

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

**BRAZ HENRIQUE CAINO VIEIRA**

**PROJETO DE LAYOUT PARA UMA FÁBRICA DE PAVIMENTOS  
INTERTRAVADOS: UM ESTUDO DE CASO**

**BAGÉ  
2022**

**BRAZ HENRIQUE CAINO VIEIRA**

**PROJETO DE LAYOUT PARA UMA FÁBRICA DE PAVIMENTOS  
INTERTRAVADOS: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Carla Beatriz da Luz Peralta

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Evelise Pereira Ferreira

**BAGÉ  
2022**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos  
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do  
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

V658p Vieira, Braz Henrique Caino

PROJETO DE LAYOUT PARA UMA FÁBRICA DE PAVIMENTOS  
INTERTRAVADOS: UM ESTUDO DE CASO / Braz Henrique Caino  
Vieira.

69 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)--  
Universidade Federal do Pampa, ENGENHARIA DE PRODUÇÃO,  
2021.

"Orientação: Carla Beatriz da Luz Peralta".

1. Projeto de layout. 2. Análise de investimento. 3.  
Fábrica de pavimentos. I. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Universidade Federal do Pampa

**BRAZ HENRIQUE CAINO VIEIRA**

**PROJETO DE LAYOUT PARA UMA FÁBRICA DE PAVIMENTOS INTERTRAVADOS: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 15 de março de 2022.

Banca examinadora:

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Carla Beatriz da Luz Peralta  
Orientadora  
(UNIPAMPA)

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Evelise Pereira Ferreira  
Coorientadora  
(UNIPAMPA)

---

Prof. Dr. Ivonir Petrarca dos Santos  
(UNIPAMPA)

---

Prof. Dr. Maurício Nunes Macedo de Carvalho  
(UNIPAMPA)



Assinado eletronicamente por **CARLA BEATRIZ DA LUZ PERALTA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 15/03/2022, às 14:57, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **EVELISE PEREIRA FERREIRA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 15/03/2022, às 14:57, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **MAURICIO NUNES MACEDO DE CARVALHO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 15/03/2022, às 14:57, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **IVONIR PETRARCA DOS SANTOS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 15/03/2022, às 14:57, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0751901** e o código CRC **C998B22B**.

Referência: Processo nº 23100.004101/2022-41 SEI nº 0751901

## **AGRADECIMENTO**

A Deus, por me guiar sempre e me dar forças para superar as dificuldades.

À minha família por todo apoio, em especial minha esposa Cassiane Freitas, que sempre acreditou em mim. Obrigada pelo incentivo, ajuda, compreensão e paciência durante esse período.

Aos meus colegas, os quais passamos por tantos momentos juntos, em especial meu colega e amigo Rafael Camacho García, pela parceira de todas as horas.

Às minhas orientadoras Carla Beatriz da Luz Peralta e Evelise Pereira Ferreira por todo incentivo, apoio e orientações, sem elas nada seria possível.

E a Universidade Federal do Pampa, a seu corpo docente, que me permitiram alcançar conhecimentos importantes para a minha vida profissional.

“O *Layout* de uma fábrica é produto de milhares de decisões, passadas e presentes. É a manifestação física da estratégia de produção da empresa”.

Quarterman Lee

## RESUMO

O presente trabalho descreve a aplicação da metodologia do Planejamento de *Layout* Sistemático, cujo propósito é estruturar e avaliar o desenvolvimento das diferentes opções de *layout* para a nova fábrica de pavimentos intertravados, a ser instalada no município de Pinheiro Machado, no Rio Grande do Sul. Para isso, foi realizado em conjunto com essa metodologia, a análise da viabilidade econômica do projeto, a seleção dos equipamentos com melhor custo-benefício e definição dos produtos e quantidades a serem produzidas. Assim, foi alcançado como resultado a definição do *layout* ideal para a empresa, capaz de suportar o fluxo produtivo de maneira economicamente viável e ambientalmente sustentável.

**Palavras-Chave:** Projeto de *layout*. Análise de investimento. Fábrica de pavimentos.



## **ABSTRACT**

This work describes the application of the Systematic Layout Planning methodology, whose purpose is to structure and evaluate the development of different layout options for the new interlocking pavement factory, to be installed in the municipality of Pinheiro Machado, in Rio Grande do Sul. For this, it was carried out together with this methodology, the analysis of the economic viability of the project, the selection of equipment with the best cost-benefit and definition of the products and quantities to be produced. Thus, as a result, the definition of the ideal layout for the company was achieved, capable of supporting the production flow in an economically viable and environmentally sustainable way.

**Keywords:** Layout design. Investment analysis. Pavement factory.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema de Procedimentos SLP .....	28
Figura 2 – Caracterização da Pesquisa .....	33
Figura 3 – Planta Baixa Prédio Principal .....	36
Figura 4 – Planta Baixa Prédio Anexo .....	37
Figura 5 – Diagrama de Espaguete .....	43
Figura 6 – Diagrama P-Q .....	44
Figura 7 – Diagrama de afinidades das unidades de planejamento de espaços.....	46

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tipos de Layout .....	21
Quadro 2 – Técnicas e Ferramentas de projeto de Layout aplicada em outros trabalhos .....	22
Quadro 3 – Metodologia aplicada .....	34
Quadro 4 – Cartas De-Para .....	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Maquinário e Equipamentos .....	38
Tabela 2 – Mix de produtos .....	41
Tabela 3 – Estimativa de valores para a implantação do projeto.....	47
Tabela 4 – Custo de aquisição dos maquinários e equipamentos.....	48
Tabela 5 – Capacidade de produção e faturamento.....	49
Tabela 6 – Custos fixos e variáveis.....	50
Tabela 7 – Fluxo de caixa.....	52
Tabela 8 – VPL, TIR e Payback .....	54

## LISTA DE ABREVIATURAS

A - altura

C – comprimento

Fct. – fluxos previstos de entradas de caixa em cada período de vida do projeto

lo. – investimento inicial

It. – montantes previstos de investimento em cada momento subsequente

K. – taxa de juros

L – largura

m<sup>2</sup> - metro quadrado

n. – número

P. – produto

PB. – *payback*

Q. – quantidade

R. – roteiro

S. – suporte

T. – tempo

## LISTA DE SIGLAS

CAD - *Computer Aided Design* ou Desenho Auxiliado por Computador

CPM - *Critical Path Method* ou Método do Caminho Crítico

FIERGS - Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PERT - *Program Evaluation and Review Technique* ou Técnica de Avaliação e Revisão de Programas

PIB - Produto Interno Bruto

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SLP - *Systematic Layout Planning* ou Planejamento de Layout Sistemático

TCC - Trabalho de Conclusão de Curso

TIR - Taxa Interna de Retorno

TMA - Taxa Mínima de Atratividade

VPL - Valor Presente Líquido

VR - Valor Residual

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
1.1 Contextualização do Tema .....	16
1.2 Objetivo .....	17
1.2.1 Objetivo Geral .....	18
1.2.2 Objetivos Específicos .....	18
1.3 Justificativa.....	18
1.4 Delimitação do Tema .....	19
1.5 Estrutura de Trabalho .....	19
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>20</b>
2.1 <i>Layout</i> .....	20
2.1.1 Tipos de <i>Layout</i> .....	20
2.1.2 Técnicas e Ferramentas Clássicas para o Projeto de <i>Layout</i> .....	21
2.1.3 Projeto de <i>Layout</i> .....	26
2.1.4 Metodologia SLP .....	27
2.1.5 Análise de Investimentos .....	29
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>32</b>
3.1 Fábrica do estudo .....	32
3.2 Classificação da pesquisa.....	33
3.3 Procedimentos metodológicos .....	34
<b>4 ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	<b>36</b>
4.1 Identificação dos Espaços .....	36
4.2 Análise de Fluxos.....	39
4.3 Análise de Afinidades .....	44
4.4 Análise de Viabilidade Econômica .....	48
4.5 Opções de <i>Layout</i> .....	56
4.5.1 Primeira Opção de <i>Layout</i> .....	56
4.5.2 Segunda Opção de <i>Layout</i> .....	57
4.5.3 Terceira Opção de <i>Layout</i> .....	57
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>59</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>61</b>
<b>APÊNDICE A</b> - Primeira opção de <i>layout</i> da fábrica de <i>paver</i> .....	<b>65</b>
<b>APÊNDICE B</b> - Primeira opção de <i>layout</i> do prédio anexo.....	<b>66</b>
<b>APÊNDICE C</b> - Segunda opção de <i>layout</i> da fábrica de <i>paver</i> .....	<b>67</b>
<b>APÊNDICE D</b> - Segunda opção de <i>layout</i> do prédio anexo.....	<b>68</b>
<b>APÊNDICE E</b> - Terceira opção de <i>layout</i> da fábrica de <i>paver</i> .....	<b>69</b>
<b>APÊNDICE F</b> - Terceira opção de <i>layout</i> do prédio anexo .....	<b>70</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo apresenta a introdução deste trabalho, contendo a contextualização do tema, os objetivos, justificativa, delimitação do tema e, por fim, a estrutura do trabalho.

### 1.1 Contextualização do Tema

A metade sul do estado do Rio Grande do Sul, é uma região que tem a sua estrutura produtiva voltada para a agroindústria. Nesta região encontra-se o município de Pinheiro Machado, que apresenta a sua economia direcionada para a agropecuária e comércio, além de dispor de um polo industrial estagnado.

Segundo a Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul (FIERGS, 2021) em pesquisa realizada em maio de 2021, o índice de desempenho industrial gaúcho, registrou queda de 1,6% em comparação com abril, acumulando uma baixa de 3,1% após crescimento ininterrupto de 40,5% nos últimos dez meses.

Essa queda na produção industrial é consequência da insegurança econômica causada pelo impacto do aumento das medidas restritivas devido ao avanço da pandemia SARS-CoV 2, no Rio Grande do Sul. Assim, houve uma queda de 7,3% em sua produção industrial no período de fevereiro a março desse mesmo ano, conforme estudo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021).

Estima-se que com o avanço da vacinação, o crescimento industrial seja retomado, já que as indústrias são importantes indutoras do desenvolvimento econômico, tecnológico e científico. Tal fato ocorre devido a capacidade de investimento, da geração de empregos e da criação de novos produtos e serviços, que impactam diretamente sobre o Produto Interno Bruto (PIB) de um país (SEBRAE, 2019).

Neste contexto, encontram-se as indústrias de pavimentos intertravados ou *paver*<sup>1</sup>, que estão inseridas no setor da construção civil, e destacam-se como uma alternativa econômica, tecnológica e sustentável para a pavimentação urbana, em comparação com outros métodos. Este tipo de pavimento é utilizado em países de

---

<sup>1</sup> Segundo a NBR 9781 (ABNT, 2013) - Peças de Concreto para Pavimentação - Especificações, são peças pré-moldadas em concreto utilizadas como material de revestimento no sistema de pavimento intertravado em ruas, calçadas, estacionamentos, áreas de recreação e praças.



primeiro mundo, com destaque para Alemanha, um dos maiores produtores mundiais de *paver*, no Brasil esta tecnologia foi introduzida em 1970 e vem conquistando o mercado a cada ano (DE SOUZA et al, 2017).

A capacidade de produção de uma fábrica está diretamente ligada ao melhor aproveitamento do tempo de produção. Por outro lado, com um *layout* inadequado, cerca de 30% do tempo destinado à produção é desperdiçado com transporte de materiais e produtos. Dessa forma, quanto menos tempo for gasto em paradas para troca de ferramentas, limpeza, manutenção e movimentação de materiais, maior será a produtividade (SEBRAE, 2019).

Logo, a abordagem correta de um novo projeto é importante no longo prazo, pois, é mais fácil deslocar modelos sobre uma folha de papel do que remover paredes ou movimentar máquinas (MUTHER; HALES, 2015). Dessa maneira, ao planejar o *layout* ou arranjo físico que é a forma como os recursos de transformação são posicionados entre si, tem-se como objetivo aumentar a eficiência do sistema de produção. Além disso, um fluxo bem ajustado permite a rápida movimentação dos produtos por meio do sistema produtivo (SLACK et al, 2018).

O planejamento de uma indústria parte de uma análise de investimentos e viabilidade econômica bem estruturada, sua importância está diretamente ligada à tomada de decisões, seja na justificativa das escolhas ou na eliminação das incertezas relacionadas ao empreendimento (SEBRAE, 2019). Logo, a análise de viabilidade econômica e financeira é uma atividade de atribuição da engenharia econômica que, por intermédio do levantamento dos benefícios esperados em um determinado empreendimento, confronta estes com os custos e investimentos, no intuito de demonstrar a sua viabilidade (SOUZA, 2017).

Assim, o presente trabalho busca contribuir com uma nova fábrica de *paver*, em sua tomada de decisão. Para isso, foi proposta a aplicação do método *Systematic Layout Planning* (SLP) traduzido como Planejamento de *Layout* Sistemático, a fim de responder a seguinte questão de pesquisa: *Qual opção de layout é o mais adequado e viável economicamente a ser implantado na fábrica de paver?*

## 1.2 Objetivo

Na sequência são apresentados os objetivos, geral e específicos.

### 1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do presente trabalho é definir o *layout* ideal, a ser aplicado na futura fábrica de pavimentos intertravados, de maneira economicamente viável e ambientalmente sustentável.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Foram determinados os seguintes objetivos específicos para atingir o objetivo geral:

- a) definir os produtos e quantidades a serem produzidas;
- b) aplicar o método *Systematic Layout Planning* para projeto do *layout*;
- c) selecionar os equipamentos e processos de transformação com melhor custo-benefício;
- d) analisar a viabilidade do projeto.

### 1.3 Justificativa

Com o intuito de desenvolver a região e fomentar a economia local, por meio da geração de empregos e da arrecadação de impostos, um grupo de investidores uniu-se para implantar uma fábrica de *paver*, no município de Pinheiro Machado.

Logo, surgiram algumas necessidades relativas ao desenvolvimento deste projeto, como a definição do *Layout*, o portfólio de produtos, sua quantidade e os riscos inerentes ao empreendimento, algo que somente com o auxílio de uma análise e embasamento teórico científico adequado, será possível determinar.

Segundo Souza (2018), a análise de investimentos é uma técnica que fornece os resultados da ação direta do capital investido em um projeto, além de delimitar os efeitos futuros, permitindo verificar as diferentes opções de negócio, através de comparações, antes da tomada de decisão.

Desta forma, com o auxílio das ferramentas de análise futura de investimentos e aplicação do método *Systematic Layout Planning* (SLP) para a elaboração do *layout* onde se encontram os recursos transformadores. Assim, possibilitou-se limitar os riscos do empreendimento, além de delimitar os custos para obtenção de uma maior produtividade e conseqüentemente uma maior lucratividade.

## 1.4 Delimitação do Tema

Este trabalho teve como tema, a pesquisa e desenvolvimento em *layout* de fábrica, delimitando a sua aplicação a uma fábrica de *paver*, com base na metodologia *Systematic Layout Planning*, e também na integração deste com a análise de viabilidade do projeto.

A abordagem principal da pesquisa, parte do projeto das áreas de trabalho e armazenamento, tendo em vista que a localização da fábrica, sua infraestrutura, foi definida pelos investidores, que dispunham de um prédio próprio, amplo, capaz de abrigar o empreendimento.

## 1.5 Estrutura de Trabalho

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos, conforme:

Capítulo 1 - É apresentado à temática do trabalho por meio da contextualização da pesquisa, são explicitados os objetivos, justificativa e delimitação do tema.

Capítulo 2 - Aborda-se a base teórica de conhecimentos sobre a qual foram concretizados os objetivos propostos. Apresentam-se os conceitos centrais para a compreensão do tema, tais como: *layout*, tipos de *layouts*, escolha do tipo de *layout*, técnicas e ferramentas clássicas para o projeto de *layout*, projeto de *layout*, metodologia SLP e análise de investimento.

Capítulo 3 - Apresenta com maior nível de detalhamento o procedimento metodológico que foi seguido para realização desta pesquisa. Os dados a serem alcançados pelos procedimentos metodológicos realizados, abordando a classificação da pesquisa e a empresa estudada, para possibilitar o entendimento de seu funcionamento para realização da pesquisa.

