



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



RAYNNER AUGUSTO FELIX

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE PLANEJAMENTO E
CONTROLE DA PRODUÇÃO PARA UM PROCESSO PRODUTIVO ARTESANAL**

JOÃO MONLEVADE

2025

RAYNNER AUGUSTO FELIX

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE PLANEJAMENTO E
CONTROLE DA PRODUÇÃO PARA UM PROCESSO PRODUTIVO ARTESANAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para obtenção do grau em Engenharia de Produção pelo Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas da Universidade Federal de Ouro Preto.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Evangelista Silva

JOÃO MONLEVADE

2025

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

F316d Felix, Raynner Augusto.
Desenvolvimento de um sistema de planejamento e controle da
produção para um processo produtivo artesanal. [manuscrito] / Raynner
Augusto Felix. - 2025.
72 f.: il.: color., gráf., tab..

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Evangelista Silva.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto.
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas. Graduação em Engenharia de
Produção .

1. Administração da produção. 2. Controle de estoque. 3. Controle de
produção. 4. Pequenas e médias empresas - Administração. 5.
Planejamento da produção. I. Silva, Sérgio Evangelista. II. Universidade
Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 658.5

Bibliotecário(a) Responsável: Flavia Reis - CRB6-2431



FOLHA DE APROVAÇÃO

Raynner Augusto Felix

Desenvolvimento de um Sistema de Planejamento e Controle da Produção
para um Processo Produtivo Artesanal

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal
de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção

Aprovada em 18 de março de 2025

Membros da banca

Prof. Dr. Sérgio Evangelista Silva - Orientador (Universidade Federal de Ouro Preto)
Profa. Dra. Clarissa Barros da Cruz (Universidade Federal de Ouro Preto)
Prof. Dr. Rafael Lucas Machado Pinto (Universidade Federal de Ouro Preto)

Sérgio Evangelista Silva, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de
Conclusão de Curso da UFOP em 25/03/2025



Documento assinado eletronicamente por **Sergio Evangelista Silva, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 25/03/2025,
às 15:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0882602** e o código CRC **EE533A4F**.

RESUMO

Este estudo propõe e implementa um sistema de Planejamento e Controle da Produção (PCP) para um microempreendimento individual que fabrica produtos artesanais personalizados. A pesquisa investiga como o PCP pode otimizar recursos, estruturar o fluxo produtivo e aumentar a eficiência operacional em pequenos negócios. A falta de sistemas estruturados de PCP para microempreendedores individuais compromete a produtividade e a capacidade de atender ao mercado, devido à escassez de capacitação, conhecimento técnico e recursos financeiros. Com uma abordagem combinada e exploratória, incorporando elementos descritivos, o estudo de caso inclui mapeamento de processos, análise de dados, entrevistas e observações diretas, além da aplicação da classificação ABC para a gestão de estoques. Os resultados demonstram que a implementação do PCP organiza a produção, melhora a gestão de recursos e reduz desperdícios, promovendo maior eficiência produtiva. A sistematização de dados sobre pedidos e estoques possibilita um controle mais preciso dos processos, permitindo tomadas de decisão estratégicas. O estudo reforça a importância do PCP como ferramenta acessível para aumentar a competitividade de microempreendedores no setor artesanal, mesmo diante de limitações financeiras e operacionais.

Palavras-chave: planejamento e controle da produção; microempreendedor individual; produção artesanal; eficiência produtiva; gestão de estoques.

ABSTRACT

This study proposes and implements a Production Planning and Control (PPC) system for an individual microenterprise that manufactures customized handcrafted products. The research explores how PPC can optimize resource utilization, structure the production flow, and enhance operational efficiency in small businesses. The absence of structured PPC systems for individual microentrepreneurs compromises productivity and market responsiveness due to limited training, technical knowledge, and financial resources. Adopting a combined and exploratory approach with descriptive elements, the case study includes process mapping, data analysis, interviews, and direct observations, along with the application of ABC classification for inventory management. The results indicate that implementing PPC organizes production, improves resource management, and minimizes waste, leading to greater operational efficiency. Furthermore, the systematization of order and inventory data enables more precise process control, supporting strategic decision-making. This study highlights the importance of PPC as an accessible tool for enhancing the competitiveness of microentrepreneurs in the artisanal sector, even in the presence of financial and operational constraints.

Keywords: production planning and control; individual microentrepreneur; handmade production; production efficiency; inventory management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Fluxo de Informações do Sistema de PCP.....	22
Figura 02 – Esquema MRP e PMP.....	26
Figura 03 - Curva ABC.....	33
Figura 04 - Sistema de PCP Proposto.....	39
Figura 05 - Layout do Ambiente de Trabalho.....	44
Figura 06 - Fluxograma do Processo de Produção de Caixa de Cartonagem.....	48
Figura 07 - Planilha de Controle de Vendas.....	54
Figura 08 - Formulário do Plano de Produção.....	55
Figura 09 - Planilha de Planejamento da Produção.....	56
Figura 10 - Ordem de Produção.....	57
Figura 11 - Planilha de Programação e Controle da Produção.....	58
Figura 12 - Painel de Gerenciamento.....	58
Figura 13 - Inventário de Materiais.....	59
Figura 14 - Entradas do Inventário de Materiais.....	59
Figura 15 - Saídas do Inventário de Materiais.....	60
Figura 16 - Gráfico da Curva ABC.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Número de MEIs por UF em 2025.....	16
Tabela 02 - Distribuição do Valor Total de Vendas por Produto.....	46

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Perguntas da Entrevista Semiestruturada.....	37
Quadro 02 - Transcrição do Questionário Semiestruturado.....	41
Quadro 03 - Demanda Mensal de Produtos em 2024.....	45
Quadro 04 - Especificação dos Modelos de Caixa de Cartonagem.....	49
Quadro 05 - Etapas e Relação de Precedência.....	49
Quadro 06 - Especificação dos Materiais.....	52
Quadro 07 - Equipamentos e Funcionalidades.....	53
Quadro 08 - Classificação ABC.....	60
Quadro 09 - Comparativo da Implementação do Sistema de PCP.....	64

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.2 OBJETIVOS.....	13
1.2.1 Objetivo Geral.....	13
1.2.2 Objetivos Específicos.....	13
1.2.3 Justificativa e relevância.....	14
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 Microempreendedor Individual - MEI.....	15
2.2 Planejamento e Controle da Produção.....	17
2.2.1 A estrutura de um sistema de produção.....	19
2.2.2 Tipos de sistemas de produção.....	20
2.2.3 Estrutura de um sistema de planejamento e controle da produção.....	21
2.2.3.1 Gestão da Demanda.....	23
2.2.3.2 Gestão da Capacidade.....	24
2.2.3.3 Planejamento de Materiais.....	25
2.2.3.4 Planejamento dos recursos produtivos – mão de obra e equipamentos.....	26
2.2.3.5 Controle de processos da produção.....	27
2.2.4 Carregamento, Sequenciamento e Programação da Produção.....	29
2.3 Sistemas de Programação da Produção.....	30
2.4 Gestão de Estoque.....	32
3. METODOLOGIA DE PESQUISA.....	35
3.1 Definição e justificativa.....	35
3.2 Abordagem da pesquisa.....	35
3.3 Objeto da pesquisa.....	36
3.4 Coleta de dados.....	37
3.5 Análise dos dados.....	38
3.6 Codificação e tratamento dos dados.....	38
3.7 Validação dos resultados.....	40
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	41
4.1 Levantamento de informações do processo produtivo.....	41
4.1.1 Classificação do sistema de produção.....	43
4.1.2 Arranjo Físico.....	43
4.1.3 Resposta à Demanda.....	45
4.1.4 Mapeamento da Demanda.....	45
4.1.5 Carregamento, Sequenciamento e Programação.....	47
4.1.6 Mapeamento do processo produtivo.....	47
4.1.7 Mapeamento de materiais e equipamentos.....	52
4.2 Especificação da capacidade de produção disponível.....	53
4.3 Proposição do sistema de PCP.....	54

4.3.1 Controle de Vendas.....	54
4.3.2 Plano de Produção.....	55
4.3.3 Planejamento da Produção.....	56
4.3.4 Sequenciamento, Carregamento, Programação e Controle da Produção.....	57
4.3.5 Controle de Estoques.....	58
4.4 Avaliação e feedback do sistema proposto.....	64
5. CONCLUSÃO.....	65
REFERÊNCIAS.....	67
APÊNDICE A – Protocolo de Trabalho.....	71

1. INTRODUÇÃO

O Planejamento e Controle da Produção (PCP) desempenha um papel vital na gestão de negócios em diversos setores, contribuindo para a otimização dos recursos, a garantia da qualidade dos produtos e a capacidade de atender às demandas do mercado de forma eficiente. Tradicionalmente associado a ambientes industriais de grande escala, o PCP é também relevante em contextos de produção artesanal, onde a singularidade e a personalização são características-chave. Em ambos os casos, a implementação de um sistema de PCP pode melhorar a alocação de recursos, otimizar processos produtivos e elevar a qualidade do produto final.

No entanto, uma questão central que surge é a ausência do uso de sistemas estruturados de PCP por microempreendedores individuais (MEIs), especialmente aqueles que atuam na produção artesanal. Essa lacuna pode ser explicada por fatores como a falta de conhecimento específico, a ausência de capacitação adequada ou a limitação de recursos financeiros para investir em ferramentas de gestão. A falta de um sistema eficiente de planejamento e controle pode prejudicar a eficiência operacional e a competitividade desses pequenos negócios, dificultando o crescimento e a sustentabilidade no mercado.

A gestão ineficiente do estoque, por exemplo, pode resultar em excesso ou escassez de materiais, impactando diretamente os custos e a capacidade de produção. Além disso, a falta de planejamento leva a processos desorganizados, gerando desperdício de recursos. A dificuldade em atender à demanda, devido à imprevisibilidade e à falta de capacidade de produção, prejudica a reputação da empresa e resulta na perda de clientes. Sem dados e informações para decisões estratégicas, esses empreendedores enfrentam dificuldades em se adaptar às mudanças do mercado, o que limita o crescimento de seus negócios.

A relevância dessa pesquisa se justifica pela necessidade de compreender melhor as dificuldades enfrentadas pelos MEIs no que diz respeito à gestão da produção. Segundo a Agência Sebrae de Notícias (2025), as pequenas empresas, entre elas os MEIs, correspondem a 97% do total de negócios no país e são responsáveis por 26,5% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional. O foco da literatura sobre Planejamento e Controle da Produção (PCP) em grandes indústrias deixa uma lacuna significativa na compreensão das necessidades dos microempreendimentos, especialmente aqueles com produção personalizada e em pequena escala. Estudos como os de Silva (2024), Degrandi e Caracini (2023) e Koch (2022) concentram-se em grandes indústrias, deixando em segundo plano os desafios enfrentados por empreendedores que produzem em pequena escala e sob encomenda. A falta de estudos

aplicados a esse nicho limita a compreensão dos desafios específicos enfrentados por esses empreendedores na gestão da produção. Diante disso, esta pesquisa se torna relevante ao investigar como a aplicação do PCP pode otimizar processos, reduzir desperdícios e melhorar a qualidade do atendimento às demandas dos clientes no setor artesanal, contribuindo para suprir essa lacuna no conhecimento. Contudo, vale destacar que o estudo se limita a um caso específico e não pretende generalizar para todos os tipos de produção artesanal.

A competitividade é um fator crucial para a sobrevivência e o crescimento das empresas, independentemente do seu porte. Para se destacar em um mercado dinâmico, até mesmo os MEIs precisam adotar estratégias que os ajudem a superar a concorrência e atender às expectativas de seus nichos de mercado. Como afirmam Corrêa, Gianesi e Caon (2018), ser competitivo significa superar a concorrência em aspectos de desempenho valorizados pelos nichos de mercado. Por isso, é fundamental que os microempreendedores busquem formas de aprimorar sua gestão. O PCP pode ser uma solução viável para atingir essa meta. Portanto, este trabalho visa propor e implementar um sistema de PCP adequado às necessidades de um microempreendimento individual do setor artesanal, abordando os desafios e benefícios dessa implementação.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo propor e implementar um sistema de Planejamento e Controle da Produção (PCP) adaptado ao processo artesanal de caixas de cartonagem personalizadas. A pesquisa busca otimizar recursos, aumentar a eficiência produtiva e aprimorar a gestão de um microempreendimento individual em João Monlevade – MG, proporcionando maior controle e previsibilidade na produção.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral, foram elencados os seguintes objetivos específicos:

- Analisar as etapas do processo produtivo artesanal, detalhando a utilização de recursos: materiais, mão de obra e tempos de produção;
- Mapear o processo produtivo artesanal, identificando gargalos, ineficiências e oportunidades de melhoria para otimizar o fluxo de trabalho;
- Classificar os produtos e a demanda, identificando padrões de consumo e características produtivas para embasar o planejamento;
- Avaliar o planejamento de materiais e da produção, identificando possíveis ineficiências e oportunidades de otimização;
- Desenvolver um sistema de PCP adaptado à produção artesanal, incluindo planejamento de recursos, controle de estoques e programação da produção;
- Analisar a contribuição do planejamento e controle de produção avaliando os impactos esperados da implementação do sistema no processo produtivo.

1.2.3 Justificativa e relevância

A literatura sobre Planejamento e Controle da Produção (PCP) tem se concentrado, em grande parte, nas grandes indústrias, enquanto os microempreendimentos, especialmente aqueles que produzem em pequena escala e sob encomenda, ainda são pouco explorados. Dessa forma, a pesquisa busca responder à seguinte questão: como a implementação de um sistema de Planejamento e Controle da Produção (PCP) pode contribuir para a organização e eficiência produtiva de microempreendedores individuais do setor artesanal?

Para isso, é fundamental aplicar o controle da produção, de modo a monitorar o progresso das atividades, identificar possíveis problemas e realizar ajustes conforme necessário. Isso contribui para a redução de desperdícios, minimiza atrasos e melhora o atendimento ao cliente. Além disso, o controle da produção permite gerenciar recursos de forma eficiente, garantindo sua disponibilidade no momento, quantidade e qualidade adequados. Isso resulta em redução de custos, aumento da produtividade e melhor atendimento às demandas dos clientes (Lozada, Rocha e Pires, 2017).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Microempreendedor Individual - MEI

O empreendedorismo se tornou ao longo dos anos uma opção atrativa ao emprego formal onde possibilita além de ganhar valores financeiros para o sustento das necessidades, proporciona também a realização pessoal e profissional.

De acordo com Serra, Santo e Ferreira (2012), há três fatores principais que são propícios ao empreendedor como determinantes pessoais, sendo eles a necessidade, oportunidade e capacidade. Isso vai de encontro com o que pode ser visto na realidade. Muitos indivíduos passam de funcionário a empreendedores devido a alguma necessidade de se manter economicamente ou por enxergar no mercado uma oportunidade de negócio, embora, nem todos possuam a capacidade para administrar com o domínio necessário.

No Brasil, o microempreendedor individual (MEI) tem suas atividades regulamentadas pela Lei Complementar nº 128, de 19 de dezembro de 2008 que alterou a Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006. Indivíduos com faturamento anual de até R\$ 81.000,00 podem se formalizar como empresários individuais de forma mais simplificada, garantindo benefícios como isenção de diversas taxas, regime tributário simplificado e direitos a benefícios previdenciários (Brasil, 2006). É notável o aumento de MEIs nos últimos anos e a formalização de empreendimentos que atuavam na informalidade, o que contribui para o desenvolvimento econômico e surgimento de novos negócios.

A Tabela 01 mostra dados estatísticos extraídos do Portal do Empreendedor (2025) onde pode ser observado que a região sudeste do Brasil representa a maior concentração de MEIs. Somente o estado de Minas Gerais corresponde a cerca de 10,95% da distribuição nacional com 1.733.122 de MEIs.

Tabela 01 - Número de MEIs por UF em 2025.

