser visto na Figura 5.

Vantagem	Desvantagem
Boa combinação de flexibilidade e integração.	Exigência maior capacidade: um sistema de manufatura celular exige maior capacidade de produção que um sistema funcional, pois em geral envolve a dedicação de máquinas às células.
Grande utilização do equipamento/ baixa ociosidade.	
Maior controle do sistema e confiabilidade de entregas.	Resistência dos operários: pode haver resistência dos trabalhadores de fábrica à impressão de aumento de trabalho sem a contrapartida do aumento salarial.
São usadas máquinas pequenas e móveis, que são usualmente mais lentas e baratas.	
Redução do inventário.	Impossibilidades físicas: alguns processos de produção são mais difíceis de serem organizados de forma celular devido ao grande porte dos equipamentos, ou outras limitações de ordem física.
Redução dos tempos de preparação e atravessamento (lead time).	
Fluxo de material mais organizado que contribui para o aumento da qualidade do produto final.	Exige que os operadores sejam multifuncionais, alto custo com treinamento.
Favorece trabalhos em grupo, polivalência de mão de obra e visão do produto.	
Trabalho em grupo pode resultar em maior motivação.	Pode requer movimentação ou compartilhamento de máquinas.
Flexibilidade no trabalho, pois operadores são multifuncionais.	
Operadores trabalham em pé e caminhando.	Pode haver ociosidade ocasional de máquinas e ferramentas para famílias de menor similaridade.
Aumento da segurança no trabalho.	

Figura 5: Vantagens e desvantagens do *layout* celular
Fonte: Adaptado de Neumann e Scalice (2015).

2.3 SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING (SLP)

Corrêa e Corrêa (2012) definem que o método SLP (*Systematic Layout Planning*) foi proposto por Richard Muther nos anos 1950, sendo esse uma metodologia sistemática de análise e projeto para *layout* funcional, embora o método não se adeque para arranjo celular.

De acordo com Muther (1978) o método SLP foi criado a partir das necessidades dos projetistas de arranjo físico que em alguns casos necessitam de um roteiro para o desenvolvimento do *layout*. O SLP resume-se em estruturação de fases com modelos de procedimentos para identificar e classificar as inter-relações das várias atividades.

Muther (1978) determina os procedimentos para a realização do sistema SLP, conforme demonstrado pela figura 6.

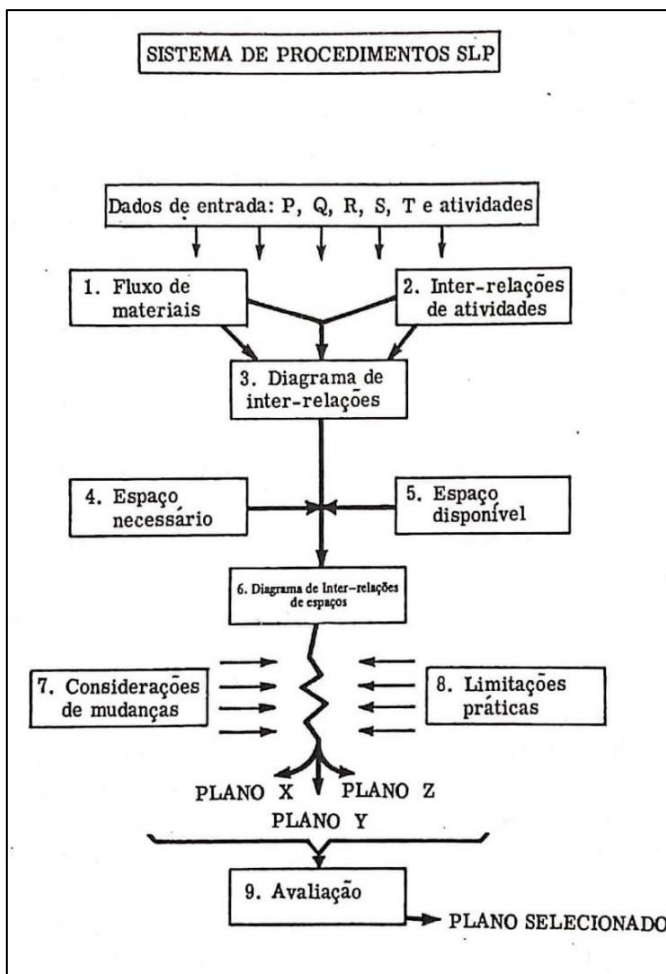


Figura 6: Sistema de procedimento no SLP
Fonte: Muther (1978)

2.3.1 Entrada de Dados

Para Muther (1978) os obstáculos para desenvolvimento de otimização do *layout* normalmente recaem nos tópicos produto e quantidade que são, direta ou indiretamente, responsáveis por todas as particularidades do planejamento. Além disso, outros pontos como roteiro de fabricação, os serviços de apoio e o tempo são as bases que formam o planejamento das instalações. As definições dos elementos são:

- a) Produto - Podem ser serviços, o que é manufaturado ou realizado, detalhar as matérias primas ou as peças que formam o produto final.
- b) Quantidade - O volume que a empresa acredita que supra a demanda.
- c) Roteiro - Os métodos, os procedimentos, maquinários e a lista de operações.
- d) Serviço de apoio - Os procedimentos que servem de base e mantêm a continuidade da produção.
- e) Tempo - Os prazos e frequências de cada tipo de operação.

Contudo, o planejamento do arranjo físico deve seguir quatro fases sequenciadas, que são compostos por:

- a) Fase 1, localização - Área a qual serão instalados os equipamentos, essa que será planejado, porém isso não significa que a localização seja nova, como adequações de *layout*.
- b) Fase 2, arranjo físico geral - Projeta a posição entre as áreas necessárias para produção, nessa etapa os espaços e o escoamento são inter-relacionados de forma geral.
- c) Fase 3, arranjo físico detalhado - Nesta etapa se planejados detalhadamente, a posição de cada máquina e objeto são especificados
- d) Fase 4, implantação - Essa fase é quando aplicamos os planejamentos e organizamos a infraestrutura do local, estruturamos conforme as aplicações das demais fases.

Na Figura 7 pode-se ver a sequência necessária para realização das fases ao longo do tempo:

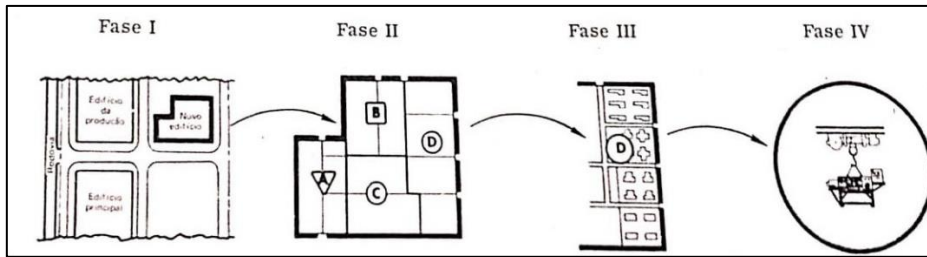


Figura 7: Fases do sistema SLP
Fonte: Mütter (1978)

2.3.2 Fluxo de Materiais

A análise do fluxo de materiais consiste na determinação da melhor sequência de movimentação dos materiais, através das etapas exigidas pelo processo e a determinação da intensidade ou magnitude desses movimentos. O fluxo deve permitir que o material se movimente progressivamente durante todo o processo, sem retorno, desvio ou cruzamento (MUTHER, 1978).

Muther (1978) ainda destaca que quando a movimentação for parte importante do processo de fabricação, a pesquisa do fluxo de materiais é a essência do planejamento das instalações.

Para análise do fluxo existem diversos métodos, Muther (1978) exemplifica a análise a partir do diagrama Produto x Quantidade que serve de base para a escolha do método de análise.

- a) Produções com poucos produtos e padronizados utiliza-se carta de processo.
- b) Produções com vários produtos e sem grande movimentação de setup utiliza-se carta de processos múltiplos.
- c) Para produções com vários produtos padronizados utiliza-se tanto a carta de processos ou carta de processos múltiplos.
- d) Em casos de produtos diversificados utiliza-se a carta de para.

2.3.3 Interligações de Atividades

Segundo Muther (1978) é comum o fluxo de materiais isoladamente dar a base dos projetos de fábrica, apesar de ser parte considerável, não é a maneira mais indicada pois:

- a) Desconsideram os serviços suportes.
- b) Nem sempre o fluxo de material é relevante, podendo ter baixa quantidade de matéria prima ou o material ser muito ser muito pesado.
- c) Em alguns casos de prestadoras de serviço o fluxo de material não tem constância.

Contudo, Muther (1978) evidencia a carta de interligações preferenciais, para relacionar as operações, onde demonstra o nível de proximidade das interligações dos processos.

Segundo Neumann e Scalice (2015) o diagrama de interligações preferenciais, ou diagrama de afinidades, é montado em uma matriz triangular onde nas linhas são descritos os elementos que ocupam espaço físico, nos cruzamentos de linhas são registradas as afinidades entre as unidades produtivas, sendo demonstrado na Figura 8.

1	Protocolo	1							
		A	2						
2	Assessoria Singular	1	A	3					
		U	1	I	4				
3	Assessoria Colegiado	4	I	4	I	5			
		A	4	I	1	U	6		
4	Cadastro	1,4	E	4	U	1,4	U	7	
		A	1	U	4	U	9	U	8
5	DBE	1	O	1,4	U	9	U	9	
		E	1,4	E	9	U	9		
6	Digitalização diária	1	O	1	U	9			
		U	1	U	9				
7	Assessoria Interior	1	A						
		U	1						
8	Digitalização acervo								

Figura 8: Carta de interligações preferenciais
Fonte: Sakuraba et al. (2013)

2.3.4 Diagrama de Relações das Atividades

Segundo Neumann e Scalice (2015) o diagrama de interligações, também denominadas por diagrama de fluxo ou de configurações, apresenta graficamente as afinidades entre as unidades produtivas. Primeiramente são colocadas afinidades do tipo A e organiza-se novamente buscando eliminar coincidências, após segue-se o mesmo procedimento seguindo a sequência para tipo E, tipo I e tipo O, ainda existindo afinidade do tipo X estas devem ser destacadas.