Capítulo 4 - Apresenta a análise dos resultados obtidos para a implantação da fábrica de pavimentos intertravados, conforme estabelecido na metodologia aplicada.

Capítulo 5 - Apresenta uma descrição sucinta do tema, o alcance dos objetivos propostos, as limitações encontradas e as sugestões para futuras pesquisas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta os conceitos para a realização do presente trabalho, dessa forma, aborda-se a base teórica de conhecimentos, sobre a qual foram concretizados os objetivos propostos, sendo ofertado ao leitor a compreensão dos assuntos envolvidos no projeto de *layout* de fábrica.

### 2.1 *Layout*

Para que uma empresa tenha uma estratégia de organização espacial, capaz de potencializar a eficiência de seu sistema produtivo com qualidade, além de ofertar segurança aos usuários e facilitar as operações, é essencial que os seus esforços estejam dirigidos para a escolha do *layout* ideal da instalação (PASTRE et al, 2017).

Segundo Slack et al. (2018) as técnicas de arranjo físico auxiliam na correta distribuição das estações de trabalho, com objetivo de evitar a geração de estoques, por meio da aproximação destas. Vale destacar, que segundo os autores os processos com longas rotas, não agregam valor aos produtos, favorecem o surgimento de gargalos e limitam o fluxo de materiais, pessoas e dados em uma indústria.

Assim, o *layout* pode ser caracterizado como uma distribuição proporcional entre máquinas, equipamentos e pessoas, dentro de um espaço disponível, capaz de suportar o fluxo produtivo com elevado grau de flexibilidade, além de reduzir o tempo de transformação dos recursos (DE OLIVEIRA, 2020). Vale mencionar, que há distintos tipos de *layout* que são abordados no subtópico posterior.

#### 2.1.1 Tipos de *Layout*

Os tipos de *layout* estabelecem a distribuição dos elementos transformadores da produção nas diferentes etapas de uma organização, com base no tipo de processo adotado pela empresa, alvo de estudo, e no uso de seus objetivos e desempenho como balizador para a tomada de decisão (FIGUEIREDO, 2016).

Segundo Neumann e Scalice (2015), atualmente, existem cinco tipos de *layout*, conforme apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Tipos de *Layout*

<b>Tipos de <i>Layout</i></b>	<b>Descrição</b>	<b>Exemplos</b>
<i>Layout</i> Posicional, <i>Layout</i> Fixo ou <i>Project Shop</i> .	Utilizado quando o produto não pode ser transportado, pois tem dimensões muito grandes.	Construção de navios, aviões, máquinas de grande porte, ferrovias, aviões.
<i>Layout</i> por Produto, <i>Layout</i> em Linha ou <i>Flow Shop</i> .	Utilizado quando um conjunto de produtos semelhantes são fabricados em grandes volumes.	Linha de montagem de automóveis, computadores, indústrias de alimentos.
<i>Layout</i> por Processo, <i>Layout</i> Funcional ou <i>Job Shop</i> .	Organização funcional de máquinas e equipamentos que desempenham a mesma função.	Maquinários, seção de tornos, seção de fresadoras, seção de fornos, seção de soldagem.
<i>Layout</i> Celular.	As operações de transformação são divididas em células onde estão os recursos necessários para a realização do processamento.	Indústria de calçados, autopeças, bancos, mobiliário,
<i>Layout</i> Misto ou <i>Layout</i> Híbrido.	União de um ou mais tipos de <i>layout</i> em uma única unidade de produção com elevada demanda.	Restaurante com tipos de <i>buffet</i> diferentes.

Fonte: adaptado de Neumann e Scalice (2015).

Para a escolha do tipo de *layout*, é preciso antes avaliar certos fatores e como estes se relacionam, para posteriormente, verificar o melhor tipo de *layout* a ser aplicado no sistema produtivo em análise (FIGUEIREDO, 2016), conforme descrito no tópico a seguir.

### 2.1.2 Técnicas e Ferramentas Clássicas para o Projeto de *Layout*

Durante o processo de concepção de um determinado *layout*, o projetista tem a possibilidade de optar pelo emprego de diferentes técnicas e ferramentas, conforme o tipo de *layout* planejado, o número de informações acessíveis e sua preferência (NEUMANN; SCALICE, 2015).

Desta forma, este item apresenta algumas técnicas e ferramentas utilizadas no projeto de *layout*, como o balanceamento de linhas de produção, o diagrama de processo e entre outros, que serão abordados neste tópico.

Quadro 2 - Técnicas e Ferramentas de projeto de Layout aplicada em outros trabalhos

<b>Técnica/Ferramenta</b>	<b>Descrição</b>	<b>Autores</b>	<b>Aplicação</b>
PERT / com	Técnica que permite determinar o período de duração de um projeto, e o caminho mais curto para sua execução.	BARBOSA et al. (2017).	Construção de uma rede PERT/CPM na indústria têxtil de moda íntima: um estudo de caso.
Balaceamento de Linhas de Produção	Ferramenta que permite equilibrar a capacidade produtiva com a produção, eliminando os gargalos.	OLIVEIRA et al. (2017).	Balaceamento de linha e arranjo físico: estudo de caso em uma linha de produção de cabines para máquinas de construção.
Diagrama P-Q	Ferramenta que permite definir o layout com base no fluxo produtivo.	PADILHA (2017).	Organização do leiaute e do fluxo produtivo de empresa de gerenciamento de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos.
Curva ABC	Técnica que utiliza o princípio de Pareto para estabelecer as prioridades de produção.	JUNIOR et al. (2018) TORTOLA et al. (2017).	Análise e proposta de melhoria do layout de uma indústria de bebidas.
Diagramas de Processo	Ferramenta que utiliza símbolos normalizados para descrever um processo produtivo.	VEIGA (2018). PADILHA (2017).	Proposta de Layout para um restaurante do tipo self-service.
Carta Multiprocesso	Técnica que representa as diferentes atividades de transformação de um produto ou a execução de um serviço.	JUNIOR et al. (2018). VEIGA (2018).	Proposta de Melhoria no Layout de uma Fábrica de Colchões - Um Estudo de Caso.
Mapofluxograma	Técnica onde o fluxo produtivo é desenhado sobre a planta baixa da organização.	VIEIRA et al. (2019). VEIGA (2018). JUNIOR et al. (2018).	Proposta de melhoria de layout em uma indústria de eletrônicos
Cartas De-Para	Ferramenta utilizada para quantificar de material transportado de uma operação para outra.	VEIGA (2018).	Análise e proposta de melhoria de layout em uma recicladora de Dourados-MS
Diagrama de Afinidades	Ferramenta que determina o grau de afinidade entre os setores, e facilita a disposição destes no layout	FREITAS et al. (2020). VEIGA (2018).	Mapeamento de layout em empresa de varejo: um estudo de caso.
Diagrama Inter-relações	Ferramenta que fornece a representação gráfica das relações entre as estações de trabalho	DE CARVALHO et al. (2021). VEIGA (2018). PADILHA (2017).	Projeto de Melhoria no Arranjo Físico de uma Confeitaria.
Diagrama de Espaguete	Ferramenta que possibilita traçar e determinar os caminhos percorridos pelos produtos ao longo do fluxo produtivo	CASSETTA et al. (2016)	Análise de Layout de uma Usina de Asfalto - Estudo de Caso

Fonte: Autor (2022).

O PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) ou Técnica de Avaliação e Revisão de Programas e o CPM (*Critical Path Method*) ou Método do Caminho Crítico, são técnicas empregadas em conjunto durante o planejamento de um grande projeto, e que oferecem uma visão gráfica das etapas críticas, com estimativas de prazos e folgas para a execução (NUUS et al., 2017).

Para Freitas et al. (2020), o PERT/CPM é um método empregado de planejamento e controle de projetos, que permite calcular o período de duração das atividades, além de definir o caminho mais curto para a execução destas, o que impacta na redução de custos. Por sua vez, Lima (2016) afirma que, o método avalia qual o caminho mais curto para a execução das atividades do processo produtivo, e com o auxílio da rede PERT efetua os cálculos que determinam o tempo total gasto no projeto, nas atividades principais e de suporte, com base na relação de precedência. Estas atividades, demandam atenção, pois qualquer atraso reflete no aumento dos custos no projeto.

Por outro lado, o balanceamento de linhas de produção é uma ferramenta empregada para otimizar o desempenho de uma indústria, por meio da distribuição sequencial das tarefas e das atividades nas estações de trabalho, com objetivo de promover uma melhor utilização dos recursos transformadores, diminuir os custos e o tempo ocioso, que somados, indicam uma baixa eficiência do sistema produtivo (NEUMANN; SCALICE, 2015).

Para Oliveira et al. (2017), o balanceamento de linhas de produção consiste em equilibrar a capacidade produtiva com a demanda, ao longo do sistema produtivo, eliminando os excessos, o tempo ocioso e os gargalos, com a utilização adequada dos recursos produtivos.

Por sua vez, o diagrama P-Q, ou diagrama produto - quantidade ou gráfico produto - volume, é uma ferramenta utilizada no projeto de *layout*, que consiste de uma representação gráfica do volume de produção para cada item dentro do mix de produtos. Por meio desta representação gráfica na forma de um histograma, são evidenciados quais os itens mais e menos demandados, sendo o *layout* adaptado para o atendimento a estas demandas, o que resulta na redução no deslocamento dentro da linha de produção (NEUMANN; SCALICE, 2015).

Conforme Padilha (2017), o diagrama P-Q permite a escolha do layout por meio da análise de fluxo produtivo, sendo elaborado, com base nas informações da

produção. Assim, os produtos com elevado volume são produzidos primeiro, e em seguida, os produtos com menor volume.

Outra técnica que se destaca é a curva ABC, que tem como base o princípio de Pareto<sup>2</sup>, que possibilita estabelecer as prioridades de produção, por meio da representação gráfica, para os diferentes itens a serem ofertados. Em síntese, essa técnica consiste da separação dos produtos em três grupos distintos em função da demanda, no grupo A estão os 20% dos itens considerados mais demandados, no grupo B estão os 30% dos itens com demandas intermediárias e no grupo C os 50% dos itens de menor demanda (NEUMANN; SCALICE, 2015).

Para Tortola et al. (2017), a curva ABC é uma técnica que auxilia as organizações no processo de tomada de decisão, e resulta da análise dos produtos ofertados, com base no princípio de Pareto, onde 80% das vendas originam-se em 20% dos itens apresentados aos clientes.

Os diagramas de processo, cartas de processo ou folhas de processo são ferramentas destinadas ao registro minucioso de todo um processo produtivo, contemplando suas principais etapas, elementos transformadores, tempos de atividades, número de operações, fluxo de pessoas e materiais em um único diagrama, formado por símbolos normalizados (NEUMANN; SCALICE, 2015).

A carta multiprocesso ou carta de processos múltiplos, é uma técnica que relaciona, em uma única tabela ou carta, os processos transformadores com os produtos em transformação ou serviços, permitindo a observação simultânea do fluxo produtivo, nos diferentes tipos de *layout* (NEUMANN; SCALICE, 2015).

No que diz respeito ao mapofluxograma, ou mapa-fluxograma, este consiste de uma técnica onde a movimentação física dos produtos, materiais, formulários ou pessoas até as estações de processamento é desenhada sobre a planta baixa, em escala, da instalação. Através da observação do caminho percorrido pelos produtos, é possível identificar o fluxo de materiais, e propor mudanças no *layout* da instalação com o intuito de evitar longos deslocamentos, fluxos cruzados ou inúmeras idas e voltas no processo produtivo (NEUMANN; SCALICE, 2015).

---

<sup>2</sup> Segundo Tortola et al. (2017), a regra dos 80/20, lei dos poucos vitais ou princípio de escassez do fator, determina que 80% dos efeitos, na maioria dos eventos, tem sua origem em apenas 20% das causas.



Para Veiga (2018), o mapofluxograma é uma ferramenta visual, empregada para avaliar o processo produtivo, com o objetivo de identificar os possíveis gargalos que impactam na produtividade da organização.

As cartas de-para, ou cartas *from-to*, é uma ferramenta utilizada em *layouts* funcionais onde existe uma gama de produtos, com o objetivo de reduzir os custos de transporte entre os setores. A intensidade do fluxo entre as operações é obtida com a verificação destas cartas, por meio do registro de itens que passam de um setor para outro (NEUMANN; SCALICE, 2015).

Conforme Veiga (2018), a carta de-para é uma representação gráfica das interações entre pontos do processo, empregada para determinar o volume de material em trânsito de uma operação a outra, as distâncias percorridas e os custos intrínsecos a esta atividade.

O diagrama de afinidade, ou carta de interligações preferenciais, é uma ferramenta que serve para aproximar ou separar as estações de transformação. Durante a elaboração deste diagrama, mais de uma afinidade pode ser empregada, como dados de processo, pessoas, entre outros (NEUMANN; SCALICE, 2015).

Segundo Freitas et al. (2020), o diagrama de afinidades determina o posicionamento dos setores, conforme uma escala de afinidades, obedecendo para isso, os espaços disponíveis na organização. Assim, durante o planejamento do *layout*, setores com elevado grau de afinidade, devem ser alocados o mais próximo possível, de modo a atender as necessidades do fluxo produtivo.

O diagrama inter-relações, diagrama de fluxo ou diagrama de configuração é uma ferramenta, que fornece uma representação gráfica das relações observadas entre as diversas estações de transformação, por meio de uma graduação fundamentada na intensidade de relacionamentos entre as estações de trabalho (NEUMANN; SCALICE, 2015).

Para Lopes et al. (2019), o diagrama inter-relações é uma ferramenta gráfica que compreende informações do fluxo de material, com as informações de proximidade das estações de trabalho, com uso de uma escala de proximidade A, E, I, O, U e X.

O Diagrama de Espaguete é uma ferramenta visual que permite mapear as movimentações dos funcionários e produtos, com o objetivo de eliminar as inconsistências e as movimentações desnecessárias que não agregam valor.

Para Casetta (2016), o diagrama de espaguete é uma ferramenta que permite determinar o deslocamento dos produtos, entre as estações de transformação, com a intenção de identificar os pontos onde ocorrem os desperdícios, que impactam no fluxo produtivo, como os movimentos sobrepostos e desnecessários.

Assim, com o auxílio dessas técnicas ou ferramentas, empregadas conforme escolha do projetista, tem-se o embasamento necessário para o início da elaboração do projeto de layout (NEUMANN; SCALICE, 2015). Conforme será abordado no tópico a seguir.

### **2.1.3 Projeto de *Layout***

O projeto de *layout* deve favorecer o funcionamento das operações de maneira ordenada e harmoniosa, para que o fluxo do processo produtivo transcorra naturalmente. Por esse motivo, a presente etapa possui uma elevada importância para as organizações e inicia-se com o estudo dos objetivos estratégicos da produção (NEUMANN; SCALICE, 2015).

Estes objetivos estratégicos, são abordados e definidos durante o projeto de fábrica e estabelecem alguns critérios como o volume de produção, as áreas de armazenamento, as máquinas, os equipamentos, os materiais e a mão de obra necessária. Somadas, estas informações fornecem os subsídios para a elaboração do projeto de *layout*, que determinará o arranjo das estações de trabalho, e seus periféricos, buscando atender ao planejamento estratégico da produção (NEUMANN; SCALICE, 2015).

O projeto de *layout* também deve atender todos os requisitos de segurança dentro das instalações da organização, garantindo a saúde, proteção e o bem-estar dos trabalhadores, que são fundamentais para a eficiência das operações. As estações de trabalho devem ser bem iluminadas, e o ambiente fabril deve possuir cores claras favorecendo a visualização e a identificação de materiais e objetos (FÉLIX et al., 2021).

O autor Neumann et al. (2015), estabelece um modelo de referência para o desenvolvimento de um projeto de *layout*, e divide as ações em quatro fases, sendo elas: (1) planejamento do projeto, que busca adequar o modelo de referência com as necessidades do projeto de *layout*; (2) projeto informacional que visa a identificação e estudo das informações necessárias para o desenvolvimento do projeto; (3) projeto

conceitual que seleciona e determina as opções de projeto de *layout* que estão alinhadas com as especificações definidas na etapa anterior; e, (4) projeto detalhado que detalha e aperfeiçoa a opção escolhida.

