

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

Matheus Chiamulera Böhler

A utilização da abordagem SLP para fabricação de pranchas de surfe:
Um estudo de caso prático

Florianópolis
2023

Matheus Chiamulera Böhler

A utilização da abordagem SLP para fabricação de pranchas de surfe:

Um estudo de caso prático

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de engenharia de produção Mecânica do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção Mecânica.

Orientador(a): Profa Caroline Rodrigues Vaz, Dra.

Florianópolis

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Chiamulera Böhler, Matheus

A utilização da abordagem SLP para fabricação de pranchas de surfe : Um estudo de caso prático / Matheus Chiamulera Böhler ; orientadora, Caroline Rodrigues Vaz, 2023.

95 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia de Produção Mecânica, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia de Produção Mecânica. 2. Arranjo físico, inter-relações; layout; SLP. I. Rodrigues Vaz, Caroline. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia de Produção Mecânica. III. Título.

Matheus Chiamulera Bohler

A utilização da abordagem SLP para fabricação de pranchas de surfe: Um estudo de caso prático

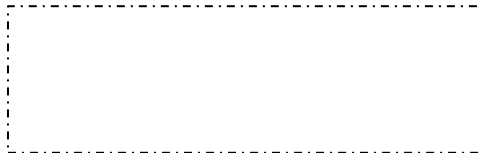
Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro Mecânico e aprovado em sua forma final pelo Curso Engenharia de Produção Mecânica.

Local Florianópolis, 23 de Janeiro de 2023.

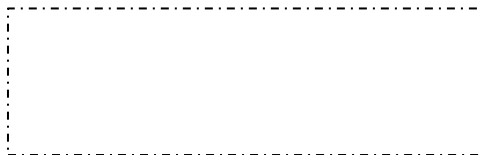


Coordenação do Curso

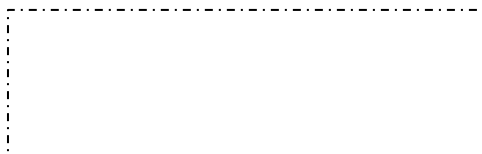
Banca examinadora



Profª Caroline Rodrigues Vaz, Dra.
Orientadora



Prof.Mônica Luna Dr.(a)
Instituição UFSC



Prof.(a) Mayara Rohenkohl Ricci, Dr.(a)
Instituição UFSC

RESUMO

Em um mercado tão acirrado quanto o atual, as empresas estão sempre à procura de maneiras de se diferenciar em relação à concorrência e adquirir vantagens competitivas. No setor industrial, um fator de grande influência nos resultados de uma organização é a organização do arranjo físico. Portanto o principal objetivo deste trabalho é redefinir o layout, através do método SLP, em uma empresa fabricante de pranchas de surf, baseada em Santa Catarina, e que nos últimos anos tem apresentado perdas e ineficiências na produção devido à falta de um arranjo físico adequado às suas necessidades. Além disso, pode-se perceber que com a simples realocação das áreas e do maquinário, o deslocamento necessário para realizar o ciclo produtivo de cada prancha caiu pela metade (de 20 mil pés por ciclo para 10 mil pés por ciclo), o que representa uma grande melhoria de produtividade.

Palavras-chave: Arranjo físico; dimensionamentos, inter-relações; layout; SLP.

ABSTRACT

In a market as fierce as the current one, companies are always looking for ways to differentiate themselves from the competition and to gain competitive advantages over them. In the industrial sector, a factor of great influence on the results of a company is the organization of the physical arrangement. Through the study of the optimal positioning of workstations, machinery and internal flows, the physical arrangement has a direct impact on the productivity and costs of a production process. The company to be analyzed in this work is a manufacturer of surfboards, based in Santa Catarina, which in recent years has presented losses and inefficiencies in production due to the lack of a suitable physical arrangement for its needs. Furthermore, it can also be noted that with the simple reallocation of areas and machinery, the displacement needed to carry out the productive cycle of each board dropped by half (from 20 thousand feet to 10 thousand feet), which represents a great improvement in productivity.

Keywords: Interrelationships; layout; physical arrangement; sizing SLP.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Arranjo físico por produto | 23 |
| Figura 2 - Arranjo físico posicional | 24 |
| Figura 3 - Arranjo físico por processo | 25 |
| Figura 4 - Arranjo físico celular..... | 26 |
| Figura 5 - Etapas Método SLP | 32 |
| Figura 6 - Chave PQRST | 36 |
| Figura 7 - Estrutura de uma prancha de surfe..... | 37 |
| Figura 8 - Organograma da empresa | 39 |
| Figura 9 - Simbologia da Carta de Processo..... | 42 |
| Figura 10 - Exemplo de carta de afinidade..... | 44 |
| Figura 11 - Exemplo de diagrama de inter-relações..... | 44 |
| Figura 12 - Diagrama de Inter-relações de Espaços | 46 |
| Figura 13 - Exemplo de mapofluxograma | 49 |
| Figura 14 - Exemplo de carta De-para | 50 |
| Figura 15 - Página do Software Inventor..... | 51 |
| Figura 16 - Exemplo de página do software Navisworks..... | 52 |
| Figura 17 - Carta de processos prancha Softboard..... | 54 |
| Figura 18 - Carta de processos prancha de madeira | 55 |
| Figura 19 - Mapofluxograma da fábrica atual..... | 56 |
| Figura 20 - Diagrama de Relações..... | 58 |
| Figura 21 - Diagrama de Afinidades..... | 61 |
| Figura 22 - Diagrama com motivações conjuntas | 62 |
| Figura 23 - Como visualizar o Diagrama de afinidades..... | 63 |
| Figura 24 - Diagrama de Inter-Relações | 63 |
| Figura 25 - Diagrama de Inter-Relação de Espaços | 64 |
| Figura 26 - Layout de blocos..... | 69 |

| | |
|--|----|
| Figura 27 - Layout de blocos comparados | 71 |
| Figura 28 - Layout de blocos modificado..... | 72 |
| Figura 29 - Proposta de Arranjo Físico..... | 73 |
| Figura 30 - Layout com transportes de processo otimizado | 74 |
| Figura 31 - Vista lateral esquerda do layout fabril no Invento | 75 |
| Figura 32 - Vista lateral direita do layout fabril no Inventor | 75 |
| Figura 33 - Vista aproximada do andar de baixo do layout fabril..... | 76 |
| Figura 34 - Mapa de risco e localização dos extintores de incêndio | 80 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Meios Produtivos..... | 40 |
| Tabela 2 - Matérias-Primas | 41 |
| Tabela 3 - Produto acabado | 41 |
| Tabela 4 - Valores de proximidade..... | 59 |
| Tabela 5 - Razões de afinidades..... | 60 |
| Tabela 6 - Dimensionamento dos setores pelo método numérico..... | 66 |
| Tabela 7 - Dimensionamento dos setores através dos equipamentos | 67 |
| Tabela 8 - Comparação entre os valores encontrados com os valores efetivos | 68 |
| Tabela 9 - Relação ideal de Adjacências | 69 |
| Tabela 10 - Relação real de Adjacências | 70 |
| Tabela 11 - Carta De-Para | 70 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 - Vantagens e desvantagens de cada tipo de arranjo físico | 27 |
| Quadro 2 - Níveis de planejamento do espaço de acordo com o Fac Plan..... | 29 |
| Quadro 3 - Meios Produtivos..... | 39 |
| Quadro 4 - Simbologia do Diagrama de Inter-Relações..... | 45 |
| Quadro 5 - Relações de proximidade para as relações | 57 |
| Quadro 6 - Motivação para definição das relações | 58 |
| Quadro 7 - Motivações Conjuntas | 61 |
| Quadro 8 – Simbologia do Diagrama de Inter-Relações | 62 |
| Quadro 9 - Tabela de riscos de imóveis..... | 77 |
| Quadro 10 - Exigências de sistemas e medidas de SCI para imóveis com área < 750 m ² e altura < 12 m | 78 |
| Quadro 11 - Necessidades de extintores e suas respectivas classificações..... | 79 |
| Quadro 12 - Análise preliminar de Riscos | 81 |
| Quadro 13 - Categorias dos critérios..... | 81 |
| Quadro 14 - Necessidade de sinalização de segurança | 82 |

LISTA DE SIGLAS

2D - Duas dimensões

3D - Três dimensões

CAD - *Computer Aided Design*, do inglês Projeto/desenho assistido do computador

DWG - *drawing* (do inglês desenho), sigla criada pela Autodesk para utilizar em seus arquivos

EPI - Equipamento de Proteção Individual

EPS - *Expanded Polystyrene*, do inglês poliestireno expandido

Ex. - Exemplo

INs - Instrução Normativa

NR - Normas Regulamentadoras

RA - Razão de Adjacência

Sc - Superfície de circulação

SCI - Segurança Contra Incêndio

SLP - *Systematic Layout Planning*, do inglês Planejamento de Layout sistemático

So - Superfície de operação

Sp - Superfície Projetada

UPE - Unidade de planejamento de espaço

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 13 |
| 1.1 | PROBLEMA DE PESQUISA..... | 14 |
| 1.2 | OBJETIVOS..... | 15 |
| 1.2.1 | Objetivo Geral | 15 |
| 1.2.2 | Objetivos Específicos | 15 |
| 1.3 | JUSTIFICATIVA DA PESQUISA..... | 15 |
| 1.4 | DELIMITAÇÃO DA PESQUISA | 16 |
| 1.5 | ESTRUTURA DA PESQUISA..... | 16 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 18 |
| 2.1 | HISTÓRIA DO SURFE | 18 |
| 2.1.1 | Características em geral das Pranchas..... | 19 |
| 2.2 | ARRANJO FÍSICO..... | 21 |
| 2.2.1 | Diferença entre Layout e Arranjo físico | 21 |
| 2.2.2 | Arranjo Físico | 21 |
| 2.3 | TIPOS DE ARRANJOS FÍSICOS | 23 |
| 2.4 | ABORDAGENS DE LAYOUTS E ARRANJOS FÍSICOS..... | 28 |
| 2.5 | <i>FAC PLAN</i> | 28 |
| 2.6 | PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE LAYOUT (SLP) | 30 |
| 3 | METODOLOGIA DA PESQUISA | 34 |
| 3.1 | CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA | 34 |
| 3.2 | CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA (OBJETO DE ESTUDO)..... | 34 |
| 3.3 | ETAPAS DA APLICAÇÃO DO SLP | 35 |
| 3.3.1 | Produto/Serviço..... | 37 |
| 3.3.2 | Suporte..... | 38 |
| 3.3.3 | Quantidade..... | 38 |
| 3.3.4 | Técnicas Aplicadas do SLP (Rota, Tempo e Suporte) | 42 |
| 3.4 | SOFTWARE FACTORY DESIGN..... | 50 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES | 53 |
| 4.1 | ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL..... | 53 |
| 4.1.1 | Carta de Processos..... | 53 |
| 4.1.2 | Mapofluxograma | 56 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4.2 | ANÁLISE DA SITUAÇÃO FUTURA | 57 |
| 4.2.1 | Definição e Criação do Tipo de Layout | 57 |
| 4.3 | PROPOSTA FUTURA DE ARRANJO FÍSICO..... | 72 |
| 4.3.1 | Fluxo de Materiais e transporte de processo | 73 |
| 4.3.2 | Proposta Futura de Arranjo com Segurança de Trabalho | 76 |
| 5 | CONCLUSÃO..... | 83 |
| 5.1 | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 83 |
| 5.2 | RECOMENDAÇÃO FUTURA DE PESQUISA | 83 |
| | REFERÊNCIAS..... | 85 |
| | APÊNDICE - TERMO LIVRE DE CONSCIENTIZAÇÃO E ESCLARECIMENTO..... | 88 |

1 INTRODUÇÃO

O estado de Santa Catarina tem um grande destaque dentro do mercado de pranchas de surf, em virtude da quantidade de praias com condições favoráveis à prática, fatores que permitiram o desenvolvimento de uma cultura forte em torno do esporte. A existência desse grande mercado local propiciou o fortalecimento da região como um polo de fabricação de pranchas, sendo o de maior relevância no Brasil junto com o estado do Rio de Janeiro (DONNA, 2016).

Porém o estado de Santa Catarina, possui 4 das 10 cidades com o metro quadrado mais caro do Brasil. Em específico Florianópolis, onde é localizada a fábrica de pranchas estudada, que fica em 6 lugar com um custo médio do metro quadrado de R\$ 9.859 por m² (MYSIDE, 2022). Tal fato gera uma maior necessidade de aproveitamento do espaço físico disponível, sendo muito caro a expansão de terreno.

Além disso, por ser um mercado de alfaiataria bastante manual, onde os produtos são feitos, em sua maioria, sob demanda, existem vários fabricantes informais de pranchas de surf (mais de 200 apenas em Florianópolis segundo pesquisa realizada pela Magicboards) o que gera uma alta competitividade entre os fabricantes. E quando se trata de produtos que necessitam de um projeto de engenharia prévio ou precisam ser fabricados de acordo com as exigências do cliente, não é possível manter uma quantidade suficiente de estoque para atender a demanda. Isso resulta em um tempo de espera para o cliente até que o produto esteja disponível. Reduzir o tempo de espera acelera a entrega ao cliente, melhorando sua experiência e atendendo à sua demanda de forma mais rápida.

De acordo com Olivério (1985), o objetivo do layout de uma fábrica é encontrar a combinação ideal da equação de produção. O que pode aumentar a motivação e satisfação dos trabalhadores, aumentar a produção, reduzir os atrasos, economizar espaço, reduzir o manuseio, aproveitar intensivamente os equipamentos, mão de obra e serviços, diminuir o tempo de produção e de materiais em processo, reduzir os custos indiretos, melhorar a qualidade, tornar o processo mais flexível, entre outros aspectos.

Segundo Doumeingts (citado por RIBEIRO; MEGUELATI, 2002, p. 63), aproximadamente 5% do tempo total gasto na produção de uma peça são dedicados

à execução em máquinas, enquanto os 95% restantes são perdidos em movimentações e na espera por outras operações.

Portanto, uma boa definição de layout, além do melhor aproveitamento de um espaço físico caro, pode diminuir o tempo de espera da fabricação de pranchas, o que será mostrado ao longo do trabalho, onde a reorganização das máquinas diminui pela metade a distância percorrida para produção de uma prancha.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Por ser um mercado competitivo, alto número de concorrentes (mais de 200 só na capital do estado - segundo a empresa Magic Boards) as pranchas devem estar em perfeitas condições para serem vendidas, ou seja, a qualidade deve sempre ser uma das metas organizacionais dos participantes desse setor. Assim, o processo de fabricação de uma prancha de surfe é artesanal e extremamente minucioso, envolvendo diferentes técnicas, materiais, produtos e processos. Os esforços realizados para o aprimoramento da produtividade e redução de custos dentro das organizações tornam-se cada vez mais desafiadores, demandando que estas sejam criativas na utilização de seus recursos internos para o desenvolvimento dessas melhorias (ROSA *et al.*, 2014).

Portanto, a organização de Novas unidades fabris deve ser feita de forma consciente. Moreira (2004) definiu planejamento e estudos físicos de instalações, como decisões de posicionamento e de layout do centro de trabalho. Esses estudos devem buscar o layout mais adequado para atingir seus objetivos e permitir melhor escoamento em todo o fluxo produtivo, abrangendo aspectos logísticos e operacionais.

Desta forma, erros e falhas no processo podem afetar a qualidade das pranchas fabricadas e quaisquer desvios em relação a uma qualidade perfeita resulta na necessidade de retrabalho ou descarte do material, para ser fabricado novamente. Sendo assim, mesmo que seja uma pequena falha em um de seus processos finais de fabricação, é necessário realizar sua correção, fato que afeta a produtividade da empresa, diminuindo sua eficiência (MAGICBOARDS, 2022).

Na empresa analisada, devido a uma má definição do seu layout físico, tem sido verificado o excesso de retrabalho em seus processos, devido a problemas, como

deslocamento desnecessário de materiais em processos que poderiam ser realizados no mesmo local, falhas no processo de laminação que criam poros, implicando no retrabalho deste produto, entre outras falhas operacionais.

Desta forma, esse trabalho tem como pergunta de pesquisa: "Como é possível melhorar o layout da empresa para melhor atendimento do processo e ao cliente, a partir do planejamento do arranjo físico?".

Deve-se registrar que um dos maiores obstáculos foi a falta de informações confiáveis a respeito da indústria de pranchas no Brasil. De acordo com dados auferidos durante o estágio na empresa, são poucas empresas do setor que implementam conceitos teóricos no seu processo, o que certamente as impede de alcançarem melhor eficiência e eficácia organizacional.

Por isso, torna-se importante o estudo do layout dentro das empresas de surfe, tendo em vista o fato de ser um processo informal e manual.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Aplicar o método de Planejamento Sistemático de Layout (SLP) em uma empresa de surfe de Santa Catarina, visando uma melhoria no processo produtivo.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Realizar um diagnóstico no layout atual;
- b) Aplicar a metodologia Planejamento Sistemático de Layout;
- c) Propor um novo layout para o espaço estudado.

1.3 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

Este trabalho se justifica pela necessidade de implementação de um novo layout na empresa analisada, como forma de garantir sua competitividade, por meio

da melhoria de seus processos internos. Nos últimos meses, seus gestores têm verificado as perdas e falhas em seu processo produtivo, afetando a lucratividade da organização, requerendo um plano de ação para solucionar essa questão.

Sendo assim, este trabalho se propõe a utilizar o método Planejamento Sistemático de Layout (SLP) para a reordenação de seu layout físico, justificando-se pelo potencial desse método em ser utilizado para a geração de melhorias concretas no layout, que impactem positivamente a operação da empresa.

Outrossim, como comentado acima, é salutar destacar que existem poucos dados acadêmicos nacionais voltados para a área do surfe. Desta maneira, este trabalho visa também sanar a falta de registros formais em uma indústria dominada pela informalidade, servindo de inspiração para maiores pesquisas futuras.

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O trabalho apresenta algumas limitações, em função de sua natureza. Por ser um estudo de caso de uma empresa, existem dados protegidos pelo sigilo industrial, por serem informações a respeito de seus processos produtivos, que podem conter alguns de seus diferenciais competitivos. Sendo assim, algumas informações foram ocultadas, e alguns dados foram utilizados apenas de maneira estimada. Além disso, existem diferentes processos de produção de pranchas, dada a existência de diferentes modelos e possibilidades de customização, mas este trabalho se voltará para a análise do processo de duas linhas, que possuem características similares em comum e que se configuram como a base para demais processos derivados.

1.5 ESTRUTURA DA PESQUISA

A seção um traz a introdução da pesquisa, através da introdução ao surfe, como um esporte e características de seu mercado, para poderem ser definidos os objetivos, o problema de pesquisa, assim como sua justificativa e delimitação.

A seção dois é o referencial teórico deste trabalho, em que será feita a definição da base conceitual que conduz a execução deste trabalho e análises, com

a conceituação de arranjo físico e seus tipos de organização, planejamento sistemático de layout e método *Facplan*.

A terceira seção desta pesquisa é a metodologia, em que serão definidas as escolhas metodológicas que definem esta pesquisa. Além disso, é feita uma caracterização da empresa, definição de como será realizada a aplicação do SLP e outras informações pertinentes ao estudo de caso.

A seção quatro traz uma análise da situação atual do layout da empresa, considerando quais são seus problemas, as possibilidades de melhorias e suas barreiras, além da proposição de um novo arranjo físico.

Por fim, a seção cinco traz as considerações finais a respeito deste trabalho, trazendo uma conclusão ao tema de pesquisa e recomendações para estudos posteriores.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 HISTÓRIA DO SURFE

Como muitas práticas esportivas, a origem do surfe remonta a festivais religiosos (LEMARIÉ, 2019). Durante o século XVIII, isto é, antes da colonização, os reinos do Havaí, cuja população nativa é oriunda de fluxos migratórios da Polinésia (WARSHAW, 2011), observavam o *Makahiki*, que era o início do ano, geralmente em fevereiro, em que se realizavam uma série de rituais, como sacrifício de animais, de maneira a contentar os deuses. No início desse período, a entrada no oceano um tabu para os homens, já que havia uma série de rituais de natureza erótica que eram realizados em torno dele. O surfe era tão importante para a cultura havaiana que eram reservadas áreas específicas para o surfe para os chefes de tribos, sendo tabu o ingresso não autorizado nessas áreas. Em que pesem estas origens havaianas bem documentadas, há indícios de práticas semelhantes ao surfe que remontam a épocas ainda mais remotas, como o uso de *caballitos* no Peru, pranchas semelhantes a canoas de palha, que, de acordo com pesquisadores, já eram usadas para navegar ondas três mil anos atrás (WARSHAW, 2011).

Nesse período de *Makahiki*, a fabricação de uma prancha de surfe também seguia um ritual específico. Era preciso escolher uma árvore, que ficava sob observação por vários dias para garantir que não era habitada por insetos ou pássaros. Uma vez escolhida a árvore, um peixe vermelho era colocado sobre suas raízes, como forma de sacrifício animal. Quando a árvore era cortada, a madeira era transportada ao litoral para a finalização da confecção. Uma vez terminada, a prancha era mantida com óleo de coco e colocada sob folhas como forma de proteção enquanto não era utilizada. Dada a grande relevância prática e simbólica do objeto, que inclusive recebia um nome, autores estrangeiros chegaram a dizer que “a importância de uma prancha de surfe para um havaiano pode ser comparada à importância de uma carroça para um britânico¹” (LEMARIÉ, 2019). Alguns chefes

¹ *La plupart des planches étaient nommées et s'apparentaient à des objets convoités comme le remarque Byron en comparant la valeur d'une planche de surf pour un hawaïen à celle d'une calèche pour un britannique* (Byron, 1826, p 67). (tradução livre).

tribais, inclusive, utilizavam a prancha como meio de transporte entre as diferentes ilhas do arquipélago.

Como as atividades bélicas eram proibidas durante o Makahiki, o surfe era uma maneira de resolução de conflitos. Os chefes tribais se diferenciavam pela sua habilidade no surfe, o tamanho de suas pranchas, o material de que eram feitas as pranchas e pela apropriação de locais de surfe. Assim, verifica-se que desde o início do esporte as características da prancha influenciavam sua percepção social. Ainda hoje o tamanho da prancha é considerado inversamente proporcional à habilidade do surfista. Quanto menor a prancha, mais habilidade é necessária para manejá-la.

Com a introdução de europeus no arquipélago pelo Capitão Cook em 1778, a prática do surfe foi apresentada pela primeira vez ao restante do mundo. A partir da “descoberta”, os europeus desde logo empenharam-se na incorporação do território à sua esfera de influência, o que foi concretizado em 1810, com a unificação dos reinos havaianos pelo rei Kamehameha I, expondo os habitantes a influência crescente de britânicos e, posteriormente, americanos (WARSHAW, 2011). A partir desse período, houve a chegada de missionários calvinistas, o que, dada a importância religiosa do surfe para as populações tradicionais, levou ao declínio do esporte. O reino do Havai foi deposto por um golpe de estado em 1893, e se tornou um território americano em 1898, o que levou a um ressurgimento de interesse na cultura tradicional havaiana, já que foram realizados investimentos para transformar o arquipélago em uma destinação turística (LEMARIÉ, 2019, p. 205). Os materiais promocionais produzidos para incentivar a viagem ao arquipélago acabaram por difundir a cultura do surfe nos Estados Unidos, tendo a versão moderna do esporte se desenvolvido primeiramente na Califórnia para depois se disseminar pelo resto do mundo, conforme já destacado acima.