Muther (1978) destaca que uma simbologia para identificação de cada atividade e um modo para destacar a proximidade das atividades e direção e intensidade do fluxo de materiais são condições essenciais para montagem do diagrama. Para o SLP a convenção dada é:

- a) Um símbolo para cada categoria de operação.
- b) Uma letra ou número para representação cada operação.
- c) Uma seleção de número de linhas para a força de intensidade do fluxo
- d) Uma seleção de cores para quantificar o grau de proximidade.
- e) Uma cor para cada operação.









Símbolos da carta de processo*	Símbolos estendidos para identificação de atividades e áreas	Ident. Cores	Preto e branco**
○ Operação	○ Áreas de moldagem ou tratamento	Verde**	
	○ Montagem, submontagem e desmontagem	Vermelho**	
⇨ Transporte	⇨ Áreas relacionadas a transporte	Amarelo**	
▽ Armazenagem	▽ Áreas e atividades relacionadas à armazenagem	Amarelo**	
D Espera	D Áreas de esperas intermediárias	Amarelo**	
□ Inspeção	□ Áreas de inspeção, teste e verificação	Azul**	
* Padrões da ASME ** Padrões do IMMS (adotados como básicos no sistema SLP)	◡ Áreas e atividades de serviço e apoio	Azul**	
	🏠 Áreas de escritórios e características de construção	Marrom** (cinza)	

Figura 9: Simbologia de carta de interligações preferenciais
Fonte: Muther (1978)

Para Muther (1978) a construção do diagrama sobre a planta existente pode trazer benefícios, já que oferece uma visão sobre o espaço físico atual e ainda apresenta um prévio comparativo entre o modelo proposto e o em atuação.

2.3.5 Espaço Necessário e Planejado

Para Muther (1978) existem 5 métodos para a determinação do espaço a ser utilizado, porém quando necessário alto investimento, outros métodos mais complexos podem ser indicados. Os métodos, por ordem de precisão, são:

- a)** Método numérico;
- b)** Método da conversão;
- c)** Padrões de espaço;
- d)** Arranjos esboçados;
- e)** Projeção de tendências.

Para Muther (1978) é necessário a averiguação dos equipamentos e máquinas envolvidos nos processos, de modo que possa ser registrado no diagrama de inter-relações. Pode se utilizar registros ou arquivos da empresa.

Segundo Muther (1978) o método numérico faz a determinação da área de cada elemento, multiplica pelo número de máquinas e equipamentos necessários e adiciona um espaço extra. O cálculo requer o conhecimento dos tempos de operação por peça, o volume de fabricação por um período, as tolerâncias, refugos, entre outros pontos. Algumas precauções são necessárias no momento do cálculo, sendo essas:

- a)** Existem casos em que, para a produção ótima, o número de máquinas não será inteiro, para tanto a verificação da compra de mais uma máquina deve ser reestudada.
- b)** Decisão das perdas esperadas e das folgas programadas.
- c)** Considerar as perdas inevitáveis e as evitáveis.
- d)** Considerar os períodos de manutenção das máquinas.
- e)** Compensação dos picos de produção.
- f)** Balancear a linha de produção.

Para Muther (1978) a relação entre espaço requerido e a disponibilidade física existe restrições, seja em tamanho ou configuração, com isso o balanceamento

entre o projeto e a realidade deve ser realizado. Contudo o problema será dividido em 3 partes:

- a) O espaço disponível será adequado?
- b) A divisão dos espaços disponíveis será suficiente para as áreas requeridas?
- c) As características do espaço disponível são adequadas para o trabalho a serem executados?

2.3.6 Diagrama Inter-relações de Espaço

De acordo com Muther (1978) o diagrama de inter-relações entre espaço demonstra a relação entre atividades, o fluxo e o espaço necessário para cada uma das atividades. Para a adaptação com os espaços no diagrama, o método escolhido depende da importância do fluxo, pode ser feito de 3 maneiras sendo essas:

- a) Ajustar o espaço levando em conta somente o fluxo.
- b) Ajustar o espaço levando em conta somente o diagrama de inter-ligações.
- c) Utilizar o fluxo e o diagrama de inter-ligações para o ajuste.

De acordo com Muther (1978) nesta etapa pode-se aprimorar algumas informações demonstrando informações importantes, esses dados podem ser adaptações do prédio já existente, novas construções, quantidade de funcionários, projeção de lucros, entre outras.

2.3.7 Ajustes do Diagrama

Segundo Muther (1978) essa é a área de ajuste do diagrama de inter-relação de espaço, que é praticamente o *layout*, juntamente com os líderes e gerentes responsáveis pelas áreas. Nesse serão sugeridos vários ajustes importantes e discutidos quais as limitações do *layout* e como anulá-las.

De acordo com Muther (1978) diversos tipos de mudanças podem ser

sugeridos, mas as modificações, normalmente, se encaixam dentre:

- a) Métodos de manuseio
- b) Recursos de armazenagem
- c) Terreno e arredores
- d) Pessoal
- e) Características da construção.
- f) Serviços suportes
- g) Procedimentos e controle.
- h) Forma particular de atividade.

De acordo com Muther (1978) diferentes solicitações de mudanças aparecerão no decorrer das análises, essas poderão ter diferentes importâncias. Algumas expressividades deterão maior tempo e dedicação nas discussões outras já não serão tão importantes. Sendo assim, é importante a utilização de um procedimento universal para análise.

2.3.8 Seleção das Alternativas

De acordo com Muther (1978) essa é a fase em que restam poucas alternativas de *layout*, as quais têm vantagens e desvantagens. Para a escolha se utilizam 3 tipos de seleção:

- a) Balanceamento das vantagens e desvantagens.
- b) Avaliação da análise dos fatores.
- c) Comparação e justificativa e custo.

Muther (1978) aponta que o método de balanceamento de vantagens e desvantagens é o com menor complexidade entre os outros, por isso é o mais utilizado para análises preliminares. Este sistema seleciona as vantagens e desvantagens da utilização do arranjo físico de cada uma das alternativas mantidas. O método pode ser feito mais rigorosamente utilizando-se classificações de importância para cada tipo de vantagem e desvantagem.

Para Muther (1978) o método de alta flexibilidade é preciso, porém suas análises são julgamentos e estimativas. O procedimento é dado pelos passos:

- a) Listar fatores significativos.

- b) Preponderar a importância dos fatores.
- c) Avaliar os planos.
- d) Comparação dos planos.

De acordo com Muther (1978) é o método de avaliação que analisa os custos financeiros, sendo comparado a uma análise financeira, apesar disso, nem sempre os custos são a base para a escolha do *layout*. Os motivos para realizar essa análise pode ser justificar a realização de um determinado *layout* ou comparar os custos dos pré-projetos.

2.4 PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO DE LAYOUT

Segundo o PMBoK (2014) o projeto é um empenho provisório para o desenvolvimento de um resultado sendo ele um produto ou serviço, sendo assim, os projetos têm um cronograma definido com início e término determinados.

Para Candido et al. (2012) os projetos são separados em 5 processos de relevância que são indispensáveis, sendo descritos pela Figura10:

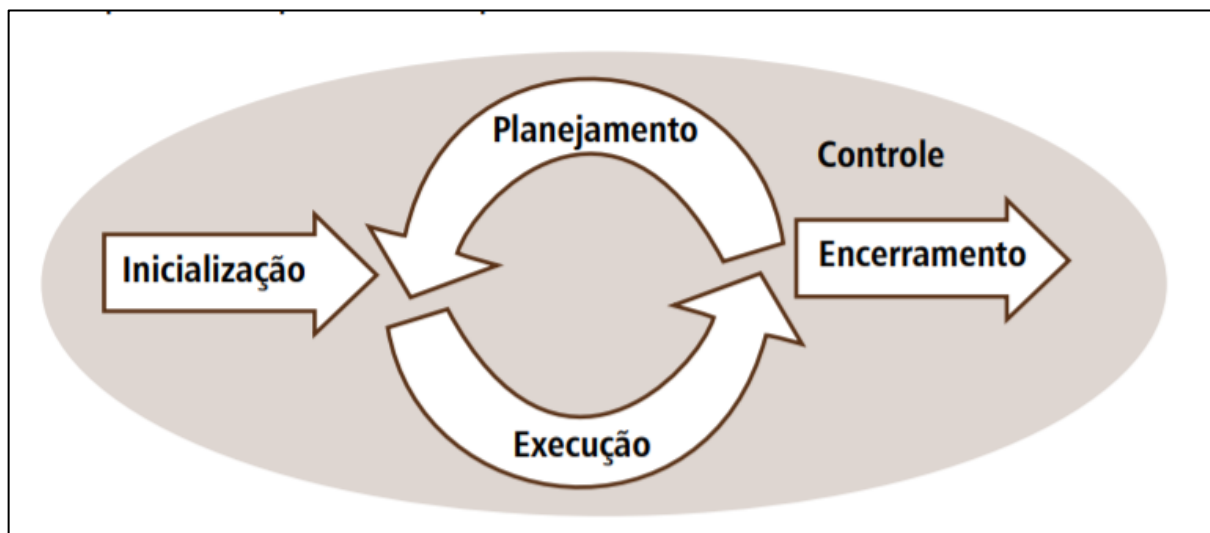


Figura 10: Processos de um projeto
Fonte: Candido et al. (2012))

Conforme o PMBoK (2014) o grupo de iniciação forma-se dos processos para definir um novo projeto, nos seus procedimentos o escopo inicial é definido, o gerenciamento do projeto é designado, as partes interessadas relacionam-se em

busca do resultado.

Conforme Candido et al. (2012) o planejamento é o processo onde são definidos os caminhos para que os objetivos do projeto sejam alcançados. Nessa fase, é desenvolvido o Plano de Gerenciamento de Projetos, documento que deve contemplar todos os processos desse gerenciamento.

Para Maximiliano (2010) na execução do projeto é necessário obter, controlar e aplicar os recursos definidos e assim orientar e executar as partes juntamente a equipe.