Em síntese, o projeto de *layout* de uma organização consiste no estudo da disposição dos equipamentos dentro da unidade fabril, da racionalização de espaços, e das interações entre setores produtivos (NEUMANN; SCALICE, 2015). Assim, o planejamento do projeto de *layout* pode ser sistematizado, para conter todas as possíveis interações, com a utilização da metodologia SLP, apresentada no próximo subtópico.

#### **2.1.4 Metodologia SLP**

A metodologia SLP (*Systematic Layout Planning*) ou Planejamento de *Layout* Sistemático, é uma ferramenta idealizada por Richard Muther em 1961, e tem como propósito estruturar e avaliar o desenvolvimento das diferentes opções de *layout*, em função dos critérios pré-estabelecidos (PADILHA, 2021). Segundo Muther (1978), o planejamento do *layout* é dividido em quatro fases:

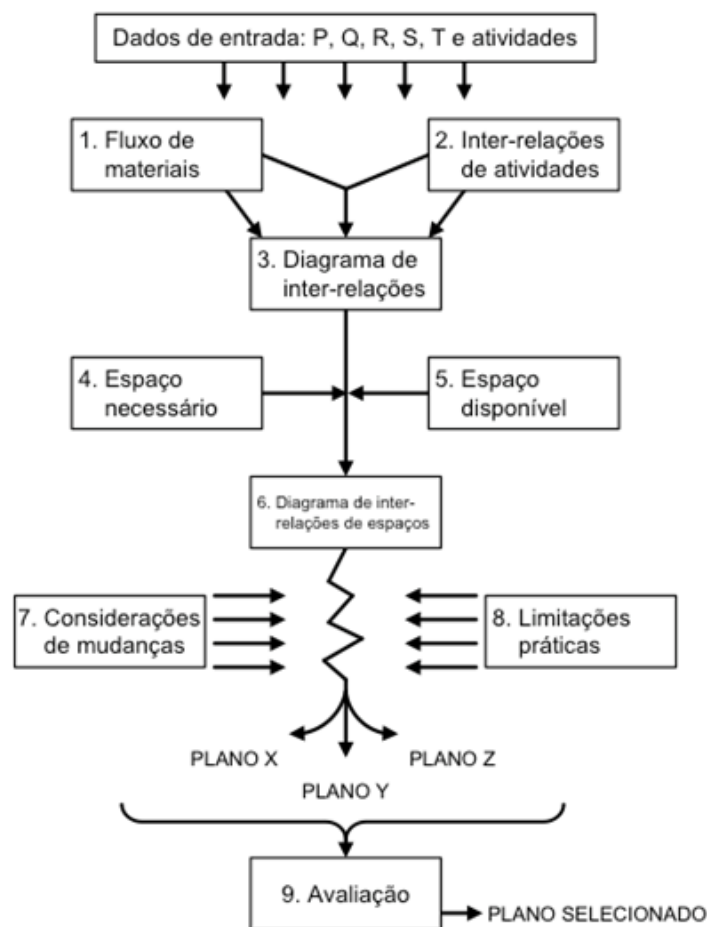
- a) localização - escolha e definição da área a ser empregada para a instalação do novo *layout* ou a readequação, que pode ser uma área recém adquirida ou uma área utilizada com outra finalidade;
- b) *layout* geral - organização e determinação da área de estudo. Nesta fase, são desenvolvidas as soluções prováveis para os problemas;
- c) *layout* detalhado - define a localização dos elementos transformadores, máquinas e equipamentos e determina-se o local de instalação destes;
- d) implantação - é realizada a análise das alterações necessárias, mediante os recursos financeiros disponíveis.

Muther (1978), estabelece também os métodos necessários para a realização do sistema SLP, conforme demonstrado na Figura 1.

Segundo Lima (2016) a Figura 1, representa os procedimentos necessários para a aplicação do SLP, esses procedimentos iniciam-se pela coleta de dados de entrada, relacionados ao produto, quantidade, roteiro, serviços de suporte e tempo das atividades, representadas pelas iniciais (P, Q, R, S e T). Após, é realizada a

análise do fluxo de material (1) e das inter-relações de atividades (2) existentes entre as diferentes áreas e ou departamentos da empresa, que irão compor o diagrama de inter-relações (3), sem considerar, nesta etapa, a necessidade de espaço. Logo, para que o espaço necessário (4) seja determinado, é preciso uma avaliação balanceada da quantidade e dimensão dos maquinários envolvidos no processo produtivo, para que o espaço disponível (5) tenha a capacidade de suportá-los.

Figura 1 - Sistema de Procedimentos SLP



Fonte: Muther (1978).

Na sequência, é realizado o diagrama de inter-relações de espaços (6), que fornece um *layout* ideal, mas provisório, e que precisa ser ajustado, conforme as considerações de mudanças (7). Durante a elaboração do projeto, algumas limitações práticas (8) ou restrições podem surgir e precisam ser testadas e avaliadas, sendo aproveitadas apenas as limitações práticas. Por fim, após conclusão dos itens anteriores, é estabelecido as opções de *layout*, que são os planos X, Y e Z, que

necessitam de avaliação (9) e aprovação dos departamentos envolvidos e seus respectivos usuários (LIMA, 2016).

Neste sentido, o SLP contribui para o desenvolvimento do projeto de *Layout*, ao facilitar a visualização e a alocação dos recursos necessários ao processo produtivo. Esses recursos, incluem as estruturas físicas, os materiais, os equipamentos e as pessoas, que precisam ser estimados e quantificados, por meio de uma análise de investimentos, a fim de determinar a viabilidade econômica do empreendimento em estudo (LIMA, 2016). Tal análise será detalhada no tópico a seguir.

### 2.1.5 Análise de Investimentos

A análise de investimentos trata-se de uma investigação minuciosa sobre a viabilidade econômica de um determinado empreendimento, e fornece aos dirigentes um registro detalhado sobre os aspectos financeiros esperados, por este motivo, torna-se parte integrante do processo de tomada de decisão nas organizações modernas (ZANINI, 2019).

Assim, a viabilidade econômica de qualquer empreendimento está relacionada com a disponibilidade dos recursos necessários para a execução do projeto, através da análise dos indicadores de Valor Presente Líquido (VPL), da Taxa Mínima de Atratividade (TMA), da Taxa Interna de Retorno (TIR) e do *Payback* (ZANINI, 2019), conforme descrito nos tópicos a seguir.

#### 2.1.5.1 Valor Presente Líquido

O Valor Presente Líquido (VPL) é um método de análise de investimento que transfere as receitas e os custos de um determinado projeto, com base no fluxo de caixa, para o período inicial, ao aplicar o desconto da Taxa Mínima de Atratividade (TMA) (PERALTA, 2017).

O VPL pode ser calculado por meio da Equação 1:

$$VPL = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+K)^t} + \frac{VR}{(1+K)^n} \quad (1)$$

Onde:

VPL = valor presente líquido;

FCt = fluxos previstos de entradas de caixa em cada período de vida do projeto, t = 1, 2, ..., n;

n = número de períodos de avaliação;

I<sub>0</sub> = investimento inicial ou montante no início do projeto;

K = taxa de juros ou custo de capital ou taxa mínima de atratividade;

VR = valor residual do projeto.

### 2.1.5.2 Taxa Mínima de Atratividade

A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) é o percentual mínimo que deve ser encontrado em um determinado projeto, para que o mesmo se torne atrativo aos investidores, ou então auxilie a organização na tomada de decisão. Ao não ser atingido este valor, recomenda-se que o projeto ou investimento seja rejeitado (SELEME, 2019).

Segundo Silva et al. (2021), a TMA é um parâmetro que serve como orientação para investimentos de viabilidade financeira, sendo composta pela taxa básica de juros mais a taxa mínima que o investidor pretende receber.

### 2.1.5.3 Taxa Interna de Retorno

A Taxa Interna de Retorno ou Taxa Interna de Rentabilidade (TIR), é um indicador que avalia a rentabilidade de um determinado projeto ou investimento em um dado período de tempo (SELEME, 2019).

Vergara et al. (2017), caracteriza a TIR como sendo a responsável por zerar o fluxo de caixa em um dado período, em um determinado fluxo de receitas e de investimentos quando o Valor Presente Líquido for igual a zero.

A TIR pode ser calculada por meio da Equação 2:

$$I_0 - \sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1+K)^t} = \sum_{t=1}^n \frac{FCt}{(1+K)^t} \quad (2)$$

Onde:

I<sub>0</sub> = montante do investimento no início do projeto;

I<sub>t</sub> = montantes previstos de investimento em cada momento subsequente;

$K$  = Taxa Interna de Retorno (TIR);

$n$  = número de períodos de avaliação;

$FC_t$  = fluxo previsto de entradas de caixa em cada período de vida do projeto,  $t = 1, 2, \dots, n$ .

#### **2.1.5.4 Payback**

O *Payback* (PB) é um método de tomada de decisão, utilizado para determinar o número de períodos necessários para a quitação do investimento em análise, com a reposição devida do capital investido (PERALTA, 2017).

O PB pode ser calculado através da Equação 3:

$$PB = \frac{VPL(\text{investimento})}{VPL(\text{lucros})} \times 3 \text{ anos} \quad (3)$$

Onde:

PB = *payback*;

VPL (investimento) = Valor Presente Líquido dos investimentos;

VPL (lucros) = Valor Presente Líquido dos lucros;

### 3 METODOLOGIA

Neste capítulo é apresentada a fábrica de pavimentos intertravados alvo desta pesquisa, e demonstrado os métodos adotados, para a elaboração deste trabalho.

#### 3.1 Fábrica do estudo

No ano de 2019, durante a execução das obras de pavimentação do residencial Parque das Acácias em Pinheiro Machado - Rio Grande do Sul, a empresa, sediada no município e responsável pelo empreendimento, deparou-se com a necessidade de adquirir 16.650 m<sup>2</sup> de *paver*, para efetuar o calçamento das ruas e avenidas do novo condomínio, conforme estabelecido no projeto do residencial.

De imediato, foi identificado que o município não dispunha de nenhuma empresa com estrutura capaz de fabricar e fornecer os pavimentos, sendo necessária a aquisição deste em outros municípios, o que gerou um elevado esforço logístico com impacto direto nos custos e no prazo de conclusão das obras.

Assim, com a intenção de atender a demanda atual e futura, além de diversificar e expandir o seu ramo de atuação, foi idealizada pelos sócios da empresa uma fábrica de *paver* no município, e para isso, uma área 3000m<sup>2</sup>, contendo um galpão de metal com 245,28m<sup>2</sup> e um prédio de alvenaria com 48,0m<sup>2</sup>, localizados a 1,7Km do centro da cidade, foi destinada.

O local escolhido é de propriedade de um dos sócios investidores, que construiu o galpão com o propósito de abrigar insumos e implementos agrícolas. O prédio foi adquirido junto com o campo, com a intenção de garantir a utilização do espaço existente e reduzir custos. Assim, estabeleceu-se que o galpão abrigará todos os equipamentos e maquinários necessários para a produção, e o prédio ao lado será composto por escritórios, refeitórios, banheiros e vestiários.

Portanto, esta pesquisa parte para o estudo da disposição dos equipamentos dentro da unidade fabril e de seu anexo, uma vez que o local foi estabelecido pelos proprietários.



### 3.2 Classificação da pesquisa

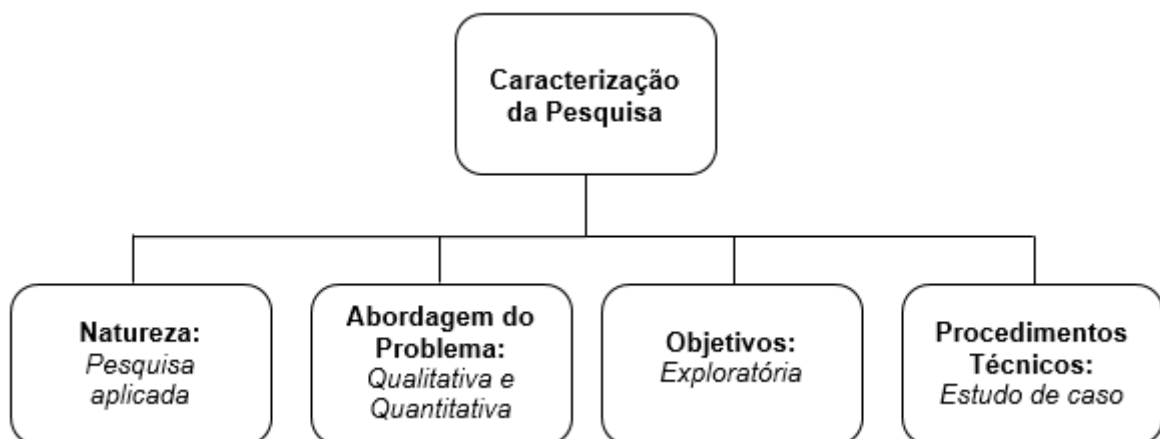
Este trabalho, foi classificado quanto a sua natureza como uma pesquisa aplicada, onde busca-se com os estudos realizados, agregar conhecimento para uma aplicação prática, além de contribuir para o desenvolvimento científico (GIL, 2002).

Para Prodanov (2013), a forma da abordagem do problema constitui-se de uma análise qualitativa e quantitativa, pois existe a necessidade de uma avaliação intuitiva dos dados abordados e também a necessidade do emprego de técnicas estatísticas que contribuam para o entendimento do funcionamento de uma fábrica de *paver*.

Segundo Gil (2002), com relação ao objetivo, a pesquisa foi classificada como exploratória, pois estabelece uma intimidade com o problema que permite o desenvolvimento de ideias e hipóteses, além de possibilitar uma investigação mais incrementada do tema.

Por fim, como procedimento técnico Gil (2002), caracteriza a pesquisa como um estudo de caso, que consiste de uma análise detalhada de um objeto, capaz de fornecer um conhecimento detalhado sobre este. Para Cauchick Miguel et al. (2012), o estudo de caso é uma pesquisa de natureza experimental que analisa um fenômeno atual, ao considerar que os limites entre o fenômeno e o seu contexto, ainda não foram definidos.

Figura 2 - Caracterização da Pesquisa



Fonte: Autor (2022).

### 3.3 Procedimentos metodológicos

Esse trabalho foi desenvolvido por meio de um estudo de caso onde foram entrevistados os sócios da empresa e visitado o local de instalação da futura fábrica de *paver* para a obtenção de informações, na expectativa de atender aos objetivos propostos. Essas informações adquiridas, foram registradas em planilhas, arquivos e desenhos que compuseram esse trabalho.

Assim, com base na análise desses registros informacionais, o autor aplicou a metodologia SLP (*Systematic Layout Planning*) em conjunto com a análise viabilidade econômica na intenção de planejar o *layout* da nova fábrica, conforme explicitado nos objetivos específicos.

No entanto, como a localização da fábrica havia sido definida pelos proprietários, o emprego da metodologia SLP ocorreu a partir de sua segunda fase - *layout* geral, onde foi estabelecida a posição relativa dos elementos transformadores, a partir da obtenção dos dados de entrada, do levantamento do fluxo de materiais e das inter-relações entre as atividades.

Para concluir, são apresentadas as opções de *layout* para a fábrica, elaboradas com o auxílio do *Software* AutoCAD (2019), o qual trata-se de um programa aplicado no desenvolvimento de projetos, onde CAD refere-se a (*Computer Aided Design*) ou desenho auxiliado por computador.

Quadro 3 - Metodologia aplicada

Etapa	Descrição	Ferramenta
Identificação dos espaços	Visitas <i>in loco</i> e entrevistas com os proprietários; consulta de plantas e medição do espaço físico.	Fita métrica e fotos.
Análise de fluxos	Levantamento do maquinário necessário, mix de produtos e análise do fluxo de materiais.	Cartas De-Para, Diagrama de Espaguete.
Análise de afinidades	Verificação dos possíveis dados de intensidade de fluxo (volume, demanda, movimentações).	Diagrama de Afinidades, Diagrama P-Q.
Análise de viabilidade econômica	Levantamento dos valores de custos e investimentos necessários.	VPL, TMA, TIR e <i>Payback</i> .
Opções de <i>layout</i>	Apresentação para os proprietários dos modelos de <i>layout</i> propostos	<i>Software</i> AutoCAD.