UF	Nº de MEIs	Percentual de representação de MEIs por UF
SP	4.403.722	27,82%
MG	1.733.122	10,95%
RJ	1.689.457	10,67%
PR	1.038.774	6,56%
RS	974.067	6,15%
BA	808.831	5,11%
SC	781.483	4,94%
GO	585.448	3,70%
PE	480.770	3,04%
CE	454.231	2,87%
ES	387.624	2,45%
PA	322.804	2,04%
MT	293.574	1,85%
DF	258.467	1,63%
MS	218.995	1,38%
PB	208.738	1,32%
RN	186.960	1,18%
MA	183.015	1,16%
AM	163.908	1,04%
AL	150.929	0,95%
PI	120.227	0,76%
SE	104.678	0,66%
TO	100.065	0,63%
RO	96.709	0,61%
RR	28.218	0,18%
AC	28.135	0,18%
AP	26.815	0,17%
Total	15.829.766	100,00%

Fonte: Dados extraídos do Portal do Empreendedor (2025) e elaborados pelo autor.

Os benefícios considerados mais importantes na visão dos empreendedores compreendem ter um CNPJ, o que confere credibilidade ao negócio, a possibilidade de abrir uma conta empresarial e o acesso a serviços gratuitos (Nascimento *et al.*, 2019). Para Serra, Santo e Ferreira (2012), um conjunto de características nacionais favorece o empreendedorismo, e as políticas públicas buscam aprimorar esses atributos. O Brasil tem se esforçado para superar suas deficiências e tem registrado melhorias em sua competitividade, embora ainda esteja distante do nível dos países desenvolvidos.

Sem uma estrutura de PCP, os MEIs enfrentam desafios significativos na gestão da produção, como dificuldades no controle de estoque, no planejamento do fluxo de trabalho e na organização dos processos produtivos. Essas limitações podem resultar em atrasos na entrega, aumento de custos e queda na qualidade do produto. A ausência de um sistema de Planejamento e Controle da Produção (PCP) agrava esse cenário, comprometendo a competitividade e a sustentabilidade do empreendimento.

2.2 Planejamento e Controle da Produção

O Planejamento e Controle da Produção (PCP) desempenha um papel central na gestão de processos produtivos, especialmente em contextos artesanais e personalizados. Sua relevância reside na capacidade de organizar, monitorar e ajustar atividades de produção de forma a otimizar o uso de recursos, reduzir desperdícios e garantir a qualidade dos produtos. Para microempreendedores individuais que fabricam itens sob encomenda, o PCP pode oferecer uma estrutura para planejar a alocação de materiais, gerenciar estoques e controlar prazos, melhorando significativamente a eficiência e a satisfação do cliente.

Estudos como o de Reis, Krumenauer e Souza (2016) indicam que a implementação de práticas de PCP está diretamente relacionada ao desempenho organizacional, especialmente em termos de produtividade e eficiência. A adoção de sistemas estruturados de PCP conseguem responder melhor às variações de demanda, ajustar os processos produtivos em tempo real e reduzir o tempo de inatividade, o que se traduz em vantagem competitiva. Em ambientes artesanais, onde os processos são menos padronizados e mais personalizados, a aplicação do PCP pode gerar melhorias significativas, ajudando a formalizar práticas informais e identificar ineficiências.

Segundo Slack, Brandon-Jones e Burgess (2023), planejamento e controle conciliam suprimento e demanda. Para Corrêa, Gianesi e Caon (2018) planejar consiste em compreender como a análise simultânea da situação atual e da visão do futuro afeta as decisões presentes, visando alcançar objetivos específicos no futuro. Uma vez que os objetivos estejam claros, o planejamento atuará na definição de o que, quem, quando e como fazer para alcançar tais objetivos. Corrêa, Gianesi e Caon (2018) abordam como função essencial do controle da produção, a capacidade de reagir de forma eficaz a mudanças.

Slack, Brandon-Jones e Burgess (2023) declaram que o planejamento e controle são distintos, mas possuem atividades que se relacionam diretamente. O planejamento, diz respeito à definição de atividades que se pretende realizar no futuro, envolvendo a alocação de

diferentes tipos de recursos. O horizonte deste planejamento pode ocorrer no longo, médio e curto prazo. Envolvendo respectivamente questões estruturais, alocação de recursos em um prazo intermediário, e por fim, a programação de atividades produtivas cotidianas. Já o controle, envolve a verificação do cumprimento do planejamento e a devida intervenção na execução das atividades, quando estas se desviam do plano.

Atualmente, as empresas enfrentam vários desafios na gestão do PCP. A incorporação de tecnologias digitais, como automação e análise de dados, tem transformado o PCP. A digitalização permite o monitoramento em tempo real do progresso das atividades produtivas, facilitando a identificação rápida de problemas e a tomada de decisões informadas. No entanto, a transição para processos digitais pode ser desafiadora para pequenas empresas, que frequentemente enfrentam limitações de recursos e conhecimento técnico. Uma alternativa seria incorporar o uso de ferramentas gratuitas e planilhas automatizadas, como o *Trello*, o *Google Sheets* e *softwares* de licença livre. Métodos visuais, como o *Kanban*, também são válidos.

A crescente demanda por práticas sustentáveis exige que as empresas incorporem estratégias de PCP que considerem a minimização de desperdícios e o uso eficiente de recursos. Isso é especialmente relevante para microempreendedores individuais, que podem se beneficiar de práticas sustentáveis para reduzir custos e atender às expectativas de consumidores conscientes. A competição global e as cadeias de suprimentos internacionais aumentam a complexidade do planejamento e controle de produção, exigindo que as empresas sejam ágeis e flexíveis para se adaptarem a flutuações na demanda e nos fornecimentos. Para microempresas que operam em mercados locais, a globalização pode representar uma oportunidade de crescimento, mas também um desafio em termos de concorrência com produtos de grande escala.

Desafios e barreiras para a implementação do PCP em microempreendimentos podem surgir devido à falta de capacitação em gestão, escassez de tempo para planejamento, resistência à mudança e limitação de recursos financeiros para investir em tecnologias. A ausência de conhecimento sobre ferramentas e metodologias de gestão pode resultar em processos ineficazes e perda de controle sobre o fluxo produtivo, enquanto a sobrecarga de tarefas diárias dificulta a organização e o planejamento adequados. Além disso, a resistência à mudança, comum entre empreendedores habituados a métodos tradicionais, pode retardar a adoção de novas práticas. Para superar esses desafios, soluções eficazes incluem capacitação por meio de treinamentos e cursos acessíveis, o uso de ferramentas simples e gratuitas, como planilhas e *softwares* básicos, e a implementação gradual de mudanças.

2.2.1 A estrutura de um sistema de produção

Para Corrêa, Gianesi e Caon (2018) as funções de um sistema de administração da produção tratam de planejar as necessidades futuras de capacidade produtiva, materiais comprados e os níveis adequados de estoques nos pontos certos. Ainda, programar atividades de produção, garantindo os recursos no momento e para as atividades certas e prioritárias, possuindo ciência da situação dos recursos envolvidos e das ordens de compra e de produção. Prometer prazos menores e cumpri-los. E por fim, reagir de forma eficaz.

Batalha *et al.* (2019) definem que um sistema de produção é um processo de transformação onde recursos de entrada (input) são convertidos em saídas (outputs), bens e serviços, agregando valor ao consumidor final. Segundo Slack, Brandon-Jones e Burgess (2023), tais *inputs* e *outputs* são de naturezas específicas conforme o tipo da atividade desempenhada pela empresa.

Os principais componentes de um sistema de produção são os insumos (materiais, mão de obra e informações), processos de transformação com tecnologias, gestão e controle de qualidade. Ao se tratar dos recursos de transformações, as instalações e os funcionários, são dois componentes essenciais para todo processo (Santos *et al.*, 2020).

Corrêa, Gianesi e Caon (2018) definem horizonte de planejamento como a medida do tempo futuro em que se desenvolve uma visão. Para Tubino (2017), esse planejamento baseado no tempo, está diretamente relacionado aos níveis: estratégico, tático e operacional.

Os sistemas produtivos podem ser classificados em manufatura ou prestação de serviços. Ambos transformam seus insumos em produtos úteis aos clientes aplicando um sistema de produção, sendo que essa classificação depende da forma como os sistemas são organizados para atender à demanda, podendo uma empresa conviver com mais de um tipo de sistema produtivo (Tubino, 2017). Slack, Brandon-Jones e Burgess (2023) destacam a avaliação das características de intangibilidade, heterogeneidade, inseparabilidade e perecibilidade ao diferenciar sistemas de manufatura ou de serviços. Para Moreira (2012) o sistema de produção pode ser influenciado de várias maneiras, internamente ou externamente à empresa, bem como sofrer restrições ao seu funcionamento.

Em microempreendimentos, é comum a adoção de sistemas de produção com abordagens flexíveis e de baixo custo. Muitos empreendedores recorrem a métodos manuais ou a ferramentas gratuitas, como planilhas eletrônicas e *softwares* de gestão, para organizar o fluxo de trabalho e controlar a produção. No setor artesanal, por exemplo, a fabricação ocorre geralmente de forma unitária, diferindo de sistemas como a produção em lotes, em massa ou

contínuos. Essa característica pode limitar a adoção de métodos mais robustos, exigindo abordagens produtivas mais flexíveis e adaptáveis.

2.2.2 Tipos de sistemas de produção

Os sistemas produtivos de manufatura podem ser caracterizados por projeto, *jobbing* ou sob encomenda, lotes ou bateladas, produção em massa, e contínuos (Batalha *et al.*, 2019; Santos *et al.*, 2020; Slack; Brandon-Jones; Burgess, 2023; Tubino, 2017).

Os sistemas de produção por projeto, segundo Slack, Brandon-Jones e Burgess (2023), tem-se produtos específicos e customizados, demandando longos tempos para sua conclusão, possuindo baixo volume e alta variedade. Para Tubino (2017), os produtos são concebidos em estreita ligação com os clientes, de modo que suas especificações impõem uma organização dedicada ao projeto, que não pode ser preparada com antecedência.

Os sistemas de produção por *jobbing* ou sob encomenda, Slack, Brandon-Jones e Burgess (2023), denotam uma relativa complexidade, possuindo alta variedade e baixos volumes, tendo seus recursos compartilhados. Portanto, foca nas necessidades específicas dos clientes, onde inicia-se a produção com o fechamento do pedido, caracterizando baixa demanda (Santos *et al.*, 2020). Sistemas sob encomenda são amplamente adotados em pequenos negócios devido à sua flexibilidade, controle de custos e personalização. Esses métodos permitem produzir conforme a demanda, evitando estoques excessivos e reduzindo desperdícios.

Os sistemas de produção em lotes ou bateladas, caracteriza-se de acordo com Tubino (2017), pela produção padronizada em lotes, onde há uma série de operações que necessita ser programada à medida que as operações anteriores são executadas. Contudo, há o uso de equipamentos pouco especializados e mão de obra polivalente. Segundo Slack, Brandon-Jones e Burgess (2023), possui alto volume e variedade.

Os sistemas de produção em massa, segundo Slack, Brandon-Jones e Burgess (2023), possuem altos volumes e em variedades relativamente baixas. Tubino (2017) ressalta a mão de obra especializada na transformação do produto e a linha de montagem, onde o trabalho decorre em um tempo de ciclo.

Os sistemas de produção contínuos, como relata Slack, Brandon-Jones e Burgess (2023), possuem volumes maiores com menor variedade e longos tempos de operação. A alta quantidade de produção visando o menor tempo possível através de processos independentes favorece a automatização (Santos *et al.*, 2020). Tubino (2017) ainda salienta que altos

investimentos em equipamentos e instalações são necessários, sendo que a mão de obra é responsável apenas pela condução e a manutenção das instalações.

O volume e a variedade na produção, influencia no projeto de qualquer processo produtivo. Geralmente as duas dimensões, de modo contrário, caminham juntas (Slack, Brandon-Jones e Burgess, 2023). Para Lozada, Rocha e Pires (2017) esse impacto sofrido no PCP é denominado como efeito volume-variedade.

Slack, Brandon-Jones e Burgess (2023) ressaltam os tipos de arranjo físico em potencial relacionados com cada sistema produtivo da seguinte forma:

- Sistema por projeto: arranjo posicional e arranjo funcional;
- Sistema por *jobbing* ou sob encomenda: arranjo posicional e arranjo celular;
- Sistema em lotes ou bateladas: arranjo posicional e arranjo celular;
- Sistema de produção em massa: arranjo celular e arranjo por produto;
- Sistema de produção contínuo: arranjo por produto.

Os critérios fundamentais para a escolha do arranjo físico envolvem: o fluxo de recursos transformados, interação entre as partes do processo, experiência dos funcionários e experiência do cliente (Slack; Brandon-Jones; Burgess, 2023).

Para microempreendimentos, o sistema de produção sob encomenda é mais viável, pois oferece flexibilidade e minimiza estoques. Sistemas como produção por projeto ou em lotes também proporcionam personalização, mas exigem maior investimento de recursos e tempo. Por outro lado, sistemas de produção em massa ou contínuos são inadequados para pequenos negócios, devido ao alto volume e baixa variedade. A escolha do sistema de produção exerce impacto direto no planejamento e controle da produção, influenciando a eficiência e a sustentabilidade do empreendimento.

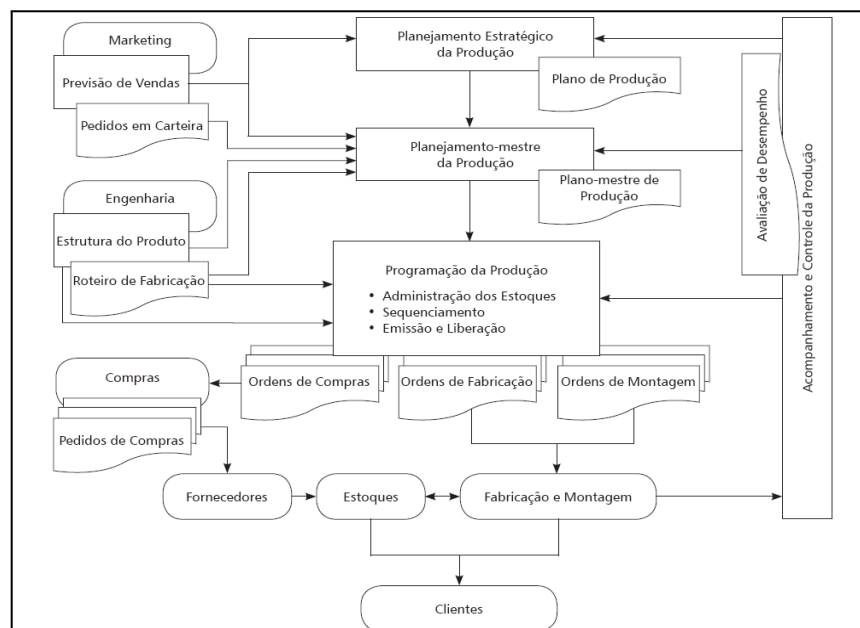
2.2.3 Estrutura de um sistema de planejamento e controle da produção

Os sistemas de planejamento e controle atuam como mecanismos para processar informações, auxiliar na tomada de decisões e realizar ações, sustentando as atividades de planejamento e controle da produção (Slack; Brandon-Jones; Burgess, 2023). O PCP envolve o mapeamento do processo, identificação da linha de produtos com seus tempos de fabricação e sua montagem, planejamento de materiais, previsão da demanda com identificação da lista de pedidos, planejamento da fabricação e sua montagem. Tubino (2017) apresenta a estrutura do PCP onde contém as etapas de planejamento estratégico da produção, planejamento-mestre da produção, programação da produção, acompanhamento e controle da produção.

O planejamento estratégico da produção é formalizado pelo plano de produção, no horizonte de longo prazo do sistema produtivo, visando atender demandas futuras. O planejamento-mestre da produção é um desdobramento do planejamento estratégico da produção em planos específicos de produtos acabados, no horizonte de médio prazo, e direciona as etapas de programação e execução da produção. A programação da produção atua na administração dos estoques, no sequenciamento, e na emissão e liberação das ordens, considerando um horizonte de curto prazo, definindo o quanto e quando comprar, fabricar ou montar de cada item necessário. Por fim, o acompanhamento e controle garantirá que as operações sejam realizadas como o planejado (Tubino, 2017).