De acordo PMBoK (2014) o grupo de processos de monitoramento e controle realiza o acompanhamento, análises e organização dos processos e desempenho do projeto, verifica locais onde necessitam de alterações no plano e os inicia.

Para Candido et al. (2012) a etapa de encerramento do projeto é a finalização dos contratos firmados durante a execução, gerando imediatamente condições para a avaliação de desempenho.

Segundo Maximiliano (2010) o planejamento dos custos ao início do projeto é determinante para que o desenvolvimento seja realizado com maior eficiência, porém é importante uma flexibilidade para o orçamento pois a criação do plano financeiro é dada por projeções e podem existir variações do planejamento à execução.

Segundo Candido et al. (2012) os recursos necessários para o projeto incluem recursos humanos, materiais e equipamentos e deverão estar estimados aos custos envolvidos em cada atividade, de modo que se obtenha uma previsão da quantidade de horas a serem trabalhadas e do tipo e quantidade de equipamentos e materiais necessários.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa em estudo é uma carvoaria que atua há mais de 40 anos na produção de carvão vegetal, situado no estado de São Paulo. As populações consumidoras se distribuem principalmente na Região metropolitana de São Paulo. A empresa conta com marca própria, porém a maior parte de sua produção é destinada à marca de terceiros. A empresa conta com grande reserva de matéria-prima, eucaliptos, que ficam distribuídos ao redor da carvoaria e também em áreas próximas.

3.2 METODOLOGIA DA PESQUISA

De acordo com Gil (2010) a pesquisa é o procedimento racional e metódico que tem como propósito encontrar soluções para os dilemas apresentados. Para Köche (2008) planejar significa tracejar as ações a serem seguidas no procedimento de busca científica; planejar é a busca das alternativas efetivas.

A pesquisa trata-se de uma análise em uma empresa, por isso classifica-se, quanto a natureza, como uma pesquisa aplicada. Marconi e Lakatos (2013) definem a pesquisa aplicada com características de ação, onde exige o contato com a área de estudada. Quanto ao objetivo, este estudo se classifica como descritivo, segundo Prodanov e Freitas (2013) trata-se de descrever as singularidades de determinada população ou fenômeno, buscando conexões entre variáveis.

Quanto ao procedimento técnico, a pesquisa busca uma abordagem de estudo de campo, que, para Gil (2010), busca maior aprofundamento das questões propostas e tende a analisar um único grupo ou uma comunidade, esse procedimento utiliza-se de técnicas como observação. Sendo um estudo de campo, a abordagem se dá como qualitativa, pois Gil (2010) explica que neste caso os procedimentos são analíticos, comumente, sendo qualitativos. Ainda o autor denomina as três etapas gerais para a natureza da pesquisa que são seleção e simplificação dos dados,

organização dos dados e conclusão/verificação.

A Figura 11 esclarece de forma geral as classificações da pesquisa.

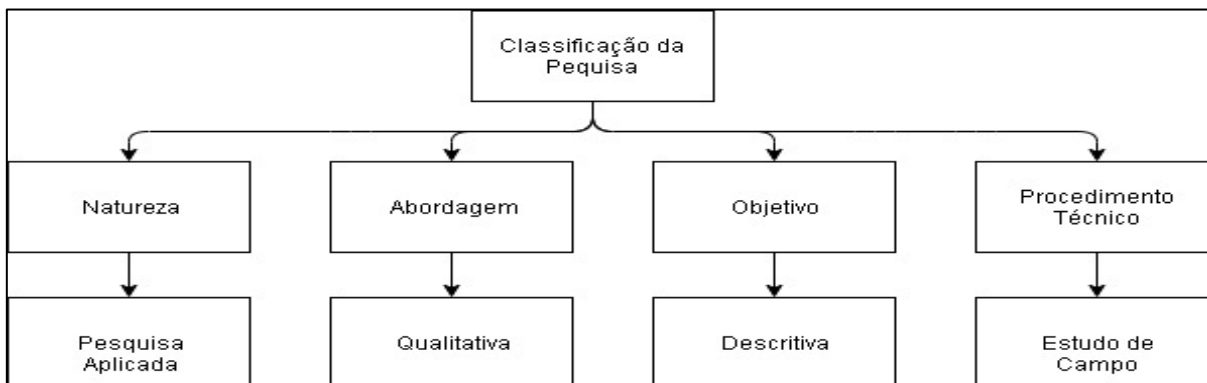


Figura 11: Classificações da pesquisa

Fonte: Autoria Própria

3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi dividida em quatro partes, conforme pode ser visto na Figura

12:

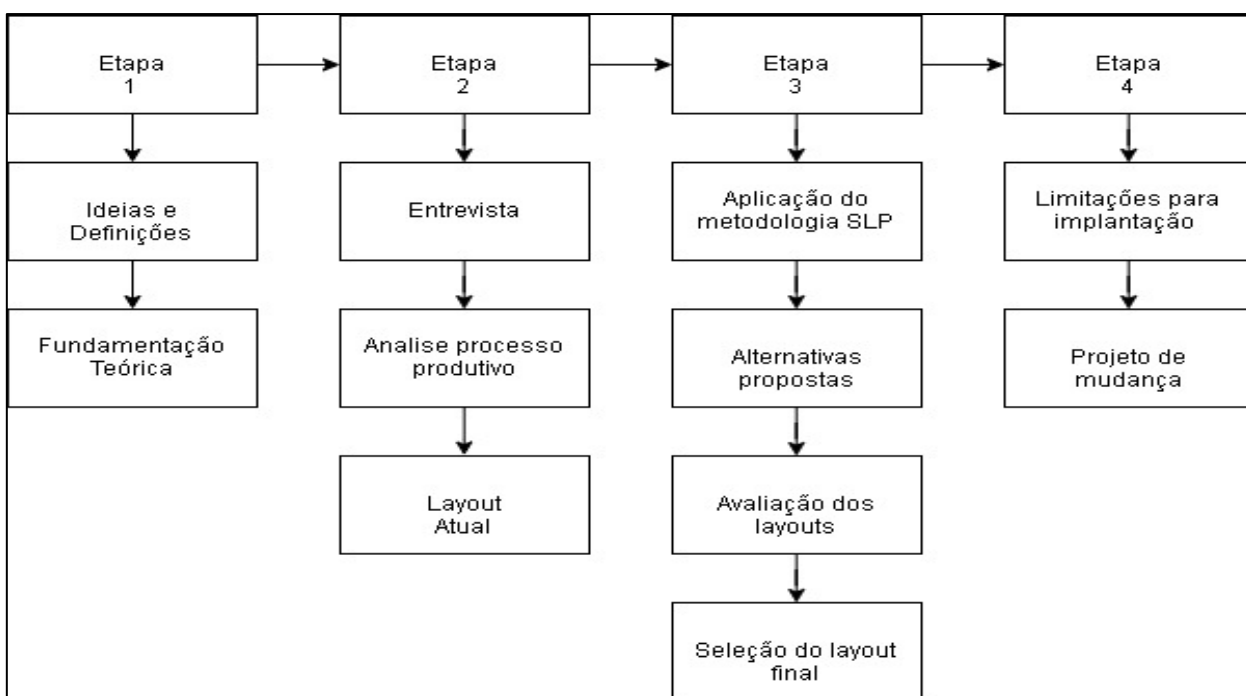


Figura 12: Etapas pesquisa

Fonte: Autoria própria

A primeira etapa foi a busca de informação em materiais já publicados, com o intuito de agrupar informações que auxiliem no desenvolver do projeto. Foi delimitada a área de pesquisa e consolidado a fundamentação teórica.

Na etapa 2 inicialmente foram feitas visitas à empresa e entrevista com o dono e com parte dos funcionários. Após foram levantados dados de arranjo físico das partes da empresa observando pontos onde existem possibilidade de melhorias.

A terceira etapa foi o desenvolvimento da metodologia SLP, onde buscou-se otimização do layout visando a minimização de investimentos em melhoria.

A última etapa foi desenvolver uma proposta de projeto de implantação das mudanças, de modo que gerasse menos impacto na produção da carvoaria.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 FLUXO DE OPERAÇÕES

A determinação dos fluxos de produção é melhorada de forma empírica e por meio de pesquisas durante o início de operação, já que o modo de construção dos fornos é específico da carvoaria.

A Figura 13 apresenta de um macro fluxograma das operações atuais da empresa:

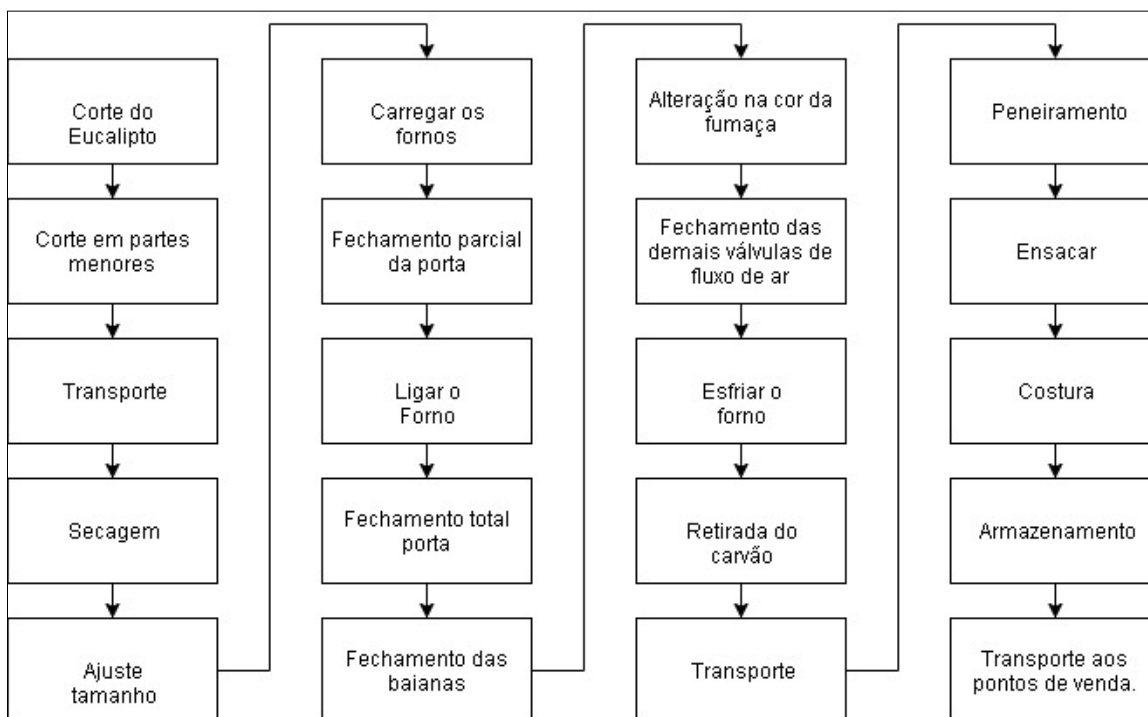


Figura 13: Macro fluxograma de operações.