Fonte: Autor (2022).



## **4 ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Neste capítulo apresenta-se a análise dos resultados obtidos para a implantação da fábrica de pavimentos intertravados, conforme estabelecido na metodologia aplicada.

### **4.1 Identificação dos Espaços**

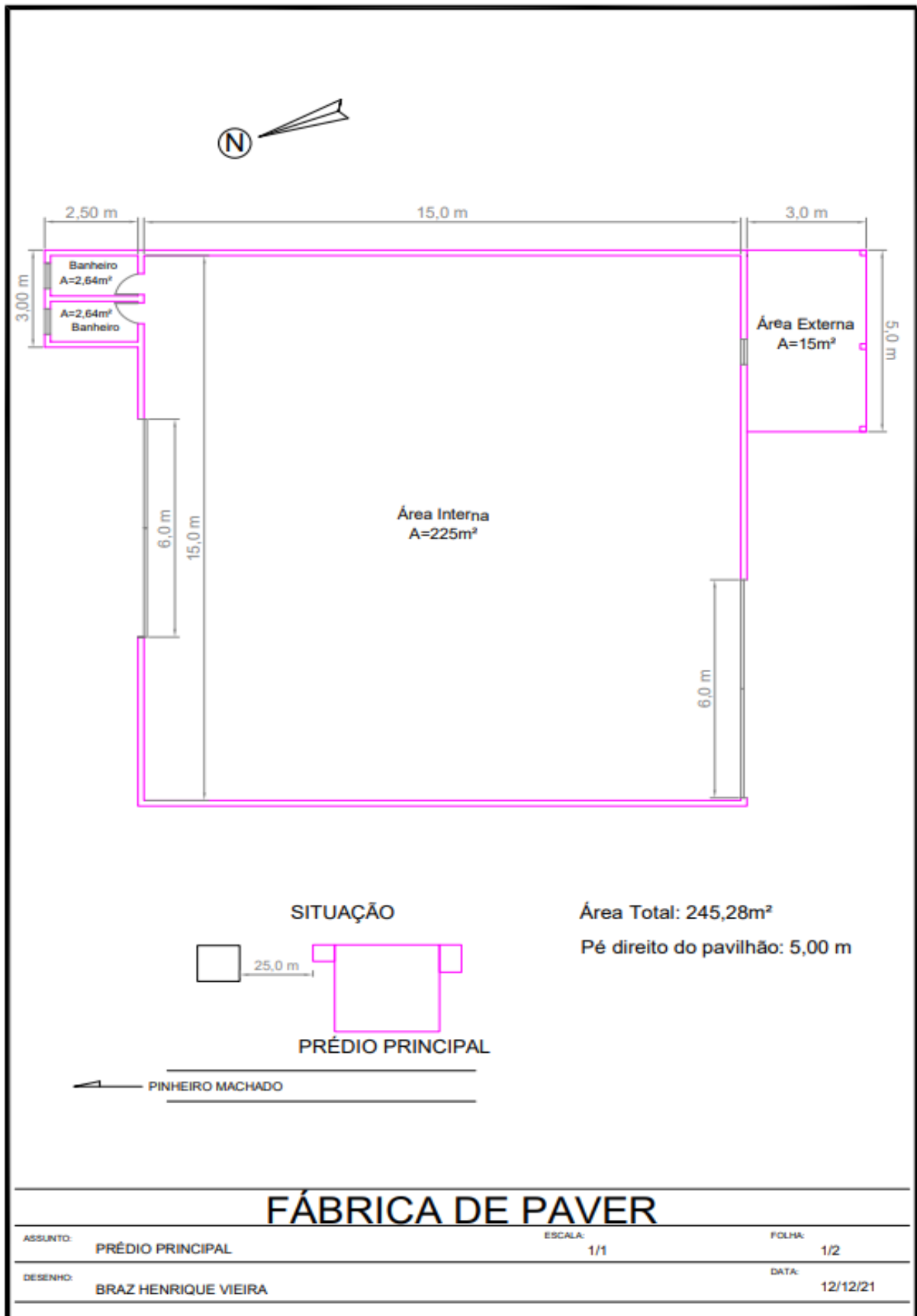
A identificação dos espaços ocorreu por meio de visita às instalações, e pela realização de entrevistas informais e não estruturadas com os proprietários, para coletar informações referentes ao número de equipamentos necessários para a fábrica, o número de funcionários para a sua operação, quais as principais atividades a serem executadas por estes, além da estimativa do montante de valores necessários para o investimento.

Durante a visita nas instalações, verificou-se as dimensões dos prédios existentes, com o auxílio de uma fita métrica e em seguida, foi realizada a conferência dos valores obtidos com as medidas presentes nas plantas baixas. Após a conferência, notou-se a necessidade de atualização das plantas, devido a situação em que foi encontrada a documentação, danificada e em má conservação, e também devido às modificações e reformas realizadas nessas estruturas ao longo dos anos, que alteraram a posição e a localização das portas e janelas do prédio anexo e dos portões do galpão.

Na Figura 3, é apresentada a planta baixa do prédio principal e na Figura 4, a planta baixa do prédio anexo, ambas atualizadas e com os valores em conformidade com os encontrados no local.

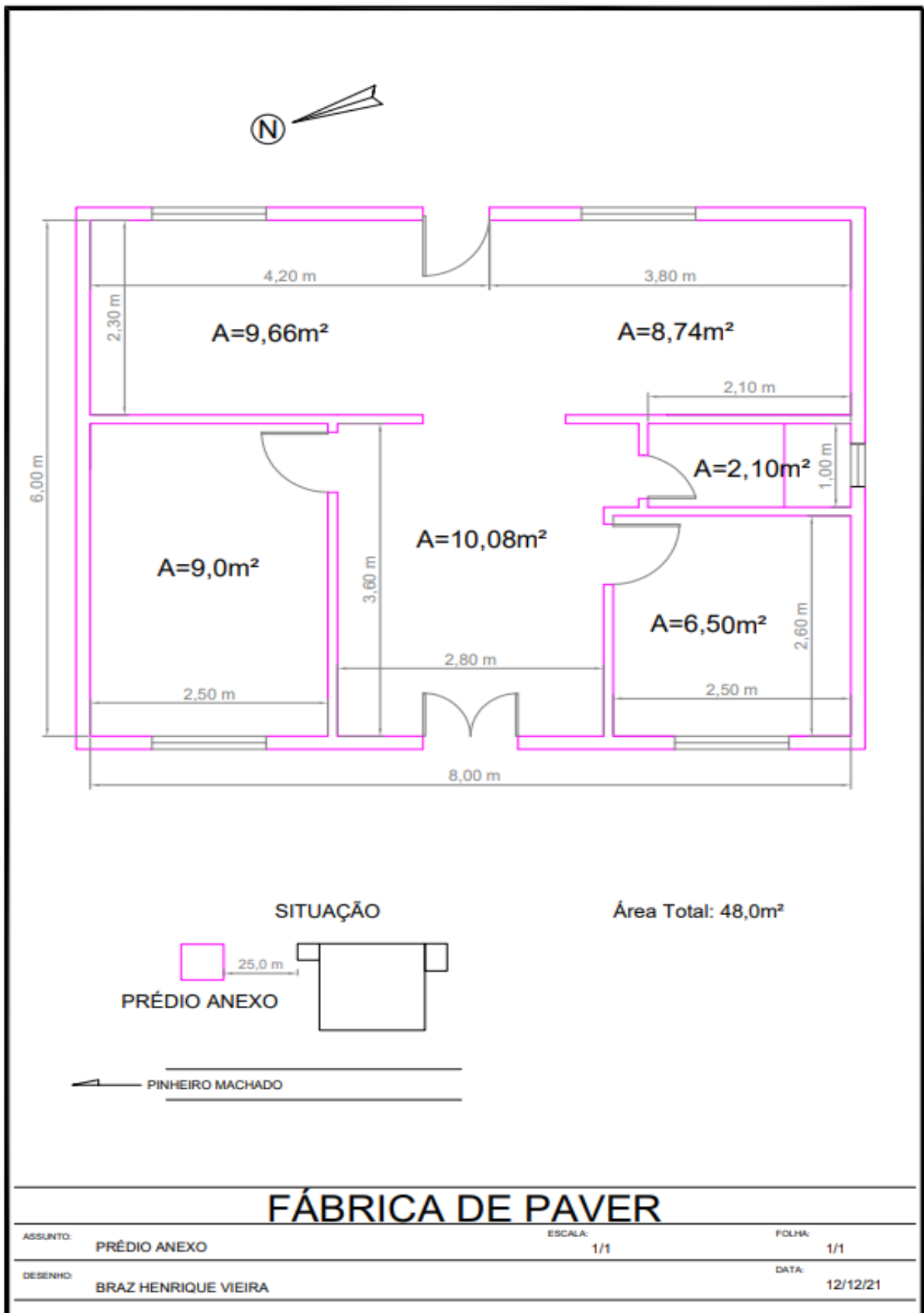
A Figura 3, trata-se da planta baixa do galpão, destinado a receber os maquinários e equipamentos necessários para a operação da fábrica, além de servir como local de armazenamento dos artefatos produzidos. Na Figura 4, tem-se a planta baixa do prédio anexo, situado a 25,0 metros de distância do galpão da fábrica, neste local será instalado o escritório de vendas, o refeitório e a sala para descanso intervalar dos funcionários.

Figura 3 – Planta baixa prédio principal



Fonte: Autor (2022).

Figura 4 – Planta baixa prédio anexo



Fonte: Autor (2022).

## 4.2 Análise de Fluxos

Para a análise de fluxos, primeiramente foi realizado o levantamento do maquinário necessário para a fábrica, em seguida determinado o mix de produtos, e, por fim, realizada a análise do fluxo produtivo. A Tabela 1, apresenta o levantamento do maquinário e equipamentos necessários para a fábrica, com as suas respectivas dimensões e quantidades.

Tabela 1 – Maquinário e equipamentos

(Continua)




Maquinários e Equipamentos	Imagens	Função	Quantidade	Dimensões (C x L x A)
1 Silos de estocagem		Responsável por estocar a matéria prima como areia, cimento e brita	5 unidades	Diâmetro: 1,25m Altura: 1,80m Capacidade: 2,0m <sup>3</sup> cada unidade
2 Esteira de alimentação do misturador		Responsável por transportar material dos silos ao misturador	1 unidade	3,00m x 0,56m x 0,15m
3 Misturador		Responsável pela mistura da matéria prima como cimento, areia e brita além da adição de água	1 unidade	Diâmetro: 1,25m Altura: 1,35m Capacidade: 600L

Tabela 1 – Maquinário e equipamentos

(Continuação)










4	Esteira de alimentação da vibro prensa		Responsável por transportar a massa até o silo da vibro prensa	1 unidade	5,50m x 0,56m x 0,15m
5	Silo da vibro prensa		Responsável pelo recebimento da argamassa para alimentar a prensa	1 unidade	Altura: 1,00m Largura: 0,60m Capacidade: 580L
6	Unidade hidráulica		Responsável pelo fornecimento da pressão hidráulica ao sistema	1 unidade	0,82m x 0,36m x 0,86m Pressão Trabalho: 200 Bar Volume de Óleo: 80L
7	Vibro prensa hidráulica		Responsável pelo adensamento e formação do <i>paver</i>	1 unidade	1,00m x 1,05m x 2,25m Capacidade de Compressão: 15t
8	Forma	 	Responsável pelo modelo do <i>paver</i> , bloco estrutural e meio fio	4 unidades	0,50m x 0,50m x 0,40m cada unidade
9	Bandejas de madeira		Responsável por receber e retirar o <i>paver</i> da forma	500 unidades	0,60m x 0,40m x 0,04m cada unidade
10	Mesa alimentadora de bandejas		Responsável pela alimentação de bandejas no sistema	1 unidade	2,50m x 0,80m x 1,15m



Tabela 1 – Maquinário e equipamentos

(Conclusão)

11	Mesa de recebimento das bandejas com o <i>paver</i>		Responsável por guiar as bandejas para fora da vibro prensa	1 unidade	2,00m x 0,68m x 1,10m
12	Paletes		Responsável por armazenar o produto	50 unidades	1,20m x 1,00m x 0,10m cada unidade
13	Empilhadeira		Responsável por e transportar os paletes com os produtos até o armazenamento	1 unidade	Altura Elevação: 3,80 m Capacidade de carga: 1500 kg





Fonte: Autor (2022).

Com base no maquinário obtido foi estabelecido que o mix de produtos será composto por dois modelos de *paver*, e dois modelos de blocos. O primeiro modelo de *paver* produzido será o *Paver Unistein*, e o segundo será *Paver Holandês*, ambos maciços e utilizados para o calçamento de ruas, calçadas, estacionamentos, áreas de recreação e praças.

Para os blocos, o primeiro modelo produzido será o Meio Fio Guia que consiste de um bloco maciço usado para marcar o alinhamento de ruas e separar a calçada do pavimento destinado a veículos. Por sua vez, o segundo bloco será o Bloco Estrutural, que consiste de um bloco vazado, empregado como alvenaria de residências e edifícios. Todos os modelos produzidos são apresentados na Tabela 2.

Cabe salientar, que o suprimento de água para a fábrica, é oriundo de uma estação própria de bombeamento, tendo em vista que município não dispõe de adutoras na região. Essa estação, encontra-se instalada em uma represa distante 150 metros do prédio principal, cuja propriedade pertence a um dos sócios.

Tabela 2 – Mix de produtos

Mix de produtos		Dimensões (C x L x A)	Utilização
	<i>Paver Unistein</i>	0,22m x 0,11m x 0,08m	Arruamentos com tráfego pesado de veículos
	<i>Paver Holandês</i>	0,20m x 0,10m x 0,06m	Arruamentos com tráfego leve de veículos
	Meio Fio Guia	0,50m x 0,10m x 0,30m	Separar a calçada do pavimento destinado a veículos
	Bloco Estrutural	0,39m x 0,09m x 0,19m	Empregado como alvenaria de residências e edifícios

Fonte: Autor (2022).

No que diz respeito a análise do fluxo produtivo, esta foi realizada com o auxílio da carta De-Para juntamente com o Diagrama de Espaguete, que são ferramentas eficazes, pois permitem a visualização do caminho percorrido pela matéria-prima em cada elemento transformador ao longo da cadeia produtiva.

Assim, no Quadro 4 é apresentada a carta De-Para, obtida com base no mix de produtos, sendo, a letra “A” referente ao *Paver Unistein*, a letra “B” ao *Paver Holandês*, a letra “C” referente ao Meio Fio Guia e, por fim, a letra “D” que representa o Bloco Estrutural.

Nota-se no Quadro 4, que os itens em produção estão alocados acima da diagonal principal, indicando um sentido positivo para o fluxo produtivo. Cabe ressaltar ainda, que todos os tipos de *Pavers* e Blocos produzidos, seguem o mesmo processo produtivo, com variações conforme o tipo e modelo em fabricação. Estas variações

são relativas à forma, responsável pelo molde dos artefatos em produção, e o traço<sup>3</sup> de concreto usado na mistura para a confecção dos artefatos.

Quadro 4 – Carta De-Para

Para De	1 Misturar	2 Prensar	3 Receber	4 Secar	5 Armazenar
1 Misturar	-	A B C D			
2 Prensar		-	A B C D		
3 Receber			-	A B C D	
4 Secar				-	A B C D
5 Armazenar					-

Fonte: Autor (2022).