O ciclo de planejamento no PCP é um processo contínuo e sistemático, que pode ser dividido em: previsão de demanda, planejamento de capacidade, planejamento de materiais, sequenciamento e programação, execução, acompanhamento e controle. A Figura 01 mostra o diagrama no qual resume o processo do fluxo de informações do sistema de PCP.

Figura 01 - Fluxo de Informações do Sistema de PCP.



Fonte: Tubino (2017, p. 5).

Para a implementação e gerenciamento eficaz de um sistema de PCP, alguns modelos teóricos e *frameworks* (estruturas conceituais) são comuns de serem utilizados. Os principais citados por Tubino (2017) são:

- Ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*): O PDCA auxilia na melhoria contínua do PCP, dividindo as atividades em etapas de planejamento, execução, verificação e ação. Ele ajuda a estruturar o controle de qualidade e os ajustes necessários no processo produtivo.

- MRP II (*Manufacturing Resource Planning*): Expande o conceito de MRP (*Material Requirements Planning*), integrando planejamento financeiro e capacidade de produção ao planejamento de materiais.
- TOC (Teoria das Restrições): A TOC ajuda a identificar e gerenciar gargalos no processo produtivo.
- Manufatura Enxuta (*Lean Manufacturing*): A Manufatura Enxuta surgiu como uma das práticas do Sistema Toyota de Produção e busca eliminar desperdícios e maximizar o valor agregado, focando na melhoria contínua e na eficiência.

2.2.3.1 Gestão da Demanda

Moreira (2012) ressalta que, em se tratando de produtos ou serviços, a demanda deve ser projetada, de forma que todo planejamento feito posteriormente dependerá disso. De acordo com Slack, Brandon-Jones e Burgess (2023), o planejamento e o controle em situações de demanda relacionam-se em grande parte com a forma como a operação deve responder quando ocorre a demanda. Como definido por Santos *et al.* (2020) a gestão da demanda atua em cinco áreas principais, sendo elas: a demanda e sua previsão; a comunicação com o mercado; o como a demanda é influenciada; o gerenciamento de prazos de entrega; a priorização e alocação.

Slack, Brandon-Jones e Burgess (2023) classificam como demanda dependente, a possibilidade de prever a demanda com relativa certeza sendo esta dependente de algum outro fator que já se conheça. Para Moreira (2012), quando há demanda dependente, é necessário que se faça uma programação de consumo. Em contraponto, quando se necessita suprir uma demanda futura sem saber exatamente qual será essa demanda, trata-se de uma demanda independente. Cabe, neste caso, realizar uma previsão do consumo.

Apesar da evolução tecnológica e da sofisticação matemática, a previsão de demanda não é uma ciência exata e depende da experiência e do julgamento pessoal do planejador. O que se garante é que o valor previsto será sempre uma aproximação do valor real (Tubino, 2017). Ainda há variáveis influenciadoras como a sazonalidade, tendências de mercado e comportamento do consumidor.

Os sistemas de produção sob encomenda apresentam menos estabilidade na demanda, o que torna a previsão mais complexa, pois é preciso aguardar a decisão do cliente para obter uma visão do que produzir. A negociação acaba ocorrendo muito próxima ao tempo de

entrega do pedido, ao contrário de sistemas como produção contínua e em massa (Tubino, 2017).

Para Slack, Brandon-Jones e Burgess (2023) os produtos ou serviços envolvendo as operações, o planejamento e controle dependerá do tipo de resposta à demanda. A seguir são descritos pelos autores os principais tipos de resposta à demanda:

- Projetar contra pedido (Projetar, obter materiais, fabricar, montar e entregar): Tudo depende do fechamento do pedido com o cliente antes do início do projeto, materialização dos recursos, criação e entrega sob encomenda;
- Obter recursos contra pedido (Obter materiais, fabricar, montar, entregar);
- Fabricar contra pedido (Fabricar, montar e entregar): Aplica-se a produtos relativamente padronizados e as operações dependem da confiabilidade e dos detalhes da demanda;
- Montar contra pedido (Montar e entregar): Este sistema relaciona-se à alta previsibilidade das operações e possui a característica de criação parcial e entrega sob encomenda;
- Fazer para estoque (Entregar): Há o potencial de criação do produto totalmente antes de se conhecer a demanda, sendo que os produtos são padronizados.

2.2.3.2 Gestão da Capacidade

Para Santos *et al.* (2020) a capacidade consiste no quanto um sistema é capaz de gerar de *output* dentro de um determinado intervalo de tempo. Para medir os resultados obtidos e poder identificar os problemas e suas origens, é preciso controlar a capacidade. O excesso de capacidade pode gerar custos extras, no entanto a sua falta pode afetar diretamente o nível de serviço oferecido.

Segundo Slack, Brandon-Jones e Burgess (2023), para gerenciar a capacidade, o seu nível básico precisa ser estabelecido, podendo ser ajustado posteriormente considerando os objetivos de desempenho e perecibilidade dos resultados da operação, bem como, o grau de variabilidade na demanda ou no suprimento.

A capacidade produtiva pode ser estabelecida para horizontes de curto, médio e longo prazo (Slack; Brandon-Jones; Burgess, 2023). Cardoso (2021), distingue a capacidade produtiva em: capacidade definida, sendo a capacidade considerada como foi projetada, em perfeitas condições de operação; capacidade programada, sendo a capacidade na qual se espera obter de fato, com a disponibilidade dos recursos envolvidos na produção, descontadas

as possíveis situações previsíveis que impeçam o seu cumprimento; e a capacidade real, o que é efetivamente produzido no dia a dia.

Para o planejamento de capacidade, podem ser utilizados os seguintes métodos: nivelamento de capacidade, mantendo a capacidade constante e ajustando o uso; acompanhamento da demanda, onde são feitos ajustes na capacidade, como horas extras, quantidade de trabalhadores e subcontratações; e gerenciamento da demanda, influenciando a demanda por meio de preços ou promoções (Slack *et al.*, 2013).

A capacidade de uma empresa impacta diretamente sua competitividade, pois determina a habilidade de atender à demanda do mercado, adaptar-se rapidamente a mudanças e otimizar custos. Além disso, empresas com capacidade bem gerida são mais resilientes em crises, melhorando sua posição no mercado.

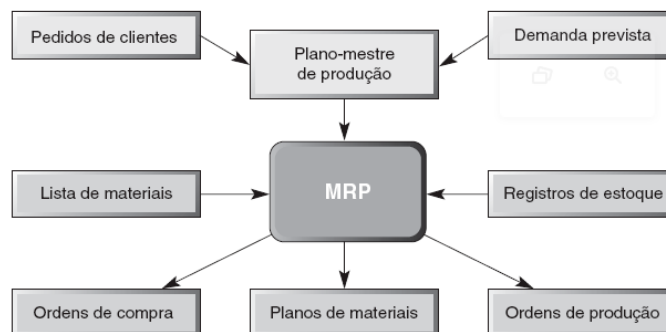
2.2.3.3 Planejamento de Materiais

Os materiais precisam ser previamente programados pelo Planejamento e Controle da Produção (PCP). Conforme denota Chiavenato (2022), o PCP além de programar a produção detalhando máquinas e mão de obra, também detalha os materiais necessários ao programa de produção. Essa programação permite saber previamente a quantidade de materiais e quando estarão disponíveis para o compor o processo de produção. Com base nessa programação de materiais, podem ser emitidas as ordens de compras e realizados os processos com os fornecedores.

Carvalho e Pacheco (2015) consideram na execução do planejamento dos materiais uma organização do estoque através de inventário dos materiais, montagem da estrutura do produto relacionando cada matéria-prima necessária para produção, por fim, a implementação de ordens de compra e ordens de retirada de materiais do estoque.

O MRP I é responsável pelo planejamento dos materiais necessários, coordenando a redução do estoque com a emissão de ordens de serviço, compras e entregas. Para isso, calcula a quantidade, o tipo e o momento ideal para a disponibilização de diferentes peças ou materiais, baseando-se nos pedidos de compra e nas previsões de demanda futura (Lozada, Rocha e Pires, 2017). Segundo Slack *et al.* (2023) o programa-mestre de produção (PMP) é a principal entrada do MRP I, servindo para alinhar a produção e os suprimentos. A Figura 02 ilustra a relação entre o MRP I e o PMP, destacando que informações sobre materiais, estoque e prazos são essenciais para gerar as saídas necessárias, como planos de materiais e ordens de compra e produção.

Figura 02 – Esquema MRP e PMP.



Fonte: Slack, Brandon-Jones e Burgess (2023, p. 501).

O MRP I começa com a análise da demanda, que identifica as necessidades de produtos finais e gera uma lista de materiais necessária, considerando o estoque atual. Em seguida, são planejados os pedidos de compras e a produção, levando em conta prazos de entrega e tempos de fabricação. O MRP II expande essa abordagem ao integrar recursos como capacidade de produção e finanças, promovendo uma sincronização mais eficaz entre as áreas. O processo é monitorado e ajustado continuamente para garantir que a produção atenda à demanda real.

Um bom relacionamento com fornecedores é crucial para um planejamento de materiais eficaz, pois garante confiabilidade e pontualidade nos suprimentos. Isso reduz atrasos, melhora o fluxo de produção e facilita negociações vantajosas, ajudando a manter estoques adequados e ajustar o planejamento à demanda real.

2.2.3.4 Planejamento dos recursos produtivos – mão de obra e equipamentos

Em relação a mão de obra e equipamentos, o PCP avalia a capacidade necessária para atender à demanda de produção. Envolve, portanto, o planejamento de horas de trabalho considerando os tempos envolvidos na produção para calcular as necessidades destes recursos (Slack; Brandon-Jones; Burgess, 2023). Tubino (2017) ainda ressalta a compra de equipamentos, definição dos turnos de trabalho, admissão e treinamento da mão de obra para uma análise da capacidade de produção para o plano de produção estratégico.

Para Slack *et al.* (2013) a programação de horas de trabalho define a capacidade da operação, sendo essencial garantir pessoas suficientes para atender à demanda. A programação deve equilibrar capacidade e bem-estar da equipe, respeitar folgas e férias, minimizar trabalho fora do horário normal e incluir flexibilidade para lidar com imprevistos de demanda e ausência de funcionários. Existem técnicas matemáticas, mas na maioria dos

programas deste tipo usa-se aproximações intuitivas (heurística). Para Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) a decisão de uma força de trabalho flexível ou permanente, deve considerar os custos e benefícios. A flexibilidade permite maior capacidade de adaptação às demandas variáveis e alívio de gargalos, mas exige maior treinamento e habilidades.

A Teoria das Restrições (TOC), fundamental na Tecnologia de Produção Otimizada (OPT), foca a programação nos gargalos, buscando identificá-los e eliminá-los para otimizar o fluxo de produção. Segundo Slack *et al.* (2013), esse enfoque visa alinhar o sistema produtivo ao ritmo dos gargalos para evitar excessos ou subutilização. Com isso, assegura que os recursos críticos determinem o andamento da operação.

Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) discutem o planejamento dos equipamentos, destacando que, para volumes baixos e alta personalização, equipamentos de uso geral ou universal são mais ideais, pois são flexíveis e baratos, mantendo baixos os custos fixos, apesar dos custos variáveis altos. Já equipamentos de uso especial ou dedicado são mais eficientes para volumes altos e baixa personalização, devido ao baixo custo variável unitário, o que compensa seus custos fixos elevados. A escolha depende da quantidade de equilíbrio em que os custos totais dos processos se igualam. Ainda segundo os autores, a automação pode aumentar a produtividade e a consistência em produções de alto volume. No entanto, para produtos únicos ou serviços de alta qualidade, pode ser preferível manter funcionários qualificados e trabalho manual, priorizando atenção individual em vez de tecnologia.

2.2.3.5 Controle de processos da produção

O mapeamento de processo consiste em descrever como as atividades de um processo se relacionam entre si, utilizando símbolos para classificar diferentes tipos de atividades. Há várias técnicas e símbolos comuns, embora não exista um padrão universal (Slack; Brandon-Jones; Burgess, 2023). Podem ser citados como exemplo o *benchmarking*, *blueprint* e fluxogramas (Chiavenato, 2022; Santos *et al.* 2020; Slack; Brandon-Jones; Burgess, 2023).

O desempenho de um processo é avaliado por indicadores de custo, qualidade, entrega e serviços, que medem seu impacto em cada área. Com o conceito de melhoria contínua, o Controle da Qualidade Total (TQC) usa ferramentas visuais para identificar e resolver problemas. Desde a década de 80, essas ferramentas vêm sendo aplicadas pelas empresas e são recomendadas para o PCP. Ferramentas como o Diagrama de Ishikawa (6M's), PDCA, 5W1H e indicadores-chave de processo (KPI's) auxiliam no controle e solução de problemas de produção (Tubino, 2017).

O tempo de processo afeta a eficiência produtiva: quanto mais rápido e otimizado, menos tempo é necessário para produzir, o que libera recursos e aumenta a capacidade de atender à demanda. Para medir o desempenho dos processos da produção, são utilizados parâmetros de controle: o *lead time*, o tempo de atravessamento e o tempo de ciclo são os mais comuns.

O *lead time*, refere-se ao tempo decorrente entre a liberação de uma ordem até o momento em que o produto final fica pronto e disponível para uso, sendo obtido por amostragem e cronometragem (Corrêa; Gianesi; Caon, 2018). Silva e Fernandes (2008) expõem a existência de *lead time* para operações de distribuição, montagem, fabricação, suprimento e projeto, o que depende do tipo de resposta à demanda do sistema produtivo.

O tempo de atravessamento, é o tempo médio que as entradas demoram no decorrer do processo até a sua transformação em saídas (Slack; Brandon-Jones; Burgess, 2023). A entrega final do material é influenciada pelo tempo de atravessamento no sistema produtivo (Corrêa; Gianesi; Caon, 2018).

O tempo de ciclo mede o intervalo entre a liberação de produtos sucessivos por um sistema de produção. Em outras palavras, indica quanto tempo o sistema requer para liberar um novo produto, após a liberação do anterior. O tempo de ciclo é determinado pelo gargalo do sistema produtivo (Krajewski; Ritzman; Malhotra, 2009). Para Tubino (2017), o tempo de gargalo é a variável-chave de controle que dita o ritmo de saída dos produtos na qual a demanda do cliente é atendida.

Segundo Tubino (2017), ainda podem ser citados indicadores essenciais como:

- Produtividade: avalia a relação entre a produção obtida e os recursos utilizados.
- Efetividade Total do Equipamento (OEE): mede a eficiência dos equipamentos, considerando disponibilidade, performance e qualidade.
- Entregas no Prazo (OTD): indica a pontualidade nas entregas.
- Pedidos Completos e no Prazo (OTIF): mede a pontualidade e precisão das entregas completas.

Para Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), as programações devem refletir medidas de desempenho aceitáveis e coerentes com as prioridades competitivas do processo.

Slack, Brandon-Jones e Burgess (2023) citam abordagens complementares no projeto das operações que visam aumentar a produtividade e a eficiência, seja otimizando os tempos de processo, como o estudo de tempos e movimentos, eliminando desperdícios e melhorando a qualidade, como o *Just in Time* (JIT), ou criando um ambiente de produção mais enxuto e ágil, como o *Lean Manufacturing*.

2.2.4 Carregamento, Sequenciamento e Programação da Produção

De acordo com Slack, Brandon-Jones e Burgess (2023), podem ser consideradas para atividades de planejamento e controle as etapas: carregamento, sequenciamento, programação, monitoramento e controle. Portanto, são elementos fundamentais para garantir a eficiência e a capacidade de resposta da produção às demandas, pois cada um contribui com uma função específica na alocação de recursos e na organização das atividades dentro de um sistema produtivo.

O carregamento se trata da carga de trabalho alocada para o centro de trabalho. No carregamento finito há uma limitação, de acordo com a capacidade, e isso não pode ser excedido. Já no carregamento infinito, essa carga não tem limite, devido a razões de impossibilidades, necessidades ou custos, podendo superar a capacidade do centro de trabalho que administrará toda a carga (Slack; Brandon-Jones; Burgess, 2023).