Fonte: A autoria própria

4.2 ARRANJO FÍSICO INSTALADO

Observando o *layout* instalado entende-se que se aproxima de um *layout* por produto, pois as operações são fixas e quem se movimenta de uma operação para

outra são a matéria-prima e o carvão. Ainda como a única diferenciação do produto são nas embalagens as operações seguem um padrão, o que mais ainda direciona ao um arranjo físico por produto.

As instalações são divididas em dois espaços distintos, sendo que um deles foi construído quando se iniciaram as operações na carvoaria. Houveram diversas mudanças nos *layouts* desde a primeira instalação, descrito na Figura 15 como antigas instalações. Já a segunda é um espaço que foi construído a 2 anos e ainda estão sendo construídos novos fornos, descrito na Figura 16 como novas instalações.

Para elaboração do *layout*, foi realizado medições das áreas produtivas, porém como se trata de uma operação onde a maior parte fica em aberto limitamos as áreas de modo que os locais que realmente tem função operacional. Na Figura 14 observamos ambas as regiões onde existem operações, já nas Figuras 15 e 16 descrevemos mais detalhadamente cada área de operação.

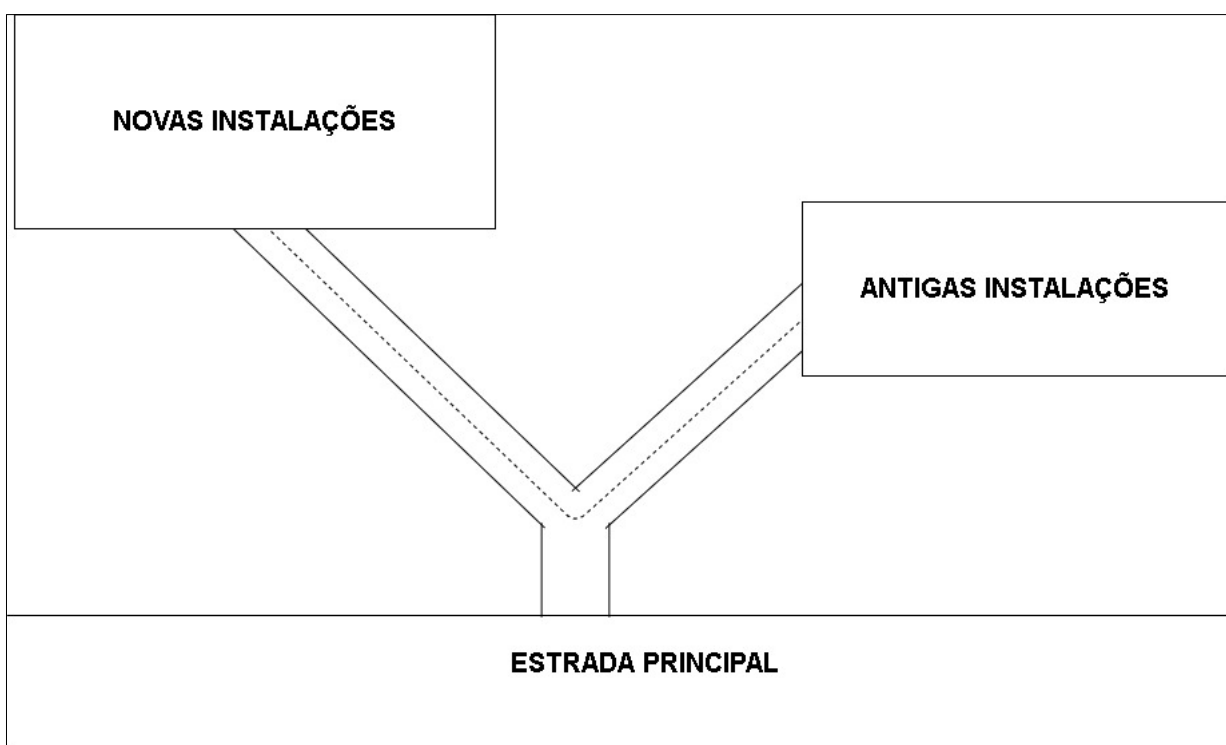


Figura 14: Mapa macro das áreas do trabalho
Fonte: Autoria própria

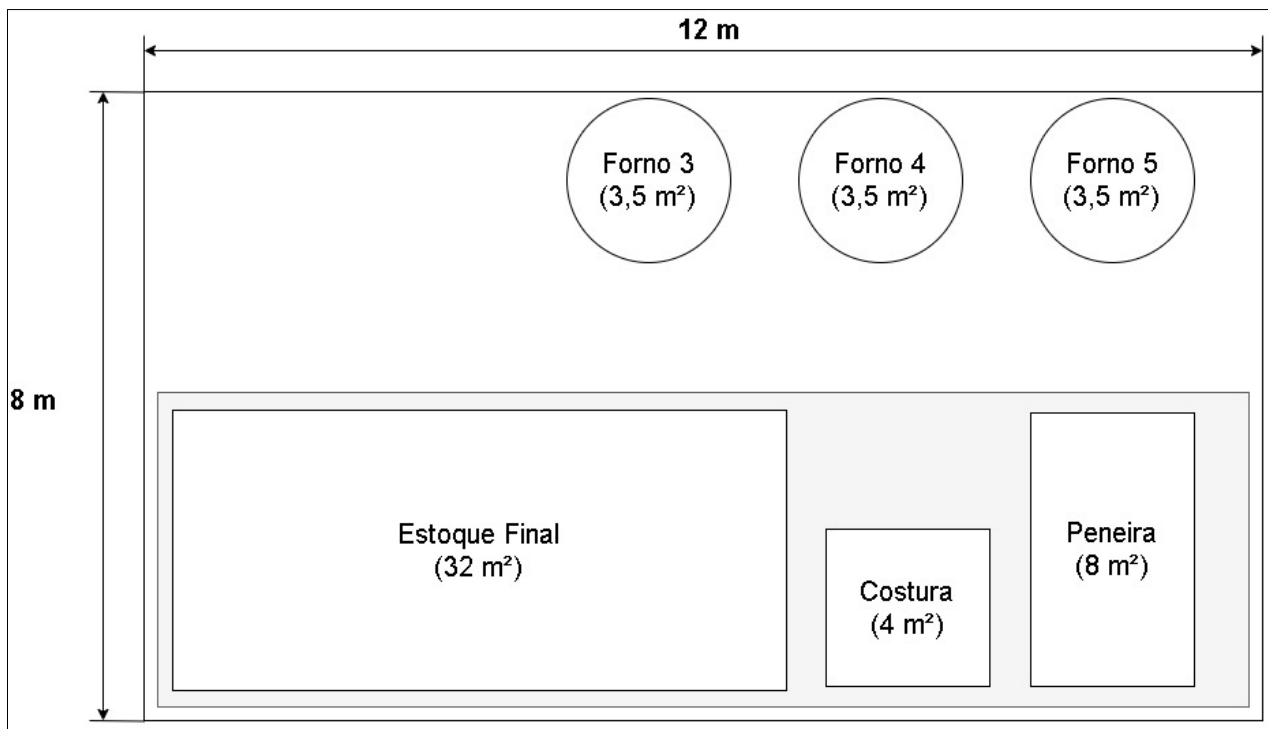


Figura 15: Layout antigas instalações
 Fonte: Autoria própria

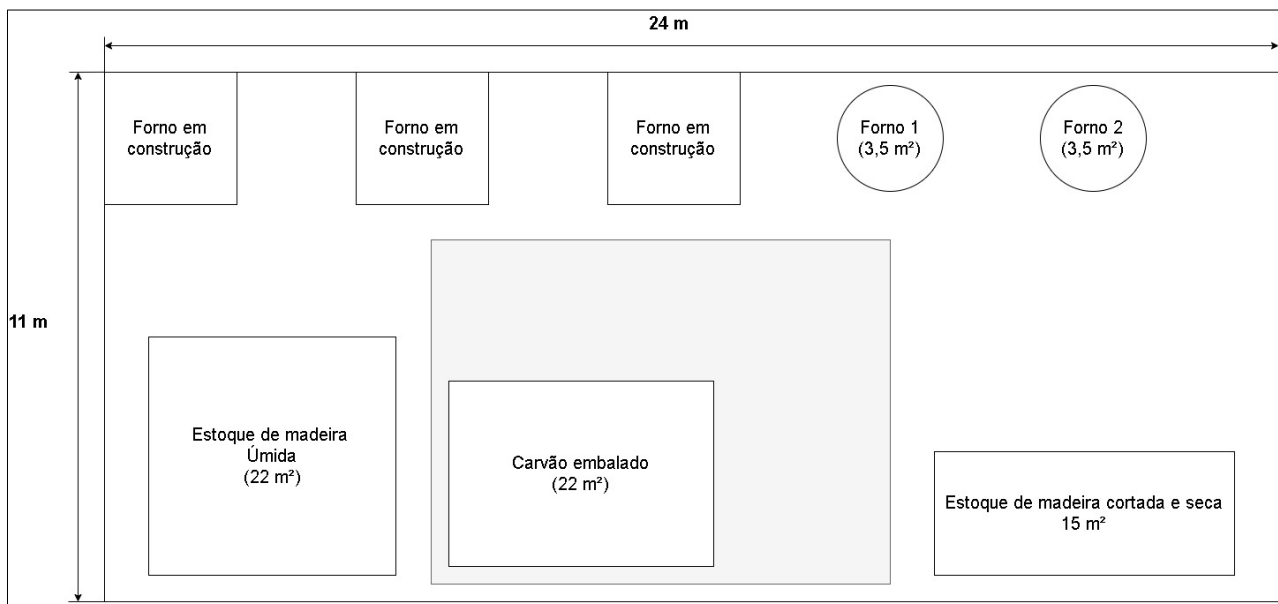


Figura 16: Layout novas instalações
 Fonte: Autoria própria

As áreas destacadas nas Figuras 15 e 16 representam os locais onde tem coberturas, conhecidos como “barracões”, essas medem respectivamente 60 m² e

65 m². Na Figura 14 a reta pontilhada descreve o percurso de ligação entre as áreas instaladas, a distância entre essas é de 250 m.