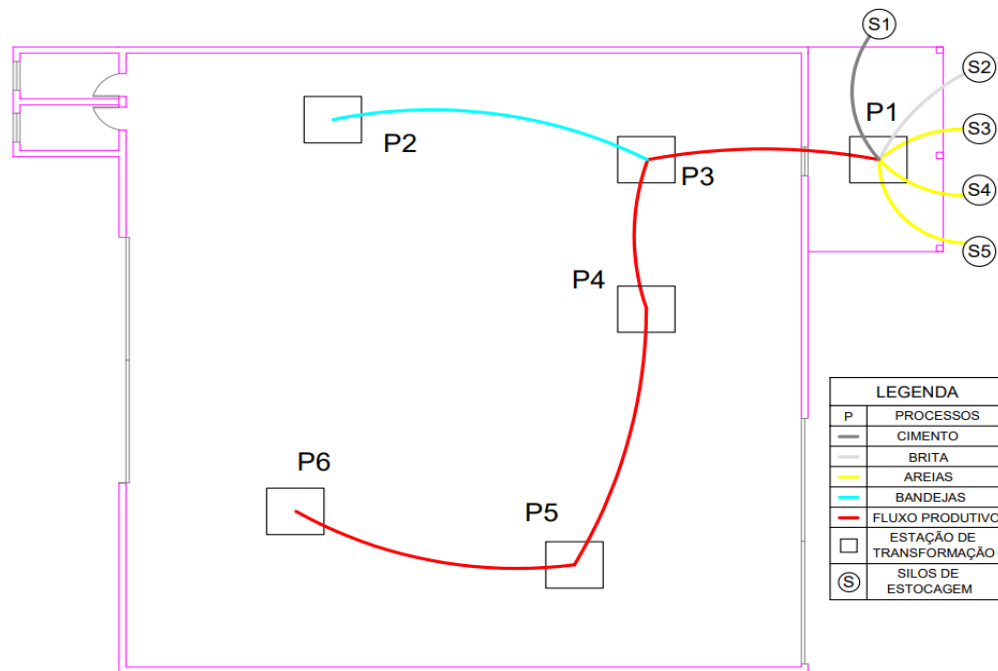
Na Figura 5, é apresentado o Diagrama de Espaguete para a fábrica de *paver* contendo o fluxo produtivo ao longo das estações de transformação, com base nas informações obtidas por meio da elaboração da Carta De-Para.

Observa-se no diagrama, que o início do fluxo produtivo ocorre a partir dos silos, representados pela letra S, onde a matéria prima está estocada. Ao todo, são cinco silos, que contém separadamente o cimento *Portland* de alta resistência inicial, a brita 0, a areia fina, a areia média e a areia grossa.

Em seguida, conforme pode ser observado em P1, tem-se a mistura dos elementos que constituem os *Pavers* ou Blocos, em um traço, P2 tem-se o carregamento das bandejas, P3 o processo de adensamento mecânico vibro prensado do *paver*, P4 recebimento do *paver* na bandeja, P5 processo de secagem e cura, por fim, P6 armazenamento e expedição.

<sup>3</sup> Segundo a NBR 12655 (ABNT, 2006) - Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – Procedimento. Traço ou composição - é a expressão das quantidades dos componentes do concreto, podendo ser expresso em massa, volume ou em quantidades de materiais por metro cúbico de concreto.

Figura 5 – Diagrama de espaguete



Fonte: Autor (2022).

No diagrama de espaguete tem-se a representação do fluxo produtivo, desde o início do processo, com a entrada da matéria-prima no misturador até o armazenamento e expedição do produto final, contemplando todas as etapas de fabricação.

Porém, para que o fluxo produtivo não venha demandar perdas por deslocamento excessivo, ou que gargalos relativos à capacidade de produção da fábrica venham a surgir, é necessário o correto posicionamento das estações de transformação por meio do levantamento da análise de afinidades conforme apresentado no tópico seguinte.

### 4.3 Análise de Afinidades

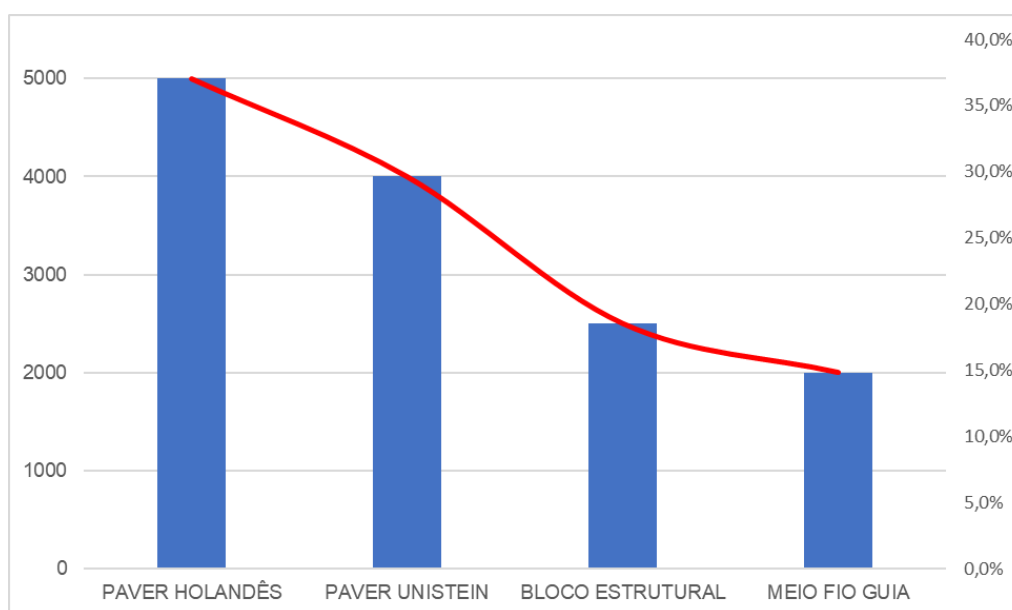
Inicialmente para a análise de afinidades, foi realizada uma consulta junto ao fabricante dos equipamentos, com o objetivo de estimar a capacidade produtiva em função da variedade de produtos ofertados. Em seguida, foi estabelecida a intensidade do fluxo produtivo por meio do diagrama P-Q, e verificada a proximidade e o grau de interação entre os setores de transformação com a construção do diagrama de afinidades.

Logo, foi estimado pelo fabricante, uma produção de 5000 unidades de *Paver Holandês*, ou 4000 unidades de *Paver Unistein*, ou 2500 unidades de Bloco Estrutural, como também, 2000 unidades de Bloco Meio Fio Guia, por dia. Dessa forma, considerou-se a fabricação de apenas um modelo a cada dia de operação em uma jornada laboral de oito horas.

Estes valores estimados de produção estão sujeitos às seguintes variações, tais como: disposição dos equipamentos no *layout* da fábrica, nível de treinamento dos funcionários, grau de automatismo da fábrica, *lead time* para troca de ferramenta, disponibilidade de matéria-prima, capacidade de armazenamento e demanda solicitada pelo mercado.

Assim, com os dados estimados foi construído o diagrama P-Q, para estabelecer o volume de produção e a intensidade do fluxo produtivo conforme a Figura 6.

Figura 6 – Diagrama P-Q



Fonte: Autor (2022).

Na Figura 6, é apresentado o Diagrama P-Q, contendo a variedade de produtos ofertados pela fábrica de *paver*, de acordo com a quantidade estimada de produção. Nota-se que o *Paver Holandês* e o *Paver Unistein* representam juntos mais de 65% do volume de produção, seguidos pelo Bloco Estrutural e Meio Fio Guia, que somados não ultrapassam 35%. Outra característica importante, diz respeito a tendência da

curva resultante, representada em vermelho no gráfico, a qual possui uma declividade suave, que sugere a utilização de somente um tipo de *layout* para o projeto da fábrica.

No entanto, o emprego apenas do diagrama P-Q, como ferramenta para o projeto e otimização do *layout*, pode sugerir que os produtos com baixo volume de produção, situados no extremo da curva, tenham dentro da fábrica um deslocamento maior, gerando um desperdício ao longo do processo produtivo.

Logo, para minimizar ou mesmo eliminar esses deslocamentos, é necessário que seja conhecido o grau de afinidade entre as estações de transformação, por meio da construção do diagrama de afinidades, com a intenção de garantir a correta distribuição destas dentro da unidade fabril.

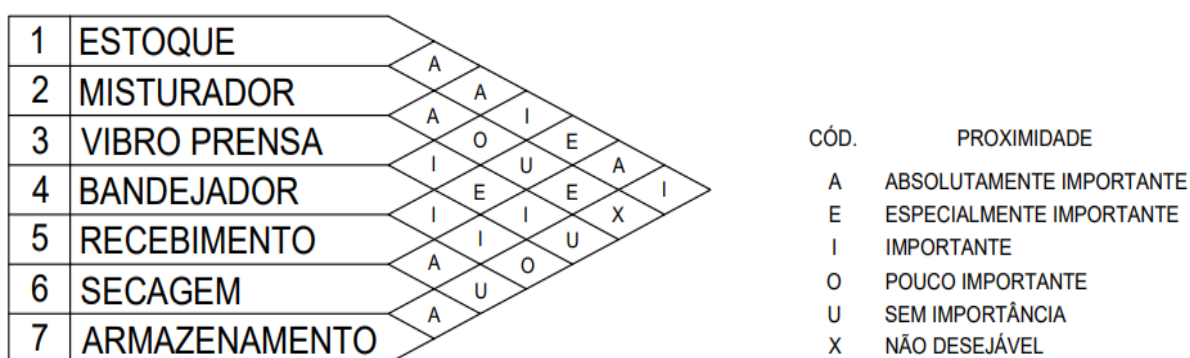
Assim, para a confecção do diagrama de afinidades, primeiramente, foram estabelecidos os setores da fábrica, tendo como referência a análise do fluxo produtivo obtido na carta De-Para, cuja sequência é a seguinte:

- a) estoque: área destinada ao armazenamento da matéria-prima (cimento, areia e brita);
- b) misturador: responsável pela mistura e homogeneização da matéria-prima, formando um traço de concreto com consistência ideal para o adensamento;
- c) vibro prensa: área responsável pelo adensamento e formação dos pavimentos e blocos;
- d) bandejador: é o responsável por receber e retirar o *paver* da forma;
- e) recebimento: responsável pela verificação da qualidade dos artefatos recém produzidos, buscando identificar possíveis não conformidades durante o adensamento;
- f) secagem: local onde os produtos recém produzidos são colocados por um período de 24 horas, iniciando assim o seu processo de cura, para depois serem encaminhados ao armazenamento;
- g) armazenamento: área destinada a armazenar os artefatos produzidos até que concluem o seu período de cura, conferindo uma maior resistência e durabilidade aos produtos, estando aptos para a venda.

Conforme tais informações, desenvolveu-se o Diagrama de Afinidades apresentado na Figura 7. Esse diagrama foi elaborado para os setores produtivos da

fábrica e estabeleceu a proximidade entre os setores, a fim de evitar que grandes distâncias sejam percorridas entre as estações de transformação ou que venham a surgir fluxos cruzados de produção.

Figura 7 – Diagrama de afinidades das unidades de planejamento de espaços



Fonte: Autor (2022).

O diagrama de afinidades, demonstra as relações existentes entre cada um dos sete setores da fábrica de pavimentos, e estabelece o relacionamento desses pela proximidade e objetivo.

No diagrama é possível verificar que o setor de estoque deve estar próximo de todas as demais unidades de transformação, essa proximidade é explicada pela necessidade de um controle de estoque nos silos em função do volume de produção.

Pode-se dizer que, de modo semelhante, o mesmo ocorre com os setores do misturador, bandejador e recebimento, os quais devem ser alocados próximos do setor da vibro prensa, já que suprem e acolhem os artefatos recém adensados além de permitir manejo dos mesmos.

E por fim, tem-se os setores de secagem e armazenamento, que devem ser alocados próximos entre si, mas afastados dos demais setores da fábrica, com o objetivo de facilitar os esforços logísticos, durante o carregamento dos paletes, o embalagem, e a expedição das cargas.

Conhecida as relações de afinidade, entre os setores de transformação além da intensidade do fluxo produtivo esperado para fábrica de pavimentos, faz-se necessário um estudo sobre a viabilidade econômica do empreendimento, o qual é apresentado no tópico seguinte.

#### 4.4 Análise de Viabilidade Econômica

Para a realização da análise de viabilidade econômica, inicialmente foi elaborada uma estimativa de valores, contendo os montantes de investimentos necessários para a implantação do projeto, a estimativa de faturamento e a projeção dos custos mensais e anuais.

Em seguida foi elaborado o fluxo de caixa, que indica em termos financeiros, como a empresa está preparada para a execução do projeto, tendo em vista que a projeção futura do fluxo de caixa, serve como auxílio para os gestores durante o processo de tomada de decisão.

Com base no fluxo de caixa, foi realizada a análise do Valor Presente Líquido (VPL), e a determinação da Taxa Mínima de Atratividade (TMA) e da Taxa Interna de Retorno (TIR), por último, o *Payback* na intenção de conhecer o tempo necessário em que o investimento trará retorno para os sócios.

Assim, com base nos dados obtidos durante a entrevista com os proprietários foi elaborada uma análise quantitativa dos valores necessários para a implantação do projeto da fábrica de *paver*, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Estimativa de valores para a implantação do projeto

<b>Investimentos iniciais</b>	<b>Valor (R\$)</b>
Capital de giro	R\$ 105.000,00
Projeto e construção de uma subestação de 45 kVA	R\$ 40.000,00
Aquisição do maquinário e equipamentos para a fábrica	R\$ 200.000,00
Aquisição de uma estação de bombeamento de água	R\$ 15.000,00
Mobiliário de escritório, vestiários, refeitórios e sala descanso	R\$ 25.000,00
	Total = R\$ 385.000,00

Fonte: Autor (2022).

Na Tabela 3, tem-se os valores de investimentos iniciais para a implantação da unidade fabril. Esses investimentos, abrangem a aquisição dos maquinários e equipamentos necessários para a produção dos artefatos em concreto, o projeto e a construção de uma subestação para suprir a demanda por energia elétrica da fábrica e do sistema de bombeamento de água. Além da aquisição dos mobiliários de escritório, vestiários, refeitório e da sala de descanso.



Cabe salientar, que o investimento em capital de giro foi estimado para custear todo o primeiro mês de produção da fábrica. Por outro lado, os valores de investimento, referentes aos custos de aquisição dos maquinários e equipamentos para a fábrica de *paver*, estão detalhados conforme Tabela 4.

Tabela 4 – Custo de aquisição dos maquinários e equipamentos

<b>Custo aquisição dos maquinários e equipamentos</b>			
<b>Itens</b>	<b>Quantidade (un)</b>	<b>Preço unitário (R\$)</b>	<b>Total (R\$)</b>
Silos de estocagem	4	R\$ 5.000,00	R\$ 20.000,00
Esteira de alimentação do misturador	1	R\$ 4.500,00	R\$ 4.500,00
Misturador	1	R\$ 2.500,00	R\$ 2.500,00
Esteira de alimentação da vibroprensa	1	R\$ 5.500,00	R\$ 5.500,00
Silo da vibro prensa	1	R\$ 2.200,00	R\$ 2.200,00
Unidade hidráulica	1	R\$ 4.500,00	R\$ 4.500,00
Vibro prensa	1	R\$ 45.000,00	R\$ 45.000,00
Forma de metal	4	R\$ 2.000,00	R\$ 8.000,00
Bandejas de Madeira	500	R\$ 40,00	R\$ 20.000,00
Mesa alimentadora de bandejas	1	R\$ 3.500,00	R\$ 3.500,00
Mesa de recebimento	1	R\$ 2.300,00	R\$ 2.300,00
Paletes	50	R\$ 40,00	R\$ 2.000,00
Empilhadeira à diesel	1	R\$ 80.000,00	R\$ 80.000,00
Total =			R\$ 200.000,00

Fonte: Autor (2022).

Na Tabela 4, são apresentados os valores para a aquisição dos maquinários e equipamentos com as quantidades necessárias dos mesmos. Nota-se, que os maiores valores para implantação do projeto estão justamente nesta etapa, isso se explica devido ao custo dos materiais que compõem os equipamentos e da tecnologia presente nos mesmos.

Após a apresentação dos valores dos investimentos iniciais, são apresentados os dados relativos à capacidade produtiva da fábrica, acompanhados da estimativa de valores referentes ao seu faturamento mensal e anual, conforme Tabela 5.