O sequenciamento define a ordem em que as atividades serão realizadas de acordo com o carregamento. A prioridade é definida com base em regras preestabelecidas, podendo ser consideradas as restrições físicas, prioridade do cliente, data prevista de entrega, tempo da operação e ordem de chegada (Slack; Brandon-Jones; Burgess, 2023). As regras de sequenciamento mais utilizadas, segundo Slack *et al.* (2013), incluem:

- Prioridade do cliente: É priorizado independentemente de sua ordem de chegada;
- Data devida (DD): O foco é na data prometida de entrega;
- LIFO (*last in, first out*): O último a entrar é o primeiro a sair;
- FIFO (*first in, first out*): O primeiro a entrar é o primeiro a sair;
- LOT (*longest operation time first*): A tarefa mais longa é executada primeiro;
- SOT (*shortest operation time first*): A tarefa mais curta é executada primeiro.

A programação é o recurso que faz com que as atividades do planejamento sejam realizadas, definindo em qual momento deve começar e terminar (Slack; Brandon-Jones; Burgess, 2023). Para Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) a programação depende da coleta de diversos dados como previsões de demanda, disponibilidade de recursos, ajuste de restrições específicas com funcionários e clientes. Na programação para a frente, o trabalho é iniciado de imediato, enquanto que, na programação para trás, o trabalho é iniciado no último momento sem que haja algum atraso (Slack; Brandon-Jones; Burgess, 2023).

O monitoramento e controle visa assegurar que tudo esteja saindo como o planejado. Através disso, é possível identificar se há desvios do planejamento e agir, realizando correções ou replanejamentos (Slack; Brandon-Jones; Burgess, 2023).

As técnicas de programação podem ser resumidas em cronogramas e gráficos de Gantt (Chiavenato, 2022). Este tipo de representação foi desenvolvido por Henry Gantt, em 1917. O gráfico mostra as etapas com suas tarefas, exibindo o início e fim em barras horizontais e o tempo decorrido. Considera-se uma ferramenta que facilita o desenvolvimento de programações, mostrando de maneira simples, o que deveria estar acontecendo em comparação com o que realmente está acontecendo (Slack; Brandon-Jones; Burgess, 2023).

Existem sistemas de planejamento avançados como o APS - *Advanced Planning Systems* e a combinação de sistemas de planejamento avançado com abordagens heurísticas e algorítmicas que oferecem uma maneira robusta de enfrentar os desafios da programação e gestão de produção. Enquanto as heurísticas permitem uma resposta rápida a situações dinâmicas, os algoritmos garantem que, sempre que possível, as soluções sejam otimizadas para alcançar a eficiência máxima.

2.3 Sistemas de Programação da Produção

Softwares de programação permitem criar e manter sistemas que automatizam processos e otimizam operações nas empresas. Eles são usados para desenvolver aplicações que auxiliam no controle de estoque, finanças e atendimento ao cliente, melhorando a eficiência e integração das operações. Com essas ferramentas, as empresas podem adaptar rapidamente suas soluções às necessidades do mercado, ganhando agilidade e competitividade.

Com o advento do computador, surgiram ao longo dos anos, vários sistemas para administrar as necessidades de materiais envolvidos no processo de produção. Cabe o destaque para cinco desses sistemas: MRP I, MRP II, ERP, JIT e OPT.

O MRP I, é a sigla de *material requirement planning*, que pode ser traduzido como planejamento das necessidades de materiais. Conforme explicitado por Martins e Laugeni (2015), o MRP I, na década de 1970, surgiu da necessidade de se planejar o atendimento da demanda dependente e revela um método onde o produto é separado em todos os seus componentes até o último nível de detalhe, representado em sua estrutura analítica, definindo-se sua lista de materiais. Com isso é verificado a disponibilidade dos itens em estoque.

Já o MRP II, que quer dizer *manufacturing resources planning*, surgiu na década de 1980, traduzido por planejamento dos recursos de manufatura, Martins e Laugeni (2015) denota que este considera outros insumos, como mão de obra, equipamentos, espaços disponíveis para estocagem, instalações, entre outros, sendo que o tratamento dado aos recursos segue a mesma lógica aplicada aos materiais, com os devidos ajustes.

Devido ao aumento da capacidade de processamento dos computadores, na década de 1990, houve a evolução para o ERP, sigla de *enterprise resource planning*, que pode ser traduzido em planejamento dos recursos da empresa, onde é possível integrar funções de manufatura, logística, finanças, recursos humanos e engenharia (Martins e Laugeni, 2015).

O *Just in Time* (JIT), foi desenvolvido na Toyota Motor Company, na década de 1970 no Japão, por Taiichi Ono, visando o combate ao desperdício. Este depende de elementos básicos para obter sucesso, como o programa mestre, o sistema *kanban*, a redução dos tempos de preparação, os colaboradores multifuncionais, o *layout*, a qualidade e os fornecedores (Martins e Laugeni, 2015).

O sistema OPT, sigla de *optimized production technology*, que pode ser traduzido por tecnologia de produção otimizada, surgiu na década de 1970 criado por Eliyahu M. Goldratt. Conforme ressaltado por Martins e Laugeni (2015), o OPT trata os gargalos, que podem ser problemas advindos de máquinas, níveis de demanda ou legais. Tambor, corda e amortecedores são as terminologias utilizadas representando o gargalo, linha de produção e estoque. A manufatura nesse sistema, busca maximizar a velocidade da produção e paralelamente reduzir a quantidade de estoque ao mínimo consistente, cumprindo as entregas no prazo (Baptista; Souza, 2010).

Para Filho, Campanini e Vita (2004), a utilização de sistemas híbridos atualmente é tendência na gestão da produção e pode envolver, de modo complementar, sistemas de gestão de projetos, determinando caminhos críticos, folgas e marcos importantes. De acordo com Silva e Fernandes (2008), a implementação de um sistema de manufatura responsivo informatizado facilita as funções do PCP e otimiza o tempo, especialmente quando se trata de grandes volumes e informações complexas em que há alta variedade de produtos. Autores como Maggio (2005), Cassel e Vaccaro (2007) utilizaram técnicas de heurística, modelagem, simulação e otimização para analisar o planejamento e a programação da produção e suas variáveis.

As principais alternativas técnicas e lógicas utilizadas nos últimos anos em se tratando de sistemas de administração da produção, são os sistemas MRP II/ERP, os sistemas *Just in Time*, e os sistemas de programação da produção com capacidade finita (Corrêa; Giansi;

Caon, 2018). Entretanto, para microempreendimentos, opções como planilhas eletrônicas e *softwares* mais simples e economicamente viáveis têm sido utilizadas. A implementação de uma programação simples, como o uso de planilhas ou *softwares* gratuitos, permite ao MEI organizar as etapas de produção, controlar prazos e alocar recursos de forma eficiente. As vantagens incluem organização das informações, redução de erros e a melhoria no atendimento ao cliente. No entanto, desafios como variação na demanda e recursos limitados exigem flexibilidade no planejamento, com ajustes constantes para evitar sobrecarga e garantir o cumprimento dos prazos.

2.4 Gestão de Estoque

De acordo com Moreira (2012), estoque é definido como qualquer quantidade de material disponível (ou em trânsito) para uso futuro. Segundo Slack, Brandon-Jones e Burgess (2023), as fases dos processos de transformação ganham independência devido aos estoques, pelo fato de se houver interrupções em uma fase do processo, não haverá interferência na outra. De modo geral, o estoque é utilizado como forma de assegurar a disponibilidade do produto, dando segurança de que a demanda do cliente será atendida. Mas, quando a permanência do produto no estoque é longa, não agrega valor algum, podendo gerar prejuízos. É preciso buscar o equilíbrio das situações, evitando os extremos, e aplicá-lo a todos os itens de estoque. Moreira (2012) ainda ressalta que a gestão ou a administração dos estoques é uma atividade fundamental em qualquer organização, considerando os fatores financeiros e operacionais.

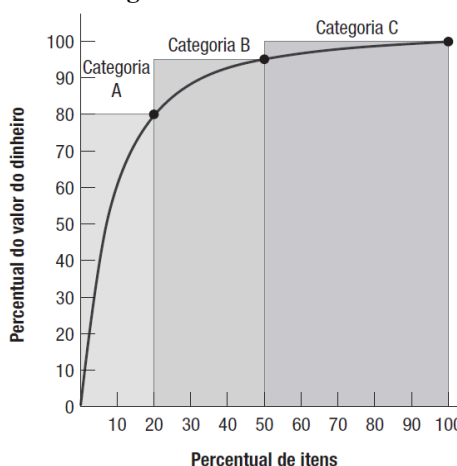
Segundo Corrêa, Gianesi e Caon (2018), os estoques de matérias-primas servem para equilibrar as diferenças entre fornecimento e demanda, ajustando-se a variações nos prazos e quantidades de entrega dos fornecedores. Estoques de material semiacabado regulam a produção entre etapas subsequentes, compensando diferenças de velocidade entre equipamentos ou paradas ocasionais. Já os estoques de produtos acabados ajudam a alinhar a produção à demanda de mercado, assegurando o atendimento mesmo diante de oscilações inesperadas na demanda ou na produção.

Diversos modelos são utilizados para a gestão de estoques. Corrêa, Gianesi e Caon (2018) destacam os modelos de ponto de reposição com lote econômico e de revisão periódica como os mais comuns para demanda independente. No modelo de ponto de reposição, o estoque é reabastecido sempre que atinge um nível mínimo previamente definido, acionando a compra de um lote fixo. Já no modelo de revisão periódica, verifica-se o nível de estoque em

intervalos regulares e ajusta-se a quantidade de reposição necessária para atingir o nível desejado, o que simplifica e facilita o controle. Segundo Tubino (2017) o modelo baseado no MRP calcula as necessidades de estoque com base na demanda dos produtos acabados, analisando os componentes a partir do nível superior até as matérias-primas, conforme a estrutura do produto. A lógica do cálculo de necessidade de materiais, central na mecânica do MRP, é fundamental para sistemas de administração de produção como MRP II e ERP, sendo utilizada na gestão de estoque de itens com demanda dependente (Corrêa; Giancesi; Caon, 2018).

A técnica ABC, também conhecida como curva de Pareto, classifica itens de estoque em três grupos com base no valor anual de uso, aplicando controles mais rigorosos e caros para itens de maior importância e sistemas mais simples para itens de menor valor. Os passos para aplicar a técnica ABC, segundo Corrêa, Giancesi e Caon (2018), incluem determinar a quantidade total utilizada de cada item no ano anterior, calcular o custo anual total de uso, ordenar os itens por valor de uso e calcular valores acumulados em percentual. Por fim, os itens são plotados em um gráfico para definir as regiões A, B e C com base na inclinação da curva resultante, como mostra a Figura 03. Os produtos da categoria A, embora sejam só 20% em quantidade, representam 80% do valor total. Já os da categoria B representam 30% dos itens, mas apenas 15% do valor. Por fim, 50% dos produtos ficam na categoria C e representam 5% do valor em dinheiro (Krajewski; Ritzman; Malhotra, 2009). Reis, Krumenauer e Souza (2016) demonstram em seu estudo os benefícios da classificação tipo ABC do estoque de materiais e do uso da curva ABC. Essa ferramenta permite ter uma percepção de quais insumos do estoque merecem maior atenção e dos valores financeiros dos ativos imobilizados. Com isso, é possível otimizar custos e tornar o controle de estoque mais eficiente.

Figura 03 - Curva ABC.



Fonte: Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009, p. 391).

Os métodos de avaliação de estoque permitem ajustar a estratégia de gestão de estoques de acordo com suas necessidades específicas e condições de mercado. Para Alves *et al.* (2018), os métodos de avaliação de estoques mais utilizados pelas empresas incluem: preço específico, custo médio, custo médio ponderado móvel, custo médio ponderado fixo, PEPS (primeiro a entrar, primeiro a sair) e UEPS (último a entrar, primeiro a sair).

Segundo Slack, Brandon-Jones e Burgess (2023), os custos de estoque são influenciados pelas decisões de compra, e diferentes custos variam conforme a quantidade pedida. Custos como emissão de pedidos, descontos por volume e custos de falta de estoque tendem a diminuir com o aumento do tamanho do pedido, enquanto custos de capital de giro, estocagem, obsolescência e ineficiência operacional geralmente aumentam. Contudo, uma gestão de estoque eficiente pode minimizar esses custos.

A gestão de estoque em pequenos negócios é essencial para o controle eficiente de materiais e otimização de custos. Para microempreendedores, é crucial equilibrar a quantidade de produtos com a demanda, evitando excessos que resultem em custos de armazenamento e obsolescência. Métodos simples de controle de estoque aplicáveis a MEIs incluem: a Curva ABC, que classifica os itens por valor ou rotatividade; o controle por planilhas, que permite o registro das entradas e saídas de forma prática; e o estoque mínimo, que define uma quantidade mínima para reposição de itens essenciais. Dessa forma, é possível otimizar recursos, reduzir custos e melhorar a gestão do estoque, adaptando-se à realidade dos pequenos negócios.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1 Definição e justificativa

Segundo Gil (2002), a pesquisa é um processo lógico e sistemático que busca fornecer soluções para os problemas que são apresentados devido à falta de informações suficientes ou à desorganização dos dados, impedindo sua correta relação com a questão em análise. A pesquisa possui um caráter aplicado, pois busca gerar conhecimento prático e soluções para um problema real enfrentado pelos MEIs do setor artesanal. Essa abordagem foi escolhida porque permite analisar diretamente os desafios produtivos e propor um sistema de PCP. Assim, a justificativa do estudo se alinha aos objetivos principal e específicos, pois visa compreender as principais dificuldades na gestão produtiva e identificar soluções adaptáveis à realidade dos MEIs. Além disso, a metodologia adotada reforça essa conexão ao explorar a aplicabilidade de um sistema de PCP como ferramenta essencial para a organização e crescimento sustentável desses negócios. Conforme Almeida (2014), a metodologia de pesquisa é um conjunto de procedimentos que garantem a confiabilidade e o rigor científico, fundamentais para a análise de práticas de produção artesanal.

3.2 Abordagem da pesquisa

Nesta pesquisa, a natureza é aplicada, pois busca solucionar um problema prático e real relacionado à otimização do processo produtivo artesanal de um microempreendimento individual. Diferentemente de uma abordagem puramente teórica, a pesquisa aplicada utiliza o conhecimento existente para resolver questões específicas, visando impactos diretos e melhorias operacionais. Essa característica é particularmente importante em um contexto artesanal, onde as soluções desenvolvidas devem ser adaptadas à realidade do negócio para proporcionar benefícios concretos.

Segundo Gil (2002), toda pesquisa é classificada com base em critérios específicos, sendo comum que essa classificação considere os objetivos gerais do estudo. Esta pesquisa tem caráter exploratório, buscando investigar o processo produtivo para identificar os principais problemas e oportunidades de melhoria. Além disso, possui um elemento descritivo, pois busca caracterizar o funcionamento atual da produção no MEI.

A abordagem escolhida é combinada, por envolver aspectos qualitativos e quantitativos. Isso permite analisar percepções, desafios e processos produtivos de forma aprofundada, buscando a compreensão das características, peculiaridades e variabilidades do

processo de produção artesanal, complementada por técnicas quantitativas aplicadas ao controle de estoque, levantamento da demanda de vendas e dos tempos de produção. Segundo Cauchick (2018), a abordagem combinada une a objetividade dos dados quantitativos à profundidade da análise qualitativa, reduzindo limitações e aumentando a precisão da pesquisa. Também é propositiva, pois aborda a proposta de um sistema para o planejamento e controle da produção.