As áreas e atividades descritas nos *layouts* são descritas na Figura 17:

Áreas e Atividades	Descrições
Estoque de madeira úmida	Área destina a diminuição dos líquidos encontrados no Eucalipto, aqui a madeira fica aguardando por 60 dias.
Estoque de madeira cortada e seca	Área de separação para as aptas a iniciar o processo. Normalmente são utilizados motosserra no ajuste de alturas.
Fornos	Feitos por perfurações em barrancos e seu teto são recobertos por tijolos e barro
Armazém	Local de armazenagem de ferramentas e embalagens
Peneira	Separação dos carvões por tamanhos
Costura	Selamento das embalagens.
Estoque final	Estoque de produto acabado

Figura 17: Áreas e atividades

Fonte: Autoria própria

4.2.1 Análise do Arranjo Físico Atual

Com base nas entrevistas e na percepção do pesquisador, foram identificadas algumas limitações ao processo produtivo atual, esta decorrentes do arranjo físico praticado:

- a) Deslocamento de matéria-prima: por conta das distancias entre as duas áreas de operações e que as arvores necessitam de um trator para a transferência entre as áreas produtivas, com isso, a proximidade de todos os fornos com os estoques de madeira são interessantes para a diminuição das transferências;
- b) Transferência do carvão entre áreas: o deslocamento do carvão entre as áreas produtivas é realizado em embalagens de transição, para que possam ser peneirados e embalados nos setores corretos, porem esse deslocamento acaba perda tempo e carvão nesta transferência;
- c) Fluxos cruzados: por falta de uma sequência linear durante o processo fazendo com que exista perdas e quebras durante a grandes transições;
- d) Falta de restrições (área de circulação X área de operação): ao observar as operações no carregamento e na descarga dos fornos identifica-se a

passagem dificultadas dos colaboradores assim facilitando o risco de acidentes.

4.3 APLICAÇÃO MÉTODO SLP

4.3.1 Dados de Entrada

A metodologia primeiramente propõe que sejam aplicados os dados iniciais: o produto (P), quantidade (Q), roteiro (R), serviço de suporte (S) e tempo (T). Tendo essas informações desenvolveu-se uma proposta de arranjo físico a partir dos passos do SLP.

4.3.1.1 Produto (P)

São produzidos carvões para 3 marcas diferentes, sendo uma de posse dos donos e outras duas para terceiros. A marca dos proprietários conta com apenas um tipo de embalagem de 20 kg, já as demais marcas contam com embalagens de 2 kg, 4 kg e 8 kg. A Figura 18 mostram as embalagens de 8 kg:



Figura 18: Carvão em embalagens de 8 kg
Fonte: Autoria própria

4.3.1.2 Quantidade (Q)

São produzidos em média 30 bateladas mensais de carvão, considerando que cada forno tem capacidade de 160 kg, obtém-se aproximadamente 4800 kg de carvão por mês. Conforme as informações dos donos 5% da produção é colocada em embalagens de 20 kg, 15% são em embalagens de 2 kg, 30% em embalagens de 4 kg e 50% da produção é embalada em sacos de 8 kg, sendo assim temos uma média de:

- a) Embalagens 2 kg: 360 sacos (720 kg)
- b) Embalagens 4 kg: 360 sacos (1440 kg)
- c) Embalagens 8 kg: 300 sacos (2400 kg)
- d) Embalagens 20 kg: 12 sacos (240 kg)

4.3.1.3 Roteiro (R)

Para determinação do roteiro de produção do carvão foi elaborado uma carta de processo, observando as operações e as sequências, como pode ser observado na Figura 19:

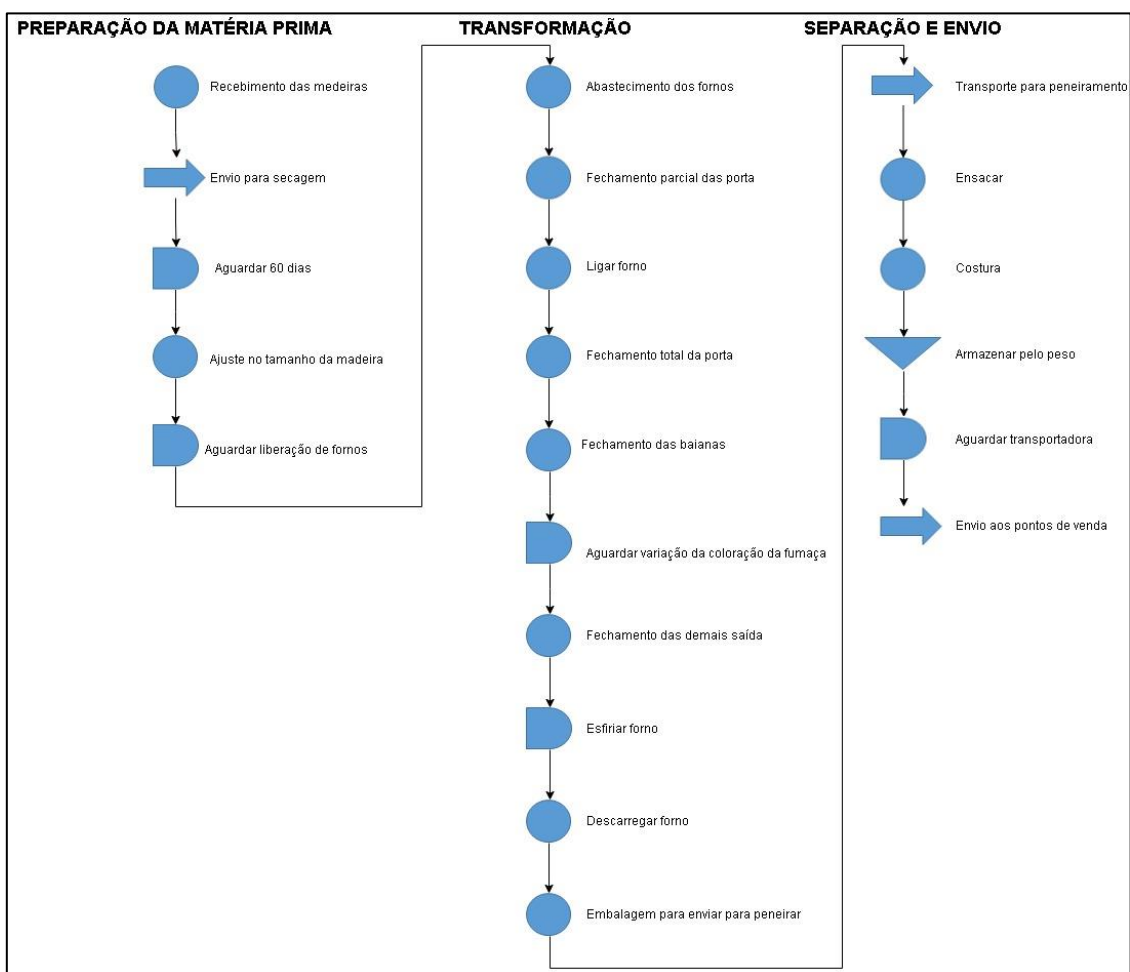


Figura 19: Carta de processos
Fonte: Autoria própria

A preparação da matéria-prima é iniciada com a chegada das toras de eucalipto branco. Essas são transferidas para um local onde aguardam secagem da madeira, esse processo otimiza a utilização dos fornos. Após o período são feitos ajustes no tamanho da madeira, o corte é de 1,1 m de altura. Com isso, a madeira está pronta para iniciar o processo para transformação em carvão, porém em alguns casos os fornos ainda estão ocupados, sendo assim a madeira fica aguardando até a

liberação de algum forno. A Figura 20 mostra as madeiras cortadas e secas esperando iniciar o processo:



Figura 20: Madeira seca e cortada
Fonte: Autoria própria

O processo de transformação inicia com o abastecimento dos fornos, as madeiras são em sua grande maioria postas verticalmente montando duas fileiras. Após a alocação da madeira dentro do forno, a porta é fechada parcialmente e então é ligado forno, com combustível e fogo. Com as chamas dentro do forno de forma estável é fechado por completo a porta deixando apenas um buraco na parte inferior da porta.

Com os fornos ligados é iniciado um processo de observação, quando o fluxo de fumaça começa a crescer são fechadas as baianas, fendas postas na parte superior do forno para auxiliar o fluxo de ar no processo inicial, ficando apenas a chaminé central, a Figura 21 demonstra um exemplar em funcionamento:



Figura 21: Forno em funcionamento
Fonte: Autoria própria

A alteração da cor da fumaça determina a conclusão do processo de transformação, tendo assim toda madeira convertida em carvão. Nesse momento é fechado a chaminé e a saída da porta de modo que não exista circulação de ar e o fogo se apague dentro do forno. Normalmente o período de até o fechamento de todas as saídas é de 3 dias, onde se determina que a madeira se transformou em carvão e com a transformação realizada aguarda-se 2 dias para que o forno esfrie e então seja feita a retirada. Com o forno frio, a porta é removida, retira-se o carvão e coloca-se em sacos para transferência a área de peneiramento.