2.1.1 Características em geral das Pranchas

No Havai do início do século XIX, existiam três principais espécies de pranchas: a *paipo*, a *olo* e a *alaia*, que serão descritas resumidamente a seguir.

- a) A *paipo* possuía uma ponta arredondada e era a menor de todas, sendo geralmente usada por crianças para surfe em águas rasas. Uma versão infantil tinha cerca de 3 pés (0,91 m) de comprimento, enquanto uma

versão adulta poderia chegar a 6 pés (1,83 m). Não obstante, os melhores surfistas conseguiam ficar de pé em uma prancha *paipo*.

- b) A *olo* era uma prancha de grandes dimensões, que podiam chegar a aproximadamente 20 pés (6,1 m) de comprimento por 2 pés (0,61 m) de largura (WARSHAW, 2011), e era destinada ao uso de nobreza, sendo objeto de grande interesse com o ressurgimento do surfe.
- c) A *alaia*, por sua vez, é considerada a precursora dos métodos de surfe atuais, e o padrão de prancha mais utilizado historicamente. Ela tinha cerca de metade do tamanho da *olo*. Além disso, era muito mais fina, com uma ponta arredondada e um design convexo na outra extremidade.

Hodiernamente, as pranchas são projetadas de acordo com diferentes parâmetros, podendo citar se: o formato planar; a curvatura dos lados; o comprimento; a largura; e o formato das duas extremidades, o *nose*, que aponta para a frente do surfista, e o *tail*, que aponta para trás do surfista (MCCAGH, 2013).

Porém, cada um dos seus parâmetros tem suas especificidades, por exemplo, uma área maior permite remo facilitado, pois garante maior empuxo. Uma curvatura maior facilita o controle e a realização de curvas, pois permite maior torque em relação ao plano da prancha ao deslocar o quadril. Um maior comprimento permite maior empuxo, mas também aumenta o risco de *nose dives*, que é quando a frente da prancha afunda para dentro do mar, além de exigir maior esforço para a realização de curvas. À medida que a largura aumenta, aumenta a facilidade de mudar a direção da prancha, mas também aumenta a quantidade de atrito entre a prancha e a água. O formato do nariz, conforme sua redondez, influencia a quantidade de empuxo, que aumenta conforme o nariz é mais arredondado. Um nariz pontiagudo, por outro lado, permite uma realização de curvas com mais facilidade (MCCAGH, 2013).

O principal motivo de uma empresa de surf ter e produzir diferentes pranchas é para atender a todas (ou a maioria) das necessidades dos surfistas. Como visto acima existem diferentes mares, surfistas e condições que necessitam diferentes tipos de pranchas, afetando diretamente no layout da empresa por não se tratar de um produto padronizado (feito sob medida). Tal necessidade pode ser respondida pela pesquisa feita pela empresa com mais de 2200 surfistas brasileiros. (Fonte pesquisa Magic Surf). Porém ao fabricar diferentes tipos de pranchas, aumenta a complexidade de produção, bem como a necessidade de personalização do produto, como será visto mais a frente.

2.2 ARRANJO FÍSICO

2.2.1 Diferença entre Layout e Arranjo físico

Antes de tudo, deve-se proceder à diferenciação entre *layout* e arranjo físico. Conforme explicam os autores Everton Luiz Vieira e Raquel Biz Biral, o “*layout industrial é a representação espacial dos fatores que concorrem para a produção, envolvendo homens, materiais e equipamentos, e as suas interações*” (VIERA; BIRAL, 2015). Os mesmos autores procedem a explicar, entretanto, que engenheiros como Olivério não diferenciam entre *layout* e arranjo físico, o que, para este autor, consiste na organização racional de todos os recursos e tecnologias necessárias para a consecução em nível operacional dos objetivos da indústria. Assim, valendo-se da definição de arranjo físico apresentada no item 2.2.2, e para os fins desse trabalho, pode-se definir *layout* como algo que engloba o arranjo físico. Conforme as definições acima, o *layout* SLP coloca lado a lado duas unidades produtivas, e cada uma delas pode ser considerada como dotada de um arranjo físico próprio.

2.2.2 Arranjo Físico

Segundo os autores Franscischini e Fegyveres (1997), o arranjo físico “é definido como a disposição de máquinas, equipamentos e serviços de suporte em uma determinada área visando minimizar o volume de transporte de materiais no fluxo produtivo de uma fábrica”. Para tanto, devem ser considerados, conforme os autores, o produto a ser fabricado; as quantidades a serem produzidas; os roteiros de produção; os serviços de suporte e, por fim, o tempo.

Em uma unidade produtiva, a localização dos postos de trabalho e do maquinário são fundamentais para a operação, sendo esta definida com base nos fluxos operacionais e nas inter-relações observadas entre diferentes áreas ou atividades organizacionais. No desenvolvimento desse *layout*, devem ser considerados fatores como as especificidades dos produtos fabricados, a quantidade necessária, serviços auxiliares à produção, espaço disponível, recursos humanos, materiais, movimentação e instalações (MIURA, 2011).

Assim, segundo Slack et al. (2002), o estudo do layout de uma unidade produtiva é conhecido como arranjo físico, o qual permite organizar o processo produtivo de maneira eficaz, impactando na produtividade e custos de uma determinada produção. Slack também o define como a decisão sobre como serão posicionadas instalações, máquinas, equipamentos, estações de trabalho, áreas de armazenamento e pessoal dentro de uma organização. Vale ressaltar que layout é o planejamento do espaço físico como um todo, a planta do local, enquanto o arranjo físico tem a ver com o posicionamento e disposição de máquinas, equipamentos, serviços e funcionários dentro desse layout.

Oliveira (2004) lista dez objetivos do estudo do arranjo físico: satisfação do operador, melhorias na produção e redução de tempo, redução do espaço percorrido pelo funcionário, aparência mais agradável ao ambiente, economia de espaços, facilitar a supervisão, favorecer ajustes nos produtos e processos, garantir um fluxo eficiente com impacto positivo nos clientes, reduzir a fadiga dos funcionários na realização de suas tarefas e trazer condições de trabalho, de forma a dar segurança e preservar a saúde dos funcionários.

Por meio desse estudo, que visa otimizar o arranjo físico de uma organização, espera-se eliminar ou ao menos mitigar a ocorrência de disfunções, tais como acidentes de trabalho, pausas não programadas no processo, dispêndio inútil de recursos produtivos, ociosidade, entre outras. Um layout mal elaborado pode trazer diversos problemas para a organização, como fluxos longos, estoques excessivos, deslocamentos desnecessários e custos de produção elevados (MOURA, 2009).

Vale destacar que não existe um arranjo físico ideal, quando, na verdade, ele é específico para cada contexto e necessidade, podendo necessitar ser revisto caso mínimas alterações sejam realizadas no processo produtivo (CHIN, 2010).

Para o estudo do arranjo físico é fundamental que se considere tanto suas características micro como macro, pois estas têm o potencial de impactar o processo produtivo como um todo. A diferença nessas análises, de acordo com Oliveira (2004), tem a ver com a quantidade de elementos envolvidos dentro destas, como se verifica no estudo do arranjo físico de uma estação de trabalho (micro) ou de um departamento como um todo (macro).

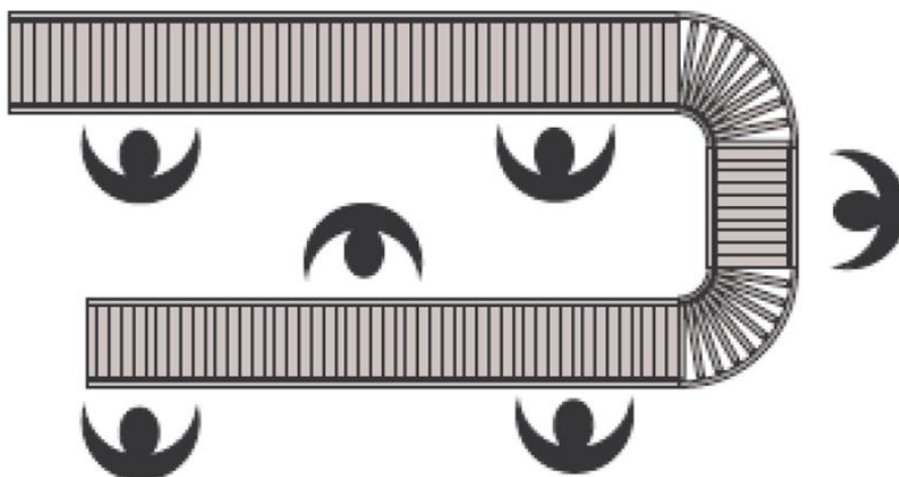
2.3 TIPOS DE ARRANJOS FÍSICOS

De acordo com os objetivos produtivos e recursos disponíveis, as organizações podem planejar seus arranjos físicos de acordo com diferentes tipos de layouts, que possuem características diferentes entre si, apresentando vantagens e desvantagens, se comparados a outros modelos, referentes ao tempo de processamento, flexibilidade do produto e da demanda, trabalho em processo, utilização de maquinário e operadores, custos de produção e manutenção, especialização dos operadores (FRANCIS et al., 1992).

Logo, as organizações devem ponderar entre as diferentes possibilidades para verificar qual melhor se adequa às suas necessidades e objetivos de desempenho estratégico. Com base em Slack et al. (2002), pode se verificar a existência de quatro modelos de arranjos físicos:

- a) Arranjo físico por produto: os recursos produtivos transformados são definidos em uma sequência de fabricação em um fluxo unidirecional, que favorece o acompanhamento da produção, no entanto sem trazer a possibilidade de modificações no sistema. É uma opção que gera economia de escala para produções com elevados volumes e reduzida variedade, mas equipamentos idênticos podem ser posicionados em diferentes momentos do processo produtivo, devido à repetição da operação em uma etapa posterior (TOMPKINS, 1996).

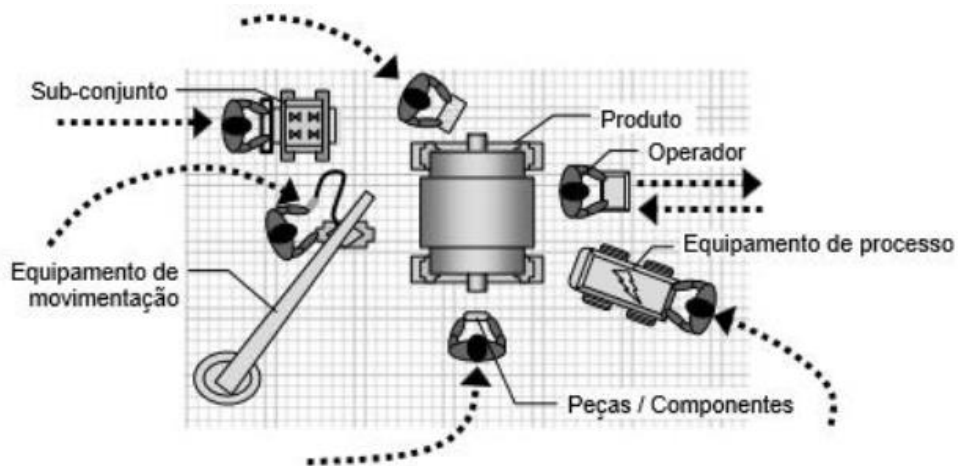
Figura 1 - Arranjo físico por produto



Fonte: Peinado e Graeml (2004, p. 203).

- b) Arranjo físico posicional: neste modelo, o produto a ser fabricado permanece parado para a execução dos processos de construção, geralmente por causa de seu tamanho ou dificuldade de movimentação dentro da unidade fabril, portanto, quem se move são os funcionários, maquinário, instalação e equipamentos (SLACK et al., 2002).

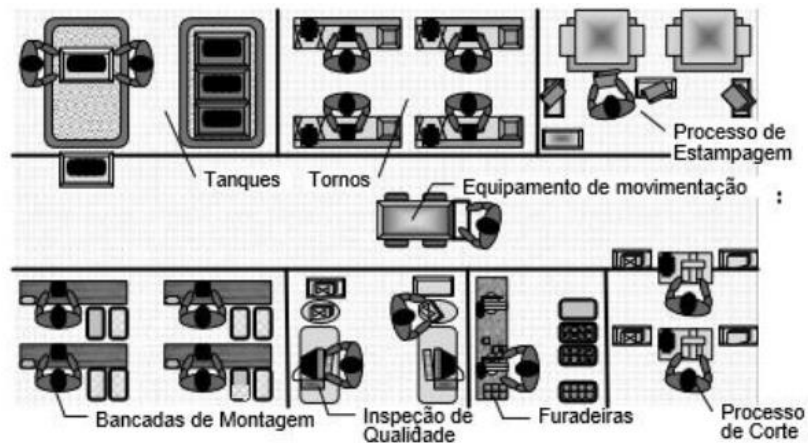
Figura 2 - Arranjo físico posicional



Fonte: Alvarenga (2009, p. 138).

- c) Arranjo físico por processo: caracterizado pela alocação de todos os processos e equipamentos do mesmo tipo na mesma área, assim como operações de montagem semelhantes agrupadas no mesmo local (tornos em um setor, furadeiras em outro etc.). Geralmente é utilizado em casos em que há uma variedade de produtos grandes, pois garante maior flexibilidade de produção para um *mix* de produtos diferentes, reduz os custos de produção. No entanto, pode gerar filas ou estoques excessivos, exige uma grande complexidade na programação e controle da produção, ineficiência no processamento de matéria prima (JORGE; LOOS, 2017).

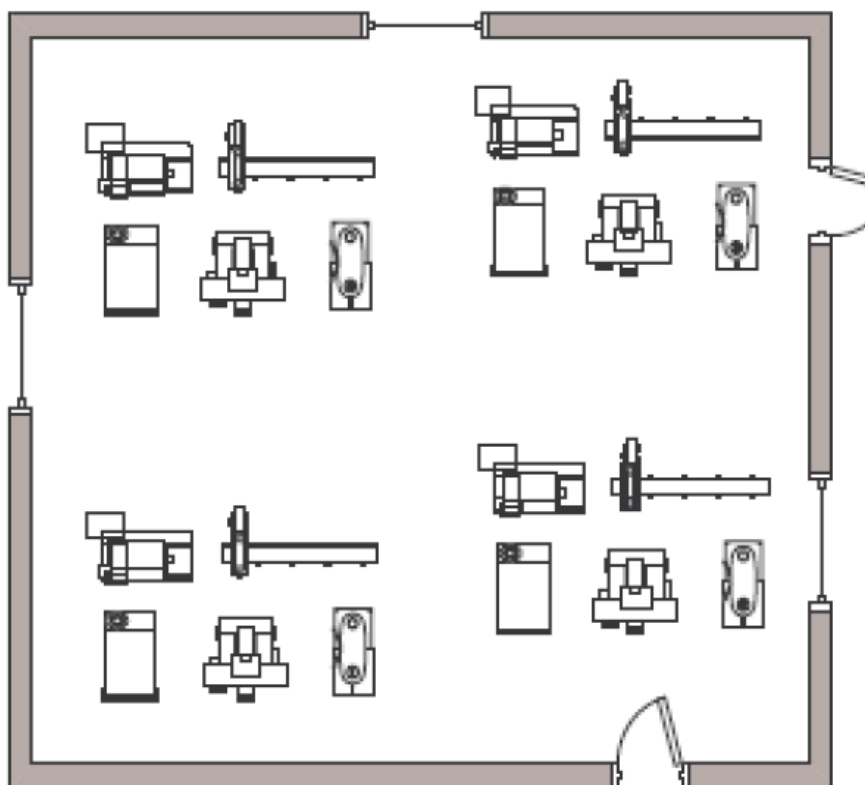
Figura 3 - Arranjo físico por processo



Fonte: Alvarenga (2009, p. 159).

- d) Arranjo físico celular: une as vantagens do arranjo físico por processo e o arranjo físico por produto, ao criar células de manufatura que alocam em um só local diferentes máquinas que permitam a fabricação do produto completo. Peinado (2004), destaca que esse modelo pode ser comparado com uma pequena linha de produção, com a existência de várias pequenas fábricas dentro da organização, com a separação de cada célula sendo visível fisicamente. Nesse modelo, a célula geralmente é projetada em forma de “U”, uma peça (ou lotes pequenos) fluem ao longo da célula, os funcionários são capacitados para atuarem em mais de um processo, trabalhando em pé e caminhando, máquinas menores, mais baratas, mais lentas e específicas são utilizadas.

Figura 4 - Arranjo físico celular



Fonte: Peinado e Graeml (2004, p. 225).

Dado os diferentes modelos para a definição do arranjo físico em uma unidade produtiva, cabe ao gestor compreender as necessidades, demandas e particularidades de sua organização para optar por algum desses modelos para a otimização de seu layout, considerando as vantagens e desvantagens de cada um. O quadro 1, baseado em Slack et al. (2002), traz um resumo das principais vantagens e desvantagens de cada um dos modelos de arranjo físico citados anteriormente. Na metalurgia, utiliza-se o arranjo físico posicional, em que o produto alterado não se move entre os maquinários, pelo fato de ser frágil e possuir grandes proporções. Outra possibilidade é o arranjo se valer da realidade virtual, permitindo que o maquinário seja representado em modelos 3D, facilitando a análise das alternativas (KÜHN, 2006). Dessa maneira, o seguinte esquema permite visualizar essas vantagens e desvantagens.

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens de cada tipo de arranjo físico

| | Vantagens | Desvantagens |
|-------------------|---|---|
| Posicional | -Alta flexibilidade de mix e produto, -Sem movimentação de produto ou cliente no processo, Variedade de tarefas desempenhadas pela mão de obra. | -Elevados custos unitários, -Complexidade na programação de espaço ou atividades, -Grande movimentação de equipamentos e mão de obra. |
| Processo | - Alta flexibilidade de mix e produto, - Facilita supervisão e controle de equipamentos e instalações, - Reage bem à descontinuação de etapas. | -Baixa utilização de recursos, -Estoques elevados ou filas de clientes, -Dificuldade em controlar o fluxo devido à sua complexidade. |
| Celular | -Equilíbrio entre custo e flexibilidade para operações com alta variedade, -Lead-time baixo, -Favorece o trabalho em grupo. | -Investimento elevado para sua implementação, -Redução de níveis de utilização de recursos, -Requer capacidade adicional. |
| Produto | -Baixo custo unitário, -Facilita a especialização de equipamento, -Boa movimentação de clientes e materiais em um fluxo contínuo. | -Trabalho repetitivo, -Suscetível a paradas para manutenção, -Baixa flexibilidade de mix. |

Fonte: Slack et al. (2002), adaptado pelo autor.

Os gestores das empresas possuem diferentes opções de tipos de arranjos físicos para utilizarem conforme as necessidades e características de suas organizações. A fim de alcançarem esses objetivos, eles dispõem de diferentes técnicas.

Dessa maneira, de acordo com Franscischini e Fegyveres (1997), os diferentes modelos de arranjo físico pode ser resumidos em: posicional, que se caracteriza por se adequar a um produto fabricado de grandes dimensões, poucas unidades fabricadas e um produto fixo, em cuja direção os recursos se deslocam, além de equipamentos de alta flexibilidade (a exemplo da construção naval); o arranjo físico funcional, em que o produto se movimenta e as máquinas e equipamentos são fixos; o arranjo linear, que possui equipamentos dedicados sendo utilizado em sistemas de produção contínuos; por fim, o arranjo físico celular, que visa construir “Minifábricas” na própria fábrica, em que os produtos são montados conforme a “família” a que pertencem, algo muito conectado à ideia do *Just-in-time*.

2.4 ABORDAGENS DE LAYOUTS E ARRANJOS FÍSICOS

Existem cinco tipos de abordagens aplicadas para o planejamento de um arranjo físico dentro de uma Instalação (GAVIÃO JÚNIOR, 2016), como a Experimental, *Master Building* Clonagem, *Bottom up*, Sistemática (SLP), Estratégica, *FacPlan*. Entretanto, a abordagem escolhida varia conforme a indústria que se planeja construir, conforme Gavião Júnior (2016):

- a) A abordagem experimental tem como base a intuição, o bom senso e experiências passadas. Embora a experiência seja importante para o planejamento de uma nova indústria, este método é limitado, pois é geralmente baseado em opinião de número minoritário de pessoas tornando-se limitado e sendo facilmente superado por novas tecnologias.
- b) *Master Building* tem como principal foco a estética e estrutura predial, relevando fatores de eficiência, podendo resultar em exageradas estruturas sem resolver problemas de produtividade.
- c) O método de Clonagem consiste basicamente em copiar uma estrutura já existente. Embora seja o método mais rápido, é necessário que grandes quantidades de detalhes sejam semelhantes entre as empresas clonadas, sendo um caso raro para aplicabilidade.
- d) *Bottom up* é uma estratégia que envolve iniciar um projeto com os detalhes em mente. Só é eficiente se todos os detalhes forem conhecidos e inalterados, portanto, sendo pouco, ou não, adequado para novas empresas ou empreendimentos em contínua transformação.

Sobram então as duas principais técnicas: o Planejamento Sistemático de Layout (SLP) e o Método Fac Plan, que serão detalhados ao longo dessa seção, por serem o foco deste trabalho, principalmente o SLP.

2.5 FAC PLAN

Proposto por Lee (1998), o método Fac Plan é baseado com algumas características: o planejamento do layout se realiza de forma sistemática, dividido em etapas, que possuem responsáveis e prazos definidos para sua execução. Este método considera apenas aspectos quantitativos e qualitativos atrelados ao projeto,

ou seja, não depende exclusivamente da experiência ou conhecimentos da equipe participante.

O Fac Plan é composto por cinco níveis de planejamento (global, supra, macro, micro, sub-micro), que consideram desde as características de cada estação de trabalho até a localização global da empresa. O quadro 2, traz um resumo das principais características dos níveis de planejamento do espaço conforme o método (MIURA, 2011).

Quadro 2 - Níveis de planejamento do espaço de acordo com o Fac Plan

| Nível | Atividade | UPE Típica | Ambiente | Resultado |
|------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------|--|
| Global | Localização e seleção | Locais | Mundo ou país | Definição do local (país, estado ou cidade) |
| Supra | Planejamento | Característica das construções | Local | Planta do terreno e das instalações |
| Macro | Layout das construções | Células ou departamentos | Construção | Projeto da planta industrial – layout dos setores |
| Micro | Layout de departamento | Características das células | Células | Projeto dos setores/layout dos equipamentos e estações de trabalho |
| Sub-micro | Projeto de estações de trabalho | Localização de ferramentas | Estação de trabalho | Projeto da estação de trabalho |

Fonte: Lee (1998, p. 273).