Quanto aos métodos do estudo de caso e procedimentos, a pesquisa utiliza o mapeamento de processos, levantamento de dados e análise de demanda. O mapeamento de processos é essencial para descrever o fluxo produtivo desde a entrada de matérias-primas até a entrega do produto final, identificando etapas críticas, possíveis gargalos e oportunidades de automação ou simplificação. O levantamento de dados complementa essa análise ao coletar informações sobre tempos de produção, uso de materiais e mão de obra, proporcionando uma base sólida para o desenvolvimento de um sistema de planejamento e controle da produção adaptado. Além disso, a análise de demanda permite identificar os tipos de produtos mais requisitados e suas características, auxiliando no planejamento eficiente e na priorização de recursos.

3.3 Objeto da pesquisa

A empresa objeto do estudo de caso será denominada, neste trabalho, como Ateliê de Arte. A escolha justifica-se pelo fácil acesso às informações e pela disponibilidade para participação na pesquisa, bem como pela ausência de ferramentas no microempreendimento para a gestão da produção, especialmente no controle de estoque e no planejamento das atividades, o que torna o estudo ainda mais relevante.

O microempreendimento está localizado na cidade de João Monlevade, no estado de Minas Gerais, e tem como principal atividade a produção de produtos artesanais personalizados para atender o nicho de artigos personalizados para eventos e presentes especiais, com foco em casamentos, batizados, debutantes e outras celebrações. O segmento no qual a empresa se posiciona é o de papelaria personalizada e presentes artesanais. O início das atividades deu-se em paralelo com seu emprego formal em outra empresa. No início do ano de 2024, o microempreendimento individual foi formalizado e, a partir de então, a empreendedora passou a trabalhar exclusivamente como MEI em sua própria residência. A estrutura organizacional é bem simples: trata-se apenas da própria microempreendedora individual, não havendo contratação de outros trabalhadores.

3.4 Coleta de dados

O protocolo de mapeamento para esta pesquisa foi elaborado com uma estrutura organizada que inclui entrevistas, observação de processos, análise documental e proposição de um sistema de planejamento. As atividades selecionadas abrangem o processo produtivo da microempreendedora individual, desde a diversidade de produtos até o uso de materiais e equipamentos. A seleção teve foco em atividades que impactam diretamente a eficiência da produção e o atendimento da demanda.

Para esta pesquisa, foi realizada uma entrevista semiestruturada pré-agendada no mês de Novembro de 2024 com a microempreendedora individual utilizando um questionário contendo 10 perguntas nas quais constam no Quadro 01, relacionadas a 5 variáveis consideradas relevantes ao tema proposto: produtos, equipamentos, materiais, processo de produção e demanda.

Quadro 01 - Perguntas da Entrevista Semiestruturada.

Variável	Pergunta
Produtos	1 - Quais produtos são produzidos pela empresa?
Equipamentos	2 - Quais são os equipamentos ou ferramentas e suas funcionalidades envolvidos na produção?
Materiais	3 - Como são definidos os materiais necessários à produção?
	4 - Como é feita a aquisição dos materiais?
	5 - Como é feito o controle de estoque de materiais?
Processo de Produção	6 - Como é realizado o planejamento da produção?
	7 - Como é realizada a programação da produção?
	8 - Como é realizado o monitoramento e controle da produção?
Demanda	9 - Qual o público alvo que a empresa visa atender com seus produtos?
	10 - Como é realizado o acompanhamento e registros das vendas?

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A observação individual não participativa é a que foi considerada para o acompanhamento das atividades da produção da MEI em questão. Na etapa de observação no local, não houve interferências nas atividades observadas, limitando-se ao acompanhamento e registros dos acontecimentos. Os tempos de produção foram cronometrados para cada etapa

da fabricação de um modelo de caixa de cartonagem, além do processo ser complementado por registros fotográficos.

Foram coletadas informações dos equipamentos utilizados, detalhando quantidade, especificações e funções, bem como os materiais necessários para o processo produtivo, destacando sua utilidade. O mapeamento do processo teve como base observações diretas e anotações.

A análise documental dos registros e planilhas de vendas e estoque foi realizada para extrair informações que ajudaram a compreender o fluxo de trabalho, a demanda e a gestão de materiais e equipamentos. O planejamento de materiais e da produção foram examinados para entender o sistema atual e identificar oportunidades de melhoria na eficiência. Informações como demanda não alocada, necessidades de materiais e recursos produtivos foram utilizadas para uma programação otimizada da produção.

3.5 Análise dos dados

Em se tratando deste estudo, foi realizada uma análise de conteúdo das informações coletadas e observadas durante o processo de coleta dos dados.

Os dados obtidos nas entrevistas foram analisados para identificar padrões e deficiências no planejamento da produção. As informações referentes ao estoque foram sistematizadas em um inventário de materiais e classificadas por meio da Classificação ABC, facilitando a priorização e a tomada de decisão. Já os dados sobre a demanda foram organizados em planilhas e tabelas, permitindo a análise dos valores de vendas e do percentual acumulado, de modo a compreender a representatividade de cada produto no faturamento do microempreendimento.

3.6 Codificação e tratamento dos dados

O tratamento dos dados coletados nesta pesquisa foi realizado de maneira sistemática, integrando abordagens qualitativas e quantitativas para garantir uma análise aprofundada e coerente com os objetivos do estudo.

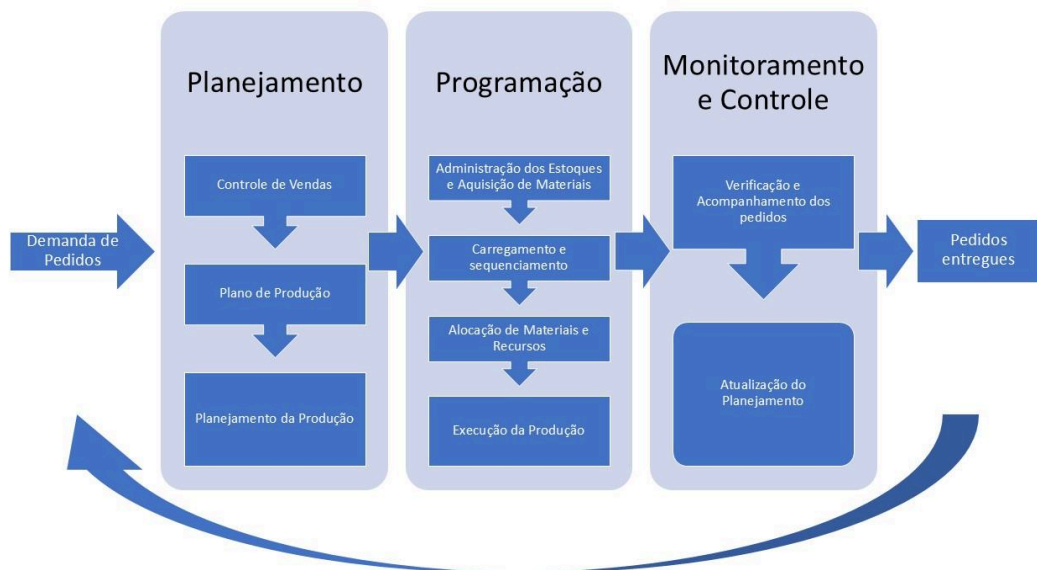
Para os dados qualitativos provenientes das entrevistas semiestruturadas e observações, foi aplicada a análise de conteúdo, conforme proposto por Cauchick (2018). Inicialmente, as respostas foram transcritas e as informações organizadas em planilhas, permitindo a codificação dos dados por meio da categorização temática. As categorias foram

definidas com base nas variáveis: produtos, equipamentos, materiais, processo de produção e demanda.

Os dados quantitativos, obtidos a partir da análise documental de registros de estoque, tempos de produção e demanda, foram tratados por meio de técnicas específicas. Como propõe Corrêa, Giansesi e Caon (2018), a classificação ABC foi utilizada para categorizar os materiais conforme sua relevância para a produção, auxiliando na priorização da gestão de estoques. Além disso, a análise estatística descritiva proposta por Gil (2002) foi empregada para sintetizar informações sobre tempos de produção, volume de vendas e fluxo de materiais.

A especificação do sistema de PCP e das diretrizes, incluindo o planejamento de recursos, gestão de estoque e controle de prazos, foi baseada na literatura pesquisada e apresentada neste trabalho após a análise dos dados coletados. Foram utilizadas planilhas eletrônicas no *Google Sheets*, contendo células com fórmulas para os cálculos necessários e integração de dados para planejar, programar, controlar e registrar o fluxo da produção e dos estoques. Além disso, foi utilizado um formulário eletrônico na plataforma *Jotform*, preenchido pela própria MEI com base no histórico de pedidos e em sua experiência. O formulário contém informações pré-cadastradas de materiais e etapas, o que facilita o preenchimento. Também foi empregado o complemento *Autocrat* para o *Google Sheets*, com o objetivo de automatizar a emissão de Ordens de Produção. A interface do sistema foi feita por meio do *Google Sites* possibilitando a criação do painel de gerenciamento centralizando o acesso ao formulário e planilhas. A Figura 04 resume o Sistema de PCP proposto.

Figura 04 - Sistema de PCP Proposto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

3.7 Validação dos resultados

A validação dos resultados obtidos e das propostas desenvolvidas foi realizada por meio do *feedback* da microempreendedora individual, além de um comparativo entre o período anterior e o posterior à implementação do sistema de PCP, destacando as melhorias observadas. Esse retorno confirma a relevância das análises realizadas e possibilita ajustes e aprimoramentos nas recomendações, assegurando que o planejamento e o controle da produção sejam efetivos e adaptáveis ao contexto do MEI.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Levantamento de informações do processo produtivo

O levantamento realizado no ambiente de produção e baseado nas respostas fornecidas pela MEI detalha os principais aspectos do processo produtivo do Ateliê de Arte. O Quadro 2 contém a transcrição do questionário com as respostas obtidas na entrevista.

Quadro 02 - Transcrição do Questionário Semiestruturado.

(continua)

Variável	Pergunta	Respostas
Produtos	1 - Quais produtos são produzidos pela empresa?	<i>“Caixas cartonadas, terços, relicários, papelaria para casamento, cadernos, agendas e blocos de anotações.”</i>
Equipamentos	2 - Quais são os equipamentos ou ferramentas e suas funcionalidades envolvidos na produção?	<i>“Dos equipamentos: Impressora A3, impressora A4, impressora A4 laser. Computador, guilhotina, plotter de recorte, encadernadora, plastificadora, alicates, tesouras, furadores manuais, estilete, réguas e gabaritos, base de corte e vinco. Suas funcionalidades: Impressora A3 Fotográfica: impressão em alta resolução papel alta gramatura em tamanho A3 ou maior para convites, arte das caixas e demais papelerias. Impressora A4 fotográficas: impressão papel fotográfico A4 e impressão simples. Impressora laser A4: Impressão cor preto para realizar aplicação de filme metalizado e impressão simples em preto e branco dia a dia. Computador: Desenvolvimento de projetos, artes, planilhas, pesquisas e envio de orçamentos. Guilhotina: cortar e refilar papelão e folhas sob medida. Plotter de recorte: Corte mais detalhado, desenvolvimento de projetos para aplicação de filme metalizado. Encadernadora: Específica para furos de agenda, cadernos, blocos e planejar. Plastificadora: Laminar, plastificar e aderir filme metalizado quando impresso em laser cor preto. Alicates e tesouras: para cortes e acabamentos. Furadores manuais: Furos de acabamentos para aplicação de ilhós, rebite e carrapetas. Base de corte e vinco: Para vincar/marcas e fazer acabamentos em convites e envelopes. Réguas e gabaritos: Para referência de espaços e medidas. Estilete: cortar e refilar papeis e papelões.”</i>

(conclusão)

Variável	Pergunta	Respostas
Materiais	3 - Como são definidos os materiais necessários à produção?	<i>“Baseado na experiência profissional e no histórico da produção de produtos anteriores, são definidos os materiais para montar o pedido de acordo com o orçamento fechado e aprovado.”</i>
	4 - Como é feita a aquisição dos materiais?	<i>“As compras são realizadas conforme necessidade de produção e pedido de cada cliente. Quando solicitado o orçamento é feito uma cotação de acordo com a necessidade daquele pedido. Após orçamento aprovado, entramos em contato com nossos fornecedores e fazemos a compra de acordo com esse pedido. (Para as caixas e papelerias convite). Para terços e relicários são comprados em quantidade mínima e vendido de acordo com o que tem no estoque. Salvo quando é uma peça específica que o cliente deseja.”</i>
	5 - Como é feito o controle de estoque de materiais?	<i>“Não tem.”</i>
Processo de Produção	6 - Como é realizado o planejamento da produção?	<i>“De acordo com a demanda de pedidos considerando o prazo de entrega do produto ao cliente priorizando os prazos estipulados no ato da venda.”</i>
	7 - Como é realizada a programação da produção?	<i>“De acordo com o prazo estipulado ao cliente no ato da venda.”</i>
	8 - Como é realizado o monitoramento e controle da produção?	<i>“Não tenho ferramentas específicas para o controle e elaboração da programação.”</i>
Demanda	9 - Qual o público alvo que a empresa visa atender com seus produtos?	<i>“Noivas, Debutantes, Batizados e presentes de modo geral.”</i>
	10 - Como é realizado o acompanhamento e registros das vendas?	<i>“É feito um acompanhamento pelo whatsapp através do histórico de vendas”</i>

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Há uma variedade de equipamentos e ferramentas para atender à diversidade de itens produzidos.

Os materiais necessários para a produção são determinados com base na experiência acumulada e no histórico de produção de pedidos anteriores. A definição de materiais é realizada após o orçamento aprovado, alinhando as necessidades específicas do cliente. A aquisição de materiais para caixas e papelerias são comprados conforme demanda individual

do cliente e para itens como terços e relicários, são adquiridos em lotes mínimos para manter um estoque básico, com exceção de peças específicas sob demanda.

No que tange ao controle e planejamento, não há um sistema formal de controle de estoque, o que requer atenção manual para evitar a falta de materiais. O planejamento e programação da produção baseiam-se no prazo de entrega acordado com os clientes, considerando a ordem de chegada dos pedidos e a urgência da entrega. Não há ferramentas específicas para fazer o controle ou monitoramento, sendo observado como um ponto de melhoria.

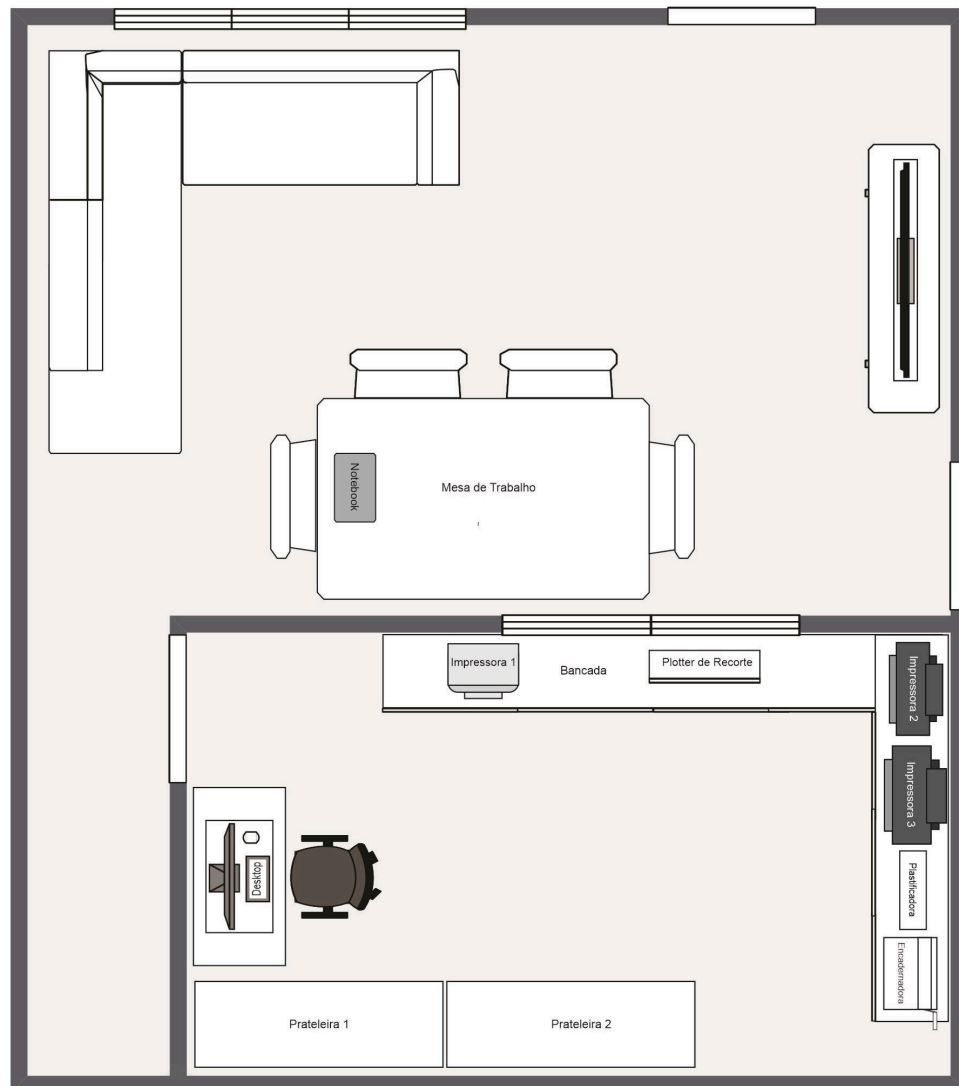
4.1.1 Classificação do sistema de produção

O Ateliê de Arte se enquadra no sistema de produção sob encomenda (*jobbing*). Isso ocorre porque a maioria dos produtos são feitos sob medida para atender às especificações do cliente (como tamanho, design e impressão), característica típica desse sistema. Geralmente, a produção é realizada em lotes relativamente pequenos e apresenta grande variação de especificações entre os pedidos, o que é comum em sistemas sob encomenda. Além disso, o processo produtivo precisa ser flexível para ajustar máquinas e configurações de acordo com diferentes pedidos, reforçando sua classificação como *jobbing*.