Figura 22: Peneira manual
Fonte: Autoria própria

A separação é feita com auxílio de uma peneira, conforme a Figura 22, os carvões que são retidos pela peneira, os vãos da peneira são de 25 cm², são embalados conforme o tamanho de embalagem designado pela demanda, já os que passam pela peneira são enviadas para descarte. Com o carvão separado é feito uma costura nas embalagens para que assim fique selados as embalagens.

Após o selamento das embalagens as embalagens são separadas e ficam aguardando os transportadores das marcas retirarem para levarem aos pontos de venda.

4.3.1.4 Serviços de suporte (S)

A empresa é abastecida por plantações de eucalipto branco dos próprios donos da carvoaria e são feitas por empregados que trabalham conforme a demanda.

Ainda, periodicamente são feitas manutenções nos fornos, esses serviços são feitos por um grupo de pessoas especializadas que são contratadas nesses períodos.

4.3.1.5 Tempo (T)

Como as condições de tempo e das árvores são variáveis, apesar dos esforços, os tempos de operação médios seguem a Tabela 1:

Tabela 1: Tempos de operação

Partes	Tempos	Unidades
Preparação da matéria prima	60	dias
Transformação	5	dias
Separação e envio	5	horas
Total	65,25	dias

Fonte: A autoria própria

Esses tempos são considerando a produção de um forno inteiro, aproximadamente 160 kg de carvão.

4.3.2 Fluxo de Materiais

O fluxo de materiais foi demonstrado anteriormente pela carta de processos (Figura 19) e no macro fluxograma (Figura 13).

4.3.3 Inter-Relações de Atividades

Para indicar a importância de proximidade entre atividades e áreas foi realizada uma carta de interligações preferenciais conforme a Figura 23.

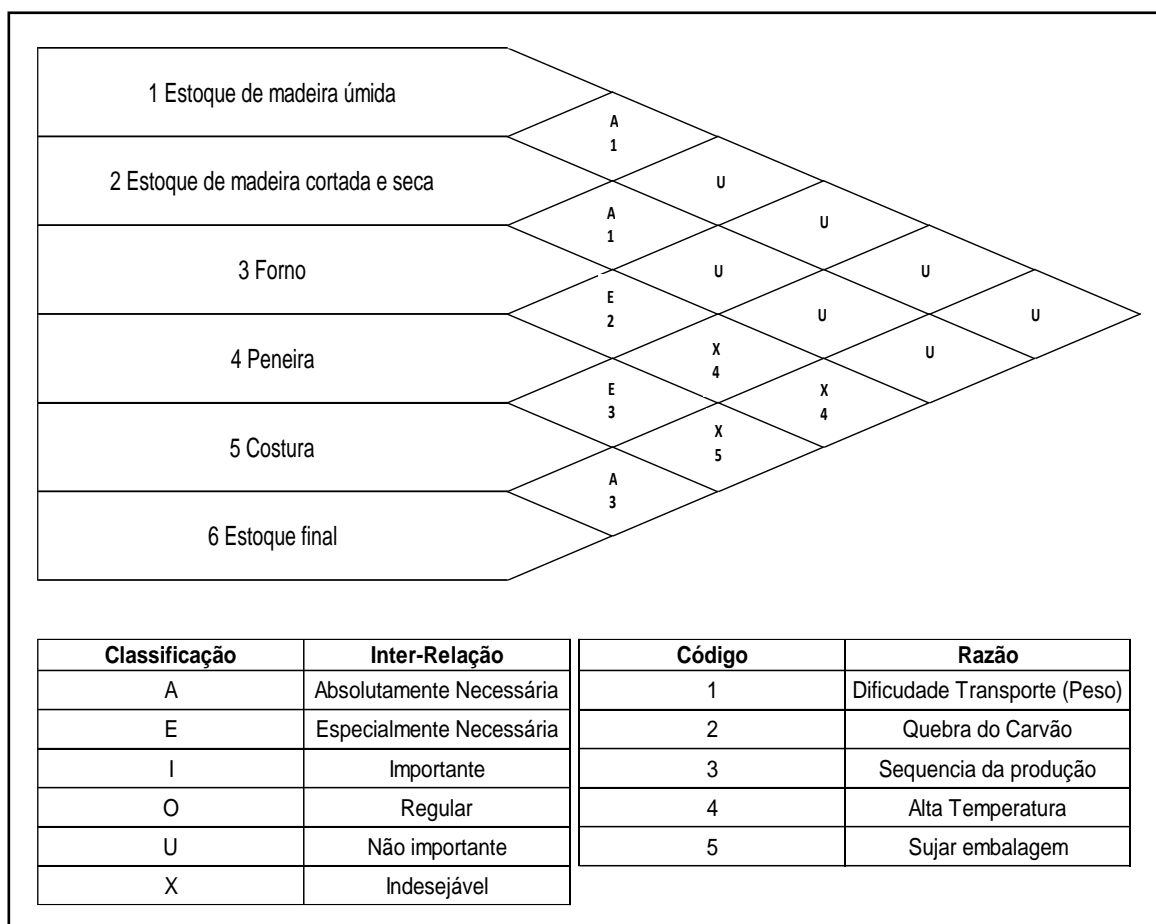


Figura 23: Inter-Relações de atividade

Fonte: Autoria própria

A relação entre as áreas foi estabelecida observando as necessidades de cada um dos setores. Foi determinado que as áreas de estoque de madeira úmida e estoque cortada e seca pela dificuldade no transporte das toras de madeira, pelo mesmo motivo a proximidade entre o estoque de madeira cortada e seca deve ficar próxima aos fornos, essas áreas consideramos que a inter-relação é absolutamente necessária.

A proximidade entre os setores de fornos e peneira, peneira e costura foram classificadas como especialmente necessários, pelo risco de avarias e quebra dos produtos no processo de transporte entre as áreas e pela linearidade da produção.

O distanciamento entre as áreas de forno com os setores de costura e estoque final foi considerado indesejável pela alta temperatura dos fornos que podem causar focos de incêndios nesses setores. As demais áreas classificadas com U, são determinados sem interferência nas proximidades.

4.3.4 Diagrama de Inter-Relações

Com base na carta de inter-relações preferenciais foi elaborada um diagrama de inter-relações conforme Figura 24, integrando a avaliação das interligações preferenciais com o fluxo de materiais.

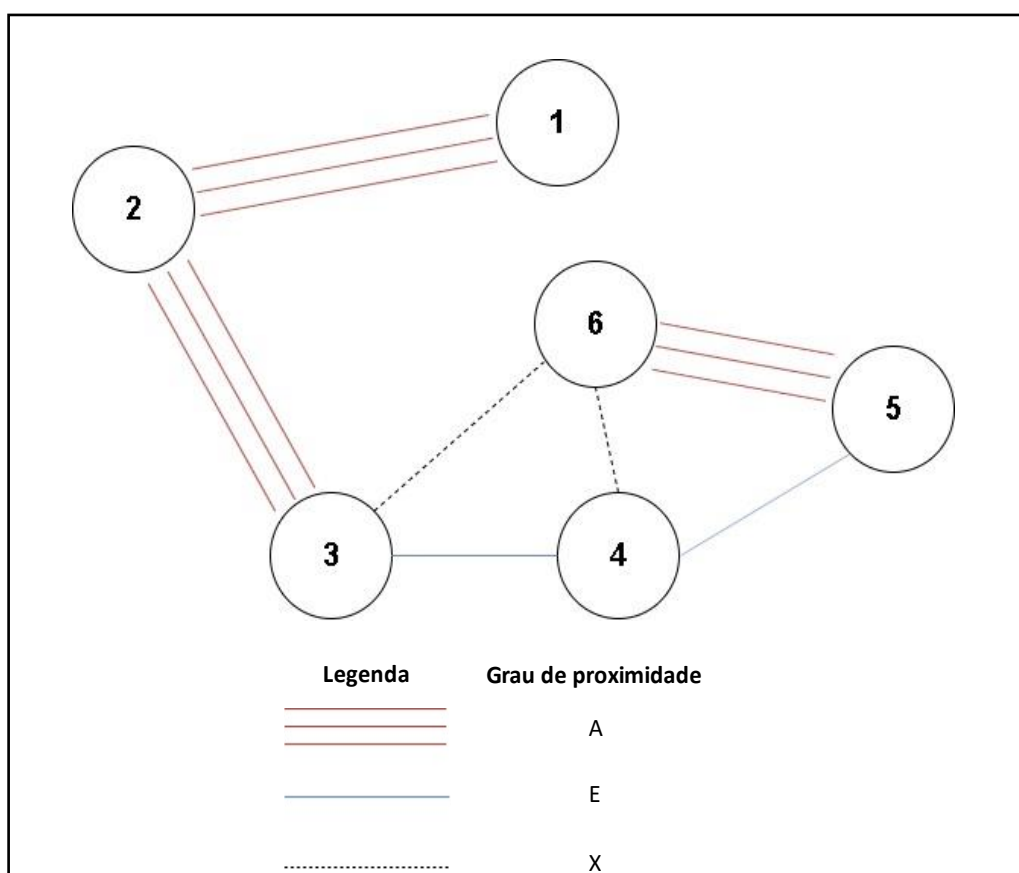


Figura 24: Diagrama de inter-ligações
Fonte: Autoria própria

Como o método sugere, primeiramente foram desenhados, no diagrama, as áreas e atividades que necessitam ficar próximos, sendo a relação de grau A, em seguida a relação E, I, O e X. A relação U não precisa ser demonstrada, pois sua proximidade não é importante, como não existiram proximidades do tipo I e O não foram aplicadas a legenda.

4.3.5 Determinação dos espaços e características físicas

Para definição dos espaços adequados para as áreas e atividades, foi executado uma análise dos processos e atividades no *layout* atual e em conversas como o proprietário e funcionários sobre quais são as oportunidades onde poderiam otimizar as áreas.