Nível Global: Para Oliveira (1985) nesta etapa ocorre o processo de tomada de decisão da variável distância e dos fatores que a compõem distribuição da atividade econômica. Na etapa de definição da localização global, a empresa deve definir sua localização

Nível Supra: É onde a planta baixa deve ser definida, definindo a localização do terreno. Nesta etapa, todas as unidades de planejamento de espaço devem ser orientadas de forma a respeitar os limites do terreno, de acordo com o plano diretor urbanístico, acesso às ruas, características topográficas do local etc. (LEE, 1998).

Nível Macro: Aqui são definidos os possíveis terrenos para a colocação da fábrica, obtendo o desenho e estrutura do prédio propriamente dito. Para Lee (1998)

é a etapa mais importante do método, pois requer o maior foco para concentrar todas as variáveis.

Nível Micro: Depois de determinado a localização do terreno é necessário determinar a localização do maquinário e móveis, projetando cada um dos setores para cada planta das UPEs definidas no nível Macro (CLOVIS, 2002).

Nível Sub-Micro: Nesta etapa é definido cada estação de trabalho, analisando o espaço necessário para cada colaborador utilizar cada uma das máquinas definidas no nível acima (CLOVIS, 2002).

Corroborando, é importante salientar que esses cinco níveis do Fac Plan também podem ser utilizados pela abordagem SLP, além dessas duas abordagens poderem ser integradas na sua aplicação para a construção do arranjo físico da empresa.

2.6 PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE LAYOUT (SLP)

Diante da complexidade de elaboração de um arranjo físico industrial, diante da variedade de fatores que influenciam sua construção, o engenheiro americano Richard Muther desenvolveu um método sistemático para elaboração e planejamento do arranjo físico. Publicado em 1961, o *Systematic Layout Planning* (SLP – planejamento sistemático de layout) é um modelo de procedimentos sistemáticos, que procura criar um arranjo físico teoricamente ótimo (VILLAR, 2014).

O arranjo físico ideal é ajustado e transformado em ótimo, em função das limitações práticas e considerações de mudança. O método utiliza um sistema de taxas de relacionamento que tem o intuito de organizar os departamentos, baseados nas interrelações departamentais, o que resulta em um layout que minimize o *work-in-process* ao mesmo tempo em que reduza o manuseio e movimentação de materiais e o lead-time do processo (MIURA, 2011). O SLP é composto por uma estrutura de quatro fases:

- a) Localização: realiza-se a determinação da área geográfica que será utilizada para o planejamento das instalações do novo layout;
- b) Arranjo físico geral: nesta etapa é feita uma representação da organização geral entre as diferentes áreas da planta, assim como a definição dos

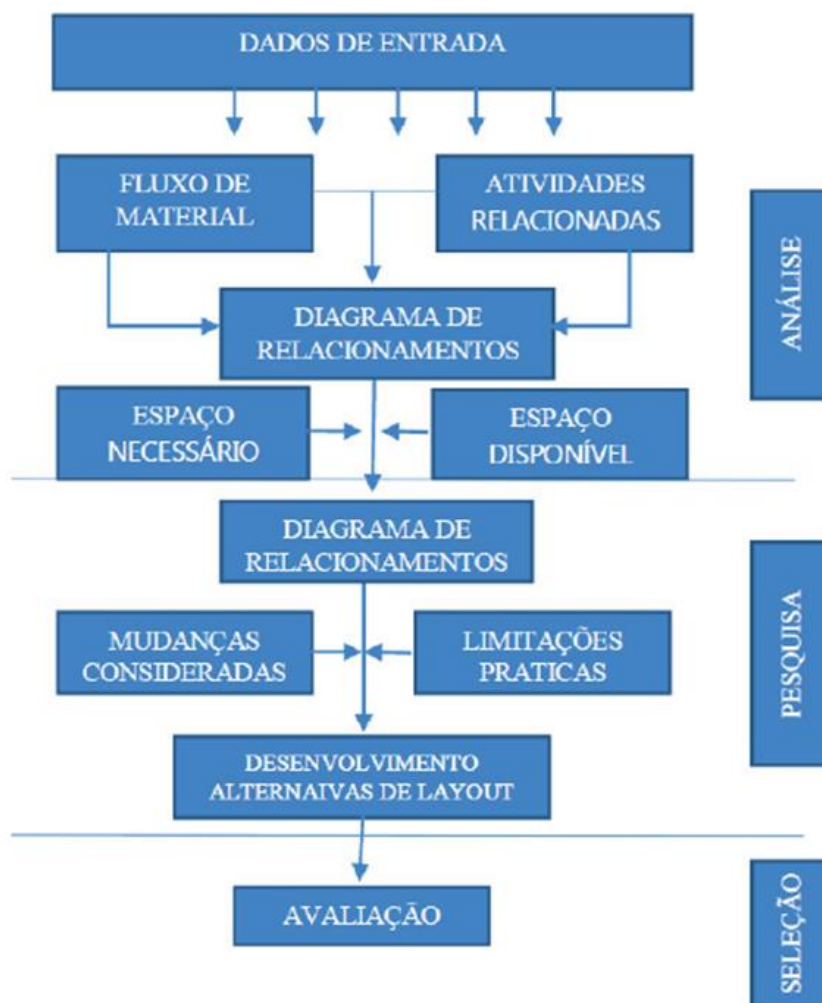
fluxos e interrelações entre diferentes áreas. A partir disso, é originado o arranjo de blocos;

- c) Arranjo físico detalhado: estabelecimento da localização relativa de máquinas e equipamentos, além de toda infraestrutura necessária para o processo de produção de um produto;
- d) Implantação: o arranjo físico é instituído conforme planejado (TURATI; MORONI FILHO, 2016).

O SLP pode ser usado sequencialmente para desenvolver esse layout de blocos e, a partir dele, obter uma visão detalhada de cada setor planejado. Anteriormente ao início de cada nova etapa de planejamento de layout, devem ser buscados e definidos todos os detalhes inerentes aos processos produtivos e fluxo de materiais. O SLP é iniciado por uma análise designada baseada nas necessidades do projeto, como produto, quantidade, suporte, rota, tempo, auxiliando na coleta organizada dos dados de entrada do problema (TORTORELLA; FOGLIATTO, 2008).

Em relação ao método, vale destacar que todas suas fases são interrelacionadas entre si, de tal maneira que as saídas da fase anterior se configuram como entradas na fase seguinte. O escopo do projeto pode ser delimitado em apenas uma ou duas fases, mesmo diante de uma aparente relação de dependência entre estas, principalmente em casos de que o SLP é utilizado para o reprojeto de layouts já existentes, através de melhorias e incrementos processuais. O projeto de um arranjo físico se baseia nos conceitos de interrelações, espaço e ajuste, conforme se observa na Figura 5 (THOMPkins et al., 1996).

Figura 5 - Etapas Método SLP



Fonte: Thompkins et al. (1996, p. 163).

O método SLP possui diferentes etapas que devem ser seguidas para a excelência do projeto, suas principais etapas são:

- a) Análise: Nesta primeira fase do SLP, é feita a coleta de informações quantitativas e qualitativas necessárias para desenvolver um plano macroespacial (como explicado no método *Facplan*). A fase de análise inicia-se com a avaliação do fluxo de materiais (carta de processo) e termina no diagrama de relacionamentos (afinidades) que serão explicados na seção 3.3. (LEE, 1998a).
- b) Pesquisa: Depois de realizado o diagrama de afinidades, é então correlacionado com as áreas necessárias, no diagrama de inter-relações

de espaço, onde se obtém um arranjo ideal de espaços. (MUTHER et al., 2000).

Aqui são consolidadas as informações obtidas e é iniciado o processo de elaboração das alternativas de layout, respeitando os níveis de relacionamento entre SPUs.

- c) Seleção: Após realizados as etapas de análise e pesquisa, é então feita a avaliação de viabilidade entre os layouts, onde se é selecionado e aprovado o layout de acordo com os critérios selecionados

Para a definição do SLP, alguns fatores relevantes devem ser considerados anteriormente, tais como: custo, condições ambientais (tratamento adequado de resíduos e respeito às legislações e normas ambientais e éticas), linearidade do fluxo, flexibilidade para eventuais futuras expansões, relacionamento entre os setores de produção, aproveitamento da área (PEREIRA, 2013).

Os conceitos e definições apresentados neste capítulo servirão de base para as análises que serão desenvolvidas nos próximos capítulos. Antes, porém, será apresentada a metodologia da pesquisa.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Este capítulo traz os aspectos relativos à classificação da pesquisa, a caracterização da empresa, as etapas da aplicação da abordagem SLP, os instrumentos para coleta de dados, a tabulação e análise dos dados.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Este trabalho se define como uma pesquisa exploratória e descritiva. Para tal foi realizado um estágio de 3 meses em uma empresa de surfe em Santa Catarina, empresa na qual o pesquisador teve acesso aos dados necessários para a realização da pesquisa. Que ao serem analisados possam trazer maior conhecimento a respeito do tema e alcançar os objetivos determinados pela pesquisa (MARTELLI et al., 2020).

Será desenvolvido um estudo de caso acerca da empresa de pranchas analisada, modalidade de pesquisa que desenvolve um estudo profundo sobre poucos objetivos para alcançar conhecimento amplo e detalhado sobre o tema. O propósito do estudo de caso, de acordo com Gil (2002) é a exploração de situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos, descrevendo uma determinada situação ou fenômeno dentro do contexto em que estão inseridos para que sejam formuladas as teorias para explicá-lo.

Para alcançar tais objetivos, essa pesquisa usa uma abordagem predominante quantitativa para a coleta e análise de dados sobre a aplicação do SLP nesta empresa, que conta com duas linhas de produtos, com processos e equipamentos compartilhados.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA (OBJETO DE ESTUDO)

A empresa analisada neste trabalho atua no ramo de pranchas de surfe personalizadas, de forma mais escalável do que empresas tradicionais de surfe. Está localizada no estado de Santa Catarina, na sede há a fabricação das pranchas e a loja física, onde os clientes são atendidos. Hoje a empresa conta também com um e-commerce.

As pranchas determinam a evolução dos surfistas na prática do surfe. O processo de construção de pranchas de surfe é conhecido por ser um processo de caráter artesanal e pouco automatizado, trazendo muita variabilidade na construção de uma mesma prancha, sendo muito difícil replicar exatamente todas as medidas e volume de um mesmo modelo.

A empresa surgiu com o intuito de padronizar a fabricação de pranchas com qualidade, e buscou fazer isso através de uma parceria com uma multinacional alemã, que com a ajuda da computação gráfica possibilitou que a validação de um novo modelo, com novas medidas, fosse desenvolvida em poucas horas, trabalho que costumava levar meses, seguindo os modelos de mercado tradicionais. Hoje, a empresa entrega ao cliente uma prancha de surfe com garantia incondicional, reforçando um alto padrão de qualidade.

O modelo de produção utilizado dentro da fabricação das pranchas se assemelha ao modelo Volvista (modelo onde os trabalhadores são capazes de realizar todos, ou quase todos, processos da fabricação do produto) pois, com exceção da função de modelagem e aplicação de testes sobre a prancha com o software da multinacional alemã, todas as outras etapas se apresentam com todos os colaboradores sendo capazes de exercê-las, mesmo com estes sendo alocados em tarefas específicas. Essa característica do modelo consegue trazer uma segurança para o negócio, pois remove a alta dependência de certos colaboradores e possibilita um crescimento mais consolidado durante períodos incertos, como foi o caso da pandemia da COVID-19.

Por se tratar de uma empresa real, com dados e informações sensíveis e sujeitos a sigilo, foi assinado termo de consentimento para a realização da pesquisa (disponível no apêndice deste trabalho) que ressalta o objetivo do trabalho como acadêmico, sem fins lucrativos (alguns dados foram simplificados e/ou não detalhados a pedido da empresa).

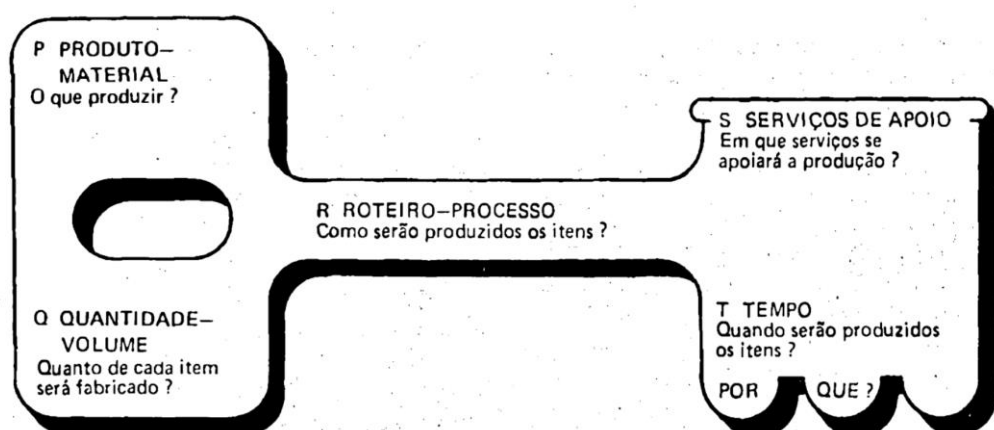
3.3 ETAPAS DA APLICAÇÃO DO SLP

A aplicação do O SLP se inicia através da análise do PQRST (siglas descritas abaixo) de todas as atividades de produção envolvida na fábrica, onde são feitas as

perguntas chaves para cada elemento, conforme metodologia desenvolvida por Murther (1978).

- P. Produto - Material: (O que será produzido?)
- Q. Quantidade - Volume: (Quanto de cada material será produzido?)
- R. Roteiro - Processo: (Como serão produzidos os itens?)
- S. Serviços de apoio: (Quais setores serão analisados?)
- T. Tempo: (Quando serão produzidos?)

Figura 6 - Chave PQRST



Fonte: Murther (2015, p. 109).

Diante do exposto acima, a SLP pode ser definido como “uma ferramenta utilizada para organizar um local de trabalho em uma fábrica de maneira a dispor duas áreas de alta frequência e relação lógica de maneira próxima uma a outra”² (Murther,1978), o que é esquematizado nas etapas a seguir, onde se é detalhado cada um dos processos:

² “The systematic layout planning (SLP) is a tool used to arrange a workplace in a plant by locating two areas with high frequency and logical relationships close to each other” (tradução livre).

3.3.1 Produto/Serviço

A empresa possui dois principais produtos, as pranchas de surfe de madeira fabricadas e comercializadas para o consumidor final pelo próprio time da firma e as pranchas *Soft Boards* (produzidas em lotes para exportação e venda para comerciantes) Mesmo sendo produzida de tamanho, formato e até mesmo materiais diferentes, toda prancha da empresa passa por um processo produtivo parecido. As pranchas mais corriqueiras são produzidas de acordo com a Figura 7, sendo seus principais componentes: Resina Epóxi, fibra de vidro, lâmina de madeira (ou fibra de carbono), bloco de EPS e copos de quilhas e copinho para a corda.

Figura 7 - Estrutura de uma prancha de surfe



Fonte: Empresa analisada pelo autor (2022).

As pranchas podem variar de acordo com seu tamanho e formato, pois são feitas sob medida em um programa especializado para *shapers* e depois de desenhadas vão para usinagem. Além disso, podem ser fabricadas com as seguintes combinações de materiais: madeira/madeira (maior resistência), madeira/carbono (equilíbrio entre resistência e velocidade), carbono/carbono (maior velocidade). Outros componentes fundamentais para uma prancha de surfe são o copo da corda (serve para poder ligar o *leash* à prancha) e os copos das quilhas para colocação das quilhas na prancha.

3.3.2 Suporte

Este trabalho se propôs a realizar apenas a análise e remodelação do arranjo físico de certas áreas da empresa, limitando-se ao estoque e à fábrica. Demais locais, tais como cantina, refeitório, loja física, escritórios, não são incluídos nessa análise, por não estarem diretamente relacionados com os objetivos deste trabalho.

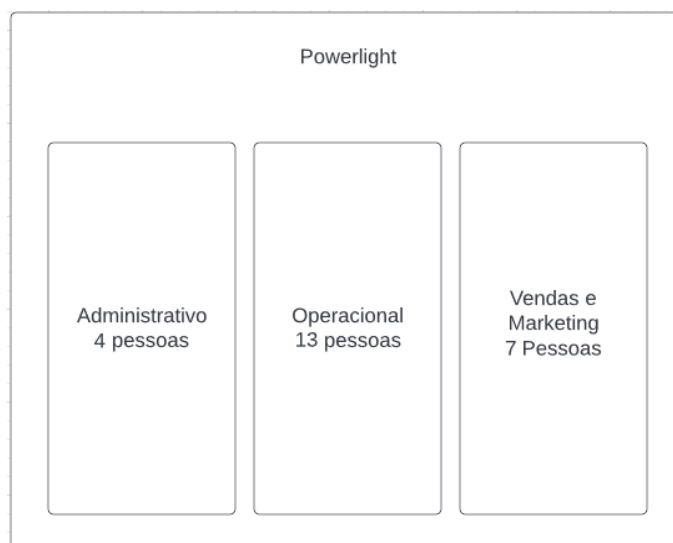
O principal produto é a prancha (desde o bloco de isopor até a sua finalização em forma de prancha), e por se tratar de um produto leve e sensível seu transporte é feito todo à mão e armazenado entre os processos em estantes de pranchas.

3.3.3 Quantidade

Para fins dessa pesquisa, durante o estágio na empresa, de setembro a outubro de 2022, o pesquisador teve acesso aos dados de quantidade e necessidade geral da empresa, sendo uma média dos últimos 3 anos fornecida. Foi levantado o ponto que a demanda mensal apresenta uma distinta sazonalidade com grande aumento durante o verão e uma drástica redução durante o inverno.

Para atender essa demanda sem que seja necessária a contratação de funcionários temporários em períodos de maior procura, a empresa com a qual foi realizada essa troca de informações comentou que normaliza para uma demanda mensal, e que trabalha com um estoque de produtos acabados produzidos durante o período de baixa demanda, suprindo a necessidade de maior demanda durante o verão. Isso somente é possível, pois as pranchas não são produtos com prazo de validade, sem apresentar perda de qualidade com o passar do tempo; entretanto, elas demandam uma área para sua estocagem. Através dos dados fornecidos pela empresa, concluiu-se que uma demanda mensal normalizada que pode ser tomada como base para o dimensionamento das operações seria de 3.480 pranchas por ano, ou 290 pranchas mensais. Para atender tal demanda a empresa possui um total de 24 funcionários, distribuídos segundo a figura 8.

Figura 8 - Organograma da empresa



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Entre os 13 funcionários do setor operacional, apenas 7 estão envolvidos diretamente no processo de fabricação de pranchas, enquanto os outros 6 funcionários do setor são auxiliares operacionais. O quadro 3 traz uma descrição da quantidade de funcionários necessária, assim como os meios produtivos para os diferentes setores da organização.

Quadro 3 - Meios Produtivos

| Mão de Obra | | |
|--------------------|---------------------|---------------------------|
| Função | Setor | Nº De Funcionários |
| Shaper | Shape | 1 |
| Embalador | Embalagem / pintura | 1 |
| Laminador | Laminação | 2 |
| Auxiliar | Laminação | 1 |
| Lixador | Lixa Sand | 1 |
| Quilheiro | Quilhas | 1 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A demanda histórica da empresa, compartilhada pelos seus gestores ao pesquisador deste trabalho, é a base para a determinação da demanda travada única da organização.

Além disso, foi levantado o material necessário para cada setor, a (maquinário, matéria-prima e materiais necessários) além das medidas de cada um destes, bem como a área ocupada.

Para tal, foram elaboradas três tabelas (Tabela 1, 2 e 3), a primeira com a descrição dos meios produtivos de construção da prancha, além das máquinas utilizadas também foi listado os meios de armazenagem que irão receber as matérias-primas a seguir.

Os pequenos itens, como fibra, resina, catalisador, lixa, copinhos em caixas são dispostas em estantes. O gabarito de quilhas fica geralmente disposto na bancada de uso para as quilhas, mas pode também ser armazenado na estante.

Tabela 1 - Meios Produtivos

| Meios Produtivos | Quantidade | Largura (m) | Comprimento (m) | Área Ocupada (m²) |
|-------------------------------|-------------------|--------------------|------------------------|-------------------------------------|
| Torno CNC | 2 | 1 | 3 | 3 |
| Cavaletes para prancha | 16 | 0,6 | 1,8 | 17,28 |
| Bancada de trabalho (pequeno) | 6 | 1,84 | 0,61 | 6,73 |
| Bancada de trabalho (média) | 3 | 3,12 | 0,91 | 8,51 |
| Bancada de trabalho (grande) | 3 | 4,41 | 0,90 | 11,90 |
| Forno | 1 | 3,83 | 2,82 | 10,8 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após listado os meios produtivos, fez-se a estimativa das áreas que cada matéria-prima ocupa no layout, considerou-se a produção de 10 pranchas por dia, e uma reposição diária dos insumos necessários para a produção.

Na tabela 5, foi descrita a área que cada matéria-prima ocupa, e a forma de armazenamento, em seguida, foi possível estimar a área total ocupada pelas matérias primas em estoque.

Tabela 2 - Matérias-Primas

| Matérias Primas | Qtde | Área/produto (m²) | Forma de armazenamento | Área Ocupada (m²) |
|----------------------------|-------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Pele | 10 | 2 | Rolo | 0,5 |
| Lâmina de madeira | 10 | 2 | Rolo | 0,5 |
| Adesivo | 10 | 2 | Empilhamento | 2 |
| Fibra, Resina, Catalisador | 40 | 0,25 | Caixas | 2 |
| Copinhos | 30 | 0,25 | Caixas | 1 |
| Bloco EPS | 10 | 2 | Empilhamento | 2 |
| Lixa | 5 | 1 | Caixas | 1 |
| Embalagem | 10 | 2 | Empilhamento | 2 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por fim, o produto acabado, a prancha *Softboard*, é armazenado em pé em uma área de estoque, ocupando uma área média de 2 m² (lembrando que são geradas 10 pranchas por dia útil, portanto a área de 2m² é estimada por dia útil - tendo como estoque máximo um mês de produção - 20 dias úteis). A Tabela 6 descreve o formato de armazenagem do produto acabado. A prancha de madeira é feita sob encomenda, sendo despachada no momento que é finalizada (ou, no máximo, no dia seguinte), ou é destinada à loja, não havendo necessidade de armazenamento dentro do espaço estudado.

Tabela 3 - Produto acabado

| Produto acabado | Quantidade | Área/produto (m²) | Forma de armazenamento | Área Ocupada (m²) |
|------------------------|-------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Prancha <i>Soft</i> | 10 | 2 | Em pé | 2 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3.4 Técnicas Aplicadas do SLP (Rota, Tempo e Suporte)

Diferentes técnicas são utilizadas durante a condução da aplicação do método SLP para a análise de rota e tempo do processo. Neste trabalho foram usadas: Carta de Processo, Diagrama de Afinidades, diagrama de inter-relações, carta de inter-relações de espaço, Cálculo de validação de Layout, mapofluxograma e Método De-Para, que serão definidos nas seções a seguir.