4.1.2 Arranjo Físico

As atividades de trabalho no Ateliê de Arte são realizadas na própria residência da MEI, utilizando dois ambientes distintos. O primeiro é uma sala possuindo sofás, televisão e uma mesa com tampo de vidro, onde são realizados trabalhos manuais e o uso de um *notebook*. Também é feito nesta sala o atendimento presencial aos clientes, quando necessário. O segundo ambiente é um escritório e dispõe de uma bancada que abriga diversos equipamentos, como impressoras A3 e A4, plotter de recorte, plastificadora, encadernadora e um computador de mesa *desktop*. Além disso, há duas prateleiras para o armazenamento de insumos e materiais. A bancada também possui compartimentos adicionais para guardar insumos e materiais utilizados na produção. A Figura 05 ilustra o *layout* do ambiente de trabalho.

Figura 05 - Layout do Ambiente de Trabalho.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Trata-se predominantemente de um arranjo físico funcional (ou por processo), com características adaptadas à configuração do espaço. A separação entre a sala principal e o escritório, onde estão as impressoras, reforça a organização por função. A sala principal concentra atividades como montagem, acabamento e personalização manual dos produtos, enquanto o escritório é dedicado à impressão e uso de equipamentos de corte e acabamento.

A separação dos ambientes pode gerar deslocamentos excessivos. A integração parcial desses espaços, com um *layout* que minimize movimentos desnecessários, poderia otimizar o fluxo produtivo e melhorar a produtividade.

4.1.3 Resposta à Demanda

O Ateliê de Arte adota a fabricação contra pedido, produzindo itens somente após a confirmação do cliente. Esse modelo segue o conceito de produção puxada, em que a demanda do cliente desencadeia o início do processo produtivo. A demanda provém do público diversificado, com foco principal em noivas, debutantes, batizados e presentes personalizados. O acompanhamento das vendas é realizado por meio do *WhatsApp*, utilizando o histórico de mensagens como registro. No entanto, ferramentas simples de gestão de pedidos, como planilhas automatizadas ou aplicativos de CRM poderiam ser mais eficazes neste caso.

4.1.4 Mapeamento da Demanda

O Quadro 03 apresenta a demanda mensal dos produtos oferecidos pelo Ateliê de Arte ao longo do ano de 2024, totalizando os volumes por item e por mês.

Quadro 03 - Demanda Mensal de Produtos em 2024.

Nº	Produto	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
1	Convite	-	400	268	-	-	220	30	289	-	49	131	245	1632
2	Caixa de Cartonagem	30	92	45	43	68	38	25	52	53	41	136	55	678
3	Tag	-	-	29	-	24	-	-	-	148	137	15	166	519
4	Menu	-	-	-	48	-	60	-	-	90	50	30	66	344
5	Manual	19	16	20	-	46	12	-	28	25	-	115	-	281
6	Lágrima de Alegria	-	-	30	-	-	20	-	-	-	-	90	25	165
7	Bag Box	-	-	2	-	29	1	-	-	-	4	3	31	70
8	Ventarola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	50
9	Terço	-	-	7	1	2	3	1	3	6	7	5	4	39
10	Relicário	-	-	4	-	-	5	5	4	7	4	3	3	35
11	Bloco A5	-	-	1	2	3	2	2	4	9	1	7	-	31
12	Certificado	-	-	1	2	3	2	2	2	9	-	6	-	27
13	Lápis	-	-	1	2	3	6	2	2	3	1	5	-	25
14	Placa	-	-	-	3	-	2	-	-	-	6	-	4	15
15	Caderno de Votos	-	-	-	2	-	-	-	2	4	4	-	2	14
16	Apostila	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	2
17	Agenda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Total Geral														3928

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Foram produzidos 3.928 itens ao longo do ano de 2024, com destaque para convites (1.632), caixas de cartonagem (678) e *tags* (519) que apresentaram maior volume de vendas. Alguns produtos, como agenda e apostila, apresentaram baixa produção.

A Tabela 02 apresenta a análise das vendas por produto destacando tanto o valor total arrecadado em reais quanto o percentual correspondente ao valor total.

Tabela 02 - Distribuição do Valor Total de Vendas por Produto.

Nº	Produto	Valor Total de Vendas (R\$)	% do Total
1	Caixa de Cartonagem	28.730,30	59,81%
2	Convite	5.583,50	11,62%
3	Terços	4.923,50	10,25%
4	Relicário	2.076,10	4,32%
5	<i>Bag Box</i>	2.012,10	4,19%
6	Manual	1.602,20	3,34%
7	Menu	1.008,20	2,10%
8	Bloco A5	567,00	1,18%
9	<i>Tag</i>	377,00	0,78%
10	Caderno de Votos	288,40	0,60%
11	Lágrima de Alegria	265,50	0,55%
12	Ventarola	175,00	0,36%
13	Certificado	172,00	0,36%
14	Lápis	97,50	0,20%
15	Agenda	79,90	0,17%
16	Placa	41,60	0,09%
17	Apostila	35,50	0,07%
Total		48.035,30	100,00%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A distribuição apresentada na Tabela 02 evidencia a importância de cada item no portfólio, permitindo identificar os produtos mais representativos no total do valor das vendas em 2024, como a Caixa de Cartonagem (59,81%), seguida pelos Convites (11,62%) e pelos Terços (10,25%). Os demais itens apresentam uma menor participação, mas ainda assim contribuem para a diversidade da oferta de produtos.

4.1.5 Carregamento, Sequenciamento e Programação

O carregamento da produção é determinado pela quantidade de tarefas que podem ser distribuídas dentro da carga horária que pode variar entre 9 a 12 horas de trabalho por dia.

O sequenciamento da produção é organizado com base na prioridade dos pedidos, levando em consideração as datas de entrega acordadas com os clientes.

O Ateliê de Arte adota uma programação de produção para frente, seguindo o conceito de que as atividades são planejadas para serem iniciadas o quanto antes, assim que a data de entrega é definida e acordada com o cliente.

4.1.6 Mapeamento do processo produtivo

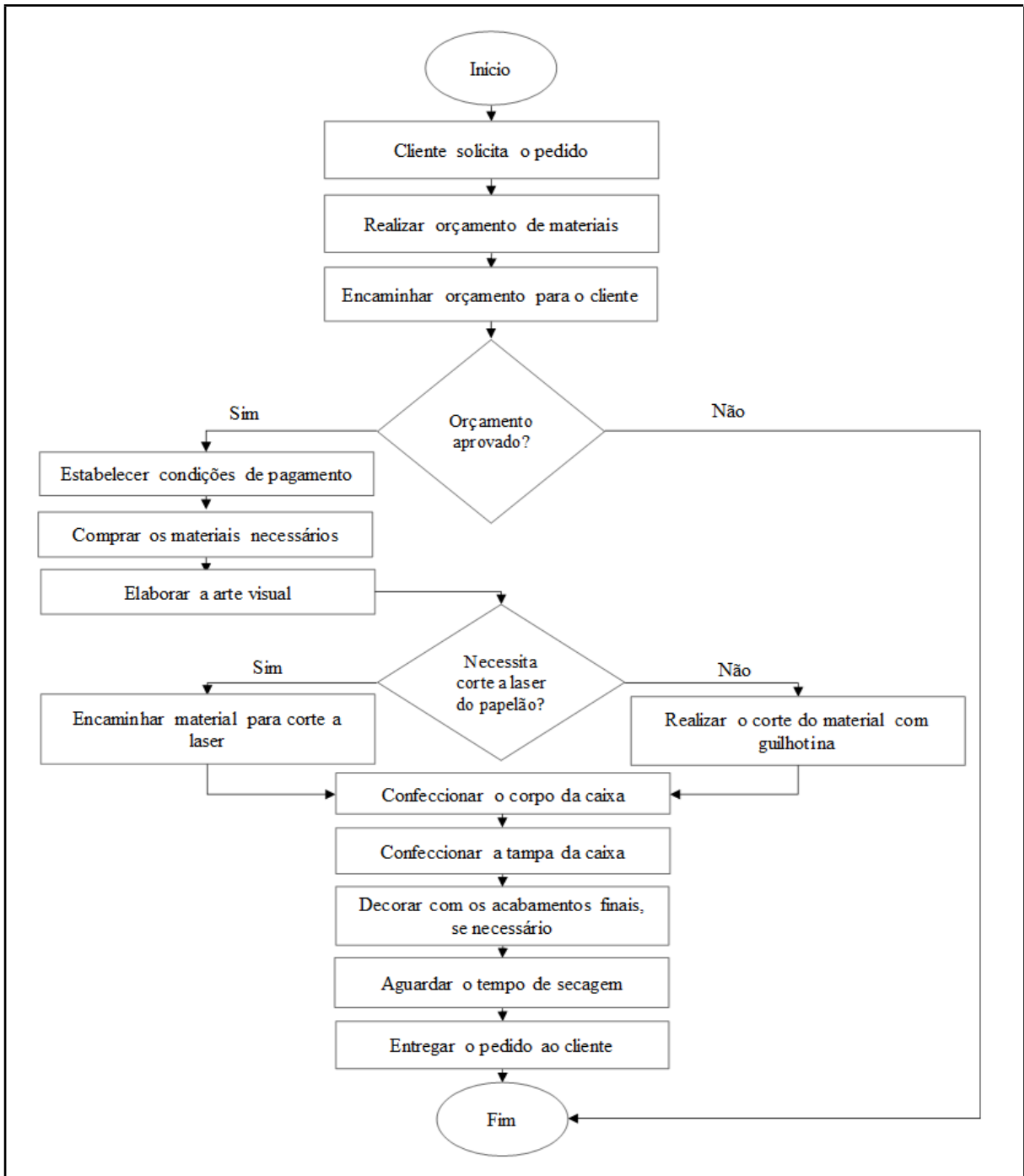
Para o mapeamento do processo produtivo foi elaborado um fluxograma, utilizando-se como base as informações fornecidas pela MEI e as observações realizadas no ambiente. O processo considerado para o acompanhamento foi o de produção de caixas de cartonagem, por se tratar do produto de especialidade do Ateliê de Arte possuindo maior faturamento e volume considerável de vendas.

O processo inicia-se com o recebimento do pedido do cliente e elaboração do orçamento. Após aprovação desse orçamento e acordado as condições de pagamento, o processo segue para a definição dos materiais necessários, que são determinados com base na experiência e no histórico de produção. Dependendo do tipo de produto vendido é necessário fazer uma arte visual personalizada em *software* de edição de imagens no computador. Após a cotação, os materiais são adquiridos e, em paralelo, inicia-se o planejamento da produção considerando os prazos estipulados. A execução passa por etapas como impressão, corte (manual ou a laser), montagem e acabamentos. O corte a laser quando necessário é feito de forma terceirizada.

O fluxo é linear, mas flexível, priorizando os prazos de entrega. O processo é totalmente dependente de intervenções manuais e da experiência da MEI.

A Figura 06 resume as etapas para a produção da caixa de cartonagem.

Figura 06 - Fluxograma do Processo de Produção de Caixa de Cartonagem.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Foram identificados 4 modelos de caixas de cartonagem produzidas pelo Ateliê de Arte. O Quadro 04 mostra os modelos, suas características e variações, bem como as personalizações realizadas.

Quadro 04 - Especificação dos Modelos de Caixa de Cartonagem.

Modelo	Característica	Variações	Personalização
A	Caixa de cartonagem com tampa magnética.	1. Fechamento com ímã simples. 2. Fechamento com ímã duplo.	<p>Altura, largura e comprimento conforme solicitação do cliente. Cores conforme solicitação do cliente. Arte visual (logotipos, desenhos, textos e imagens) conforme solicitação do cliente.</p>
B	Caixa de cartonagem com tampa livro.	1. Fechamento em elástico. 2. Fechamento em laço de cetim. 3. Fechamento em laço de tecido.	
C	Caixa de cartonagem com tampa tipo sapato.	1. Sem laço. 2. Com laço em cetim. 3. Com laço de tecido.	
D	Caixa de cartonagem redonda.	1. Sem laço. 2. Com laço em cetim. 3. Com laço de tecido.	


Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Os quatro modelos de caixas de cartonagem (tampa magnética, tipo livro, tipo sapato e redonda), possuem diferentes opções de fechamento, como ímãs, elásticos e laços de cetim ou tecido. Todos os modelos permitem personalização em tamanho, cor e arte visual, atendendo às necessidades específicas dos clientes. As etapas de produção são comuns a todos os modelos.

O levantamento realizado do processo de produção da caixa de cartonagem com tampa magnética e fechamento com ímã duplo (Modelo A-2), juntamente com os tempos de execução cronometrados e os registros fotográficos são apresentados no Quadro 05.

Quadro 05 - Etapas e Relação de Precedência.

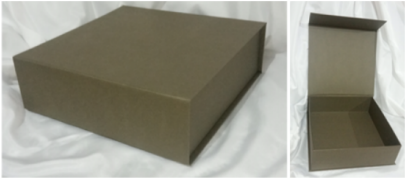
(continua)

Ordem	Registro Fotográfico	Descrição das Etapas	Tempo médio de execução (hh:mm:ss)	Precedência
A		Empastamento das paredes da caixa	00:05:35	Nenhuma

(continua)

Ordem	Registro Fotográfico	Descrição das Etapas	Tempo médio de execução (hh:mm:ss)	Precedência
B		Corte do papel (Corpo da caixa)	00:02:00	A
C		Empastamento das viras do papel nas paredes da caixa	00:01:00	B
D		Junção das paredes do corpo da caixa	00:01:20	C
E		Colagem da chapa metálica	00:01:00	D
F		Forragem da parte externa do corpo da caixa	00:06:00	E
G		Junção da tampa na lombada e aba dos ímãs	00:01:00	Nenhuma
H		Empastamento da tampa	00:03:10	G
I		Corte do papel (Tampa da caixa)	00:01:00	H
J		Empastamento das abas do papel	00:03:10	I

(conclusão)

Ordem	Registro Fotográfico	Descrição das Etapas	Tempo médio de execução (hh:mm:ss)	Precedência
K		Empastamento da guarda e colagem do ímã	00:03:10	J
L		Colagem da tampa no corpo da caixa	00:01:40	F, K
M		Aguardar a secagem da caixa	00:05:00	L
Tempo Total			00:35:05	

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Para o modelo de produto representado, o corte do papelão foi feito por prestador de serviço terceirizado (corte a *laser*), portanto, não foi considerado para tempo de produção.