É importante salientar, que a composição dos dados sobre a capacidade produtiva mensal, considera a produção de apenas um modelo de artefato por semana, no período de cinco dias, de segunda-feira à sexta-feira, e em horário comercial das 08h00 às 18h00. Assim, na primeira semana do mês, será produzido

apenas o *Paver Holandês*, na segunda semana o *Paver Unistein*, na terceira semana o Bloco Estrutural e na quarta, e última semana, será produzido o Meio Fio Guia.

Este regime de produção consiste de uma estratégia adotada pela empresa para minimizar os impactos causados pelo *lead time* para a troca de ferramenta. Neste caso, o tempo necessário para a substituição da forma dos artefatos em produção.

Assim, durante os sábados, será realizada a manutenção preventiva das esteiras, do misturador, da vibro prensa e da empilhadeira, além da troca das formas. Essa última, devido ao elevado peso, demandam aproximadamente três horas de atividades, mais uma hora para o alinhamento e verificação de folgas, totalizando, quatro horas de serviço.

Tabela 5 – Capacidade de produção e faturamento

Capacidade de produção e faturamento					
Produtos	Capacidade de produção por mês	Capacidade de produção por ano	Valor de venda	Faturamento mensal	Faturamento anual
<i>Paver Holandês</i>	500 m <sup>2</sup>	6000 m <sup>2</sup>	R\$ 35,00	R\$ 17.500,00	R\$ 210.000,00
<i>Paver Unistein</i>	500 m <sup>2</sup>	6000 m <sup>2</sup>	R\$ 46,00	R\$ 23.000,00	R\$ 276.000,00
Bloco Estrutural	12500 un	150000 un	R\$ 4,00	R\$ 50.000,00	R\$ 600.000,00
Meio Fio Guia	5000 m	60000 m	R\$ 25,00	R\$ 125.000,00	R\$ 1.500.000,00
Total =				R\$ 215.500,00	R\$ 2.586.000,00

Fonte: Autor (2022).

A Tabela 5, apresenta a produção estimada e o faturamento mensal e anual, para a fábrica de *paver*. No entanto, esses valores de faturamento têm como base, o preço de venda definido pelos proprietários, e por se tratar de uma estimativa, podem sofrer variações em função do tempo.

Após a definição da capacidade produtiva e do faturamento da fábrica, foi realizado o levantamento dos custos fixos e dos custos variáveis, estimados para o período mensal e anual, conforme os valores demonstrados na Tabela 6.

Tabela 6 – Custos fixos e variáveis

<b>Custos fixos e variáveis</b>			
<b>Custo fixos</b>	<b>Custo mensal</b>		<b>Custo anual</b>
Salários dos funcionários com férias	R\$	5.864,00	R\$ 76.232,00
Energia Elétrica	R\$	2.500,00	R\$ 30.000,00
Telefone	R\$	60,00	R\$ 720,00
Internet	R\$	80,00	R\$ 960,00
Combustível Diesel (400 L)	R\$	2.400,00	R\$ 28.800,00
Material de escritório	R\$	250,00	R\$ 3.000,00
Material de limpeza	R\$	200,00	R\$ 2.400,00
<b>Custo variáveis</b>	<b>Custo mensal</b>		<b>Custo anual</b>
Cimento de alta resistência inicial	R\$	1.512,12	R\$ 18.145,44
Areia fina	R\$	3.013,39	R\$ 36.160,68
Areia média	R\$	7.742,84	R\$ 92.914,08
Areia grossa	R\$	5.955,35	R\$ 71.464,20
Brita 0	R\$	4.041,66	R\$ 48.499,92
Impostos 25%	R\$	53.875,00	R\$ 646.500,00
Total =	R\$	87.494,36	R\$ 1.055.796,32

Fonte: Autor (2022).

Na Tabela 6, são apresentados os custos fixos como o consumo de energia elétrica, serviços de telefonia e internet, material de limpeza e de escritório, combustível e os salários dos funcionários, esse tipo de custo não está sujeito a variações de acordo com o volume de produção da fábrica ou vendas. Por sua vez, os custos variáveis, como a aquisição de matéria-prima, e os impostos sobre a venda, são custos sujeitos a alterações em função do volume de itens produzidos e comercializados pela fábrica.

Com as informações referentes aos investimentos iniciais, custos fixos e variáveis, além da capacidade produtiva e o faturamento da fábrica, foi elaborado o fluxo de caixa para a realização da análise de viabilidade econômica do projeto, conforme Tabela 7. Para isso, foram estimados os valores anuais de receita, na composição dos cálculos do fluxo de caixa, e estabelecido o período de 10 anos, como período de vida útil para o projeto.

Os valores de receita estimados sobre as vendas anuais foram respectivamente de 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 60%, 70% e 85%, do faturamento anual, considerando a capacidade máxima de produção da fábrica. Essa

estimativa, tem por objetivo aproximar o fluxo de caixa da realidade do mercado, onde as vendas iniciais de uma empresa dificilmente atingem a totalidade da capacidade produtiva nos primeiros anos de operação. Pois, neste período, a empresa ainda está buscando conquistar o mercado e obter uma maior visibilidade para a sua marca.

Tabela 7 - Fluxo de caixa

(Continua)

Fluxo de caixa												
Entradas	Taxa / ano (%)	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Venda paver holandês		R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
			21.000,00	31.500,00	42.000,00	52.500,00	63.000,00	73.500,00	84.000,00	126.000,00	147.000,00	178.500,00
Venda paver unistein		R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
			27.600,00	41.400,00	55.200,00	69.000,00	82.800,00	96.600,00	110.400,00	165.600,00	193.200,00	234.600,00
Venda bloco estrutural		R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
			60.000,00	90.000,00	120.000,00	150.000,00	180.000,00	210.000,00	240.000,00	360.000,00	420.000,00	510.000,00
venda meio fio guia		R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
			150.000,00	225.000,00	300.000,00	375.000,00	450.000,00	525.000,00	600.000,00	900.000,00	1.050.000,00	1.275.000,00
<b>Total das entradas</b>		<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>
		<b>0,00</b>	<b>258.600,00</b>	<b>387.900,00</b>	<b>517.200,00</b>	<b>646.500,00</b>	<b>775.800,00</b>	<b>905.100,00</b>	<b>1.034.400,00</b>	<b>1.551.600,00</b>	<b>1.810.200,00</b>	<b>2.198.100,00</b>
Saídas		Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Salários incluindo férias	10%	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
			76.232,00	83.855,20	92.240,72	101.464,79	111.611,27	122.772,40	135.049,64	148.554,60	163.410,06	179.751,07
Energia Elétrica		R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
			30.000,00	30.600,00	31.212,00	31.836,24	32.472,96	33.122,42	33.784,87	34.460,57	35.149,78	35.852,78
Telefone	2%	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
			720,00	734,40	749,09	764,07	779,35	794,94	810,84	827,05	843,59	860,47
Internet		R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
			960,00	979,20	998,78	1.018,76	1.039,13	1.059,92	1.081,12	1.102,74	1.124,79	1.147,29
Combustível	8%	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
			28.800,00	31.104,00	33.592,32	36.279,71	39.182,08	42.316,65	45.701,98	49.358,14	53.306,79	57.571,33
Material de escritório		R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
			3.000,00	3.060,00	3.121,20	3.183,62	3.247,30	3.312,24	3.378,49	3.446,06	3.514,98	3.585,28
Material de limpeza	2%	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
			2.400,00	2.448,00	2.496,96	2.546,90	2.597,84	2.649,79	2.702,79	2.756,85	2.811,98	2.868,22

Tabela 7 - Fluxo de caixa

											(Conclusão)
Cimento		R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
		1.814,54	2.358,91	3.066,58	3.986,55	5.182,52	6.737,27	8.758,46	11.385,99	14.801,79	19.242,33
Areia fina		R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
		3.616,07	4.700,89	6.111,15	7.944,50	10.327,85	13.426,21	17.454,07	22.690,29	29.497,38	38.346,59
Areia média	30	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
	%	9.291,41	12.078,83	15.702,48	20.413,22	26.537,19	34.498,35	44.847,85	58.302,21	75.792,87	98.530,73
Areia grossa		R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
		7.146,42	9.290,35	12.077,45	15.700,68	20.410,89	26.534,16	34.494,40	44.842,73	58.295,54	75.784,21
Brita 0		R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
		4.849,99	6.304,99	8.196,49	10.655,43	13.852,06	18.007,68	23.409,99	30.432,98	39.562,87	51.431,74
<b>Lucro antes da aplicação do imposto de renda</b>		<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>
		<b>89.769,57</b>	<b>200.385,24</b>	<b>307.634,78</b>	<b>410.705,51</b>	<b>508.559,55</b>	<b>599.867,97</b>	<b>682.925,51</b>	<b>1.143.439,80</b>	<b>1.332.087,56</b>	<b>1.633.127,97</b>
Impostos de renda	25	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
	%	22.442,39	50.096,31	76.908,69	102.676,38	127.139,89	149.966,99	170.731,38	285.859,95	333.021,89	408.281,99
Depreciação	10	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
	%	38.500,00	38.500,00	38.500,00	38.500,00	38.500,00	38.500,00	38.500,00	38.500,00	38.500,00	38.500,00
Investimento inicial		R\$									
	385.000,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total das saídas</b>		<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>
		<b>229.772,82</b>	<b>276.111,07</b>	<b>324.973,92</b>	<b>376.970,86</b>	<b>432.880,34</b>	<b>493.699,02</b>	<b>560.705,87</b>	<b>732.520,15</b>	<b>849.634,33</b>	<b>1.011.754,02</b>
<b>Resultado</b>		<b>-R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>
		<b>385.000,00</b>	<b>28.827,18</b>	<b>111.788,93</b>	<b>192.226,08</b>	<b>269.529,14</b>	<b>342.919,66</b>	<b>411.400,98</b>	<b>473.694,13</b>	<b>819.079,85</b>	<b>960.565,67</b>
<b>Resultado após amortização investimento inicial</b>		<b>-R\$</b>	<b>-R\$</b>	<b>-R\$</b>	<b>-R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>
		<b>385.000,00</b>	<b>356.172,82</b>	<b>244.383,90</b>	<b>52.157,81</b>	<b>217.371,32</b>	<b>560.290,99</b>	<b>971.691,96</b>	<b>1.445.386,10</b>	<b>2.264.465,94</b>	<b>3.225.031,61</b>

Fonte: Autor (2022).

Na Tabela 7, foi apresentado o fluxo de caixa estimado para o período de vida útil do projeto, observa-se que o montante relativo ao investimento inicial é considerado no ano 0 e, sobre este aplica-se uma taxa de 10%, referente a depreciação dos equipamentos. A taxa de depreciação, trata-se da desvalorização de um bem, em função do tempo de utilização, para fins de cálculo essa taxa é considerada como custo, e seu valor é somado ao fluxo de caixa de cada ano.

As demais taxas, aplicadas anualmente nos cálculos do fluxo de caixa, foram 2% para o reajuste dos custos fixos, 8% para o reajuste do combustível, 10% para a reposição dos índices salariais, 25% a título de imposto de renda sobre os lucros da empresa e 30% referente ao reajuste dos custos variáveis.

Após a obtenção do fluxo de caixa, foi calculado o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e por último *Payback* simples e descontado para o projeto, considerando uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 15% ao ano conforme estabelecido pelos proprietários, e apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 - VPL, TIR e *Payback*

Ano	Fluxo de caixa	Saldo	Fluxo descontado	Saldo
0	-R\$ 385.000,00	-R\$ 385.000,00	-R\$ 385.000,00	-R\$ 385.000,00
1	R\$ 28.827,18	-R\$ 356.172,82	R\$ 25.067,11	-R\$ 359.932,89
2	R\$ 111.788,93	-R\$ 244.383,90	R\$ 84.528,49	-R\$ 275.404,40
3	R\$ 192.226,08	-R\$ 52.157,81	R\$ 126.391,77	-R\$ 149.012,63
4	R\$ 269.529,14	R\$ 217.371,32	R\$ 154.104,16	R\$ 5.091,53
5	R\$ 342.919,66	R\$ 560.290,99	R\$ 170.491,68	R\$ 175.583,21
6	R\$ 411.400,98	R\$ 971.691,96	R\$ 177.860,00	R\$ 353.443,20
7	R\$ 473.694,13	R\$ 1.445.386,10	R\$ 178.079,17	R\$ 531.522,37
8	R\$ 819.079,85	R\$ 2.264.465,94	R\$ 267.758,65	R\$ 799.281,03
9	R\$ 960.565,67	R\$ 3.225.031,61	R\$ 273.052,71	R\$ 1.072.333,74
10	R\$ 1.186.345,98	R\$ 4.411.377,59	R\$ 293.246,58	R\$ 1.365.580,32
<b>TMA =</b>	15%		<b>Payback simples (ano) =</b>	3,2
<b>VPL =</b>	R\$ 1.365.580,32		<b>Payback descontado (ano) =</b>	4,0
<b>TIR =</b>	48,47%		<b>=</b>	

Fonte: Autor (2022)

Na Tabela 8, é apresentado o VPL para o projeto totalizando R\$ 1.365.580,32 (um milhão trezentos e sessenta mil reais quinhentos e oitenta com trinta e dois

centavos), considerando uma TMA de 15% ao ano, com uma TIR em 48,47%. Logo, pode-se concluir que o projeto possui viabilidade econômica dentro do seu período de 10 anos de vida útil, pois o VPL obtido foi maior que zero e a TIR se mostrou maior que a TMA. Com relação ao período de retorno, foi obtido por meio do cálculo do *Payback* simples e do *Payback* descontado, um período de 3,2 anos e 4,0 anos, respectivamente, para o retorno total do capital investido no projeto, assim, considerando a vida útil, pode-se afirmar que o período de recuperação é relativamente curto.

Concluída a análise da viabilidade econômica, e constatada a viabilidade do projeto, deu-se início a elaboração das opções de *layout*, as quais são apresentadas no tópico seguinte.

#### **4.5 Opções de *Layout***

Estabelecida a identificação dos espaços, e com base nos resultados obtidos na análise de fluxos, análise de afinidades e análise de viabilidade econômica, foi definido o *layout* por produto ou em linha para a fábrica de *paver*. Isso foi devido às semelhanças entre os produtos fabricados, o volume de produção e as características contínuas do processo, já que neste tipo de *layout* a ordem dos maquinários seguem a direção do fluxo produtivo, aumentando assim, a eficiência e eficácia dos processos.

Dessa forma, foram elaboradas três opções de *layout* para a fábrica de *paver* e para o prédio anexo, que foram apresentadas aos proprietários para a sua respectiva escolha. Cabe ressaltar que, todas as opções são capazes de suportar o fluxo produtivo da fábrica, e no caso do prédio anexo, oferecer suporte para as atividades operacionais.

##### **4.5.1 Primeira Opção de *Layout***

A primeira opção de *layout* para a fábrica de *paver*, pode ser visualizada na imagem conforme o Apêndice A. Nela, observa-se que a disposição de todos os equipamentos ocorre dentro do prédio principal, o que garante um melhor aproveitamento do espaço e evita desgastes causados pela exposição do maquinário ao tempo. Outra característica importante, trata-se da área interna para secagem e armazenamento, capaz de suportar a produção de uma semana, antes que os



produtos sejam destinados à venda ou a armazenagem externa no entorno do prédio principal. Cabe salientar, que o prédio principal conta ainda com dois banheiros exclusivos para os funcionários, característica essa que se mantém em todas as demais opções de *layout*.

Com relação à primeira opção de *layout* no prédio anexo, essa pode ser visualizada na imagem, conforme o Apêndice B. Verifica-se que o prédio anexo está preparado para dar suporte às operações da fábrica, pois nele encontra-se o escritório de vendas e sua antessala, o vestiário, a cozinha, o banheiro e a sala de descanso intervalar dos funcionários.