No estoque de madeira úmida, foi acrescentado área pois existe estoque que ficam parados nos locais de extração do eucalipto e a sua secagem não pode ser controlada, a área da peneira existe a possibilidade de alterar futuramente para uma peneira automática. Na Figura 25 projeta a área delimitada para cada uma das operações e representam o grau de importância:

Nº	Nome	Área (m ²)	Altura Livre (m ²)	Eletrificação Especial	Perigo de Incêndio ou Explosão	Requisitos ou configuração de área
		125,5				
1	Estoque de madeira úmida	45,0	Local aberto			
2	Estoque de madeira cortada e seca	15,0	Local aberto		O	Facilidade de incêndios
3	Forno	17,5	2		A	Local com manipulação de fogo
4	Peneira	12,0	4	A		Maquinário com alta demanda
5	Costura	4,0	4	I		Maquinário com alta demanda
6	Estoque final	32,0	4		I	Facilidade de incêndios

Figura 25 Necessidades de área e suas características

Fonte: Autoria própria

As duas regiões de operações implementada atualmente somam uma área de 360 m² porém trata-se de uma região com uma grande disponibilidade de expansão. Porém as adequações exigem um alto investimento para mudanças físicas tem um custo financeiro elevado para realidade atual do dono.

4.3.6 Diagrama de Inter-relações de espaço

A partir do diagrama de inter-relações e da determinação dos espaços necessários, foi realizado um outro diagrama considerando a área necessária para cada setor ou área, conforme Figura 26. A partir dessa relação de espaços, foi possível uma melhor visualização para as propostas de arranjo físico e adequação da planta do setor de produção.

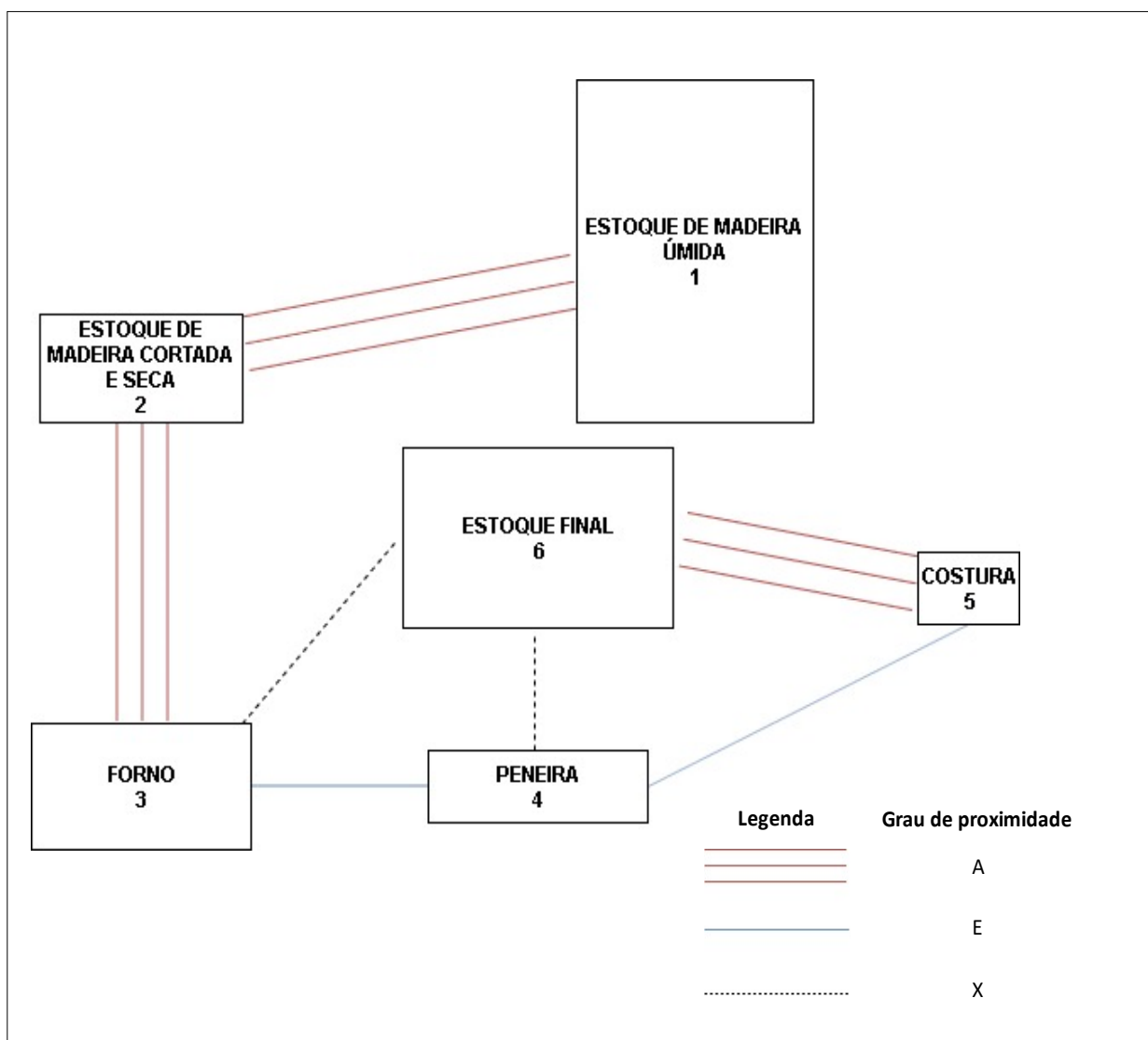


Figura 26: Diagrama de inter-relações de espaço
 Fonte: Autoria própria

4.3.7 Arranjos físicos propostos

As opções de *layouts* foram criadas considerando o diagrama de inter-relação de espaços, ajustando todas as áreas de operações e atividades, ainda, foram levados em conta as características físicas, Figura 25. As novas propostas de arranjo físico juntamente com o fluxo da produção são apresentadas nas Figuras 27 e Figura 28.

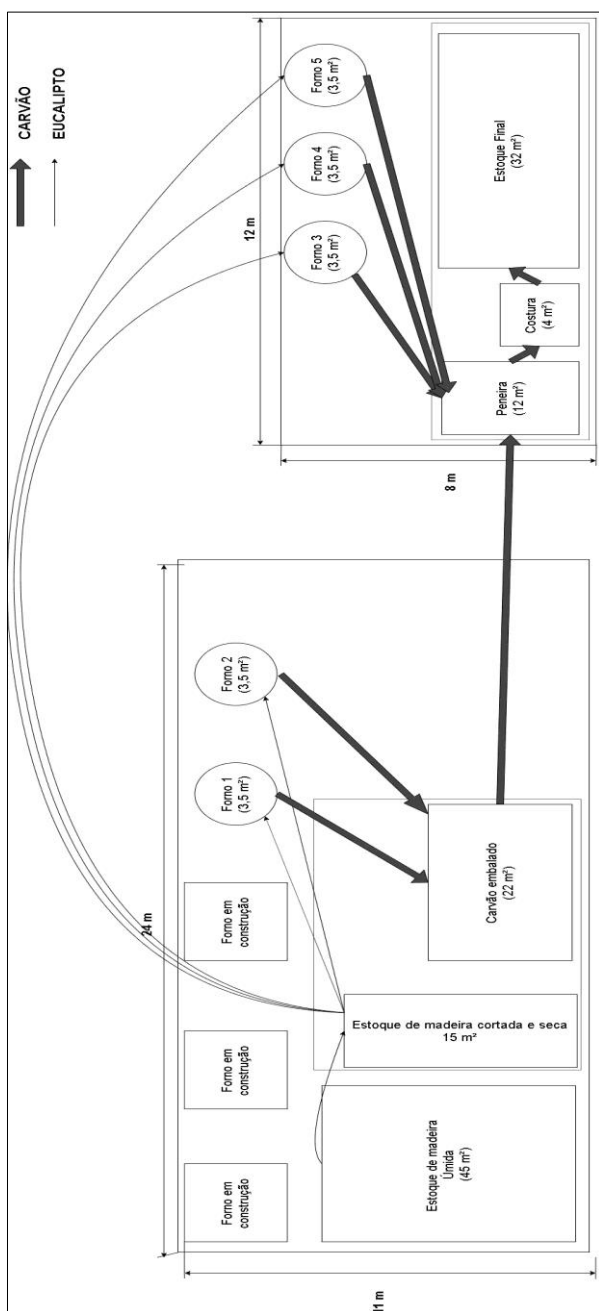


Figura 27 - Projeto de arranjo físico 1
Fonte: Autoria própria

As setas mais finas representam o fluxo das madeiras circulando durante o *layout*, já as setas mais grossas representam o carvão. Os primeiros cenários compõem os fluxos otimizados da madeira e do carvão considerando as estruturas físicas já instaladas.