O tempo de ciclo para a produção de 1 unidade do modelo A-2 é de aproximadamente 35 minutos e 05 segundos.

A etapa F consiste na forragem da parte externa do corpo da caixa e possui o maior tempo de execução, em média 6 minutos, sendo o gargalo em comparação com as demais etapas.

Percebe-se que, para a execução das etapas de A até F, com tempo médio de 16 minutos e 55 segundos, e das etapas de G até K, com tempo médio de 11 minutos e 30 segundos, essas poderiam ser distribuídas caso houvesse mais um trabalhador disponível na produção, pois não há precedência exigida. Dessa forma, as atribuições dessas etapas poderiam ser divididas, permitindo sua execução simultânea. Considerando essa divisão e o acréscimo das etapas L e M, o tempo de ciclo reduziria para 23 minutos e 55 segundos, uma redução de 31,8% no tempo de ciclo em relação ao anterior.

4.1.7 Mapeamento de materiais e equipamentos

O Quadro 06 mostra a especificação dos materiais necessários para a produção de caixas de cartonagem, onde contém a descrição e especificações.

Quadro 06 - Especificação dos Materiais.

Produto												
Caixa de Cartonagem												
Modelo										Materiais Necessários		
A		B			C			D		Descrição	Especificação	
1	2	1	2	3	1	2	3	1	2			3
*	*									Chapa metálica	Diâmetro de 1,6 cm.	
		*	*	*	*	*	*	*	*	Cola de silicone	Específica para artesanato.	
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Cola PVA	Universal ou Extra.	
			*			*			*	Elástico mini	Cores variadas.	
		*								Elástico roloço	Tamanhos e cores variadas.	
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Fita crepe	Branca 28mm.	
			*			*			*	Fita de cetim	Tamanhos e cores variadas.	
				*			*		*	Fita de tecido	Tamanhos e cores variadas.	
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Filme metalizado (foil)	Cores variadas.	
*	*									Ímã	Diâmetro de 1 cm.	
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Papel	Folha de papel tamanho gráfico, cores e gramaturas variadas.	
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Papelão	Paraná ou Holler, placa tamanho 100x80 cm gramaturas variadas.	
		*								Rebite	Nº 03 e cores variadas.	
			*			*			*	Velcro	Tipo carrapicho 2 cm branco ou preto.	

*Item utilizado na produção.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A classificação ABC pode ser utilizada para identificar os materiais mais críticos, permitindo priorizar os itens de maior relevância e servindo de base para estratégias de compra e reposição.

Além dos materiais, o Ateliê de Arte possui equipamentos essenciais para a execução das diversas etapas de produção, abrangendo desde cortes e acabamentos até impressões em alta resolução e personalização de produtos.

O Quadro 07 apresenta os principais equipamentos utilizados no Ateliê de Arte, detalhando suas funcionalidades e aplicações no processo produtivo.

Quadro 07 - Equipamentos e Funcionalidades.

Equipamento	Funcionalidade
Alicates	Realizar cortes e acabamentos.
Bandeja de plástico	Armazenar a cola para uso durante a aplicação.
Base de Corte e Vinco	Vincar, marcar e realizar acabamentos em papel, papelão, convites e envelopes.
Computador	Desenvolvimento de projetos, artes, planilhas, pesquisas e envio de orçamentos.
Encadernadora	Realiza furos para caixas, agendas, cadernos, blocos e planejadores.
Espátula de silicone	Retirar imperfeições em superfícies.
Estilete	Realizar corte e refil de papéis e papelões.
Furadores Manuais	Realizar furos para acabamentos, como aplicação de ilhós, rebites e carrapetas.
Gabaritos	Referência para espaços e medidas.
Guilhotina	Realizar corte e refil de papelão e folhas de papel sob medida.
Impressora A3	Impressão em alta resolução em papel de alta gramatura, tamanho A3 ou maior. Ideal para convites, artes de caixas e papelarias.
Impressora A4	Impressão em papel fotográfico A4 e impressão simples.
Impressora Laser A4	Impressão em preto para aplicação de filme metalizado e impressões simples em preto e branco.
Lápis	Fazer linhas e marcações de referência.
Pincel	Aplicação de cola em superfície
Plastificadora	Laminação, plastificação e adesão de filme metalizado (<i>foil</i>) em impressões a laser.
Plotter de Recorte	Realizar cortes detalhados e desenvolvimento de projetos para aplicação de filme metalizado (<i>foil</i>).
Réguas	Referência para espaços e medidas.
Rolo de espuma	Aplicação de cola em superfície
Tesouras	Realizar cortes e acabamentos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

4.2 Especificação da capacidade de produção disponível

A capacidade de produção foi dimensionada em função da carga horária de trabalho, ou seja, 9 horas diárias, 6 dias por semana (segunda-feira a sábado), descontando 1 hora de intervalo, o que resta disponível 8 horas líquidas para a produção. Existe somente 1 turno de trabalho e 1 trabalhador disponível sendo a própria MEI.

Uma melhoria da capacidade pode ser obtida ao organizar a produção com um cronograma eficiente, padronizar processos para reduzir erros e retrabalho e gerenciar bem o

tempo com técnicas produtivas. Uma expansão da capacidade poderia ser alcançada com a contratação de novos funcionários, possibilitando mais horas disponíveis para a produção.

4.3 Proposição do sistema de PCP

Na empresa analisada, não há um planejamento operacional formal. Devido à falta de recursos financeiros e estruturais, a implementação de um software de gestão integrada, como ERP ou MRP, não é viável. Como alternativa, optou-se por desenvolver e utilizar planilhas eletrônicas, que podem ser adaptadas para atender às necessidades.

A seguir são elencadas as etapas para o sistema de planejamento e controle de produção proposto para o Ateliê de Arte.

4.3.1 Controle de Vendas

Os pedidos de clientes são registrados no Controle de Vendas, permitindo organizar as informações necessárias para monitorar os pedidos. A planilha oferece uma visão detalhada das vendas, abrangendo informações sobre clientes, valores, formas de pagamento, produtos e status dos pedidos. Permite análises úteis, como faturamento, eficiência de entregas, performance de pedidos e preferências dos clientes. Com dados sobre prazos de entrega e status de pagamento, é possível identificar gargalos logísticos, avaliar clientes recorrentes e entender a demanda por tipos de produto auxiliando o PCP. A Figura 07 mostra a planilha de Controle de Vendas.

Figura 07 - Planilha de Controle de Vendas.

ID	Cliente	Data da Venda	Valor da venda	Forma de pagamento	Condições de Pagamento	Status do Pagamento	Tipo de Produto	Modelo	Quantidade	Medidas e dimensões	Observações do Pedido	Data Prevista de Entrega	Data de Entrega	Status do Pedido
1	A	30/12/2024	R\$ 84,00	Dinheiro	Pgto 100% na entrega	Efetuaado 100%	Caixa de Cartonagem	Tampa livro	2	20x20x07	Caixa casamento convite pais dos noivos	30/12/2024	30/12/2024	Finalizado
2	B	30/12/2024	R\$ 37,50	PIX	Pgto 100% na entrega	Efetuaado 100%	Caixa de Cartonagem	Caixa PIX Noivos	1	15X15X15	Caixa PIX para corte da gravata	03/01/2025	03/01/2025	Finalizado
3	B	30/12/2024	R\$ 37,50	PIX	Pgto 100% na entrega	Efetuaado 100%	Lágrimas de Alegria	Simple	25	5,8X12		03/01/2025	03/01/2025	Finalizado
4	B	30/12/2024	R\$ 45,00	PIX	Pgto 100% na entrega	Efetuaado 100%	Tag	Tag Redonda	150	5x5	Tag redonda com furo para pacote de suspiro	03/01/2025	03/01/2025	Finalizado
5	B	30/12/2024	R\$ 10,00	PIX	Pgto 100% na entrega	Efetuaado 100%	Placa	Placa Reservado	4	11,5X21	Placa Reservado Família dos Noivos	03/01/2025	03/01/2025	Finalizado
6	B	30/12/2024	R\$ 29,90	PIX	Pgto 100% na entrega	Efetuaado 100%	Cademo de Votos	Cademo Votos dos Noivos	2	14X20,5		03/01/2025	03/01/2025	Finalizado
8	B	30/12/2024	R\$ 59,00	PIX	Pgto 100% na entrega	Efetuaado 100%	Convite	Convite Envelope	10	14X21		03/01/2025	03/01/2025	Finalizado
9	C	13/01/2025	R\$ 96,00	PIX	Pgto 100% na entrega	Efetuaado 100%	Caixa de Cartonagem	Redonda sem tampa	3	28x8	Redonda sem tampa	13/01/2025	13/01/2025	Finalizado
10	C	13/01/2025	R\$ 96,00	PIX	Pgto 100% na entrega	Efetuaado 100%	Caixa de Cartonagem	Redonda sem tampa	3	28x8	Redonda sem tampa	13/01/2025	13/01/2025	Finalizado
11	D	19/01/2025	R\$ 472,00	PIX	Pgto 100% na entrega	Pendente	Caixa de Cartonagem	Tampa livro	8	38X41X9,5	Caixas convite padrinhos de casamento com berço	31/01/2025		Pendente
12	E	19/01/2025	R\$ 324,00	PIX	Pgto 100% na entrega	Pendente	Caixa de Cartonagem	Tampa livro	12	12x19x06	Caixas convite padrinhos de casamento	31/01/2025		Pendente
13	F	10/01/2025	R\$ 240,00	PIX	Pgto 100% na entrega	Efetuaado 100%	Caixa de Cartonagem	Tampa livro	12	12x12x04	Caixas convite padrinhos de casamento, cor branco com laço e artes rosa fúcsia.	17/01/2025	17/01/2025	Finalizado

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

4.3.2 Plano de Produção

Para cada pedido com venda confirmada é feito o Plano de Produção registrado por meio de formulário eletrônico. Os detalhes dos pedidos baseiam-se na planilha de controle de vendas. Os materiais e as etapas possuem um pré-cadastro no formulário, bastando selecionar e incluir o tempo e a quantidade. O Plano de Produção contém as principais decisões consideradas para a produção, como o levantamento das necessidades de materiais, equipamentos, descrição e tempos das etapas de produção. A Figura 08 mostra o formulário do Plano de Produção.

Figura 08 - Formulário do Plano de Produção.

The image displays two views of the 'Plano de Produção' form. The left view shows the main form with the following fields: ID do Pedido (text input), Cliente (text input), Data da Venda (date input, DD/MM/YYYY), Tipo do Produto (dropdown), Modelo do Produto (text input), Quantidade (text input), Tamanho: (LxCxA) em centímetros (text input), Cor (text input), Observações do Pedido (text area), and Data Prevista de Entrega (date input, DD/MM/YYYY). A 'Próximo' button is at the bottom right. The right view shows a detailed section for 'Lista de Materiais' (Materials List) and 'Etapas de Produção' (Production Steps). The 'Lista de Materiais' section includes a table with 'Item' and 'Qtde' columns, a '+ Adicionar Material' button, and a list of 'Equipamentos Necessários' (Necessary Equipment) with a 'Selecionados' (Selected) area. The 'Etapas de Produção' section includes a table with 'Etapa' and 'Tempo' columns, a '+ Adicionar Etapa' button, and a 'Tempo Total (Min.)' field with a value of 0. 'Voltar' and 'Próximo' buttons are present at the bottom of the right view, and an 'ENVIAR' button is at the bottom right.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

4.3.3 Planejamento da Produção

As informações do formulário do Plano de Produção são centralizadas na planilha de Planejamento da Produção. A planilha apresenta dados detalhados sobre pedidos, incluindo cliente, data de venda, tipo e modelo de produto, dimensões, cor e etapas de produção. Permite análises sobre eficiência produtiva, controle de materiais e equipamentos necessários. A Figura 09 mostra a planilha de Planejamento da Produção considerando a demanda de pedidos de caixas de cartongem para a terceira semana do mês de janeiro de 2025.

Figura 09 - Planilha de Planejamento da Produção.

Planejamento da Produção														
ID do Pedido	Cliente	Data da Venda	Tipo do Produto	Modelo do Produto	Quantidade	Tamanho (LxCxA) cm	Cor	Observações do Pedido	Data Prevista de Entrega	Lista de Materiais	Equipamentos Necessários	Etapas de Produção	Tempo Total	Link to merged Doc - ORDEN DE PRODUÇÃO
9	A	13/01/2025	Caixa de Cartongem	Caixa redonda	3	20x8	Preto	Caixa redonda sem tampa e sem arte	13/01/2025	Item: Papel Color Plus Tam. Gráfico Marfim 180G, Qlde: 2 Item: Papelão Paraná 1,4, Qlde: 1 Item: Cola PVA Cascorez Extra 1 KG, Qlde: 300g Item: Fita Crepe 28mmx50m, Qlde: 1m	Bandeja de plástico Espátula de silicone Estilete Lápis Régua Rolo de espuma Tesoura	Etapa: Cortar laterais das caixas, Tempo: 10 Etapa: Empastar bolachas e laterais, Tempo: 5 Etapa: Unir laterais na bolacha, Tempo: 10 Etapa: Forrar parte externa da caixa, Tempo: 10 Etapa: Aguardar secagem total da caixa, Tempo: 5	40	Ordem de Produção Nº 8
10	A	13/01/2025	Caixa de Cartongem	Caixa redonda	3	20x8	Marfim	Caixa redonda sem tampa e sem arte	13/01/2025	Item: Papelão Paraná 1,4, Qlde: 1 Item: Cola PVA Cascorez Universal 1KG, Qlde: 300g Item: Papel Lvs Angeles 150g, Qlde: 2 Item: Fita Crepe 28mmx50m, Qlde: 1	Bandeja de plástico Espátula de silicone Estilete Lápis Régua Rolo de espuma Tesoura	Etapa: Cortar laterais das caixas, Tempo: 10 Etapa: Empastar bolachas e laterais, Tempo: 5 Etapa: Unir laterais na bolacha, Tempo: 10 Etapa: Forrar parte externa da caixa, Tempo: 10 Etapa: Aguardar secagem total da caixa, Tempo: 5	40	Ordem de Produção Nº 10
13	B	10/01/2025	Caixa de Cartongem	Tampa livro	12	12x12x04	Branco	Caixas convile padrinhos de casamento, cor branco com laço e artes rosa fúcia.	17/01/2025	Item: Papelão Paraná 1,4, Qlde: 3 Item: Papel Color Plus Off Set Branco 180g, Qlde: 3 Item: Papel Tam. A4 Off Set Branco 180g, Qlde: 12 Item: Cola PVA Cascorez Universal 1KG, Qlde: 400g Item: Cola de Silicone 60g, Qlde: 1g Item: Velcro 2x2, Qlde: 12 Item: Fita cetim 30mm c/ 10 metros Progresso cor 1240 FUCSIA 12m	Bandeja de plástico Espátula de silicone Guilhotina Impressora Laser A4 Lápis Régua Rolo de espuma Tesoura	Etapa: Cortar papelão, Tempo: 20 Etapa: Unir laterais e tampas, Tempo: 7 Etapa: Empastar caixas e tampas, Tempo: 20 Etapa: Forrar laterais das caixas e tampas, Tempo: 7 Etapa: Colar guarda e unir caixas na tampa, Tempo: 10 Etapa: Aguardar secar, Tempo: 5 Etapa: Imprimir artes e colar nas caixas, Tempo: 10 Etapa: Fazer e colar laços e velcro nas caixas, Tempo: 10	89	Ordem de Produção Nº 13
14	C	10/01/2025	Caixa de Cartongem	Tampa sapato	1	33x24x08	Branco	Caixas convile padrinhos de Batismo com Divino Esp. Santo recorte 3D, cor branco, laço cetim tech, velcro e mensagem aos padrinhos.	17/01/2025	Item: Papelão Paraná 1,4, Qlde: 1 Item: Papel Color Plus Aspen offwhite Perolado 180g, Qlde: 4 Item: Cola PVA Cascorez Universal 1KG, Qlde: 200g Item: Velcro 2x2, Qlde: 1m Item: Fita Crepe 28mmx50m, Qlde: 1m Item: Fita cetim 30mm c/ 10 metros Progresso cor 201 BRANCO, Qlde: 1m	Bandeja de plástico Computador Espátula de silicone Guilhotina Impressora A3 Lápis Plotter de Recorte Régua Rolo de espuma Tesoura	Etapa: Cortar Papelão, Tempo: 20 Etapa: Unir laterais da caixa e tampa, Tempo: 5 Etapa: Empastar a caixa e as tampas, Tempo: 10 Etapa: Forrar caixas e tampas, Tempo: 15 Etapa: Colar guarda e e caixa na tampa, Tempo: 5 Etapa: Cortar o divino Espírito Santo na ploter, Tempo: 13 Etapa: Colar o divino Espírito Santo na caixa e fita base, Tempo: 5 Etapa: Fazer laço e colar velcro, Tempo: 10 Etapa: Aguardar secagem total da caixa, Tempo: 5	88	Ordem de Produção Nº 14
20	D	23/01/2025	Caixa de Cartongem	Tampa livro	1	10x10x06	Branco	Caixa para curso	27/01/2025	Item: Fita Cetim 30mm c/ 10 metros Progresso cor 228 DOURADO, Qlde: 1m Item: Papelão Paraná 1,4, Qlde: 1 Item: Cola PVA Cascorez Universal 1KG, Qlde: 50g Item: Fita Quil Dourado Brnho, Qlde: 30cm Item: Fita Crepe 28mmx50m, Qlde: 20cm Item: Cola de Silicone 60g, Qlde: 1g	Bandeja de plástico Computador Espátula de silicone Estilete Impressora A3 Lápis Régua Rolo de espuma Tesoura Plotter de Recorte Guilhotina	Etapa: Cortar papelão na guilhotina, Tempo: 10 Etapa: Unir as laterais na caixa e tampa, Tempo: 2 Etapa: Empastar o papelão, Tempo: 5 Etapa: Colar fita de cetim na tampa e base, Tempo: 1 Etapa: Colar guarda e forrar caixa, Tempo: 5 Etapa: Colar logomarca e aguardar secagem da caixa, Tempo: 10 Etapa: Fazer laço cetim e colar na fita base da caixa, Tempo: 10 Etapa: Aguardar secagem total da caixa, Tempo: 5	48	Ordem de Produção Nº 20