#### **4.5.2 Segunda Opção de *Layout***

A segunda opção de *layout* para a fábrica de *paver*, pode ser visualizada na imagem, conforme o Apêndice C. Como diferença, tem-se, os silos de estocagem de matéria-prima, que estão posicionados fora do prédio principal, isso facilita as atividades de reabastecimento dos insumos. Por sua vez, na parte interna do prédio principal, ocorre um incremento de espaço livre, com a saída dos silos, a qual pode ser utilizada para complementar a área de estocagem ou armazenamento dos produtos em seu interior.

A segunda opção de *layout*, do prédio anexo, a qual pode ser visualizada na imagem conforme o Apêndice D, apresenta como diferença em relação às demais opções, dois vestiários distintos, para atender os funcionários de ambos os sexos, e não possui antessala para o escritório de vendas. A cozinha foi deslocada para a direita ampliando assim a área disponível para o descanso intervalar dos funcionários.

#### **4.5.3 Terceira Opção de *Layout***

Por fim, a terceira opção de *layout* para a fábrica de *paver*, pode ser visualizada na imagem conforme o Apêndice E. Nota-se que, a esteira de alimentação e o misturador estão posicionados fora do prédio principal, essa configuração permite a ampliação da área de armazenamento no interior do prédio, que passa a suportar a produção de duas semanas, antes que os produtos sejam destinados à venda ou o armazenamento externo no entorno do prédio principal, além de atenuar o ruído proveniente do misturados e da esteira.

Com relação à terceira opção de *layout*, do prédio anexo, essa pode ser visualizada na imagem conforme o Apêndice F, e não apresenta grandes mudanças com relação à opção, apenas a reorganização dos espaços no vestiário e no escritório.

Uma vez apresentadas as opções de *layouts* aos proprietários, cabe a estes a definição de qual será implantado no prédio principal e no prédio anexo, além da execução das atividades necessárias para sua instalação, com base nas diretrizes estabelecidas neste projeto.

Portanto, caso os proprietários escolham a opção de *layout* 1 para o prédio principal, como vantagem, tem-se a concentração de todo o maquinário e equipamentos da fábrica no interior do prédio, facilitando com isso, a visualização do processo e a manutenção dos equipamentos. No prédio anexo, como vantagem, nota-se a existência de um vestiário, uma sala de espera, um escritório, um banheiro, uma cozinha e uma sala de descanso, constituindo uma estrutura destinada a apoiar as operações diárias da fábrica.

No entanto, caso os proprietários escolham a opção de *layout* 2 para o prédio principal como vantagem, tem-se um aumento do espaço para circulação de pessoas e equipamentos dentro do prédio, devido a retirada dos silos de estocagem para a área externa, facilitando com isso, a reposição dos níveis de matéria-prima. No prédio anexo, como vantagem, nota-se a existência de dois vestiários, sendo um masculino e outro feminino.

Por fim, caso os proprietários escolham a opção de *layout* 3 para o prédio principal como vantagem, tem-se um aumento na área de armazenamento interno, com a retirada dos silos de estocagem, do misturador e da esteira do misturador para a área externa. No prédio anexo, como vantagem, nota-se o posicionamento da sala de descanso em um local mais amplo, permitindo um maior conforto aos funcionários durante a realização do intervalo.

Com isso, conclui-se, a apresentação das opções de *layout* e encerra-se a análise dos resultados obtidos com a aplicação da metodologia *Systematic Layout Planning* (SLP) e da análise da viabilidade econômica.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve início, após um grupo de investidores manifestar o interesse de instalar no município de Pinheiro Machado, no Rio Grande do Sul, uma fábrica de pavimentos intertravados. No entanto, o projeto apresentou algumas dificuldades como a definição do *layout*, o portfólio de produtos e os riscos inerentes ao empreendimento.

Diante disso, a pesquisa teve como objetivo geral definir o *layout* ideal a ser aplicado na futura fábrica de pavimentos intertravados, de maneira economicamente viável e ambientalmente sustentável. Logo, constata-se que o objetivo geral foi alcançado, pois foram obtidas três opções distintas de *layout*, sendo cada opção capaz de suportar o fluxo produtivo da fábrica.

Com relação aos objetivos específicos, o primeiro era definir os produtos e quantidades a serem produzidas, e foi alcançado, com base no levantamento do maquinário necessário para a fábrica e sua respectiva capacidade produtiva. O segundo objetivo específico era a aplicação do método *Systematic Layout Planning* (SLP) para o projeto de *layout*, e foi alcançado com a aplicação desta metodologia no desenvolvimento deste trabalho.

Por sua vez, o terceiro objetivo específico, era selecionar os equipamentos e processos de transformação com melhor custo-benefício, e foi alcançado durante a análise de fluxo e a aquisição dos maquinários e equipamentos. Por fim, o quarto objetivo específico era analisar a viabilidade do projeto, e foi alcançado conforme apresentado no tópico análise de viabilidade econômica, onde constatou-se que o projeto é economicamente viável durante o período de vida útil.

Com relação a limitação da pesquisa, pode-se considerar a dificuldade em obter dados reais relativos ao fluxo de caixa, tendo em vista que a fábrica ainda não está em funcionamento. Como sugestão para pesquisas futuras, tem-se a continuidade dos estudos de *layout* e de viabilidade econômica, para uma possível ampliação da fábrica, e a automatização completa do sistema produtivo. Outras linhas de pesquisa, seriam a análise ergonômica do ambiente fabril, e gestão ambiental por meio do reaproveitamento de resíduos da construção civil na fabricação de *paver*.

Para os proprietários da empresa, esse trabalho foi de grande relevância, pois através de toda pesquisa realizada, eles obtiveram um estudo que deu a eles uma visão de vários pontos na empresa, isso então irá auxiliá-los para as melhorias, assim

como também, ajudar nas decisões mais adequadas a serem tomadas em inúmeros aspectos.

Na minha percepção pessoal desse trabalho, vejo que consegui concluir com êxito e contribuir muito para minha formação acadêmica junto a Engenharia de Produção, pois para o desenvolvimento dessa pesquisa consegui aplicar muito do que foi abordado durante o curso em diversas disciplinas, acredito que esse trabalho acrescentou muito positivamente para minha formação profissional.

Conclui-se, por fim, que este trabalho obteve êxito em responder à questão proposta “*Qual opção de layout é o mais adequado e viável economicamente a ser implantado na fábrica de paver?*”, com a elaboração das três opções distintas de *layout*, que atendem aos requisitos estabelecidos na pesquisa, ficando assim, a decisão de qual será implantada a critério dos proprietários da empresa.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9781: **Peças de concreto para a pavimentação - Especificação e métodos de ensaio**. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/1387/abnt-nbr9781-pecas-de-concreto-para-pavimentacao-especificacao-e-metodos-de-ensaio>. Acesso em: 17 nov. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12655:2015 - **Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento, e aceitação - procedimento**. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/6336/abnt-nbr12655-concreto-de-cimento-portland-preparo-controle-recebimento-e-aceitacao-procedimento>. Acesso em: 10 jan. 2022.
- BARBOSA, Josirene Aquino et al. Construção de uma rede pert/cpm na indústria têxtil de moda íntima: um estudo de caso. **Revista de Administração da UEG (ISSN 2236-1197)**, v. 8, n. 2, p. 76, 2017.
- CAUCHICK MIGUEL, Paulo Augusto et al. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- CASSETTA, Paulo S.; CASSETTA, Igor. Análise de Layout de uma Usina de Asfalto - Estudo de Caso. In: **Simpósio de Engenharia de Produção**. 2016.
- DE CARVALHO, Thayná Lorraine et al. Projeto de Melhoria no Arranjo Físico de Uma Confeitaria. In: **v.3, n3:III Simpósio Nacional de Engenharia de Produção**. 2021.
- DE OLIVEIRA, Luana et al. Desenvolvimento do projeto conceitual de layout para uma empresa de artefatos de concreto. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 6, n. 3, p. 0333-0342, 2020.
- DE SOUZA, Bruno Henrique Zironi et al. **Produção de blocos para pavimentação intertravada “paver” com agregados oriundos de demolição da construção civil**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Faculdade de Rondônia, Curso de Engenharia Civil, Porto Velho, 2017.
- FELIX, Josemar Coelho et al. **Um estudo sobre as condições de trabalho e layout industrial para a realização de mudanças em uma oficina de componentes ferroviárias da MRS logística**. Exacta, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5585/exactaep.2021.17873>.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Indicadores Industriais do Rio Grande do Sul**, FIERGS maio de 2021. Disponível em: [https://www.fiergs.org.br/sites/default/files/paragraph--files/5-boletim\\_dos\\_indicadores\\_industriais\\_do\\_rs\\_-\\_maio\\_de\\_2021.pdf](https://www.fiergs.org.br/sites/default/files/paragraph--files/5-boletim_dos_indicadores_industriais_do_rs_-_maio_de_2021.pdf). Acesso em: 20 jun. 2021.

FIGUEIREDO, Luís Henrique Wanderley de. **Aplicação dos tipos de layout: uma análise da produção científica**. Monografia (graduação) - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia de Produção, 2016.

FREITAS, Jéssica Lopes et al. Mapeamento de layout em empresa de varejo: um estudo de caso. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 85926-85937, 2020.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. INDÚSTRIA. **Produção industrial cai em 9 dos 15 locais pesquisados**, IBGE março de 2021. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/30681-producao-industrial-cai-em-nove-dos-15-locais-pesquisados-em-marco>. Acesso em: 21 jun. 2021.

JUNIOR, Roberto da Silva et al. **Proposta de Melhoria no Layout de uma Fábrica - Um Estudo de Caso**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia de Produção, 2018.

LIMA, Rafael Caldeira. **Projeto de novo layout: Estudo de caso em uma indústria de confecção**. Monografia (graduação) - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia de Produção, 2016.

LEE, Quarterman. **Projeto de Instalações e do Local de Trabalho**. São Paulo: IMAM, 1998.

LOPES, Carollina Mariana et al. Estudo e Revisão de Layout Fabril de uma empresa de Lixas. **Revista Pesquisa e Ação**, v. 5, n. 2, p. 112-134, 2019.

MUTHER, Richard; HALES, Lee. **Systematic Layout Planning**. 4. ed. Marietta: Management & Industrial Research Publications, 2015.

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

NUUS, Artur Eugênio Grego et al. Aplicação da técnica pert/cpm no Processo de Produção de Coluna de Ferro Armada em uma Empresa de Lajes. **Encontro De Engenharia De Produção Agroindustrial**, v. 11, 2017.

PADILHA, Arthur de Mello. **Saneantes domissanitários: projeto de fábrica e leiaute**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Pampa, Curso de Engenharia de Produção, 2018.

PADILHA, Daiane Westhpal. **Organização do leiaute e do fluxo produtivo de empresa de gerenciamento de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos**. Pós Graduação em Engenharia Civil – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Unidade Acadêmica de Pesquisa e Pós Graduação, 2017.

PASTRE, Giuliano Vidal et al. **Projeto de implantação de melhorias no layout de produção de uma fábrica de implementos rodoviários**. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.

PERALTA, Igor Raquel de Alcantara et al. **Análise de viabilidade econômico-financeira e de risco**: um estudo de caso de uma fábrica de pré-moldados de concreto. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal da Grande Dourados, Curso de Engenharia de Produção, 2017.

Prodanov, Cleber Cristiano. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. SEBRAE. Disponível em <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae>. Acesso em: 22 jun. 2021.

SELEME, Guilherme Ganz et al. **Análise de viabilidade econômica comparativa entre alvenaria estrutural de blocos cerâmicos e paredes de concreto armado moldadas no local**. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico Curso de Engenharia Civil, 2019.

SILVA, Pedro Henrique de Oliveira et al. Relação da taxa mínima de atratividade no cenário econômico atual com a viabilidade econômica de projetos. **Boletim do Gerenciamento**, v. 25, n. 25, p. 68-75, 2021.

SOUZA, Micael Felipe de et al. Resistência à compressão e viabilidade econômica de blocos de concreto dosado com resíduos de tijolos cerâmicos. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 23, 2018.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

TORTOLA, Edgard Xavier et al. Análise e proposta de melhoria do layout de uma indústria de bebidas. **Revista Uningá Review**, v. 31, n. 1, 2017.

VEIGA, Lucas Costa. **Análise e proposta de melhoria de layout em uma recicladora de Dourados-MS**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal da Grande Dourados, Curso de Engenharia de Produção, 2018.

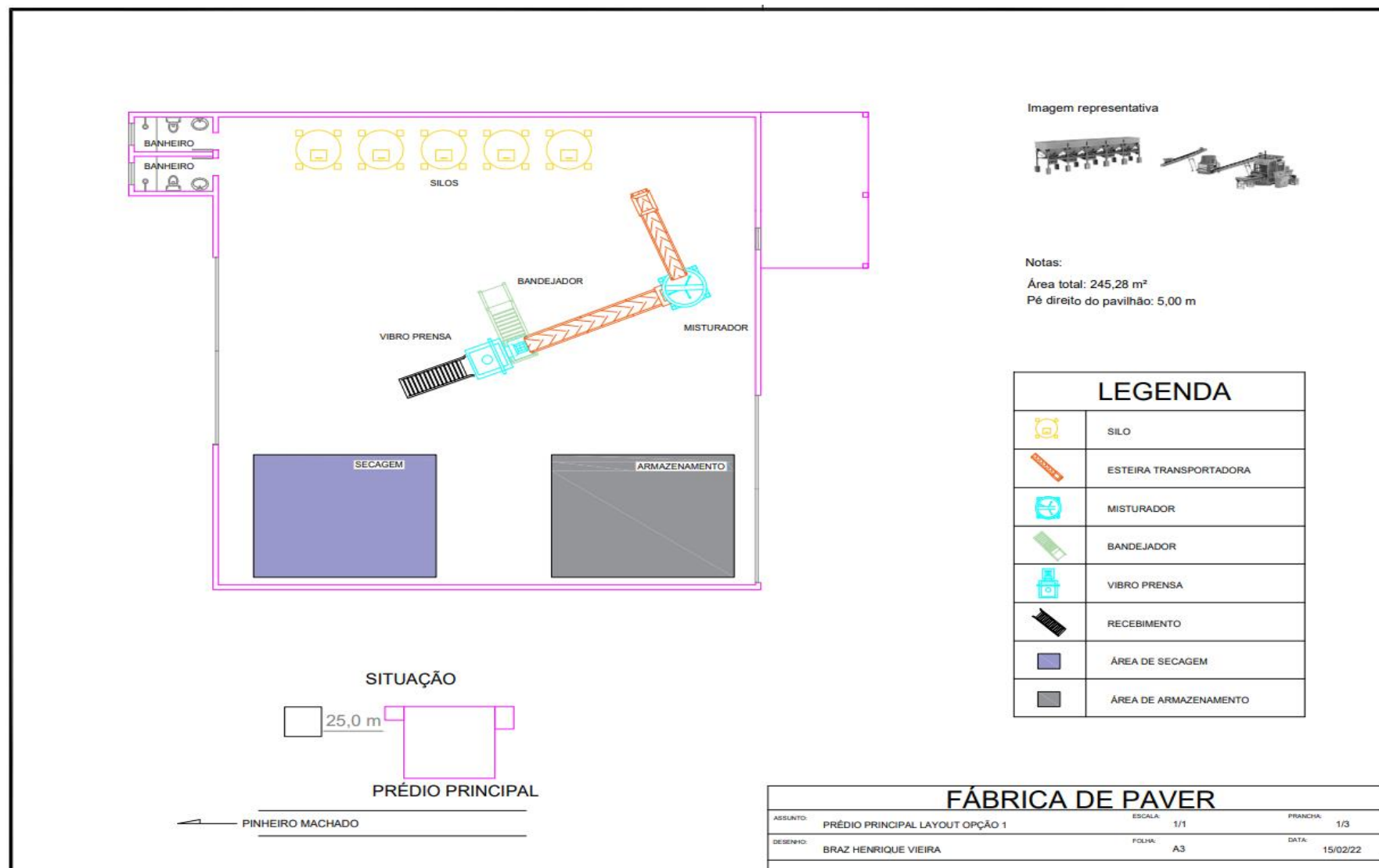
VEIGA, Túlio Pereira. **Proposta de Layout para um restaurante do tipo self-service**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Engenharia de Produção) – Instituto Federal de Minas Gerais, Curso de Engenharia de Produção, 2018.