3.3.4.1 Carta de processo

A Carta de Processo traz uma análise a respeito do fluxo de materiais, de acordo com as diferentes possibilidades que ele pode ser submetido, como: moldagem, tratamento, montagem ou desmontagem; movimentação ou transporte; contagem, teste ou inspeção; à espera de alguma operação ou do resto do lote; estocado ou armazenado. Para sua preparação é interessante que seja feita uma preparação do esboço do processo de fabricação de cada um dos componentes e da sequência de montagem (IACONO, 2009).

Figura 9 - Simbologia da Carta de Processo

| Símbolo | Ação | Resultado da ação |
|---------|------------|--------------------|
| ○ | Operação | Fabrica ou executa |
| → | Transporte | Movimenta |
| □ | Inspeção | Verifica |
| ◐ | Espera | Interfere |
| ▽ | Armazena | Guarda |

Fonte: Iacono (2009, p. 238).

Para a sua aplicação e criação, são utilizadas as simbologias na carta de processo, e servem para facilitar o entendimento de um processo de produção.

Por exemplo, o símbolo de operação representa uma transformação (ou agregação de valor ao produto), o símbolo de transporte representa a movimentação do produto dentro da fábrica, o símbolo de inspeção indica inspeção de qualidade (ou

de qualquer natureza) nos produtos, o símbolo de espera mostra quando um produto aguarda um processo de fabricação (sem que seja armazenado) e o símbolo de armazenamento indica quando um produto (ou subproduto) é estocado (IACONO, 2009).

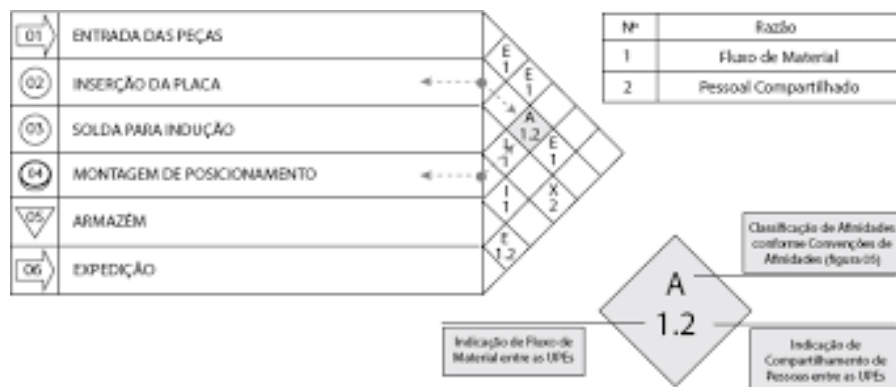
3.3.4.2 *Diagrama de afinidades ou interligações*

O Diagrama de Afinidades é uma técnica desenvolvida por Jiro Kawakita na década de 1960, utilizada na área de qualidade visando facilitar a análise e agrupamento de diferentes informações, conforme o grau de afinidades que estas apresentam entre si. Pode ser utilizado para organizar ideias criadas em um brainstorming, categorizar bancos de dados, analisar e agrupar opiniões de enquetes e formulários, entre outras possibilidades (VAZ, 2022).

É estruturado na forma de uma matriz triangular, em que se faz uma listagem em suas linhas de todos os elementos que ocuparão um espaço físico no layout a ser analisado. Já nas suas intersecções são registradas as afinidades entre as unidades de planejamento de espaço, conforme o grau de afinidade entre elas. O Diagrama de Afinidades não se limita apenas a dados do processo, podendo incluir outros tipos de afinidades, como comunicações, compartilhamento de equipamentos ou pessoal, entre outras possibilidades (NEUMANN, 2009).

A carta de interligações é uma maneira sistemática para definir as relações internas que as atividades de serviço têm entre si e integrar serviços de suporte de fluxo aos materiais. Por meio de uma matriz triangular, são demonstradas quais atividades devem ser colocadas próximas umas das outras e quais devem ser distantes. O grau de proximidade entre as atividades é estabelecido com base nos motivos para proximidade ou afastamento entre departamentos e áreas (BRITO; GOIS, 2015).

Figura 10 - Exemplo de carta de afinidade

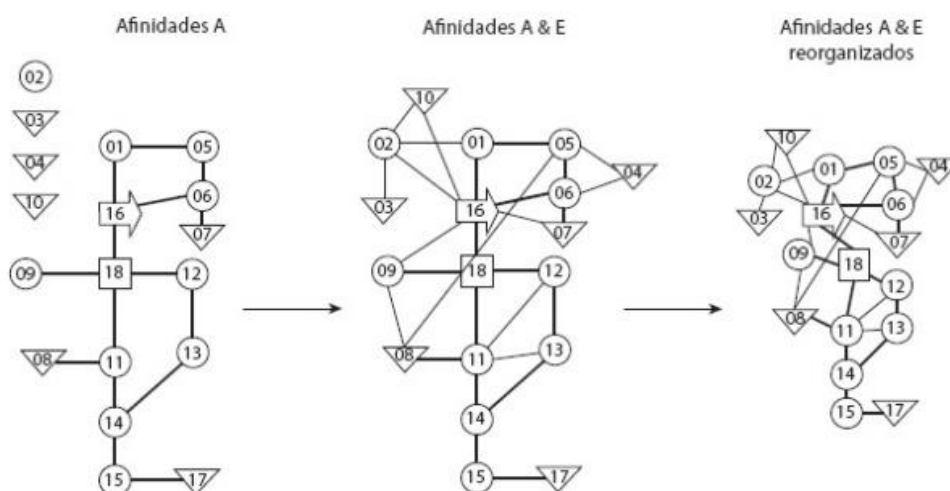


Fonte: Clovis (2002, p. 187).

3.3.4.3 Diagrama de Inter-Relações

O Diagrama de Inter-Relações é uma ferramenta que procura favorecer a representação das trajetórias realizadas em um processo, englobadas dentro de apenas um diagrama. Por meio do desenho do layout atual e as movimentações que ocorrem ao longo dos processos, alcança-se como resultado um aglomerado de trajetórias, que permite a observação dos locais em que ocorrem maiores fluxos de movimentação e seus cruzamentos (RAY, 1992), conforme mostra a figura 11.

Figura 11 - Exemplo de diagrama de inter-relações



Fonte: Neumann (2015, p. 550).

A partir dessas informações, torna-se mais fácil a organização do ambiente, de tal maneira que o fluxo seja linear com a eliminação ou redução de travessias/cruzamentos entre os fluxos de materiais. Gastineau (2009) afirma que o Diagrama de Inter-Relações se constitui como uma importante ferramenta para a visualização do fluxo de materiais, pessoas ou informações dentro de um processo. O quadro 4 traz uma explicação a respeito da forma como as linhas entre os setores são classificadas e desenhadas.

Quadro 4 - Simbologia do Diagrama de Inter-Relações

| Classificação | Inter-relação | Símbolo | Cor |
|---------------|--------------------------|---------|----------|
| A | Absolutamente necessária | ≡ | Vermelho |
| E | Muito Importante | ≡ | Amarelo |
| I | Importante | = | Verde |
| O | Pouco importante | - | Azul |
| U | Desprezível | | Nenhuma |
| X | Indesejável | ∞ | Marrom |

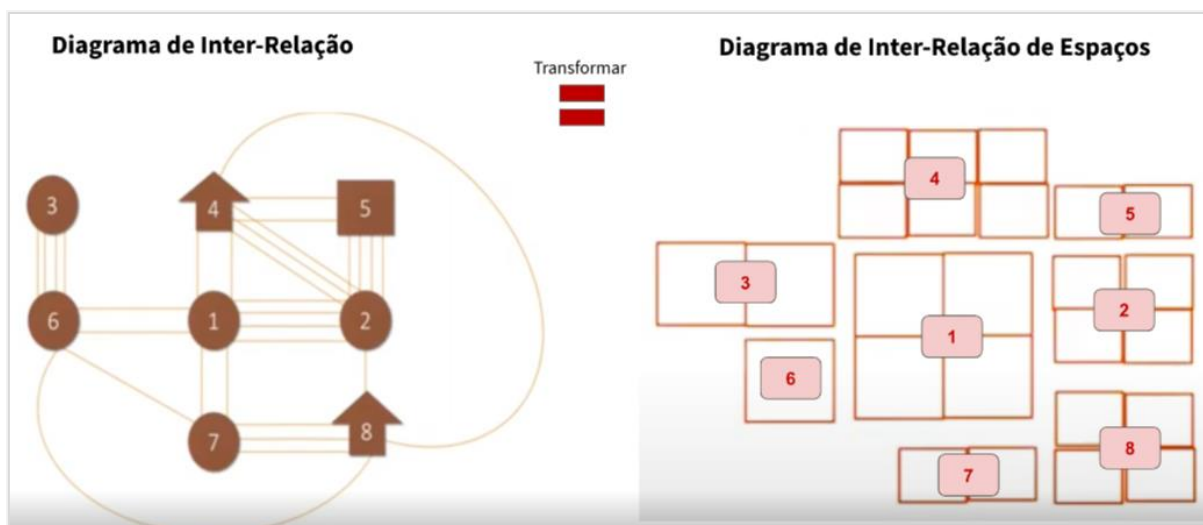
Fonte: Muther e Hales (1978, p. 85).

3.3.4.4 Carta de Inter-Relações de espaço

Por meio do Diagrama de Inter-Relações do Espaço, o engenheiro ou projetista realiza a integração do mapeamento do fluxo de materiais com a avaliação das interligações preferenciais, considerando o espaço necessário e/ou disponível, determinando o espaço necessário para alocação de máquinas e equipamentos. Nele o Diagrama de Inter-Relações é transformado em blocos de áreas, com a aplicação das áreas calculadas para estes (NEUMANN, 2009).

No caso é desenhado um diagrama em blocos utilizando as áreas previamente calculadas (conforme as necessidades de maquinário - exemplo mostrado na figura 12).

Figura 12 - Diagrama de Inter-relações de Espaços



Fonte: Murther (2015 p. 219).

3.3.4.4.1 Cálculo de validação de layout

Para Neumann (2009), o Cálculo de Validação do Layout é feito por uma avaliação das proximidades entre os departamentos (adjacências), que terão suas pontuações atribuídas somadas para a realização do cálculo. Em posse da pontuação total, cenário ideal baseado no Diagrama de Inter-Relações, e pontuação percebida, cenário real trazido pela Carta de Inter-Relações de Espaço, o engenheiro/projetista é capaz de calcular a relação existente entre essas pontuações (VAZ, 2022). Como essa relação é calculada está na equação 1.

$$RA = \frac{\textit{Percebida}}{\textit{Total}}$$

Essa relação é chamada de Razão de Adjacência (RA), sendo um importante parâmetro para a validação do layout escolhido. Para a realização do cálculo das pontuações das adjacências, os valores das linhas são convencionados, analisados e somados com base no que foi definido anteriormente no Diagrama de Inter-Relações e Carta de Inter-Relações de Espaços, desconsiderando nesta os valores não condizentes com os apresentados no Diagrama de Inter-Relações (VAZ, 2022).

Murther (1978) considera ideal uma razão de adjacência (RA) de 85%, caso o valor seja inferior a 85% é necessário fazer uma nova diagramação (por exemplo um De-Pára, análise de distância) para que o layout fique de acordo com os padrões desenvolvidos pelo criador do método SLP - Murther.

3.3.4.4.2 Método Numérico para cálculo de corredores

O método numérico consiste na divisão do espaço baseado nos elementos que o compõem. Cada elemento (equipamento, máquina) consiste em uma área projetada no solo, chamada de superfície projetada (S_p) - equivalente a uma visão “de cima” do equipamento -, um comprimento para operação, conhecido como superfície de operação (S_o) - que é a área estritamente necessária para a operação segura do maquinário -, a superfície de circulação (S_c) - necessária para o fluxo de funcionários, produtos e equipamentos - e ainda o espaço relativo aos corredores, destinados ao trânsito daquilo não essencial para a produção. Para tanto, toma-se a aresta viva, que é o lado ou dimensão produtiva de um equipamento, ou seja, o lado efetivamente utilizado pelo trabalhador no processo de produção. Essas grandezas permitem dimensionar a configuração ótima do arranjo físico e do layout. A título de exemplo, pode-se mencionar que um corredor deve ter largura mínima de 0,6 metros, mas esta largura irá variar de acordo com as necessidades do processo produtivo. Assim, essas grandezas irão balizar a produção e permitem mensurar a qualidade do arranjo (ROCHA, 2011).

O cálculo das áreas necessárias para cada centro de trabalho pode ser feito da seguinte forma, conforme explica o autor Rocha (2011):

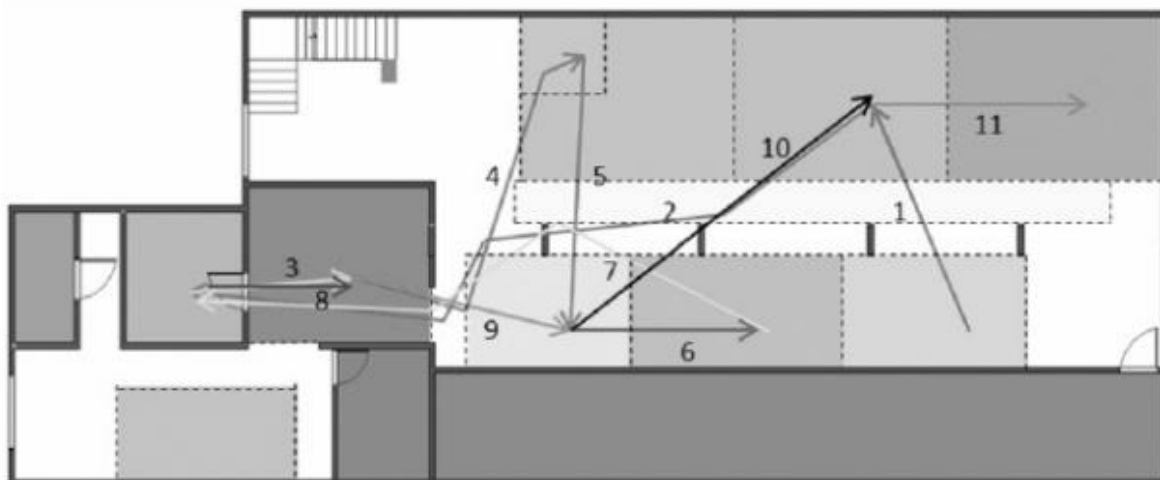
- a) Aresta viva: É o lado que o trabalhador opera a máquina. Por exemplo, a aresta viva de uma máquina de uma bancada para prancha de surf são todas as quatro arestas, pois o operador utiliza todos os lados para manusear a prancha.
- b) Superfície ou área projetada (S_p): Corresponde a área física do equipamento, (visão do equipamento visto de cima). Suas dimensões correspondem às dimensões máximas da máquina vista de uma perspectiva superior.

- c) Superfície ou área de operação (S_o): É calculada utilizando 100% das dimensões de cada aresta viva da máquina multiplicada pela metade da aresta não viva ou considerando-se uma faixa mínima de 0,5 m, quando o comprimento da aresta não viva for pequeno demais e uma faixa máxima de 2 metros, quando a dimensão da aresta não viva for grande demais.
- d) Superfície ou área de circulação (S_c): É calculada com 50% da soma da área projetada com a área de operação, respeitando se um limite máximo de 3 metros.
- e) Corredores de passagem: Áreas destinadas à circulação de pessoas que não estão ligadas ao processo produtivo diretamente (operadores e não operadores das máquinas). Um corredor de passagem deve ter largura mínima de 0,6 metros. Porém caso tenha portas de outros setores que avancem para a área de corredor essa largura mínima passa para 1,2 metros. Há de se considerar também os equipamentos utilizados para movimentação de materiais da fábrica, caso por exemplo seja necessário carrinhos transportadores para movimentar o material, esse corredor deve ser recalculado para tal movimentação.

3.3.4.5 Mapofluxograma

O mapofluxograma é uma ferramenta que traz uma representação da movimentação física de um ou vários itens ao longo dos centros de processamento existentes no layout de uma determinada instalação produtiva, de acordo com uma sequência de rotina fixa. Machado et al. (2013) afirmam que o mapofluxograma é obtido através do desenho da planta da organização, considerando o caminho percorrido pelos produtos, com base nas informações do Diagrama de Processos. Linhas gráficas são utilizadas para representar a trajetória ou rota dos itens (produtos, materiais, pessoas etc.), indicando o sentido de movimento na planta baixa em escala da instalação em questão.

Figura 13 - Exemplo de mapofluxograma



Fonte: Neumann (2015, p. 539).

3.3.4.6 Método de-para

Ferramenta utilizada para a minimização dos custos de transportes entre departamentos, como se verifica em layouts funcionais que apresentam uma grande variedade de produtos. As Cartas De-Para, também denominadas como Cartas From-To, se organizam em forma de matrizes, em que a primeira linha apresenta o mesmo conteúdo da primeira coluna, sendo que o cruzamento entre linhas e colunas representa o local de registro dos produtos que circulam de um local (“de”) para o outro (“para”). Para uma maior efetividade em sua análise, é fundamental que sejam tomados como base o número de produtos que passam de um local para outro, através da definição da intensidade de fluxo entre as operações (NEUMANN, 2009).

Figura 14 - Exemplo de carta De-para

| De \ Para | 1 Cortar | 2 Centrar | 3 Tornear | 4 Mandrilar | 5 Fresar | 6 Retificar | 7 Tratamento térmico |
|----------------------|----------|-----------|-----------|-------------|----------|-------------|----------------------|
| 1 Cortar | - | ABC | | | E | | |
| 2 Centrar | | - | BD | C | A | | |
| 3 Tornear | | | - | B | | D | C |
| 4 Mandrilar | | | C | - | | | B |
| 5 Fresar | | | | | - | A | E |
| 6 Retificar | | | | | | - | D |
| 7 Tratamento térmico | | | | | | | - |

Fonte: Clovis (2009, p. 540).

3.4 SOFTWARE FACTORY DESIGN

Segundo a Autodesk, o *Factory Design Utilities* é a combinação de quatro softwares do Autodesk (*Process Analysis*, *AutoCAD*, *Inventor* e *Navisworks*), para realizar o desenho do layout de uma fábrica. Essa ferramenta garante ao seu utilizador a possibilidade de realizar o desenvolvimento conceitual da distribuição e fluxos do sistema, visando facilitar a análise de gargalos antes da elaboração de desenhos; facilita o processo de tomada de decisão com a criação do protótipo digital; integra a distribuição 2D com modelos 3D dos equipamentos da fábrica; adicionar inteligência do desenho de fábrica dos desenhos DWG do banco de dados do *AutoCAD Factory*; visualização 3D mediante o recorrido e o voo sobre a planta e sincronização permanente do layout dos programas que integram este pacote (VAZ, 2022).

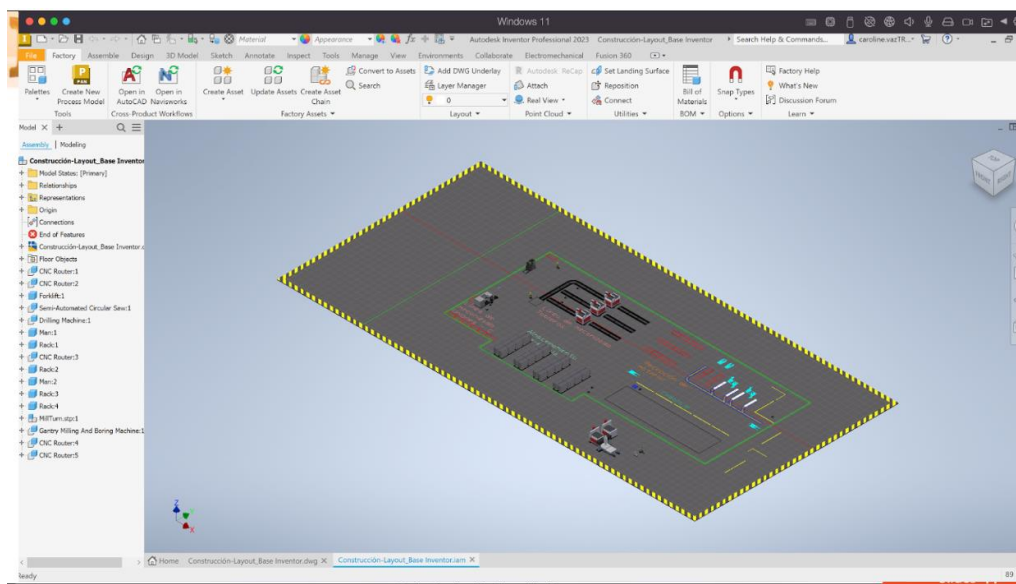
O *AutoCAD* traz a possibilidade de desenvolvimento de desenhos de linha de produção com a substituição das geometrias CAD 2D em equivalentes 3D, na geometria em que se orienta em qualquer projeção tridimensional, que estão presentes em uma biblioteca do software denominada “assets”. O programa permite a edição das diferentes estações de trabalho para otimização dos processos de transporte e transformação; favorece a comunicação bidirecional que permite o

usuário trabalhar com um layout 2D sincronizado com o modelo 3D e garante a utilização das bibliotecas de “assets” para povoamento do desenho das linhas de produção com geometrias inteligentes (VAZ, 2022).

O Inventor é um programa que traz ferramentas que permitem ao usuário uma maneira especial para a manipulação da montagem da linha de produção, considerando os maquinários, operadores, entre outros elementos. Esse software também tem a possibilidade de utilizar a biblioteca de “assets”, que já vem incluída dentro de sua instalação ou importação de novos modelos baixados na Internet (VAZ, 2022).

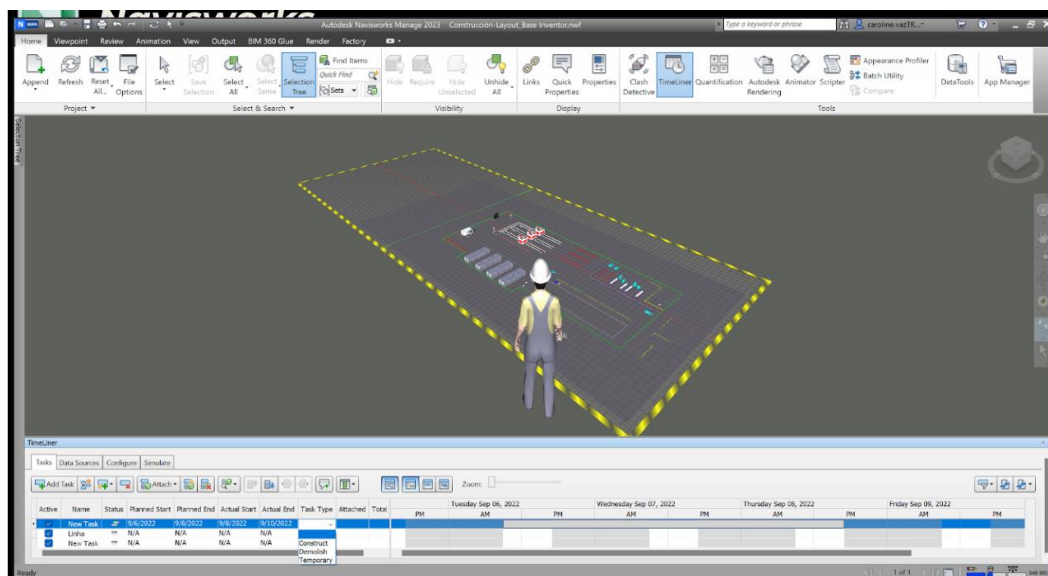
Já o Navisworks é um programa que favorece a fusão de modelos CAD de diferentes fontes, tais como AutoCAD, Revit, nuvem de pontos entre outros, de forma a propiciar a visualização de projetos completos interdisciplinares. Suas utilidades envolvem uma faixa completa na interface do aplicativo para o gerenciamento do piso do usuário e conexão com nuvens de pontos provenientes do Recap, outro software desenvolvido pela Autodesk para processar previamente nuvem de pontos (VAZ, 2022).