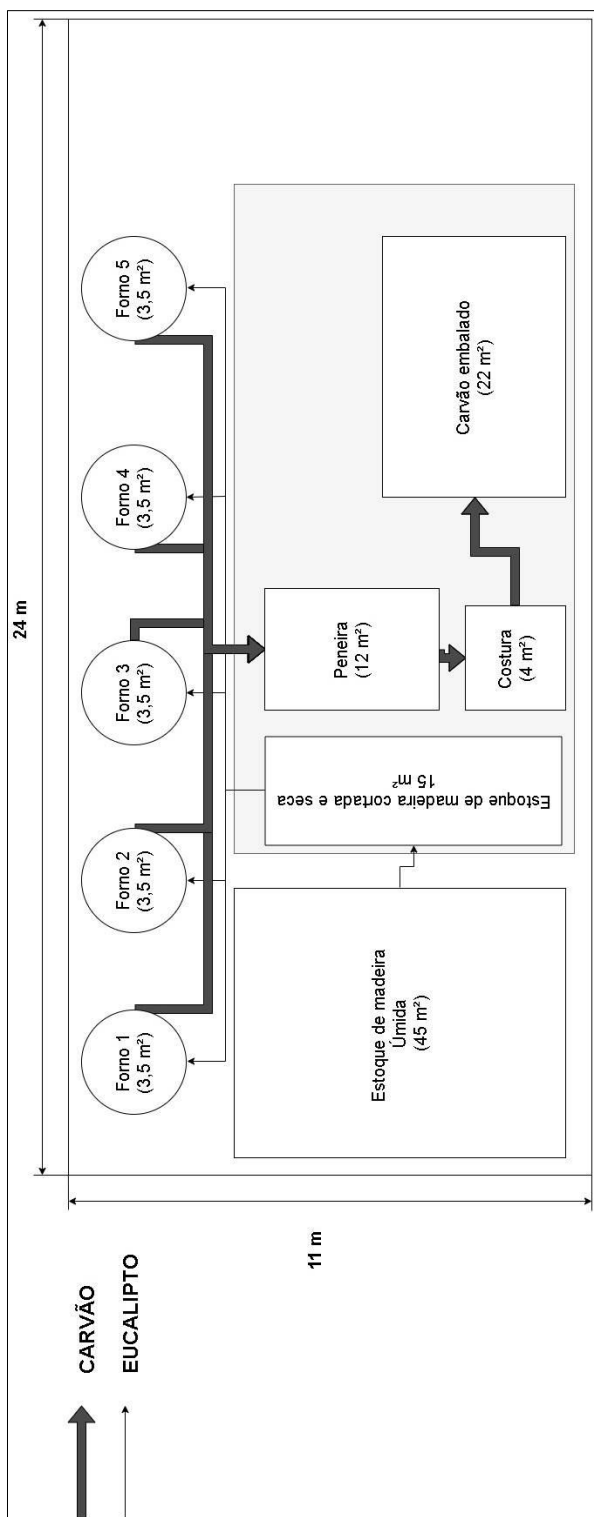


Figura 28: Projeto de arranjo físico 2
Fonte: Autoria própria

O projeto de arranjo físico 2 leva em consideração os estudos anteriores e ainda se assemelha a um layout planejado pelo dono pois a área operacional antiga tem suas características antigas e tem suas instalações mais degradadas. Sendo assim, fez-se as mudanças dos aparelhos, como peneira e máquina de costura, são movidas para as instalações mais atuais, porem para isso novas reformas estruturais, aumento da área coberta, e elétricas serão necessários.

4.3.8 Avaliação das alternativas propostas

Na avaliação dos *layouts* propostos foram levados em consideração as eficiências do arranjo na operação, os valores para as alterações e ainda a escolha do dono.

No fator deslocamento com a diminuição no deslocamento por não existir mais duas áreas produtivas, conseguimos diminuir os tempos no deslocamento e o custo para nas transferência. Neste ponto o projeto de *layout 2* leva vantagem em relação ao projeto de *layout 1*.e ao *layout* atual.

Quanto aos custos não são necessárias grandes alterações estruturais em relação ao projeto de *layout 1* sendo assim os custos não serão grandes. Porém o projeto de *layout 2* necessita de uma ampliação na área coberta, uma melhora no sistema elétrico para suportar a alocação do maquinário na nova posição e a finalização dos fornos que estão em andamento.

Observando que a demanda atual é suportada pelos 5 fornos existentes o continuar da construção dos 3 novos fornos no *layout* projetado 2 atende ao consumo que vem sendo acompanhado. Sendo assim a paralização das operações no *layout* antigo pode acontecer sem impactos.

Em conversa com o dono foi observado que as ideias de mudanças conforme o projeto de *layout 2* vem sendo aplicadas empírica, sendo assim em um longo prazo deve ser o arranjo instalado. Porem durante o período de transição entre os arranjos as modificações feitas no projeto de *layout 1* poderiam aumentar a eficiência.

4.4 CRONOGRAMA DE ALTERAÇÕES.

Para a uma executar as alterações previstas no *layout 2* sem que existam grandes perdas são necessários observar pontos importantes que possam trazer perdas à carvoaria. Esses pontos são destacados:

- a) Período das alterações.
- b) Volume de produção.
- c) Alterações estruturais.

Além disso é possível criar um cronograma hipotético que consiga prever e sequenciar as instalações de modo que consigamos diminuir as perdas.

4.4.1 Período das alterações

A demanda de consumo de carvão tem picos de vendas em períodos do ano específico que são as proximidades do natal e do carnaval, sendo assim os períodos que antecedem essas datas podem causar grandes perdas em vendas e financeiras.

Sendo assim as alterações tem como melhores períodos para ser executados no 2º e 3º semestre do ano.

4.4.2 Volume de produção

Como a produção de carvão é semelhante em todos os meses, a estocagem de sacos de carvão durante o período de mudança não será possível, pois a produção é toda absorvida pela demanda. Mesmo se os novos fornos fossem instalados, a empresa apresentaria problemas no transporte entre as áreas e necessitaria de aumento do estoque de madeira, visto que a demanda aumentaria em 60%.

4.4.3 Alterações estruturais

As alterações podem ser subdivididas em 4 grandes grupos, que são:

- a) Instalação dos novos fornos.
- b) Ampliação da cobertura.
- c) Alterações nas estruturas elétricas
- d) Realocação dos maquinários.

O primeiro passo é a instalação dos 3 novos fornos para que assim possa diminuir as perdas nas vendas. Para isso deve contatar o pessoal para montagem dos novos fornos. Na instalação dos novos fornos a produção não deverá comprometer a operação, sendo assim o volume de produção se manterá idêntica. Segundo os donos cada um dos fornos levará o período de 7 dias para estar prontos.

A ampliação da cobertura deverá pausar parte da produção, os fornos mais novos não deverão ser utilizados por conta das alterações da estrutura, essa operação levará em média 14 dias.

As alterações nas estruturas elétricas serão as trocas dos cabos para que assim possam suportar a instalação do maquinário, essas alterações demorarão por volta de 7 dias, mas a produção se manterá normalmente.

A realocação dos maquinários deverá levar por volta de 7 dias, esses procedimentos necessitam de um suporte de máquinas para que consigamos fazer o transporte para o novo arranjo.

4.4.4 Cronograma

Com essas informações levantadas pode-se projetar um cronograma para o desenvolvimento dessas trocas, a Figura 29 demonstra a previsão do cronograma:

Segundo o planejamento todas as mudanças deverão ser realizadas por volta de 49 dias porém a produção não será comprometida totalmente em nenhum momento.

	1S	2S	3S	4S	5S	6S	7S
Instalação dos novos fornos	X	X	X				
Ampliação da cobertura				X	X		
Alterações nas estruturas elétricas						X	
Realocação dos maquinários							X

Figura 29: Cronograma

Fonte: Autoria própria

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A modelação do *layout* de uma empresa desenvolve consequências práticas e estratégicas que são fundamentais para melhorar os processos, para o desenvolvimento do espaço físico e um melhor fluxo dos recursos disponíveis.

No decorrer do trabalho ficou claro que o desenvolvimento dos processos produtivos de uma carvoaria, e a partir disso, identificar diversas limitações características de *layout* existente.

Com o estudo de arranjo físico instalado observou-se que não existe um planejamento da sequência produtiva e nem um estudo de *layout* prévio, esses eram posicionados empiricamente. Com a criação de duas áreas de produção, instalações antigas e atuais, havendo um grande problema no transito de matéria prima e subprodutos.

Através da metodologia SPL pode-se analisar as operações e suas proximidades pelo diagrama de inter-relação e o diagrama de inter-relações de espaço, porem em conversa com os donos identifiquei que existia necessidade de alterar tamanhos de algumas áreas.

Com as características obtidas pela metodologia SLP foram desenvolvidos dois *layouts*, um aproveitando as estruturas já instaladas e outra excluindo o espaço mais antigo, como uma sugestão feita pelos donos.

A avaliação dos *layouts* físicos mostrou que o segundo *layout* demonstra uma diminuição nos tempos de transferência durante as operações e mantém o fluxo uma continuidade nas operações.

Com as definições das alterações no arranjo físico proposto cria-se uma sugestão de cronograma para implantar as modificações de forma mais efetiva e buscando minimizar as perdas produtivas e de venda.

Sugere-se para trabalhos futuros realizar uma análise de viabilidade de investimento dos arranjos físicos propostos, e também a análise da melhoria da produtividade do *layout* após a sua implementação.

REFERÊNCIAS

CANDIDO, Roberto et al. **Gerenciamento de Projetos**. Curitiba: Yamará, 2012. 120 p.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A.. **Administração de Produção e Operações: Manufatura e Serviços: Uma Abordagem Estratégica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012. 680 p.

GAUDREAU, Armand T.; MALLICK, Randolph W.. **Layout da planta: planejamento e prática**: planejamento e prática. Nova Jersey: Wiley, 1951.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projeto de Pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 184 p

KÖCHE, José Carlos. **Fundamentos de Metodologia Científica: Teoria da Ciência e Iniciação à Pesquisa**. 29. ed. Petrópolis: Vozes, 2011. 182 p

LUTOSA, L. et al. **Planejamento e Controle da Produção**, Rio de Janeiro: Elsevier, 2008

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P.. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2015. 561 p.

MAXIMILIANO, Antonio Cesar Amaru. **Administração de Projeto: Como transformar ideias em resultados**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 396 p.

MUTHER, Richard. **Planejamento do Layout: Sistema SLP**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1978. 192 p.

NEUMANN, Clóvis; SCALICE, Régis Kovacs. **Projeto de Fábrica e Layout**. São Paulo: Elsevier Editora Ltda, 2015. 422 p.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. 277 p.

SAKURABA, Celso Satoshi et al. ANÁLISE E ESTUDO DE MUDANÇA DE LAYOUT EM SETOR PÚBLICO. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 33., 2013, Salvador. **Congresso**. Salvador: Enegep, 2013. v. 1, p. 8 - 8. Disponível em: <<https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/8590/2/AnaliseMudancaLayout.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

SEIS EM CADA DEZ EMPRESAS FECHAM EM CINCO ANOS DE ATIVIDADE, APONTA IBGE. Rio de Janeiro: Valor Econômico, 04 out. 2017. Bruno Villas Bôas, Disponível em: <<https://valor.globo.com/brasil/noticia/2017/10/04/maioria-das-empresas-fecha-as-portas-apos-cinco-anos-diz-ibge.ghtml>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. *Administração da Produção*. 3. ed. São Paulo: Atlas S.a, 2009. 703 p.

TUBINO, Dalvio Ferrari. *Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática*. 2. ed. São Paulo: Atlas S.a, 2009. 190 p.