VIEIRA, Everton Luiz et al. Proposta de melhoria de layout em uma indústria de eletrônicos. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**. 2019. p. 1-122019.

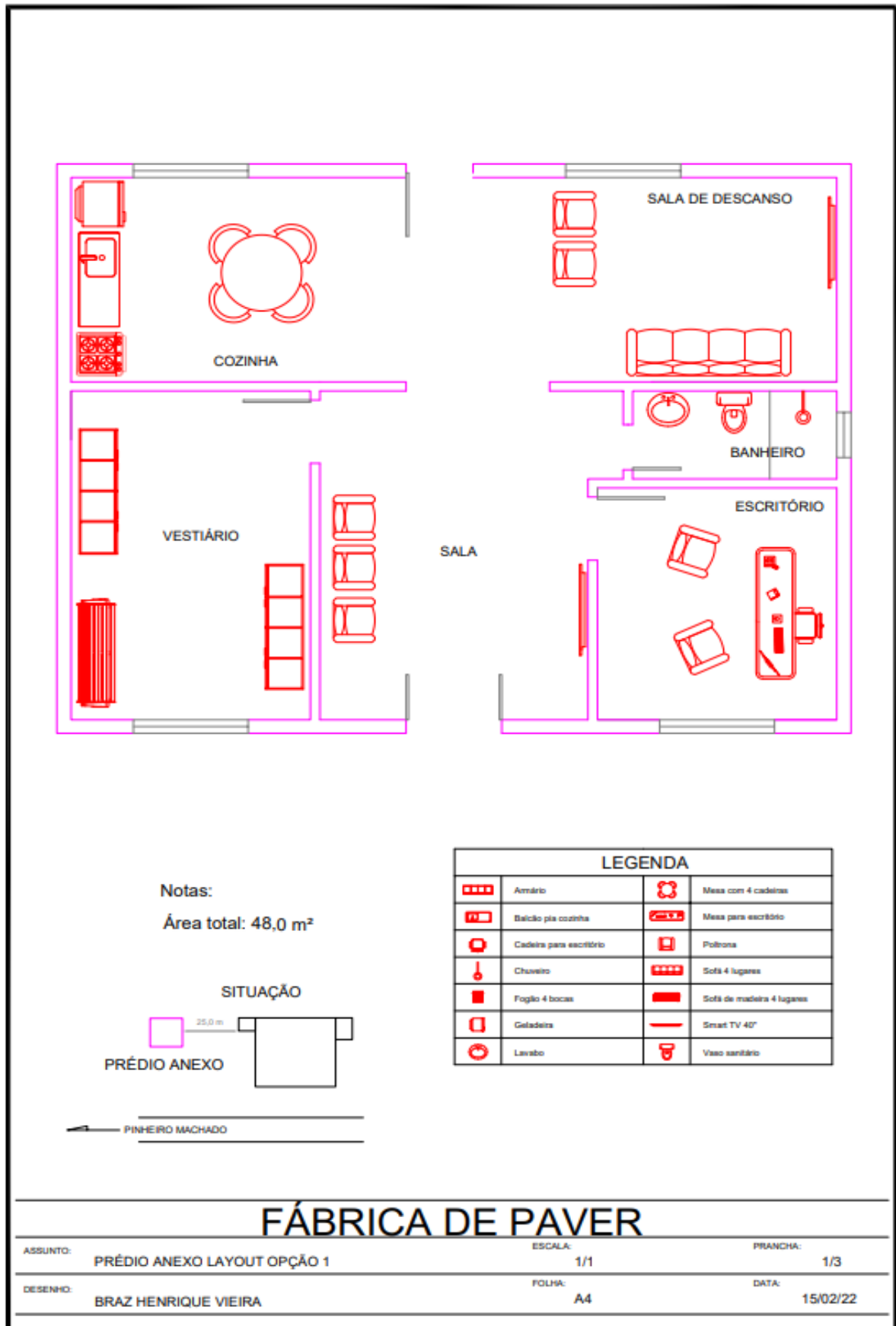
ZANINI, Matheus Loebler. **Análise de mercado, elaboração e implementação de um plano de negócios para uma indústria de artefatos em concreto.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Administração) – Faculdade Antônio Meneghetti, Curso de Administração, 2019.



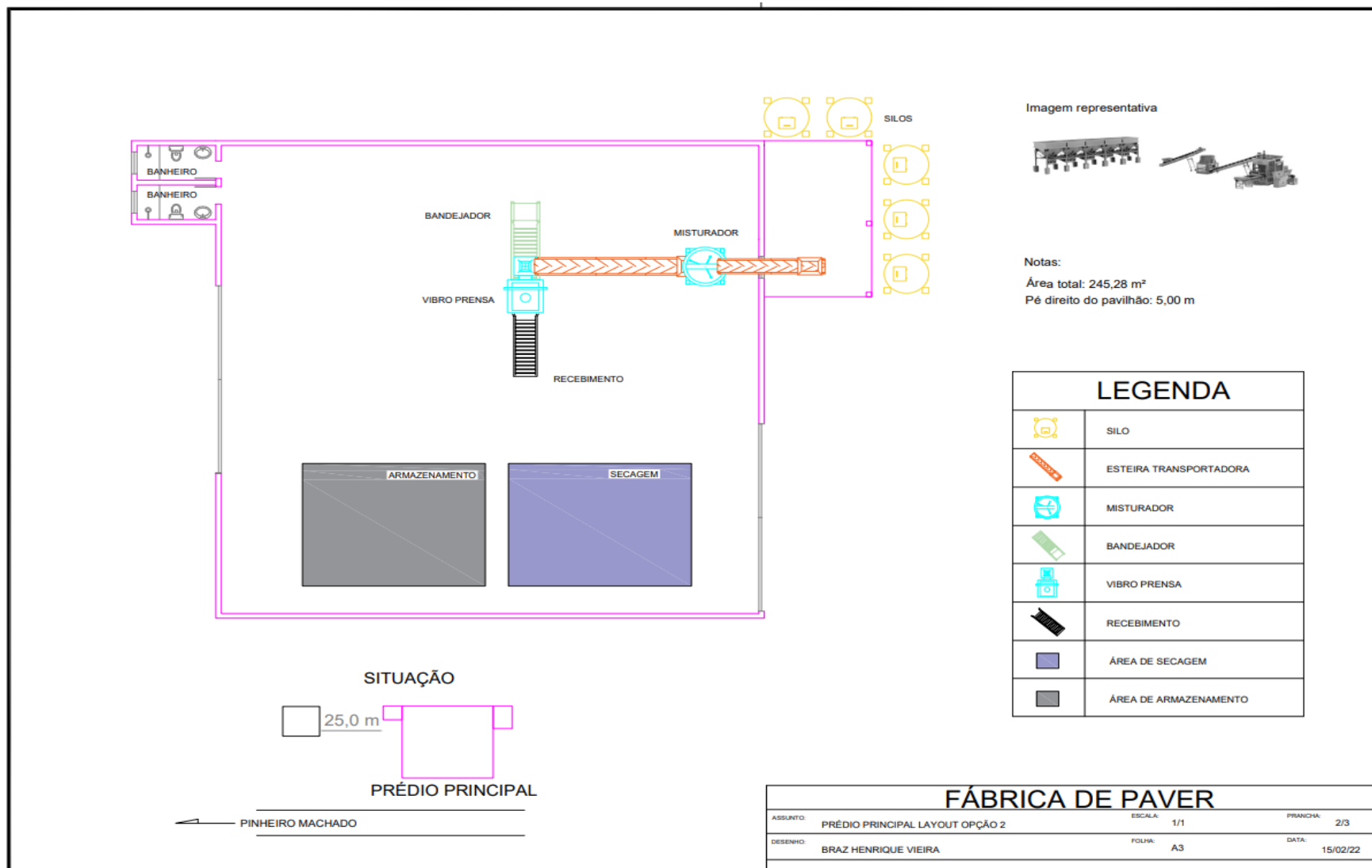
## APÊNDICE A - Primeira opção de *layout* da fábrica de paver



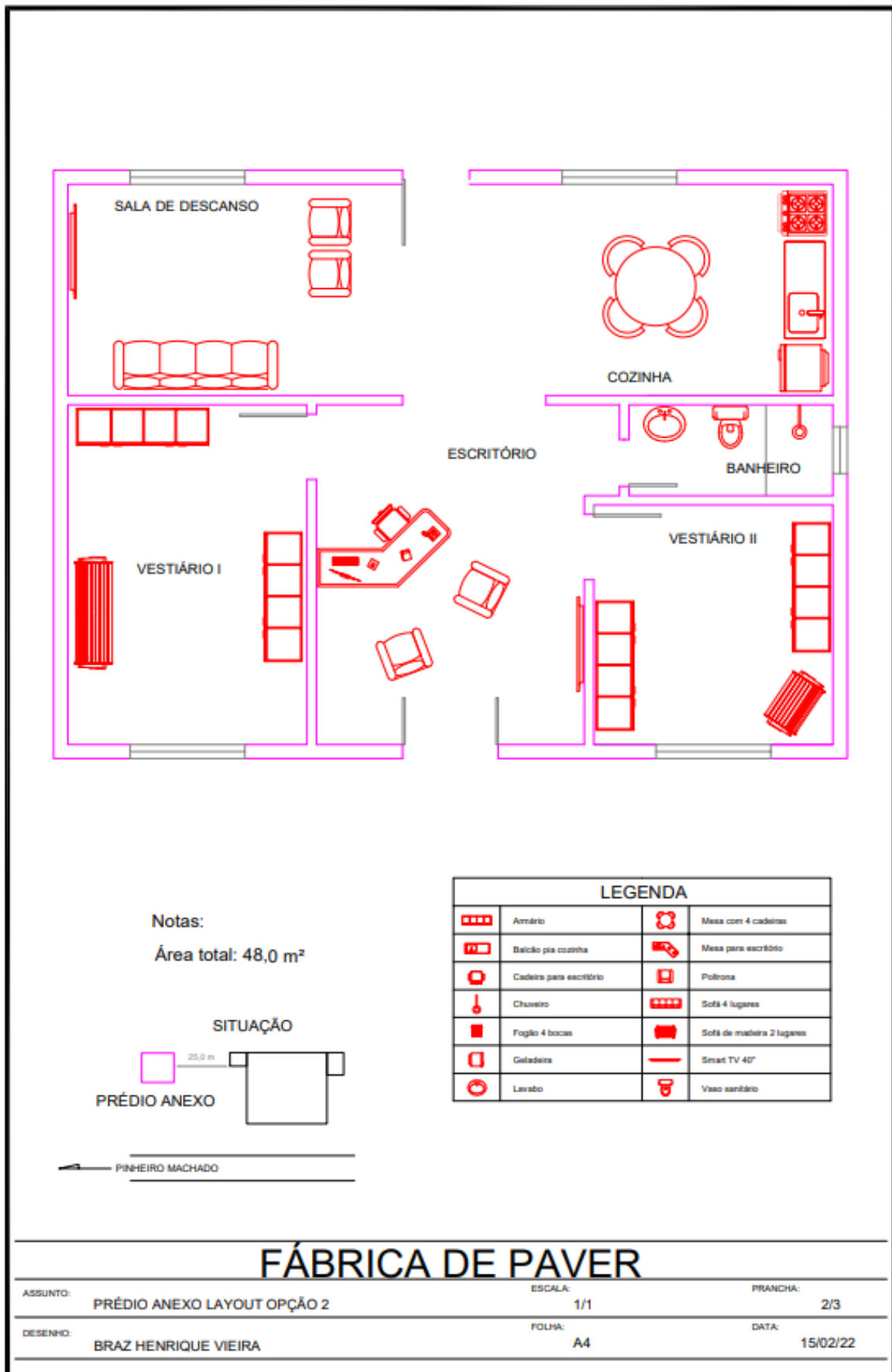
## APÊNDICE B - Primeira opção de *layout* do prédio anexo



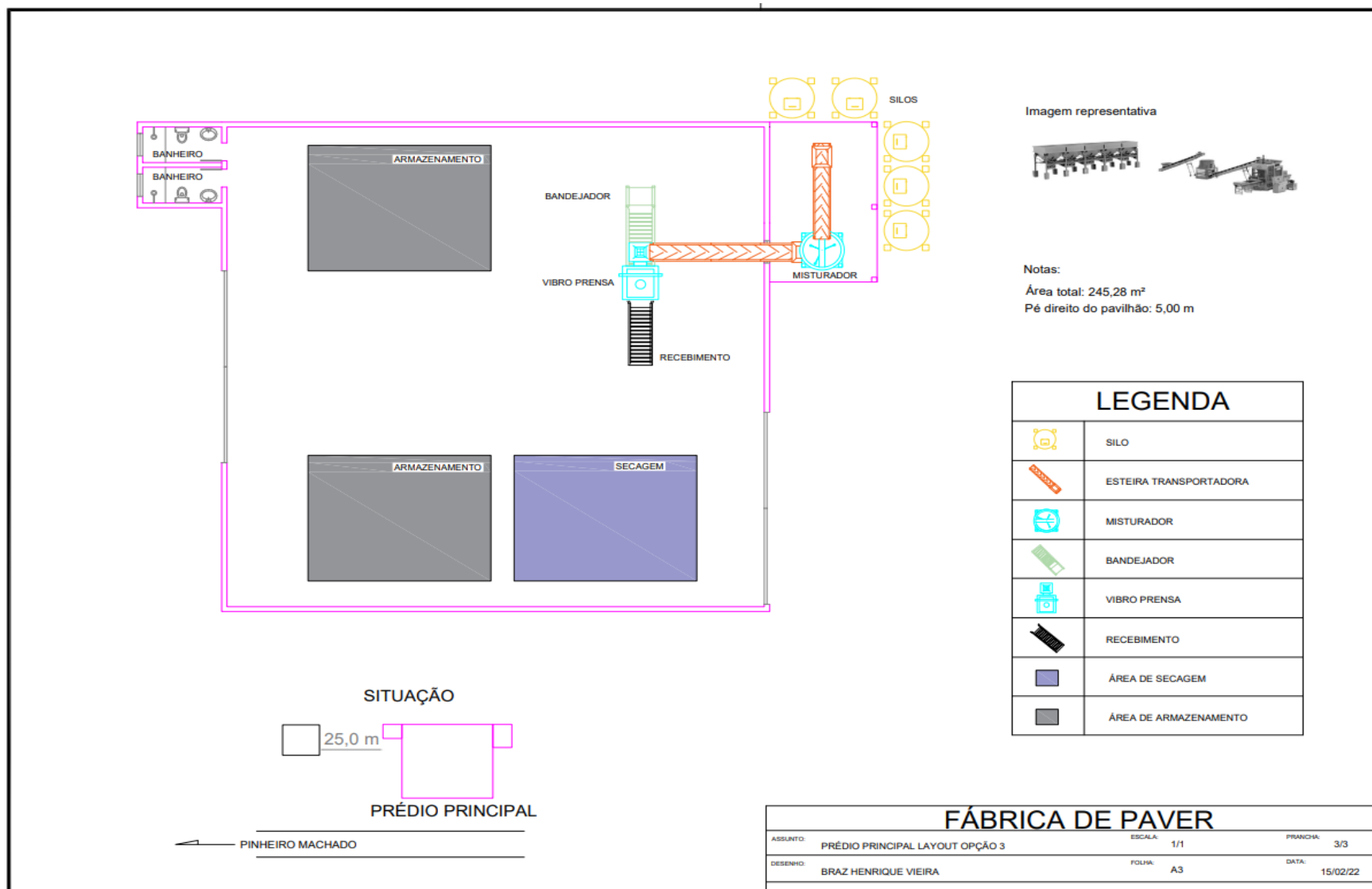
## APÊNDICE C - Segunda opção de *layout* da fábrica de *paver*



## APÊNDICE D - Segunda opção de *layout* do prédio anexo



## APÊNDICE E - Terceira opção de *layout* da fábrica de paver



## APÊNDICE F - Terceira opção de *layout* do prédio anexo