Figura 15 - Página do Software Inventor



Fonte: Autodesk (2022).

Figura 16 - Exemplo de página do software Navisworks



Fonte: Autodesk (2022).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo será apresentado em três momentos: i) o primeiro que traz análise da situação atual da empresa; ii) segundo, mostrando a análise da situação futura e; iii) e por fim, o terceiro com a proposta de alternativa futura de arranjo físico para a empresa.

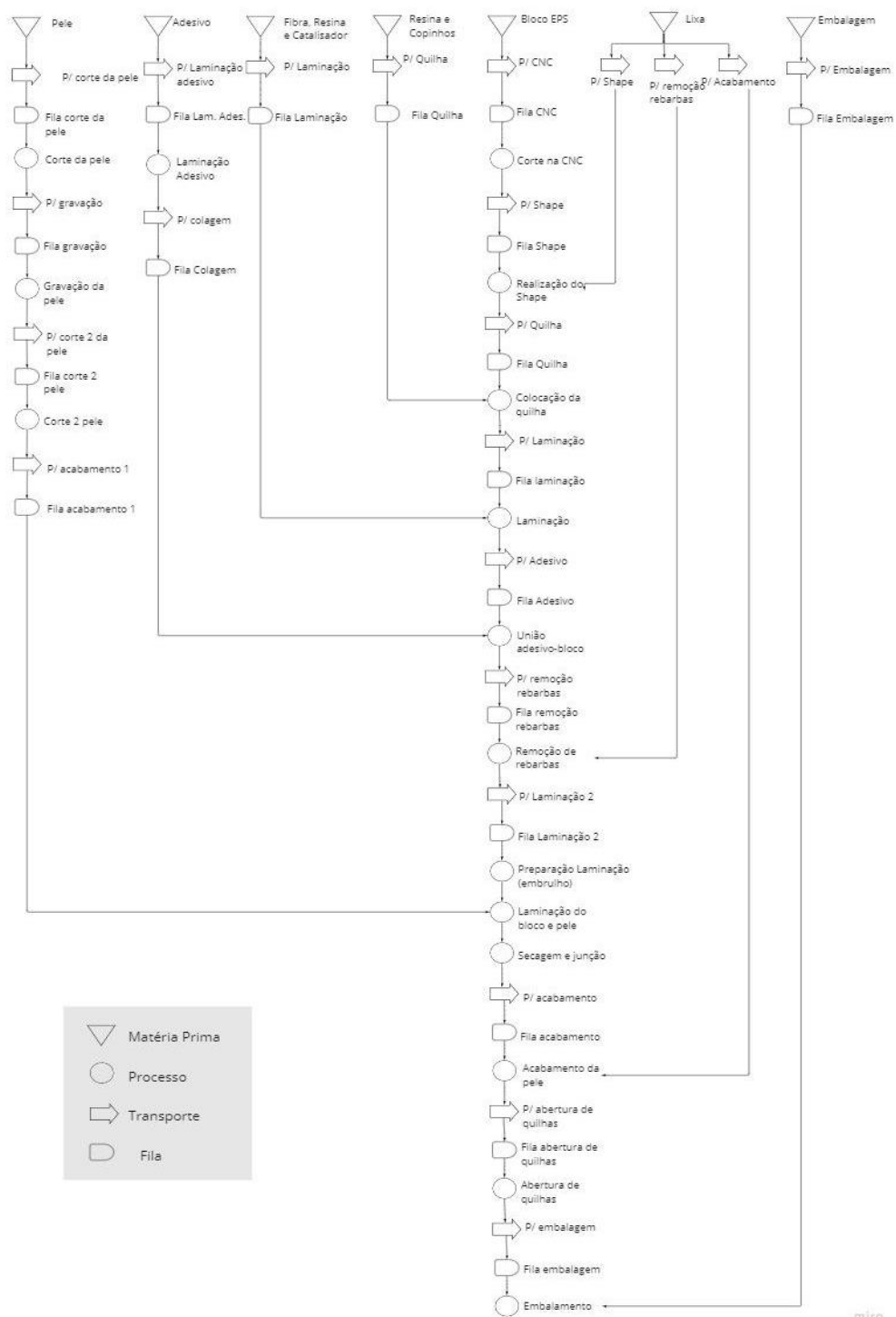
4.1 ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL

Para análise da situação atual, o pesquisador durante o estágio na empresa coletou os dados para a pesquisa, nos meses de setembro, outubro e novembro de 2022, os quais serão descritos e detalhados com mais ênfases nas e nas seções a seguir:

4.1.1 Carta de Processos

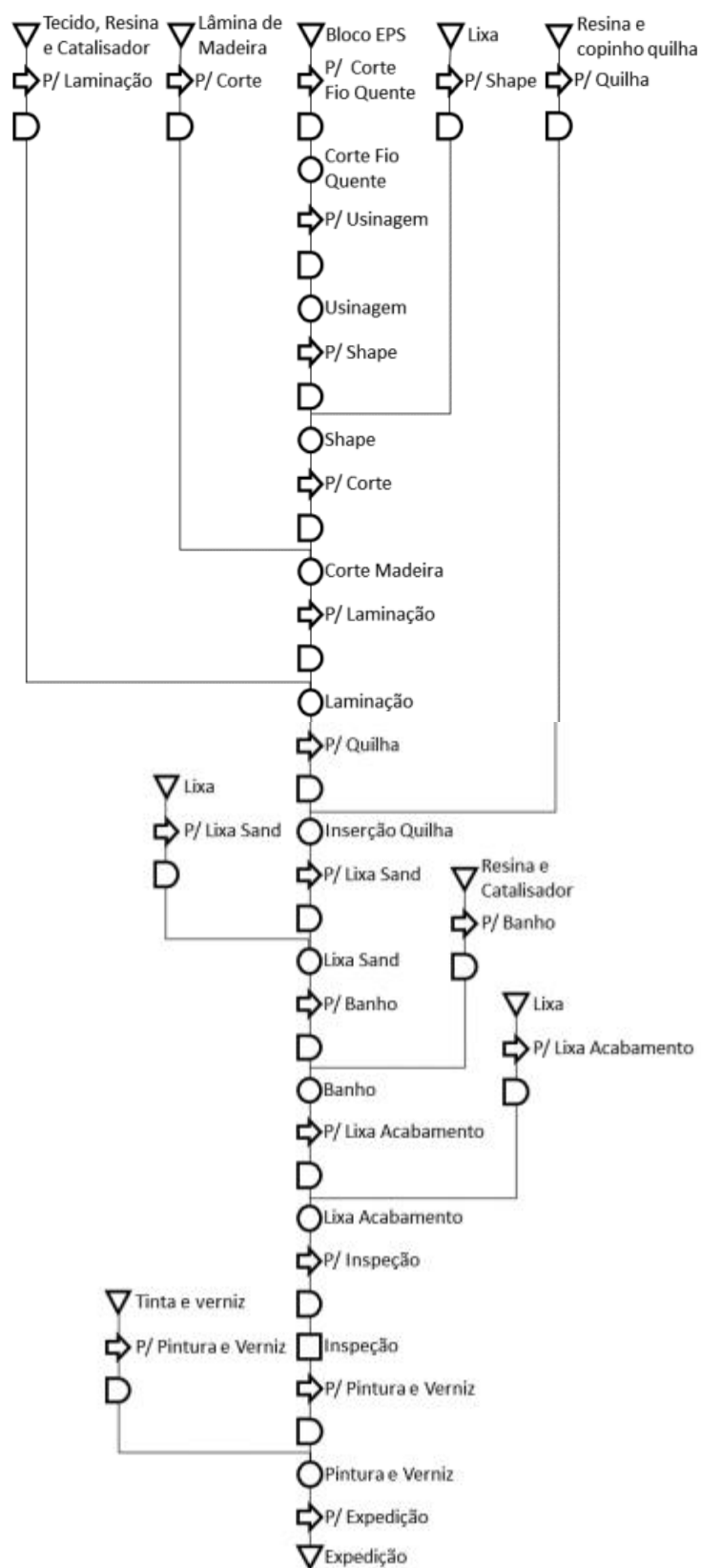
Inicialmente, desenvolveu-se a Carta de Processos através das etapas de transformação que os diferentes materiais devem passar até ser concluído o produto final. As matérias primas analisadas foram levantadas no capítulo 3.3.3 e consistem em: pele, madeira, adesivo, fibra, resina, catalisador, copinhos, bloco de EPS, lixa e embalagem. Lembrando que a linha é compartilhada, onde são desenvolvidos dois principais tipos de prancha, a de madeira convencional e a *Softboard*. A Carta de Processos de cada uma das pranchas pode ser vista nas Figuras 17 e 18.

Figura 17 - Carta de processos prancha Softboard



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 18 - Carta de processos prancha de madeira

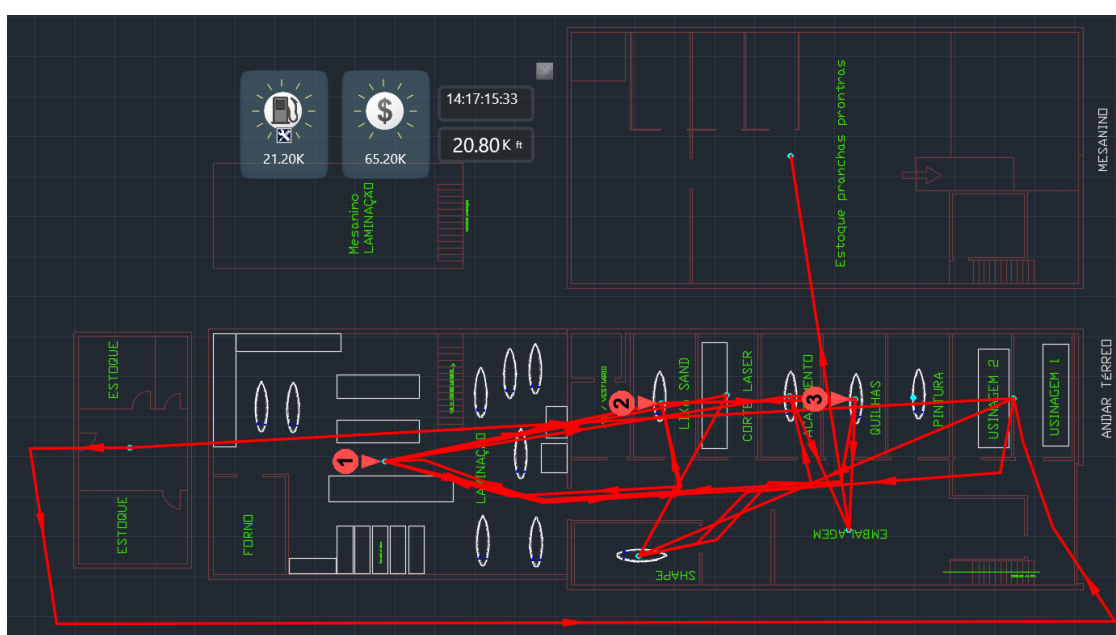


Fonte: Adaptado dos Arquivos da empresa.

4.1.2 Mapofluxograma

Como verificado na seção 3.3.4.5, o mapofluxograma representa a movimentação física do fluxo de material entre os setores da fábrica. Como foi feito uma análise de uma fábrica já existente e em funcionamento, foi desenhado a planta baixa da fábrica (no Autocad) e linkado o fluxo de material no Autocad Architecture, representado na figura 19:

Figura 19 - Mapofluxograma da fábrica atual



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na representação da figura 19, pode-se observar que todos os deslocamentos possuem algum quesito para melhoria, pois as setas vermelhas do mapa indicam que (ou existem deslocamentos longos sem a existência de operações; cruzamento de fluxos e/ou idas e voltas excessivas). Os pontos 1, 2 e 3, mostram onde tem os maiores problemas de layout (em ordem decrescente). A laminação (1), pois é o maior concentrador de operações, sendo muito distante do estoque, e o setor de Lixa sand (2) e quilhas (3), por estarem mal posicionados, necessitando fazer um deslocamento desnecessário (passando por outros setores). Outro grande erro nítido é a distância percorrida do estoque de matéria prima até os outros setores da fábrica, sendo necessário contornar toda a fábrica. O que gasta grande quantidade de tempo no deslocamento.

Desta forma, foi aplicado o método SLP, revendo o posicionamento do maquinário, bem como a organização dos setores dentro da fábrica.

4.2 ANÁLISE DA SITUAÇÃO FUTURA

Com as áreas necessárias pelo maquinário (tabela 4), matéria prima (tabela 5) e estoque acabado (tabela 6) calculadas e os setores definidos, foi aplicado então a metodologia SLP, explicada na seção 3 (figura 6), para se ter a criação da primeira alternativa do arranjo físico de bloco.

4.2.1 Definição e Criação do Tipo de Layout

Para a empresa investigada o tipo de Layout aplicado é o arranjo físico contínuo e o fluxo em forma de linha.

4.2.1.1 Diagrama de relações

Para a definição do layout, primeiramente é necessário entender como os diferentes departamentos se relacionam. Para tal, modelou-se o Diagrama de Relações entre os diferentes setores avaliando a necessidade de proximidade entre eles, seguindo o quadro 5 abaixo.

Quadro 5 - Relações de proximidade para as relações

| Valor | Proximidade |
|-------|--------------------------|
| A | Absolutamente necessário |
| E | Especialmente necessário |
| I | Importante |
| O | Pouco importante |
| U | Sem importância |
| X | Indesejável |

Fonte: VAZ (2022).

Por se tratar de uma linha de produção, o fluxo entre os setores será praticamente o mesmo, tendo frequência constante de fluxo de material (e de praticamente mesma intensidade), sendo mais relevante examinar a ordem sequencial no processo produtivo e assim foi determinada a relação de necessidade de proximidade entre os departamentos conforme o quadro 6.

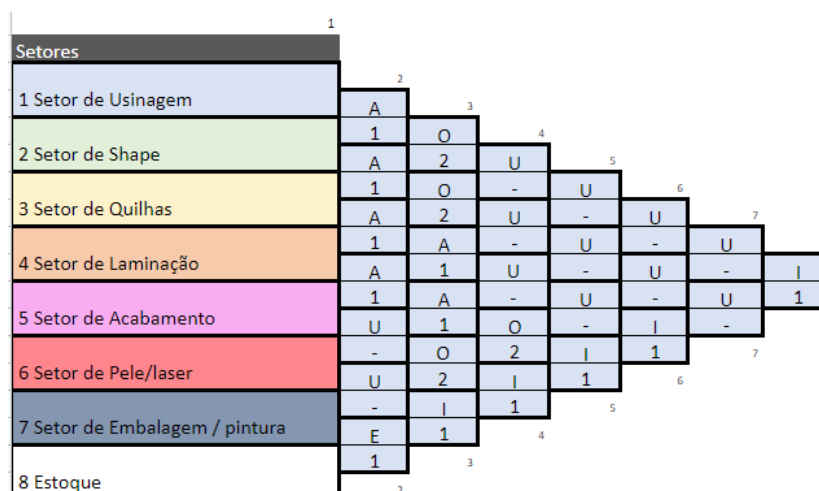
Quadro 6 - Motivação para definição das relações

| Código | Razão (Relações) |
|--------|---|
| 1 | Fluxo de material diretamente |
| 2 | Fluxo de material indireto por 1 nível |
| 3 | Fluxo de material indireto por 2 níveis |
| 4 | Fluxo de material indireto por 3 ou mais níveis |

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Os códigos indicam a relação sequencial do fluxo de material entre os setores, sendo assim, todos os pares de setores, que envolvem processos sequenciais recebem o código 1, já que possuem uma relação direta na seqüência do fluxo de material, enquanto para os demais casos, os processos possuem um, ou mais, setores intercalados. O resultado dessa análise é apresentado na Figura 20 e Tabela 4.

Figura 20 - Diagrama de Relações



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Tabela 4 - Valores de proximidade

| Valor de Proximidade | | | |
|----------------------|--------------------------|---------------|-------------|
| Valor | Proximidades | N. de Classes | Porcentagem |
| A | Absolutamente necessário | 6 | 23,08% |
| E | Especialmente importante | 1 | 3,85% |
| I | Importante | 5 | 19,23% |
| O | Proximadamente normal | 3 | 11,54% |
| U | Sem importância | 11 | 42,31% |
| X | Não desejável | 0 | 0,00% |
| Total | $(N^* (N-1))/2$ | 26 | |

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Pode-se notar que a porcentagem classificada como sem importância, corresponde a 42,31%, o que vai de encontro com o esperado pelo arranjo da fábrica. Pois se trata de uma linha de produção sequencial, onde se é absolutamente necessário ter cada setor ao lado do subsequente no processo (de acordo com a carta de processos), porém os outros setores não possuem importância de proximidade (sendo apenas relacionados com seu vizinho de processo).

De acordo com o observado na empresa (e o diagrama de processos), setor estoque é o único que deve estar relativamente próximo de todos os outros setores por ser necessário um abastecimento diário de materiais auxiliares para cada setor.

4.2.1.2 Diagrama de afinidades

O Diagrama de Afinidades serve como complemento para o Diagrama de Relações, nele é possível colocar fatores das relações humanas do processo, sendo que o de relações apresenta um foco quase que integral para as relações de materiais.

A metodologia de preenchimento do diagrama é análoga, variando a escala de preenchimento e a motivação pela qual é julgado importante a relação de proximidade. Para a produção de pranchas de surfe foi definido abaixo:

Tabela 5 - Razões de afinidades

| Código | Razão (Afinidades) |
|---------------------|---|
| 1 - Absoluta | Utilização de mesmo pessoal e tarefas sequenciais |
| 2 - Excepcional | Utilização de mesmo pessoal |
| 3 - Importante | Utilização da mesma estrutura interna |
| 4 - Sem Importância | Sem relação |
| -1 - Isolamento | Necessidade de EPI e perigo de toxicidade |

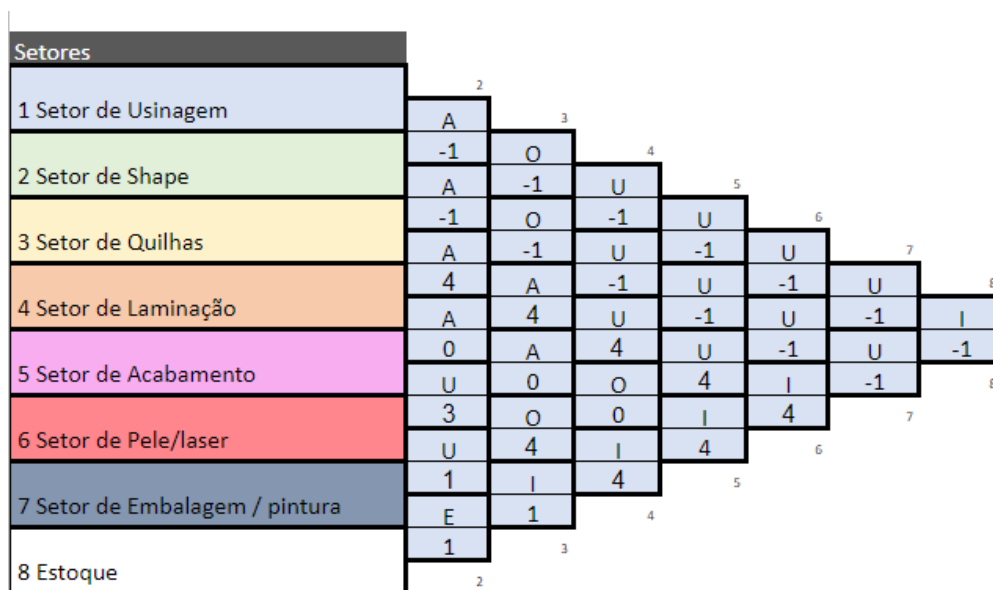
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A utilização dessas relações de afinidades foi feita através da necessidade de alguns ambientes (setor de acabamento, shape e usinagem) apresentarem demanda do uso de EPI específicos por terem uma poeira tóxica decorrente da usinagem do bloco de EPS. Outro motivo é a necessidade de ambiente com a umidade e temperatura controladas (quilhas e laminação), que quando superdimensionados encarecem demasiadamente os custos indiretos do produto, sendo assim não há interesse algum em ter processos alocados a esse ambiente que não exijam essa necessidade.

Foi determinado que, a utilização de mesmo pessoal em conjunto com tarefas sequenciais, corresponde a maior razão para a priorização da proximidade entre os setores, e por isso foi atribuído o código 1 – Absoluta. Nos casos em que existe apenas a utilização do mesmo pessoal, foi atribuído o código 2 - Excepcional. Para o terceiro código, foi definido que apenas a necessidade de utilização da mesma estrutura interna seria suficiente.

Conforme mencionado anteriormente, a necessidade da utilização de EPI exige um cuidado maior quanto ao posicionamento do setor em questão, sendo assim, foi utilizado o código 1 - Isolamento. Com base nessas análises foi realizado o diagrama de afinidades, que pode ser visto abaixo.

Figura 21 - Diagrama de Afinidades



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

4.2.1.3 Diagrama de inter-relações

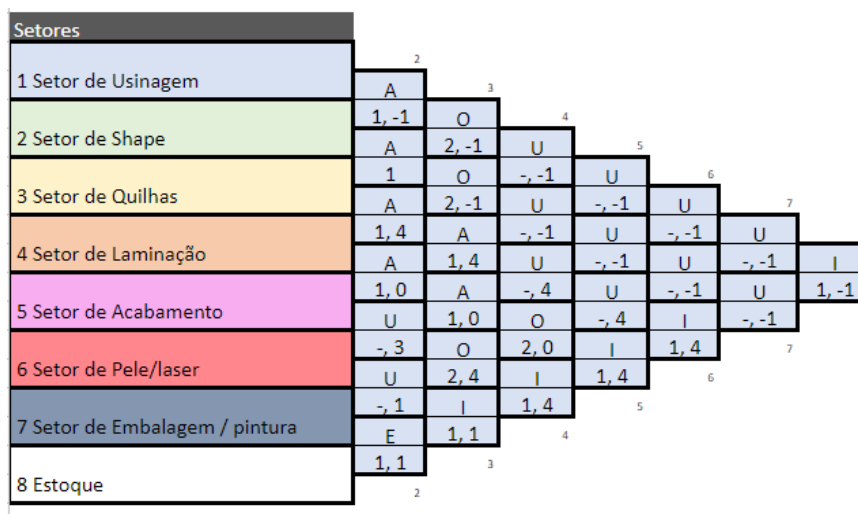
Através do Diagrama de Afinidades e do Diagrama de Relações pode-se desenvolver a tabela com as motivações conjuntas abaixo. Essa tabela serviu como base para a definição do Diagrama de Inter-Relações, que pode ser considerado como uma base para o layout do projeto. As motivações compostas pelas tabelas de relações e de afinidades foram transcritas no quadro 7. O intuito foi conseguir definir um nível de proximidade utilizando como base diferentes motivações.

Quadro 7 - Motivações Conjuntas

| RESULTADO CONSIDERANDO PESSOAS E MATERIAIS | |
|--|---|
| Código | Relação entre setores |
| 1,1 | Precisa estar conectado (parede com parede) |
| X1 e 1,X | Prioritariamente conectado |
| 2,X ou X,2 | Próximo (pode ter 1 setor no meio) |
| Demais | Sem necessidade de estar conectado |

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Figura 22 - Diagrama com motivações conjuntas



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

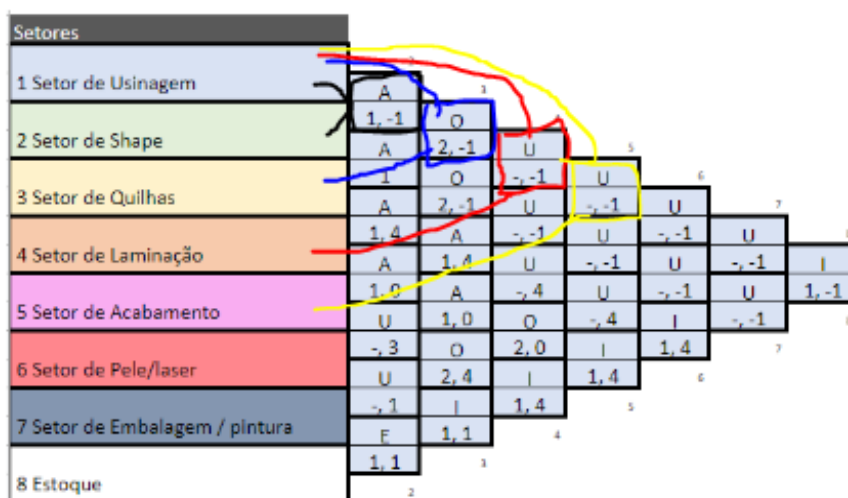
Através desses diagramas e da forma como os departamentos se comunicam foi desenvolvido o Diagrama de Inter-Relações do projeto. Para facilitar a visualização (e servir de base para o primeiro esboço do layout da fábrica), foi então desenhado o diagrama de inter-relações, tomando como base o diagrama com motivações conjuntas (figura 22) e o quadro 8 com as cores dos diagramas.

Quadro 8 – Simbologia do Diagrama de Inter-Relações

| Classificação | Inter-relação | Símbolo | Cor |
|---------------|--------------------------|---------|----------|
| A | Absolutamente necessária | ≡ | Vermelho |
| E | Muito Importante | ≡ | Amarelo |
| I | Importante | = | Verde |
| O | Pouco importante | - | Azul |
| U | Desprezível | | Nenhuma |
| X | Indesejável | ⊞ | Marrom |

Fonte: Muther e Hales (1978, p. 85).

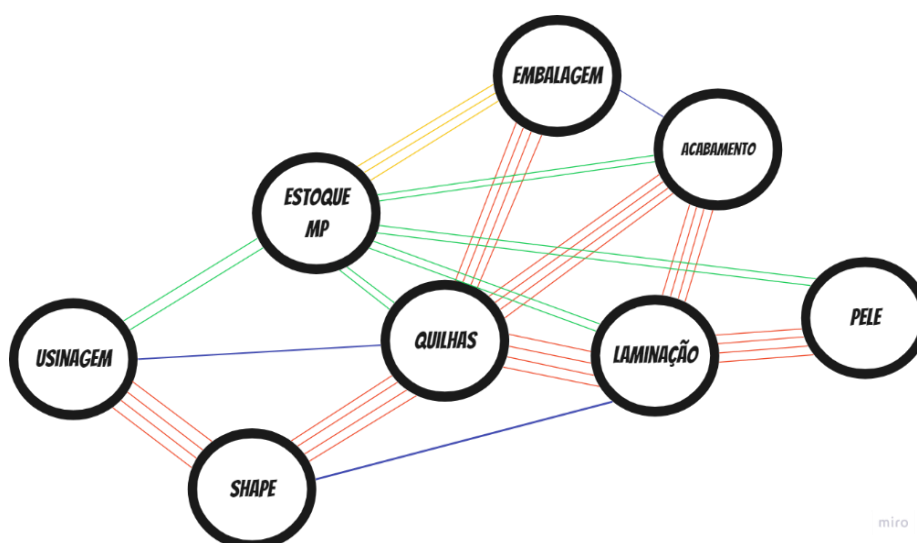
Figura 23 - Como visualizar o Diagrama de afinidades



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

As proximidades se deram pelo fluxo de material (representado pelas letras) e pelas necessidades de proximidade humana (como fluxo de material e necessidade de controle de temperatura) representadas pelos números. É desenhado o primeiro setor (ex. setor 1 - Usinagem) e se é representado graficamente através de linhas e cores (de acordo com tabela 7) sua relação com cada um (visualização em setores - como mostrado na figura 23) em cada um dos setores, resultando no diagrama de Inter-Relações (figura 24).

Figura 24 - Diagrama de Inter-Relações

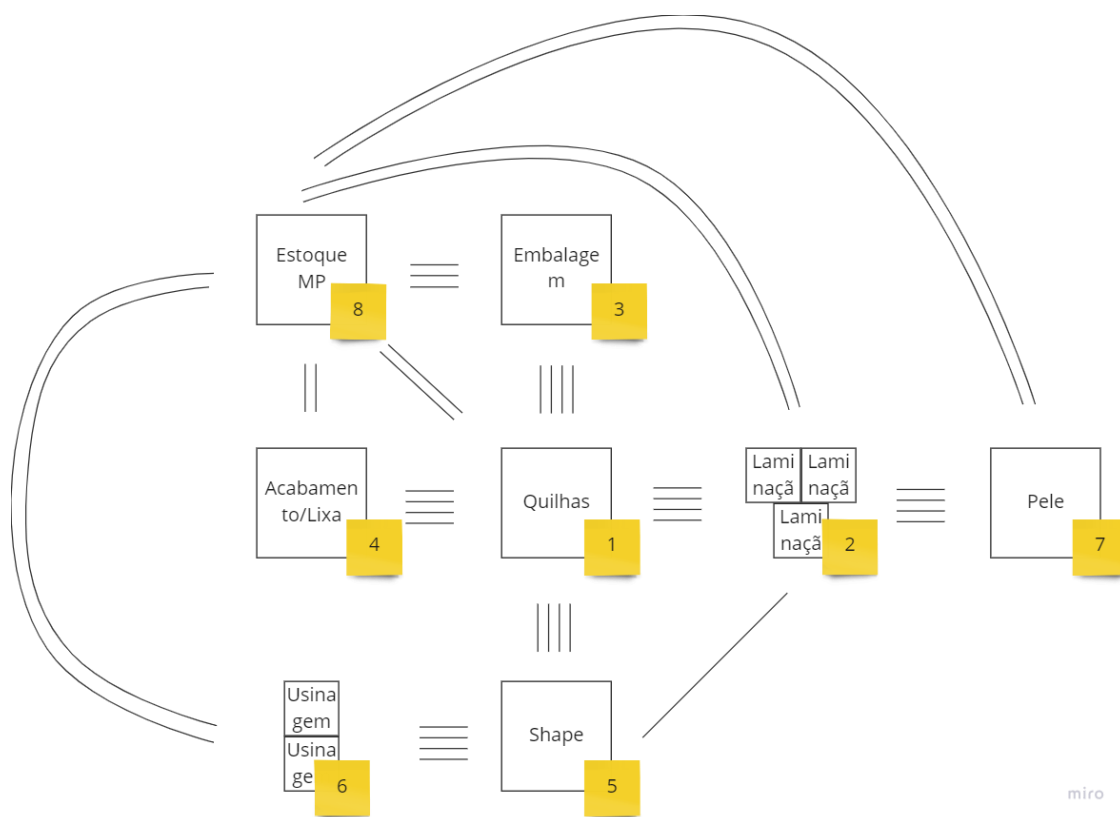


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

4.2.1.4 Diagrama de Inter-relação de Espaço

Através do Diagrama de Inter-Relações desenvolvido no item anterior (figura 24), foi desenvolvido o seguinte Diagrama Inter-Relação de Espaços, que permite evidenciar a interligação entre os setores. A figura 25 evidencia as relações de adjacência entre os setores, fornecendo um primeiro possível layout da fábrica (sem levar em consideração as áreas necessárias para cada setor).

Figura 25 - Diagrama de Inter-Relação de Espaços



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Após feito o diagrama de inter-relações de espaços é necessário reajustar o desenho de cada setor de acordo com as áreas explicadas na seção 3.3.3. O que são realizadas nas seções a seguir.

4.2.1.4.1 Dimensionamento das estações de trabalho, corredores e áreas de segurança

Com a definição dos espaços ocupados por cada um dos itens que irão compor as estações de trabalho e os setores, neste item é feito o dimensionamento dos postos de trabalho, dos corredores principais e secundários, de acordo com a teoria vista na seção 3.3.4.4.2, além de espaços de segurança contra incêndios e explosões.

Um ponto a ser considerado para o presente trabalho, é que a área construída é limitada fisicamente pelo trabalho ser uma adaptação do layout de uma empresa real, portanto a relação entre a teoria e prática pode passar por algumas adaptações.

4.2.1.4.2 Dimensionamento das estações de trabalhos e corredores

Com as áreas de cada meio produtivo definidas, foram consideradas as arestas vivas de cada um deles, ou seja, a aresta onde o operador executa sua tarefa. Para isso foi considerada a aresta viva de menor valor, pois esta faria parte dos cálculos na sequência.

Tabela 6 - Dimensionamento dos setores pelo método numérico

| Meios Produtivos | Setor | Quantidade | Largura (m) | Comprimento (m) | Aresta viva (m) | Sp (m) | So (m) | Sc (m) | Corredor (m) | Total por Unidade (m) |
|-------------------------------|---|------------|-------------|-----------------|-----------------|--------|--------|--------|--------------|-----------------------|
| Torno CNC | Usinagem | 2 | 1,00 | 3,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,2 | 4,20 |
| Cavaletes para prancha | Laminação; pintura; quilhas; acabamento; corte laser; lixa; shape | 16 | 0,60 | 1,80 | 0,60 | 1,80 | 1,00 | 1,40 | 1,2 | 5,40 |
| Bancada de trabalho (pequeno) | Laminação | 6 | 1,84 | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 1,00 | 0,81 | 1,2 | 3,62 |
| Bancada de trabalho (média) | Laminação; embalagem | 3 | 3,12 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 1,00 | 0,96 | 1,2 | 4,07 |
| Bancada de trabalho (grande) | Laminação | 3 | 4,41 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 1,00 | 0,95 | 1,2 | 4,05 |
| Forno | Laminação | 1 | 3,83 | 2,82 | 2,82 | 2,82 | 1,41 | 2,12 | 1,2 | 7,55 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Através dessa distribuição de meios produtivos entre os setores, dimensionou-se os espaços necessários para cada setor.

Tabela 7 - Dimensionamento dos setores através dos equipamentos

| 1 | | Quilhas | | | | | | | | |
|-------------------------------|------------|-----------------|-----------------|----------------------|-------------|--------|--------|--------------|--------|-------------------------------------|
| Equipamentos | Quantidade | Largura (m) | Comprimento (m) | Sp (m ²) | Aresta viva | So (m) | Sc (m) | Corredor (m) | Ltotal | Área Total Mínima (m ²) |
| Cavaletes para prancha | 1 | 10,00 | 0,60 | 1,80 | 0,60 | 1,80 | 1,00 | 1 | 1,40 | 2,52 |
| 2 | | Laminação | | | | | | | | |
| Equipamentos | Quantidade | Largura (m) | Comprimento (m) | Sp (m ²) | Aresta viva | So (m) | Sc (m) | Corredor (m) | Ltotal | Área Total Mínima (m ²) |
| Cavaletes para prancha | 10 | 10,00 | 0,60 | 1,80 | 0,60 | 1,80 | 1,00 | | 1,40 | 25,20 |
| Bancada de trabalho (pequeno) | 6 | 6,00 | 1,84 | 0,61 | 1,84 | 0,61 | 1,00 | | 0,81 | 26,66 |
| Bancada de trabalho (média) | 2 | 3,00 | 3,12 | 0,91 | 3,12 | 0,91 | 1,56 | | 1,24 | 23,12 |
| Bancada de trabalho (grande) | 3 | 3,00 | 4,41 | 0,90 | 4,41 | 0,90 | 2,00 | | 1,55 | 61,62 |
| Forno | 1 | 1,00 | 3,83 | 2,82 | 2,82 | 3,83 | 1,41 | | 2,62 | 22,17 |
| TOTAL | | | | | | | | | | 158,76 |
| 3 | | Embalagem | | | | | | | | |
| Equipamentos | Quantidade | Largura (m) | Comprimento (m) | Sp (m ²) | Aresta viva | So (m) | Sc (m) | Corredor (m) | Ltotal | Área Total Mínima (m ²) |
| Bancada de trabalho (média) | 1 | 3,00 | 3,12 | 0,91 | 3,12 | 0,91 | 1,56 | | 1,24 | 11,56 |
| 4 | | Acabamento/lixa | | | | | | | | |
| Equipamentos | Quantidade | Largura (m) | Comprimento (m) | Sp (m ²) | Aresta viva | So (m) | Sc (m) | Corredor (m) | Ltotal | Área Total Mínima (m ²) |
| Bancada de trabalho (grande) | 3 | 3,00 | 4,41 | 0,90 | 4,41 | 0,90 | 2,00 | | 1,55 | 61,62 |
| 5 | | Shape | | | | | | | | |
| Equipamentos | Quantidade | Largura (m) | Comprimento (m) | Sp (m ²) | Aresta viva | So (m) | Sc (m) | Corredor (m) | Ltotal | Área Total Mínima (m ²) |
| Cavaletes para prancha | 1 | 10,00 | 0,60 | 1,80 | 0,60 | 1,80 | 1,00 | | 1,40 | 2,52 |
| 6 | | Corte Laser | | | | | | | | |
| Equipamentos | Quantidade | Largura (m) | Comprimento (m) | Sp (m ²) | Aresta viva | So (m) | Sc (m) | Corredor (m) | Ltotal | Área Total Mínima (m ²) |
| Corte a laser | 1 | 1,00 | 0,65 | 1,98 | 0,65 | 1,98 | 1,00 | | 1,49 | 2,91 |
| 7 | | Estoque | | | | | | | | |
| Equipamentos | Quantidade | Largura (m) | Comprimento (m) | Sp (m ²) | Aresta viva | So (m) | Sc (m) | Corredor (m) | Ltotal | Área Total Mínima (m ²) |
| | | | | | | | | | | |
| 8 | | Usinagem | | | | | | | | |
| Equipamentos | Quantidade | Largura (m) | Comprimento (m) | Sp (m ²) | Aresta viva | So (m) | Sc (m) | Corredor (m) | Ltotal | Área Total Mínima (m ²) |
| Torno CNC | 2 | 2,00 | 1,00 | 3,00 | 1,00 | 3,00 | 1,00 | | 2,00 | 12,00 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o cálculo das áreas, desconsiderou-se o tamanho dos corredores, pois como o trabalho apresenta caráter de otimizar o layout de uma indústria que já opera, verificou-se que o único corredor de circulação da empresa se localiza ortogonalmente aos setores, sem ter contato direto com os postos de trabalho.

O dimensionamento desse corredor seguiu os padrões apresentados por Tompkins et al. (2013) e Vaz (2022), sendo a circulação modelada para pessoas e carrinhos manuais em sentido único, sem abertura de portas nas laterais. Para essa configuração concluiu-se que a largura ideal, de acordo com a literatura, seria de 1,20m.

Por fim, conforme dados definidos através da análise numérica para o dimensionamento ideal do layout, comparou-se os resultados obtidos para cada setor com os valores efetivos encontrados na empresa. Os resultados dessa análise seguem na tabela 8.

Tabela 8 - Comparação entre os valores encontrados com os valores efetivos

| Setor | Área mínima teórica | Largura Efetiva | Comprimento Efetivo | Área Efetiva | Comprimento Mínimo teórico | Variação do comprimento | Variação da área |
|---------------------|---------------------|-----------------|---------------------|--------------|----------------------------|-------------------------|------------------|
| Quilhas | 2,52 | 4,84 | 2,35 | 11,374 | 1,40 | 3,44 | 8,85 |
| Laminação | 158,76 | 9,75 | 4,08 | 75,7644 | 2,62 | 7,13 | -83,00 |
| Embalagem | 11,56 | 4,84 | 2,35 | 11,374 | 1,24 | 3,61 | -0,19 |
| Acabamento/ Lixa | 61,62 | 4,84 | 2,35 | 11,374 | 1,55 | 3,29 | -50,24 |
| Shape | 2,52 | 4,84 | 2,35 | 11,374 | 1,40 | 3,44 | 8,85 |
| Usinagem | 12,00 | 4,84 | 2,35 | 11,374 | 2,00 | 2,84 | -0,63 |
| Corte Laser | 2,91 | 4,84 | 2,35 | 11,374 | 1,49 | 3,35 | 8,47 |
| Estoque | - | - | - | 194,9289 | - | | |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota-se que os setores de laminação, embalagem, acabamento/lixa e usinagem apresentam áreas menores do que as áreas que seriam ideais para as suas operações, mesmo apresentando um comprimento suficiente para comportar as orientações para um layout ideal, porém o uso é aplicável pois as diferentes estações de trabalho não são utilizadas simultaneamente, ou seja por não terem um operador específico para cada estação (e sim um operador que utiliza mais de uma estação por vez), os espaços de circulação e operação podem ser diminuídos.

Correlacionando então o diagrama da figura 25 com as áreas calculadas, dimensionou-se os diversos setores tomando como base a quantidade de colaboradores e maquinário necessário (e suas respectivas áreas citados na seção 3.3.3) para as operações pertinentes aos mesmos. Em seguida alocou-os de uma maneira que fosse possível visualizar a forma como os diferentes setores se conectam, de acordo com a Figura 26.

Figura 26 - Layout de blocos



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

4.2.1.5 Diagrama de blocos e cálculo da relação de adjacência

Através do layout de blocos da figura 26, foi analisada a Relação de Adjacência entre os diferentes setores, comparando-a com a Relação de Adjacência ideal para o trabalho, de acordo com as seguintes tabelas 9 e 10.

Tabela 9 - Relação ideal de Adjacências

| Depto. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--------|---|---|---|---|---|---|--------------|-----------|
| 1 | - | 4 | 4 | 4 | 4 | | | 2 |
| 2 | | - | | | 1 | | 4 | 2 |
| 3 | | | - | | | | | 3 |
| 4 | | | | - | | | | 2 |
| 5 | | | | | - | 4 | | |
| 6 | | | | | | - | | 2 |
| 7 | | | | | | | - | 2 |
| 8 | | | | | | | | - |
| | | | | | | | Total | 38 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Tabela 10 - Relação real de Adjacências

| Depto. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--------|---|---|---|---|---|---|-------|----|
| 1 | - | 4 | 4 | 4 | 4 | | | 2 |
| 2 | | - | | | 1 | | 4 | 2 |
| 3 | | | - | | | | | 3 |
| 4 | | | | - | | | | 2 |
| 5 | | | | | - | 4 | | |
| 6 | | | | | | - | | 2 |
| 7 | | | | | | | - | 2 |
| 8 | | | | | | | | - |
| | | | | | | | Total | 30 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O cálculo da razão de adjacências é representado pela divisão do valor real encontrado pelo valor ideal e representa o quanto da importância do layout foi atendida pelo layout projetado, sendo que para o trabalho desenvolvido esse valor foi de 78,95%. Os valores destacados em vermelho representam os valores que estão em desacordo com a relação ideal e como esse valor se apresentou inferior a 85% (como explicado na seção 3.3) desenvolveu-se a carta De-Para. Através do método de desenvolvimento dessa carta chegou-se nos seguintes resultados expostos na tabela 11.

Tabela 11 - Carta De-Para

| De/Para | A | B | C | D | E | F | G | Prioridades |
|---------|---|----|----|----|----|----|----|-------------|
| A | - | 20 | 10 | | | | | 30 |
| B | | - | 10 | 10 | | | | 20 |
| C | | | - | 10 | 10 | | | 20 |
| D | | | | - | 10 | 20 | | 30 |
| E | | | | | - | 30 | 20 | 50 |
| F | | | | | 10 | - | 20 | 30 |
| G | | | | | | | - | |

Dado:

Área

| | |
|---|--------------|
| A | Estoque MP |
| B | Usinagem |
| C | Shape |
| D | Quilhas |
| E | Pele / laser |
| F | Laminação |
| G | Acabamento |
| H | Embalagem |

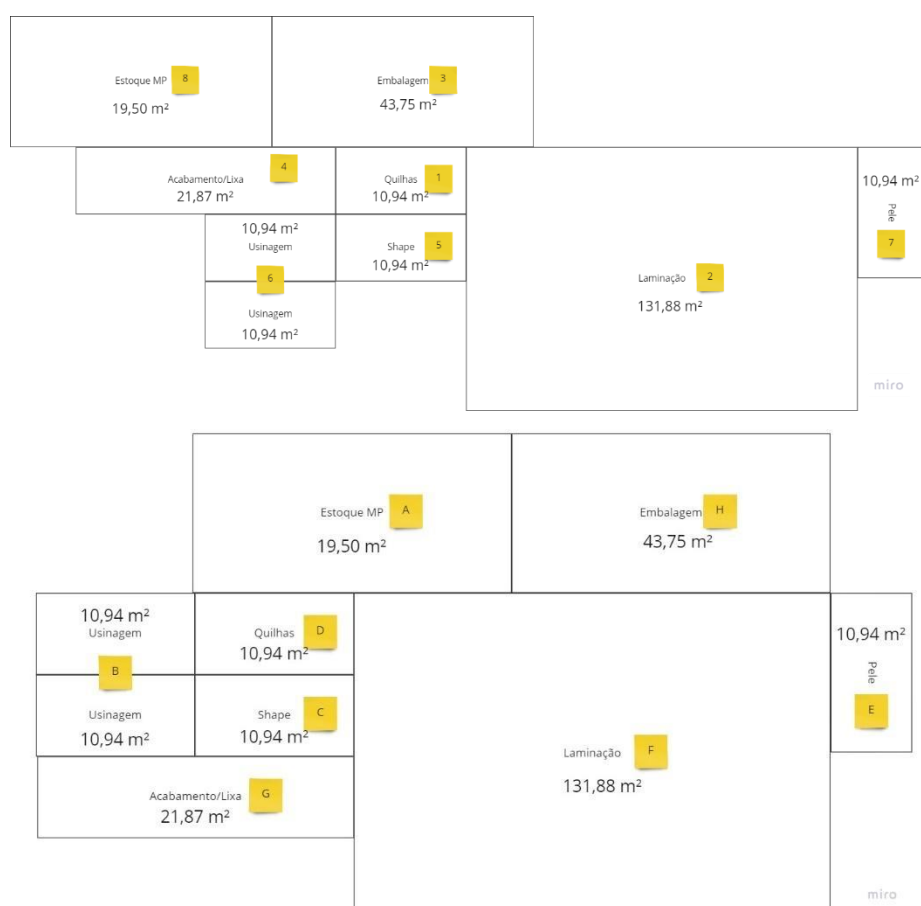
| Produto | Quantidade/dia | Fator circulação | Fluxos Equivalentes | Rota |
|------------------------|----------------|------------------|---------------------|---------------------|
| Prancha completa | 10 | 2 | 20 | A-B-C-D-F-G-F-H-A |
| Prancha com reprocesso | 2 | 1 | 2 | A-B-C-D-F-G-F-G-H-A |
| Pele / madeira | 10 | 2 | 20 | A-E-F |

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na fábrica são considerados apenas dias úteis, então para atender uma demanda de 220 pranchas, considerando 22 dias úteis por mês, têm-se em média 10 pranchas por dia. O que mudará entre uma atividade e outra é o fator de circulação, que será levado em consideração segundo a carta de processos. As tarefas a serem priorizadas segundo a soma das linhas da tabela (19) acima, são as tarefas que envolvem os processos E, em seguida A, D e F, e por fim, os processos B e C, que foram julgados com prioridades iguais.

Para o novo layout todos os setores priorizados na Carta De-Para fazem divisa com o setor que será transportado, exceto o setor de pele, que não fará divisa com o estoque, mas este poderá ser abastecido nos inícios do turno. Pode-se comparar o antes e depois de aplicado o processo da Carta De-Para na Figura 27 abaixo.

Figura 27 - Layout de blocos comparados



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Tem-se então a base para um layout ideal segundo o método SLP (figura 28), que pode ser utilizado como fonte para a proposta futura da construção da fábrica.

Figura 28 - Layout de blocos modificado



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

4.3 PROPOSTA FUTURA DE ARRANJO FÍSICO

Para a proposta futura do arranjo físico da empresa, este trabalho teve que realizar algumas adaptações e se atentar com alguns empecilhos, por ser uma empresa real e em funcionamento, não podendo realizar modificações gerais no arranjo físico, para ser o mais fiel possível nos resultados e poder trazer benefícios e resultados satisfatórios a mesma.

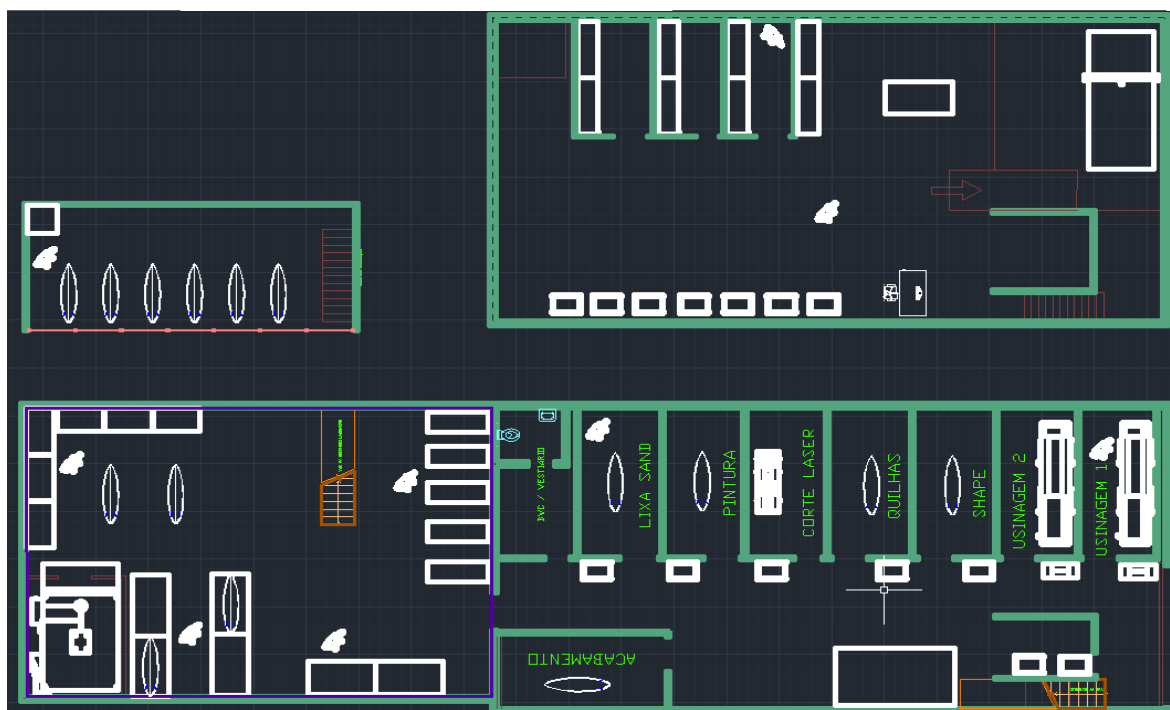
Desta forma, como o trabalho foi aplicado na fábrica em funcionamento, sendo uma reestruturação da construção já existente (mudando apenas a localização das salas, e tendo o setor de laminação fixo), foi feita uma adaptação tendo em vista a adjacência dos setores apresentados. Alguns dos empecilhos apresentados pela empresa foram:

- Não mexer na construção física do local (mudando apenas as divisórias internas) e mantendo e aproveitando a área já construída,
- O setor da laminação não pode ser mudado de lugar (pois possui ambiente climatizado, além de ter o forno já instalado),
- Quantidade limitada de recursos financeiros.

Para a construção do layout futuro foram utilizados os softwares fornecidos pela Autodesk com aplicações em projetos de instalações industriais, o Factory Design Utilities. As análises se deram pelo AutoCAD Architecture, Inventor Factory e Naviswork.

Os resultados das mesmas são expostos nos itens subsequentes. Considerando então a metodologia aplicada e os empecilhos apresentados pela empresa, foi desenvolvido o layout apresentado na figura 29.

Figura 29 - Proposta de Arranjo Físico



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

4.3.1 Fluxo de Materiais e transporte de processo

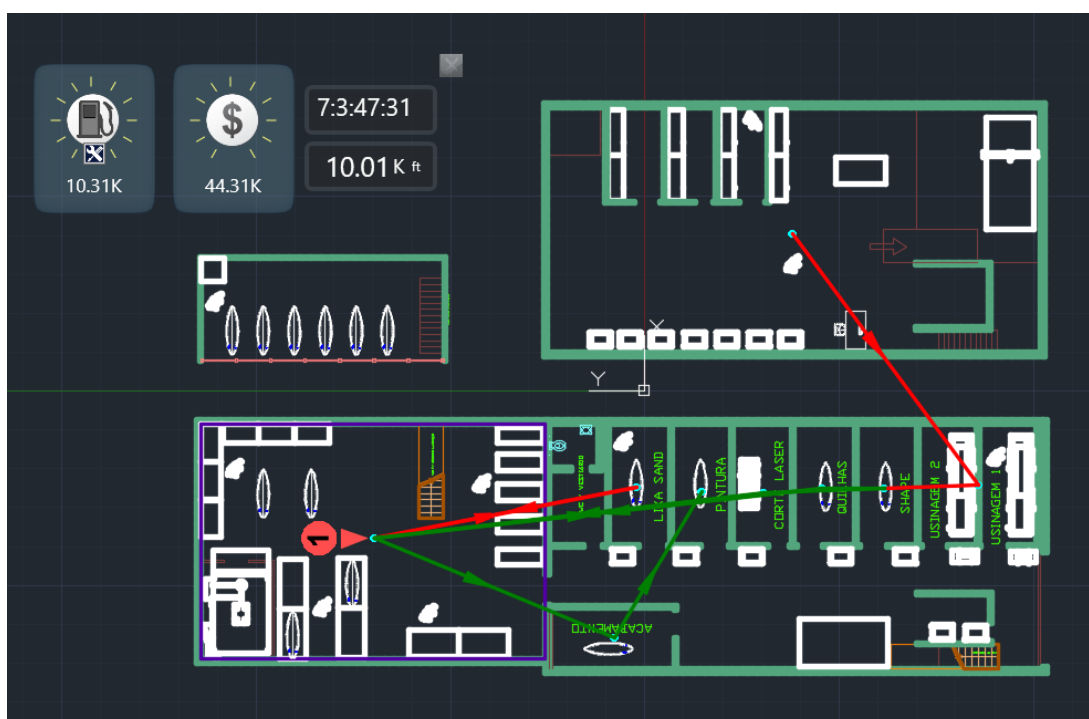
Nessa etapa verificaram-se os fluxos dos materiais na fábrica, considerando as distâncias percorridas entre os setores. O AutoCAD Architecture possui uma função que permite estimar um custo da energia gasta (em mil pés), conforme o fluxo de material entre os departamentos e a distância percorrida entre eles.

O principal resultado observável nessa análise (situação atual na seção 4.2) é o alto valor resultante na distância total percorrida ao longo de um ciclo, de 20.8 K ft (aproximadamente 6340 metros), com a presença de setas vermelhas, indicativos de que o layout não está organizado de forma otimizada, podendo ser melhorado (principalmente nos setores de laminação, estoque e lixa sand).

Após a implementação das melhorias no layout, reposicionando setores-chave como o de estoques, shape e embalagem, obteve-se o layout otimizado, com um custo (em passos) de 10,01 K ft (aproximadamente 3079 metros).

Como o setor da laminação não pode ser movido, (limitação do projeto), ele continua como um fator de melhoria no projeto (pois possui pontos de movimentação não adjacentes). Também por esse mesmo motivo, o fato do estoque não estar no mesmo nível dos restantes dos setores, é indicado com uma flecha vermelha, pois a movimentação de material feito por escadas não é ideal.

Figura 30 - Layout com transportes de processo otimizado

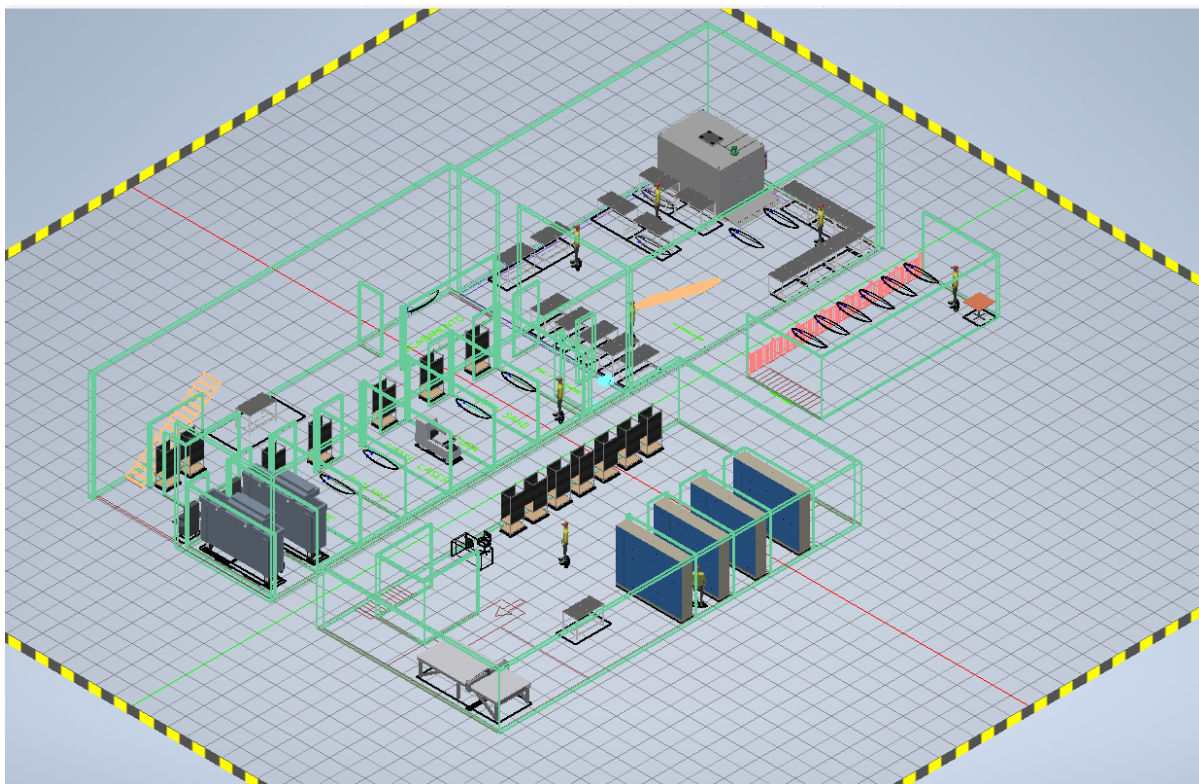


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Após feito o mapofluxograma, foi usado o programa com o software Inventor da Autodesk, onde foi possível realizar uma integração das demais ferramentas utilizadas, gerando assim uma simulação da fábrica o mais próximo da realidade.

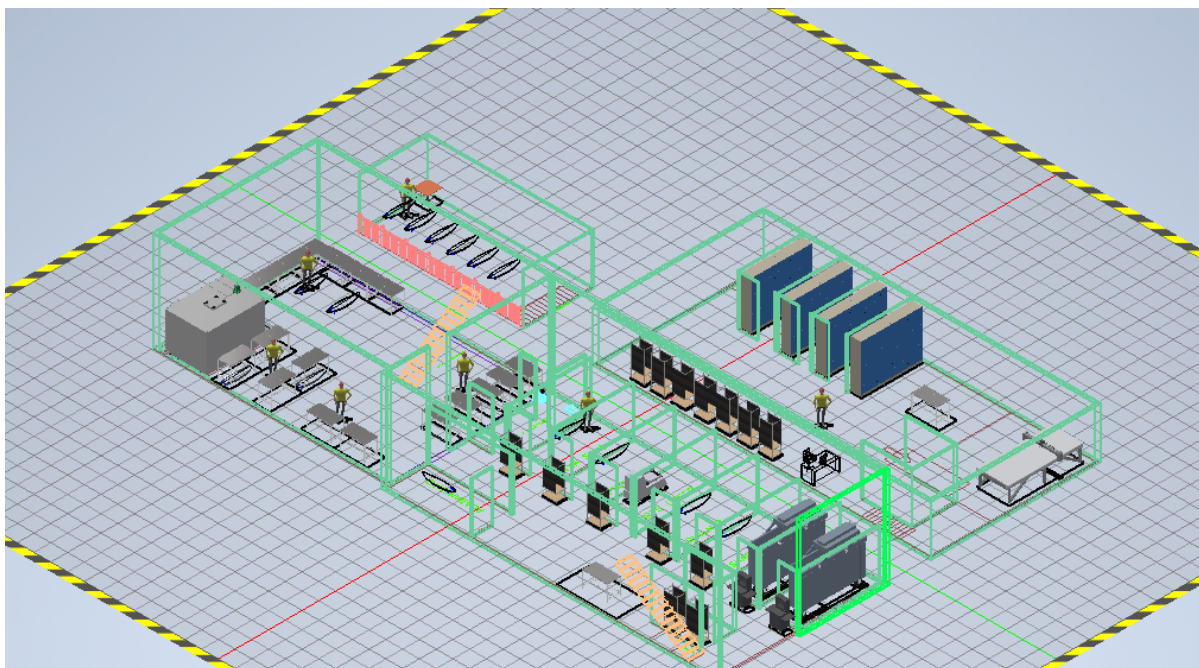
Nas figuras 31, 32 e 33 podemos ver a simulação da fábrica com os respectivos equipamentos e móveis necessários, onde em verde claro são retratadas as paredes da fábrica, laranja as escadas e em cores mais vivas são representados os móveis e maquinários.

Figura 31 - Vista lateral esquerda do layout fabril no Inventor



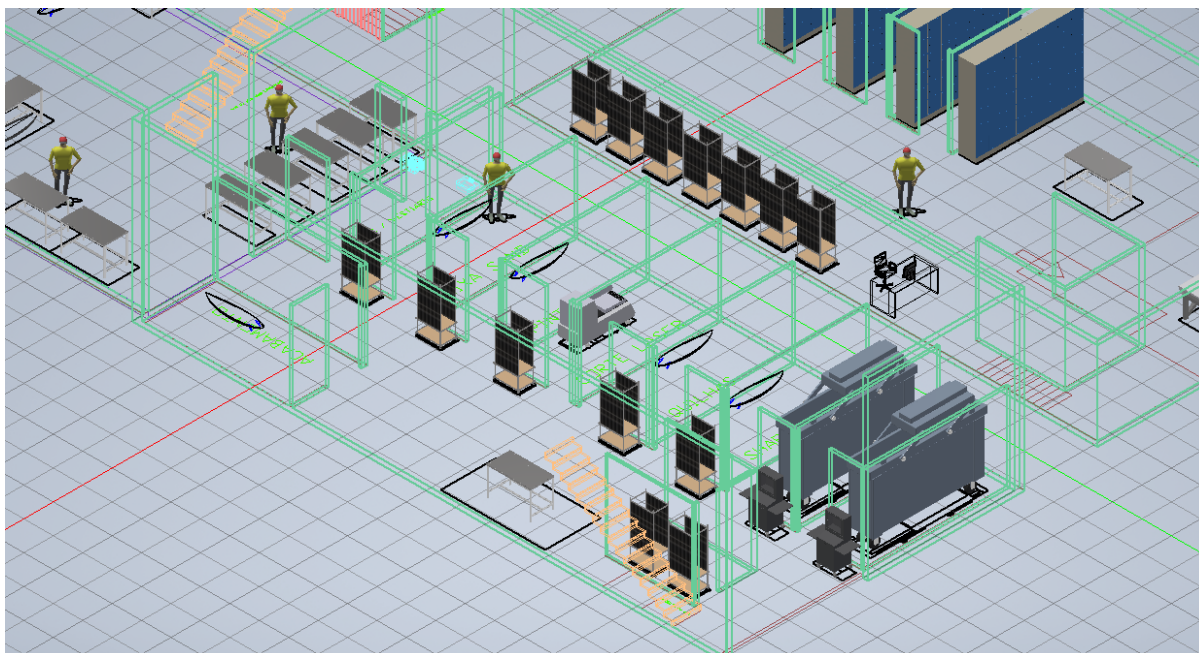
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Figura 32 - Vista lateral direita do layout fabril no Inventor



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Figura 33 - Vista aproximada do andar de baixo do layout fabril



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

4.3.2 Proposta Futura de Arranjo com Segurança de Trabalho

Para esta etapa do projeto, foram definidas as áreas que precisam ser sinalizadas em relação à segurança do trabalho e contra os possíveis incêndios na empresa. Para isso foi necessário consultado a NR 23, responsável pela averiguação do ambiente de trabalho em relação aos incêndios.

De acordo com as Normas de Segurança Contra Incêndio (INs) redigidas pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, primeiro classifica-se o nível de risco de imóvel de acordo com sua atividade, dimensão e carga de incêndio para então determinar as medidas necessárias à segurança. Desta forma, a empresa investigada, por ser uma empresa de artigos surfe (pranchas de madeiras), tem uma carga de 1.142 MJ/m² segundo a IN3. A partir disso, tem-se na IN 1.1 que a empresa se enquadra em imóveis de RISCO II como determinado a seguir no quadro 9 retirada da norma.

Quadro 9 - Tabela de riscos de imóveis

Anexo A - Risco dos imóveis

Anexo A1 - IMÓVEIS RISCO II

São classificados no risco II as atividades desenvolvidas nos imóveis que possuam população reduzida, cujos sistemas exigidos são de simples execução como extintores, iluminação de emergência, sinalização de emergência ou de abandono, uso de gás combustível até 190 kg de gás liquefeito de petróleo (GLP), conforme os parâmetros do quadro abaixo.

| | |
|---|---|
| Área | ≤ 750 m ² |
| Altura | ≤ 3 pavimentos |
| Uso/Armazenamento de GLP | ≤ 190 kg |
| Lotação F-6 e F-11 | ≤ 100 pessoas |
| Lotação do grupo F (exceto F-6 e F-11) | ≤ 200 pessoas |
| Líquido inflamável em área interna | ≤ 250 l |
| Líquido inflamável/combustível em área externa | ≤ 20 m ³ |
| Atividades não permitidas | exercer a fabricação, o comércio ou depósito de: pólvora, explosivos, fogos de artifício, artigos pirotécnicos, munições, detonantes ou materiais radioativos ou tóxicos, bem como não possuir carga de incêndio acima de 2.284 MJ/m ² . |

Fonte: INR1 - Corpo de Bombeiros de Santa Catarina

Nesta classificação, os imóveis possuem processo simplificado de tramitação, fiscalização e regularização pelo Corpo de Bombeiro de Santa Catarina. Ainda de acordo com a norma, a empresa é considerada da divisão I-2 (Indústria com carga de incêndio entre 300 e 1200 MJ/m²) e como tem área construída menor que 750m² e altura menor que 12m, as exigências de sistemas e medidas de SCI (segurança contra incêndio) são fornecidas pelo quadro 10.

Quadro 10 - Exigências de sistemas e medidas de SCI para imóveis com área < 750 m² e altura < 12 m

| Medidas de Segurança Contra Incêndio | A-2, A-3, D, E e G | B | C | F | | | H | | I, J e M3 | L |
|---|----------------------|--------------------|------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|------------------|------------------|
| | | | | F1, F2, F3, F4, F5, F6, F8 e F10 | F9 | F11 | H1, H4 e H6 | H2, H3 e H5 | | |
| Brigada de Incêndio | - | - | - | x ¹ | x ¹ | x ¹ | - | x | - | x |
| Controle de Materiais de Acabamento | - | x ² | - | x ³ | - | x ³ (V) | - | x | - | x |
| Controle de fumaça* | - | - | - | - | - | x ⁴ | - | - | - | - |
| Deteção automática de incêndio | - | x ⁵ | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Extintores | x (V) | x (V) | x (V) | x (V) | x (V) | x (V) | x (V) | x (V) | x (V) | x (V) |
| Gás combustível | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Hidráulico preventivo | x ⁶ | x ⁶ | x ⁶ | x ⁶ | x ⁶ | x ⁶ | x ⁶ | x ⁶ | x ⁶ | x ⁶ |
| Iluminação de Emergência | x ^{7,8} (V) | x (V) | x ^{7,8} | x ⁹ | x ⁹ | x ⁹ | x ^{7,8} | x ^{7,8} (V) | x ^{7,8} | - |
| Instalações elétricas de baixa voltagem | x ² | x ² (V) | x ² | x ¹ (V) | x ³ (V) | x ³ (V) | x ² (V) | x ² | x ² | x (V) |
| Plano de emergência | - | - | - | - | - | x | - | x | - | - |
| Saídas de Emergência | x | x | x | x (V) | x | x (V) | x | x | x | x |
| Sinalização para abandono de local | x ^{7,8} (V) | x (V) | x ^{7,8} | x ⁹ | x ⁹ (V) | x ⁹ (V) | x ^{7,8} (V) | x ^{7,8} (V) | x ^{7,8} | x ^{7,8} |
| Proteção estrutural (TRRF) | - | - | - | x ¹⁰ | - | x | - | - | - | - |

NOTAS ESPECÍFICAS - (V) Sistema ou medida vital

- 1 Exigido para lotação acima de 250 pessoas
- 2 isento para edificação com área inferior a 200m²
- 3 isento para lotação de até 100 pessoas
- 4 Somente para lotação acima de 500 pessoas quando a edificação for considerado sem janelas, podendo ser substituído por chuveiros automáticos de resposta rápida com reserva de incêndio para 30 minutos
- 5 **Nos quartos (aditem-se detectores autônomos sem necessidade do sistema de alarme)**
- 6 Exigido para edificações com 4 pavimentos ou mais. SHP ligado ao reservatório de consumo com mínimo 2.000 litros
- 7 Dispensado para edificações com área de até 200 m²
- 8 Dispensado para ambientes internos com área de até 200 m² e distância máxima percorrida de 20 m até a porta de acesso a circulação comum do pavimento ou área externa
- 9 Para edificações com lotação superior a 50 pessoas ou com mais de um pavimento
- 10 Somente para F-6

* Adota-se a IT-15 do CBPMESP para implementação do sistema até a publicação de IN específica.

NOTAS GERAIS

- a O pavimento superior da unidade *duplex* do último piso da edificação não será computado para a altura da edificação;
- b As instalações elétricas (IN 19) e o SPDA (IN 10) devem estar em conformidade com as normas;
- c Os subsolos das edificações devem ser compartimentados em relação aos demais pisos contíguos. Para subsolos ocupados ver tabela 28;
- d Observar ainda as exigências para os riscos específicos das respectivas Instruções Normativas;
- e Pavimentos ocupados devem possuir aberturas para o exterior ou controle de fumaça
- f Piscinas de uso comum devem prever medidas de segurança e sistema antissucção conforme IN 33.
- g Para a Divisão G-5 (hangares): prever sistema de drenagem de líquidos nos pisos para bacias de contenção à distância. Não é permitido o armazenamento de líquidos combustíveis ou inflamáveis dentro dos hangares;
- h As vagas de estacionamento em pisos elevados, se adjacentes a paredes externas constituídas inteiramente de vidro(s) ou outro material que ofereça reduzida resistência mecânica ou outro material que ofereça reduzida resistência mecânica, devem dispor de uma proteção contra queda de veículos com no mínimo 20 cm de altura e com um afastamento de 50 cm da parede;
- i Os subsolos das edificações devem ser compartimentados com PCF P-90 em relação aos demais pisos contíguos. Para subsolos ocupados ver Tabela 7;
- j No cômputo de pavimentos, desconsiderar os pavimentos de subsolo quando destinados a estacionamento de veículos, vestiários e instalações sanitárias, áreas técnicas sem aproveitamento para quaisquer atividades ou permanência humana.

Fonte: INR1 - Corpo de Bombeiros de Santa Catarina.

Assim, a proposta deste trabalho para a empresa, contra os incêndios optou-se por inserir os extintores de incêndio em 3 locais, indicados na figura 34 abaixo. Também, na área de laminação foi escolhido utilizar um sistema do tipo sprinkler, por último, também na sala principal onde está o corredor, próximo da entrada principal,

optou-se por inserir um extintor do tipo mangueira, este que poderá ser alcançado para as demais salas acessadas pelo corredor principal, o número de extintores, bem como seu tipo estão disponíveis no quadro 11.

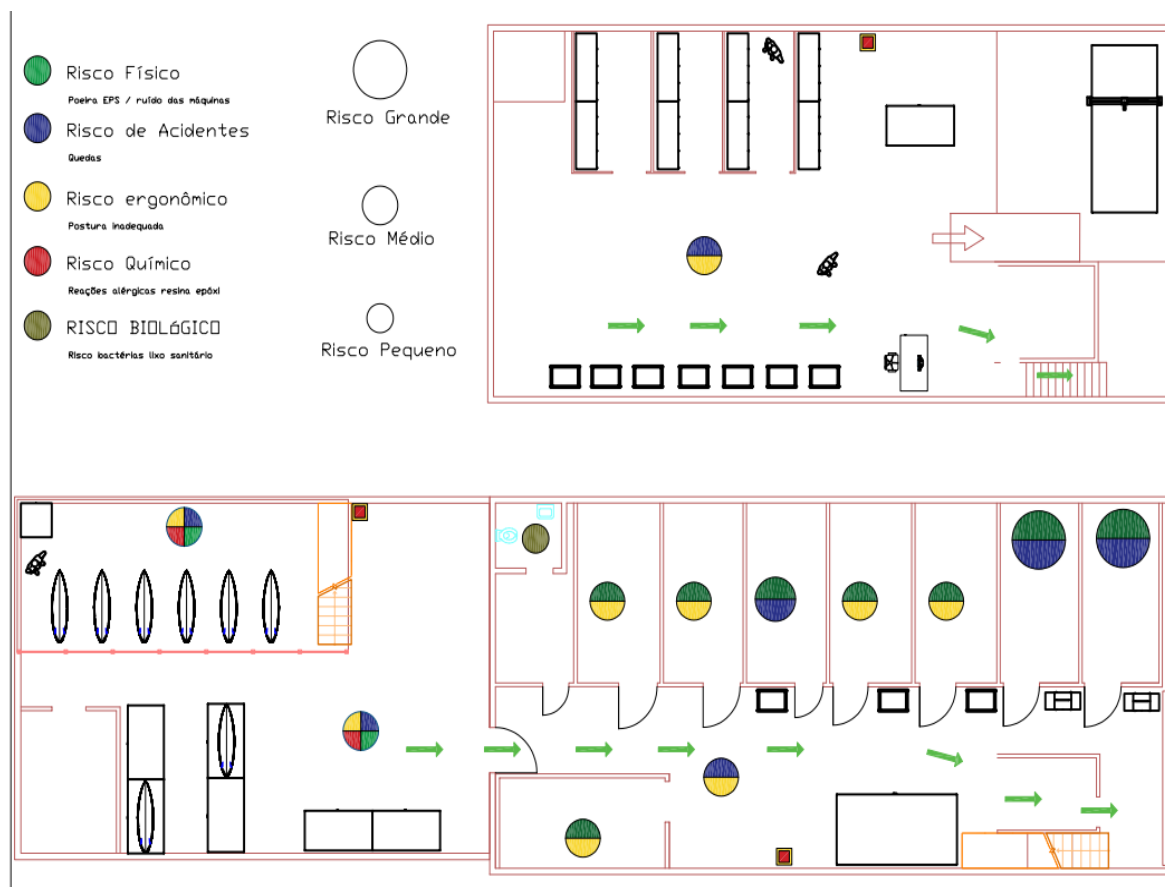
Quadro 11 - Necessidades de extintores e suas respectivas classificações

| NÚMERO DE EXTINTORES | | | |
|----------------------|--------------|--------|----------------------|
| Setor | Área Efetiva | Risco | Capacidade extintora |
| Laminação | 75,7644 | Médio | 3-A |
| Embalagem | 11,374 | Médio | 3-A |
| Quilhas | 11,374 | Médio | 3-A |
| Acabamento/Lixa | 11,374 | Médio | 3-A |
| Shape | 11,374 | Médio | 3-A |
| Usinagem | 11,374 | Grande | 4-A |
| Corte Laser | 11,374 | Médio | 3-A |
| Estoque | 194,9289 | Médio | 3-A |

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2022).

Para a instalação dos extintores, também é necessário a indicação dos mesmos por demarcações no chão da empresa, que serve para a não obstrução da passagem e acesso ao extintor de incêndio. A localização dos extintores pode ser vista na figura 34.

Figura 34 - Mapa de risco e localização dos extintores de incêndio



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Em relação às condições de riscos ambientais do trabalho, análise realizada pelo mapa de risco, a fábrica dispõe de pequenos exaustores, tanto no ambiente de usinagem como na sala de acabamento. Por ser um galpão, não possui janelas para a entrada de luz externa, dependendo apenas da iluminação artificial. Por ser um trabalho que exige perfeccionismo, existem luzes dispostas no alto do galpão e luzes na altura da mesa de acabamento, que facilitam na constatação de imperfeições nas pranchas, ajudando na correção delas. O ambiente é agradável em temperaturas amenas. Foi observado ruído elevado durante o funcionamento das máquinas. Podemos verificar melhor cada um dos riscos no quadro 12 (análise preliminar de riscos) e o no mapa de riscos (figura 34).

Quadro 12 - Análise preliminar de Riscos

| RISCO | CAUSA | MODO DE DETECÇÃO | EFEITOS | CATEGORIAS | | | MEDIDAS/OBSERVAÇÕES | NÚMERO DO CENÁRIO |
|-----------------|--|------------------|---|------------|------------|-------|---|-------------------|
| | | | | FREQUÊNCIA | SEVERIDADE | RISCO | | |
| Contaminação | Inalar excessiva de pó de isopor | Não há | Afastamento do colaborador por motivos de saúde | E | III | 5 | Utilizar equipamento de proteção individual para garantir a não contaminação | 1 |
| Reação alérgica | contato direto com resina | Não há | Afastamento do colaborador por motivos de saúde | D | III | 4 | Utilizar equipamento de proteção individual para garantir que não terá o contato direto do corpo com a resina | 2 |
| Ergonômico | Postura errada durante o trabalho | Não há | Afastamento do colaborador por motivos de saúde | E | III | 5 | Utilizar equipamentos e bancadas de trabalho de acordo as normas ergonômicas | 3 |
| Acidentes | Quedas | Não há | Afastamento do colaborador por motivos de saúde, possível morte | C | III | 3 | Utilizar corrimões | 4 |
| Dano à audição | Ruído causado pelo rotor do CNC e compressor | Não há | Afastamento do colaborador por motivos de saúde | D | III | 4 | Utilizar equipamentos e bancadas de trabalho de acordo as normas ergonômicas | 5 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

As categorias dos critérios utilizados estão descritas no quadro 13 abaixo:

Quadro 13 - Categorias dos critérios

| Frequência | Severidade | Risco |
|----------------------|-------------------|-----------------|
| A – Muito improvável | I - Desprezível | 1 - Desprezível |
| B - Improvável | II – Marginal | 2 - Menor |
| C - Ocasional | III - Crítica | 3 - Moderado |
| D - Provável | IV - Catastrófica | 4 - Sério |
| E – Frequente | | 5 - Crítico |

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A fábrica deverá indicar com placas e sinalizações segundo os itens:

- a) Saídas existentes;
- b) Locais de apoio;
- c) Comunicado de recorde de dias sem acidentes;
- d) Advertir sobre corte de máquinas perigosas;
- e) Advertir sobre risco de queda;
- f) Advertir quanto a obrigatoriedade do uso de EPI;
- g) Áreas de circulações (corredores);
- h) Identificar o local de substâncias perigosas (resina);
- i) Posicionamento de extintores.

As sinalizações necessárias para a empresa foram indicadas quadro 14. E foram escolhidas a fim de manter um ambiente sem poluição visual, mas com as

informações mais importantes conforme a realidade da empresa. Foram priorizadas as indicações de saídas, incêndios e de materiais corrosivos e de risco para a saúde humana, pela utilização da resina.

Quadro 14 - Necessidade de sinalização de segurança

| SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA | | | |
|---|-----------------------------------|------------|-------------------------------|
| Sinalização | Nome da sinalização | Quantidade | Setores |
|  | Indicador de saída | 3 | Corredores |
|  | Indicador de colunas e quinas | 10 | Vários setores |
|  | Saída | 1 | Corredor |
|  | Subir escada | 1 | Escada |
|  | Subir escada | 1 | Escada |
|  | Extintor de incêndio | 8 | Vários setores |
|  | Indicador de extintor de incêndio | 3 | Laminação, usinagem e estoque |
|  | Abrigo de mangueira e hidrante | 1 | Início do salão principal |
|  | Válvula do controle de chuveiro | 1 | Laminação |
|  | Material corrosivo | 1 | Laminação |

Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

5 CONCLUSÃO

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a aplicação do método SLP na fábrica, a distância percorrida para a fabricação de uma prancha softboard e uma prancha convencional cai de 20.000 pés/ciclo (6,3 km) para 10.010 pés/ciclos (3,01km), diminuindo o tempo necessário para a produção refletindo diretamente no custo.

Corroborando, o uso do cálculo defendido na SLP permite um maior controle sobre variáveis do que uma tentativa de planejamento minuciosa. O estudo realizado apontou uma série de ineficiências, como por exemplo a distância excessiva do estoque com o restante da fábrica, o mal posicionamento dos setores (tendo ruim relação de adjacência) e a disposição dos maquinários (em especial o cavalete de pranchas), não deixando um corredor para circulação, que prejudicam o ritmo de produção fabril.

Portanto, pode-se afirmar que a simples justaposição de áreas interconectadas aumenta a produtividade deste setor, o que gera uma redução no tempo de produção de pranchas e custo necessário para sua fabricação, mantendo assim a competitividade da empresa.

5.2 RECOMENDAÇÃO FUTURA DE PESQUISA

A análise deste projeto focou-se principalmente nas distâncias percorridas, tendo o mapofluxograma como principal indicador da melhoria de rendimento, devido à curta janela de tempo para aplicação do trabalho.

Para trabalhos futuros pode-se então ser realizada a análise de retorno financeiro que tal projeto pode trazer, onde se é equiparado a distância percorrida com o custo do tempo de cada trabalhador.

Outra possibilidade seria a aplicação da metodologia Fact-Plan no layout da fábrica, podendo assim comparar os resultados obtidos pelos diferentes métodos.

Outro fator importante para ser realizado futuramente é realizar a verificação da distância percorrida para a fabricação das pranchas, e se isso condiz com o simulado pelo programa autodesk.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, C. **Materiais e processos de produção IV**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2009.

AUTODESK. **Factory Design Utilities**. 2022. Disponível em: <<https://www.autodesk.com/products/factory-design-utilities/overview?term=1-year&tab=subscription&plc=pdcoll>> Acesso em: 20 set. 2022.

BRITO, G.; GOIS, J. Proposta de melhoria de layout em uma empresa de confecções através da aplicação do método SLP. **VII Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe**, 2015.

CHIN, S. **Utilização da modelagem e simulação para fins de análise comparativa de desempenho entre o arranjo físico funcional e o arranjo físico distribuído**. Dissertação (Doutorado em Engenharia Mecânica). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR. **Normas de Segurança Contra Incêndio - IN3**. 2019. Disponível em: <<https://documentoscbmsc.cbm.sc.gov.br/uploads/7bbbafb4b0a460d44e5c17a9901576c0.pdf>> Acesso em: 20 nov. 2022.

DONNA. **Conheça os shapers de Santa Catarina que produzem pranchas para grandes nomes do surf**. 2016. Disponível em: <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/donna/noticia/2016/01/conheca-os-shapers-de-santa-catarina-que-produzem-pranchas-para-grandes-nomes-do-surfe-cjpl5ta1m000eqycnj8d0rzhs.html>> Acesso em: 3 nov. 2022.

FRANCIS, R. et al. **Facility layout and location – An analytical approach**. 2. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1992.

FRANCISCHINI, P.; FEGYVERES, A. **Arranjo físico. Gestão de Operações: A Engenharia de Produção a Serviço da Modernização da Empresa**, 1997, p. 139.

GIL, A. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GAVIÃO JÚNIOR, A. **Layout planning: a case study in a metallurgical located in the west of Paraná**. 2016. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Produção) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2016.

JESUS, S. **Mesmo com a pandemia, mercado de venda de prancha está em expansão no Litoral Norte**. 2021. Disponível em: <<https://www.correiodopovo.com.br/verao/mesmo-com-a-pandemia-mercado-de-venda-de-prancha-est%C3%A1-em-expans%C3%A3o-no-litoral-norte-1.561665>> Acesso em: 4 nov. 2022.

JORGE, A.; LOOS, M. Análise de rendimento de produção com a mudança de layout. **Revista Espacios**, v. 38, n. 61, 2017.

KÜHN, W. Digital Factory - Simulation enhancing the product and production engineering process. **Proceedings of the 2006 Winter Simulation Conference**, Monterey, EUA, pp. 1899-1906, 2006.

LEE, Q. **Projeto de instalações e locais de trabalho**. São Paulo: IMAM, 1998.

LEMARIÉ, J. Genèse d'un système global surf. Regards comparés des Hawai'i à la Californie : traditions, villes, tourisimes, et subcultures (1778–2016). **Mondes du Tourisme**, v.12, 2016.

MARTELLI, A. et al. Análise de metodologias para execução de pesquisas tecnológicas. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 2, 2020.

MIURA, C. **Desenvolvimento do layout através do método de Fac Plan**. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2011.

MOURA, R. **Sistemas e técnicas de movimentação e armazenagem de materiais**. 6. ed. São Paulo: Instituto IMAM, 2008.

MYSIDE. Disponível em: <[https://myside.com.br/guia-imoveis/metro-quadrado-mais-caro-brasil#:~:text=6%20%2D%20Florian%C3%B3polis%20\(SC\)&text=O%20valor%20m%C3%A9dio%20do%20metro%20quadrado%20na%20capital%20catarinense%20%C3%A9,no%20pre%C3%A7o%20dos%20im%C3%B3veis%20residenciais](https://myside.com.br/guia-imoveis/metro-quadrado-mais-caro-brasil#:~:text=6%20%2D%20Florian%C3%B3polis%20(SC)&text=O%20valor%20m%C3%A9dio%20do%20metro%20quadrado%20na%20capital%20catarinense%20%C3%A9,no%20pre%C3%A7o%20dos%20im%C3%B3veis%20residenciais)> Acesso em: 10 jan. 2023.

OLIVEIRA, D. **Sistemas, organização e métodos: uma abordagem gerencial**. 14. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

OLIVÉRIO, José Luiz. **Projeto de Fábrica – Produtos e Processos e instalações Industriais**. São Paulo: IBLC – Instituto Brasileiro do Livro Científico, 1985.

PEINADO, J.; GRAEML, A. **Administração da Produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UNICENP, 2004.

PEREIRA, A. **Avaliação da tipologia e da sustentabilidade das suinoculturas familiares no distrito federal e proposta do arranjo físico de instalações via método *Systematic Layout Planning* (SLP)**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

RIBEIRO, J. F. F.; MEGUELATI, S. Organização de um sistema de produção em células de fabricação. **Revista Gestão & Produção**, v. 9, n. 1, p. 62-77, abr. 2002.

ROCHA, H. M. **Apostila da disciplina arranjo físico industrial**. Rio de Janeiro: UERJ, 2011.

SEFFRIN JÚNIOR, E. **Estratégias de venda de fabricantes de pranchas de surf em Porto Alegre**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SLACK, N et al. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

TECHNAVIO. **O mercado gigantesco de pranchas no mundo**. 2016. Disponível em: <<https://www.surfreportrincao.com/single-post/2016/08/13/o-mercado-gigantesco-de-pranchas-no-mundo>> Acesso em: 4 nov. 2022.

TOMPKINS, J. et al. **Facilities Planning**. 2. ed. New York: John Willey, 1996.

TORTORELLA, G.; FOGLIATO, F. Planejamento sistemático de layout com apoio de análise de decisão multicritério. **Revista Produção**, v. 18, n. 3, 2008.

TURATI, S.; MORONI FILHO, E. Reorganização do arranjo físico da caldeiraria de uma empresa do setor metalomecânico por meio do método de Planejamento Sistemático de Layout – SLP. **Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 11, n. 2, 2016.

VAZ, C. R. **Notas de Aula – Dimensionamento de Espaço**. Florianópolis: UFSC, 2022.

_____. **Notas de Aula – Aplicações de Software Factory Design**. Florianópolis: UFSC, 2022.

_____. **Aula – Escolha de Layout e Técnicas para Layout**. Florianópolis: UFSC, 2022.

VIEIRA, E.; BIRAL, R. **Fábrica de assinaturas: Uma dinâmica alternativa para o ensino de aprendizagem da disciplina de Projeto de Fábrica e Layout em Engenharia de Produção**. V Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. Ponta Grossa, 2015.

VILLAR, A. **Planejamento das instalações empresariais**. João Pessoa: UFPB, 2014.

APÊNDICE - TERMO LIVRE DE CONSCIENTIZAÇÃO E ESCLARECIMENTO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE ENGENHARIA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Florianópolis, 18 de Outubro de 2022.

À

At.: Gerência/Administração da Empresa

Ref.: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Sou Matheus Chiamulera Böhler aluno de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Florianópolis. Estou realizando meu Trabalho de Conclusão de Curso e gostaria de realizar a pesquisa em sua empresa, pois verifiquei que o seu processo produtivo se encaixa com minha pesquisa.

O objetivo da minha pesquisa é *“propor um modelo de planejamento sistemático de layout, através do modelo SLP”*. Este trabalho verificará o layout atual da empresa e com base na literatura científica propor um modelo de planejamento sistemático de layout, para melhor a eficiência, flexibilidade e qualidade dos processos.

Desta forma, venho através deste documento, pedir se poderia realizar minha pesquisa em vossa empresa, realizando coleta de dados com vossa senhoria e visita *in loco* se possível ao processo da empresa.

Cabe ressaltar que esta pesquisa será objeto de estudos exclusivamente acadêmico, tendo como resultado sua divulgação em sala de aula para uso na disciplina de Projeto de Instalações e na defesa do TCC (Matheus Chiamulera Bohler).

Sendo assim, atendendo o Código de Ética da pesquisa científica da Universidade, asseguramos que não serão revelados os nomes das pessoas e nem o nome da empresa, uma vez que a pesquisa será utilizada para publicação do Trabalho de Conclusão de Curso e em forma de artigo científico das informações coletadas.

Informamos que vossa contribuição é de fundamental importância para o estudo e desenvolvimento dos alunos envolvidos, por alcançarem seus objetivos de entenderem como funciona a área de planejamento de layout e re-layout dentro de uma empresa. Antecipadamente agradecemos vossa colaboração.

Fico à disposição para maiores esclarecimentos.

Atenciosamente,



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Ciente do sigilo das informações

Matheus Chiamulera Bohler
Responsável pelo TCC
Aluno do Curso de Engenharia de Produção Mecânica
Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Florianópolis

De acordo:

Caroline Rodrigues Vaz
Responsável pela disciplina de Projeto de Instalações e orientação do TCC
Curso de Engenharia de Produção
Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Florianópolis

De acordo:

Responsável pela Empresa [REDACTED]