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A emissão das Ordens de Produção é automatizada pelo complemento *Autocrat* para *Google Sheets*, sendo enviadas diretamente por e-mail, além de também serem acessadas por *hiperlink* diretamente na planilha de Planejamento da Produção. A Figura 10 mostra o modelo da Ordem de Produção gerada com as informações para a produção.

Figura 10 - Ordem de Produção.

ORDEM DE PRODUÇÃO			
ID do Pedido		Data da Venda	
Cliente			
Produto		Modelo	
Quantidade		Tamanho LxCxA	
Observações do Pedido			
Data Prevista de Entrega			
Equipamentos Necessários			
Lista de Materiais			
Etapas e tempo de produção			

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

4.3.4 Sequenciamento, Carregamento, Programação e Controle da Produção

O sequenciamento da produção é feito com base nas datas de entrega dos pedidos (Data Devida). Ao processar os pedidos em ordem crescente de data de vencimento, os mais próximos de vencer são produzidos primeiro. Entre os pedidos de mesma data devida, a prioridade é para aqueles com menor tempo de produção.

O carregamento da produção é feito de maneira finita, respeitando a capacidade disponível das horas de trabalho, distribuídas nos horários de 8:00 às 19:00 horas de segunda-feira a sábado. Em caso necessário, horas extras serão acrescentadas na programação.

A produção é iniciada no primeiro momento possível. A programação e o controle da produção são gerenciados através da planilha de Programação e Controle da Produção, onde contém informações dos pedidos, prazos, status e alocação de recursos, permitindo análises para otimizar a produção, balancear turnos e mão de obra. Com dados sobre carga e capacidade diária, facilita o monitoramento da produtividade semanal e a tomada de decisões estratégicas.

A planilha também utiliza um cronograma baseado no modelo de Gráfico de Gantt adaptado.

A Figura 11 mostra a programação da produção considerando a demanda de pedidos de caixas de cartonagem para a terceira semana do mês de janeiro de 2025.

Figura 11 - Planilha de Programação e Controle da Produção.

Programação e Controle da Produção														Semana 3										
ID do Pedido	Prioridade	Cliente	Data de Entrega do Pedido	Data de Início da Produção	Data Final da Produção	Status	Produto	Qtd. Total do Pedido	Tempo de Produção por Unidade (Min.)	Tempo de Produção Total Necessário (Min.)	Qtd. de Produção Alocada unidade	Carga Alocada (Min.)	Carga Total Alocada (Min.)	Turno de trabalho (Min.)	Trabalhadores disponíveis	Capacidade de Produção un.trabalhador/dia	Capacidade Allocated em un.trabalhador/dia	Segunda-feira	terça-feira	quarta-feira	quinta-feira	sexta-feira	sábado	
9	2 - Média	A	13/01/2025	13/01/2025	13/01/2025	Concluído	Caixa de Cartonagem	3	40	120	3	120	240	480	1	12,00	12							
10	2 - Média	A	13/01/2025	13/01/2025	13/01/2025	Concluído	Caixa de Cartonagem	3	40	120	3	120	240	480	1	12,00	12							
13	2 - Média	B	17/01/2025	15/01/2025	15/01/2025	Concluído	Caixa de Cartonagem	12	89	1068	5	445	445	480	1	5,39	5							
13	2 - Média	B	17/01/2025	16/01/2025	16/01/2025	Concluído	Caixa de Cartonagem	12	89	1068	5	445	445	480	1	5,39	5							
13	2 - Média	B	17/01/2025	17/01/2025	17/01/2025	Concluído	Caixa de Cartonagem	12	89	1068	2	178	402	480	1	5,39	5							
14	2 - Média	C	17/01/2025	17/01/2025	17/01/2025	Concluído	Caixa de Cartonagem	1	88	88	1	88	402	480	1	5,45	5							
15	2 - Média	C	18/01/2025	17/01/2025	17/01/2025	Concluído	Caixa de Cartonagem	1	88	88	1	88	402	480	1	5,45	5							
20	3 - Baixa	D	27/01/2025	17/01/2025	17/01/2025	Concluído	Caixa de Cartonagem	1	48	48	1	48	402	480	1	10,00	10							

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

O formulário e planilhas do sistema de PCP são centralizados no Painel de Gerenciamento, onde podem ser acessados através de *hiperlinks* que direcionam para os arquivos armazenados na nuvem, por meio do *Google Drive*. A Figura 12 mostra o Painel de Gerenciamento.

Figura 12 - Painel de Gerenciamento.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

4.3.5 Controle de Estoques

O controle de estoques é feito por meio de inventário de materiais na planilha de Controle de Estoque descrevendo o item, estoque inicial, estoque atual, entradas e saídas, valores unitários e total do estoque, estoque mínimo, as necessidades de compras e status.

A Figura 13 mostra parte dos itens organizados no controle de estoque.

Figura 13 - Inventário de Materiais.

Descrição do Item	#	Estoque Inicial	Entrada	Saída	Estoque Atual	Estoque Mínimo	Valor Unitário	Valor do Estoque	Necessidade de Compra	Status
Bastão de Cola Quente Mimo		20	0	0	20		R\$ 1,85	R\$ 37,00		OK
Cola de Silicone 60g		1	1	0	2	1	R\$ 5,00	R\$ 10,00		OK
Cola PVA Cascorez 0,5 KG		0	2	0	2		R\$ 18,50	R\$ 37,00		OK
Cola PVA Cascorez Extra 1 KG		5	25	0	30	10	R\$ 33,00	R\$ 990,00		OK
Cola PVA Cascorez Universal 1KG		0	10	0	10	10	R\$ 37,00	R\$ 370,00		OK
Papel Cinza Claro Tam. Gráfico 170g		13	25	0	38	10	R\$ 6,50	R\$ 247,00		OK
Papel Color Plus Aspen offwhite Perolado 180g		0	88	0	88	10	R\$ 8,00	R\$ 704,00		OK
Papel Color Plus Azul Claro Serenite 120g		4	0	0	4		R\$ 6,50	R\$ 26,00		OK
Papel Color Plus Marrom 180g		12	0	0	12		R\$ 8,00	R\$ 96,00		OK
Papel Tam. A4 Chamex Branco 75g		500	1500	0	2.000	500	R\$ 0,06	R\$ 118,00		OK
Papel Tam. A4 Chamex Branco 90g		500	1000	0	1.500	500	R\$ 0,09	R\$ 135,00		OK
Papel Tam. A4 Off Set Branco 180g		200	900	0	1.100	500	R\$ 0,29	R\$ 319,00		OK
Papel Tam. A4 Off Set Branco 240g		200	1050	0	1.250	500	R\$ 0,34	R\$ 425,00		OK
Papelão Paraná 1.4		5	115	16	104	50	R\$ 12,00	R\$ 1.248,00		OK
Papelão Paraná 1.7		2	151	0	153	50	R\$ 14,90	R\$ 2.279,70		OK

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Na mesma planilha há mais duas abas onde é possível registrar a entrada e saída de materiais com atualização automática do estoque por meio de células com fórmulas. Em caso de falta de itens no estoque é possível visualizar na planilha o status e a quantidade a comprar. Em seguida pode ser aberta a requisição de compras e feito o contato com os fornecedores para cotação e compra de materiais necessários.

A Figura 14 mostra as entradas no controle de estoque onde são registradas as informações de data, quantidade, descrição do item, valor unitário e total.

Figura 14 - Entradas do Inventário de Materiais.

Data	Quantidade	Descrição do Item	Valor unitário	Valor total
24/09/2024	8	Capa p/ Encadernação	R\$ 0,50	R\$ 4,00
04/01/2024	1	Cola de Silicone 60g	R\$ 5,00	R\$ 5,00
03/06/2024	2	Cola PVA Cascorez 0,5 KG	R\$ 18,50	R\$ 37,00
21/05/2024	5	Cola PVA Cascorez Extra 1 KG	R\$ 33,00	R\$ 165,00
05/06/2024	5	Cola PVA Cascorez Extra 1 KG	R\$ 33,00	R\$ 165,00
10/06/2024	1	Cola PVA Cascorez Extra 1 KG	R\$ 33,00	R\$ 33,00
05/07/2024	5	Cola PVA Cascorez Extra 1 KG	R\$ 33,00	R\$ 165,00
27/09/2024	5	Cola PVA Cascorez Extra 1 KG	R\$ 33,00	R\$ 165,00
28/11/2024	4	Cola PVA Cascorez Extra 1 KG	R\$ 33,00	R\$ 132,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A Figura 15 mostra as saídas no controle de estoque onde são registradas as informações de data, quantidade e descrição do item consumido.

Figura 15 - Saídas do Inventário de Materiais.

Saídas		
Data	Quantidade	Descrição do Item
25/11/2024	40	Papel Tam. A4 Opalina Liso 180g
25/11/2024	16	Papelão Paraná 1.4
06/12/2024	5	Cola PVA Cascorez Extra 1 KG
06/12/2024	1	Foil p/ Toner Dourado
06/12/2024	7	Papel Color Plus Off Set Branco 180g
06/12/2024	3	Papel Color Plus Off Set Branco 180g
06/12/2024	2	Papel Tam. A4 Fotográfico 180g
06/12/2024	7	Papel Tam. A4 Off Set Branco 180g
06/12/2024	9	Papelão Paraná 1.9

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

O controle de estoque, realizado por meio do inventário de materiais, permitiu organizar os itens e calcular a quantidade de materiais consumidos no ano de 2024 dando base para a classificação ABC.

Para a classificação ABC, o cálculo do valor anual total foi realizado multiplicando o valor unitário pelo consumo anual. Posteriormente, foi calculado o valor percentual em relação ao total. Em seguida, os itens foram ordenados com base no percentual do total, do maior para o menor. Após isso, foi calculado o percentual acumulado. Por fim, foi realizada a classificação ABC conforme os critérios:

- Classe A: Somatório dos itens que representam aproximadamente 80% do valor total.
- Classe B: Somatório dos itens que representam os próximos 15% do valor total.
- Classe C: Somatório dos itens que representam os últimos 5% do valor total;

O Quadro 08 mostra os resultados da classificação ABC realizada.

Quadro 08 - Classificação ABC.

(continua)

Nº	Item	Valor unitário	Consumo Anual	Valor Anual Total	% do Total	% Acumulado	Classificação
01	Papelão Paraná 1.7	R\$ 14,90	151	R\$ 2.249,90	17%	17%	A
02	Papelão Paraná 1.4	R\$ 12,00	112	R\$ 1.344,00	10%	27%	A
03	Papelão Paraná 1.9	R\$ 16,50	77	R\$ 1.270,50	10%	37%	A

(continua)

Nº	Item	Valor unitário	Consumo Anual	Valor Anual Total	% do Total	% Acumulado	Classificação
04	Papel <i>Color Plus</i> Tam. Gráf. Cinza Metálico 170g	R\$ 13,50	75	R\$ 1.012,50	8%	44%	A
05	Cola PVA Cascorez Extra 1 Kg	R\$ 33,00	30	R\$ 990,00	7%	52%	A
06	Papel <i>Color Plus</i> <i>Aspen Off White</i> Perolado 180g	R\$ 8,00	83	R\$ 664,00	5%	57%	A
07	Papel <i>Los Angeles</i> 120g	R\$ 6,00	82	R\$ 492,00	4%	61%	A
08	Papel Tam. A4 <i>Off Set</i> Branco 240g	R\$ 0,34	1150	R\$ 391,00	3%	64%	A
09	Papel <i>Color Plus</i> <i>Offset</i> Branco 180g	R\$ 3,20	111	R\$ 355,20	3%	66%	A
10	Papel Porto Seguro Azul 120g	R\$ 6,50	52	R\$ 338,00	3%	69%	A
11	Papel Tam. A4 <i>Off Set</i> Branco 180g	R\$ 0,29	1000	R\$ 290,00	2%	71%	A
12	Papel <i>Color Plus</i> Tam. Gráf. Verde Santiago 120g	R\$ 6,00	45	R\$ 270,00	2%	73%	A
13	Papel Reciclato 180g	R\$ 2,80	90	R\$ 252,00	2%	75%	A
14	Papel Reciclato 240g	R\$ 2,80	90	R\$ 252,00	2%	77%	A
15	Cola PVA Cascorez Universal 1Kg	R\$ 37,00	6	R\$ 222,00	2%	78%	A
16	Papel Cinza Claro Tam. Gráf. 170g	R\$ 6,50	31	R\$ 201,50	2%	80%	A
17	Papel Tam. A4 Opalina Liso 250g	R\$ 0,97	197	R\$ 191,09	1%	81%	B
18	<i>Foil</i> p/ Toner Dourado	R\$ 9,00	21	R\$ 189,00	1%	83%	B
19	Papel Tam. A4 Fotográfico Adesivo 115g	R\$ 0,76	220	R\$ 167,20	1%	84%	B
20	Saco Bopp c/100 adesivado 15x25x05	R\$ 0,15	1085	R\$ 162,75	1%	85%	B
21	Fita Crepe 28mmx50m	R\$ 7,50	20	R\$ 150,00	1%	87%	B
22	<i>Foil</i> p/ Toner <i>Rosé</i> Fosco	R\$ 9,00	15	R\$ 135,00	1%	88%	B
23	Fita cetim 30mm Progr. cor 1143 <i>Rosé</i>	R\$ 10,50	12	R\$ 126,00	1%	88%	B
24	Papel Tam. A4 Fotográfico 180g	R\$ 0,39	312	R\$ 121,68	1%	89%	B
25	Papel Tam. A4 Chamex Branco 75g	R\$ 0,06	2000	R\$ 120,00	1%	90%	B

(conclusão)

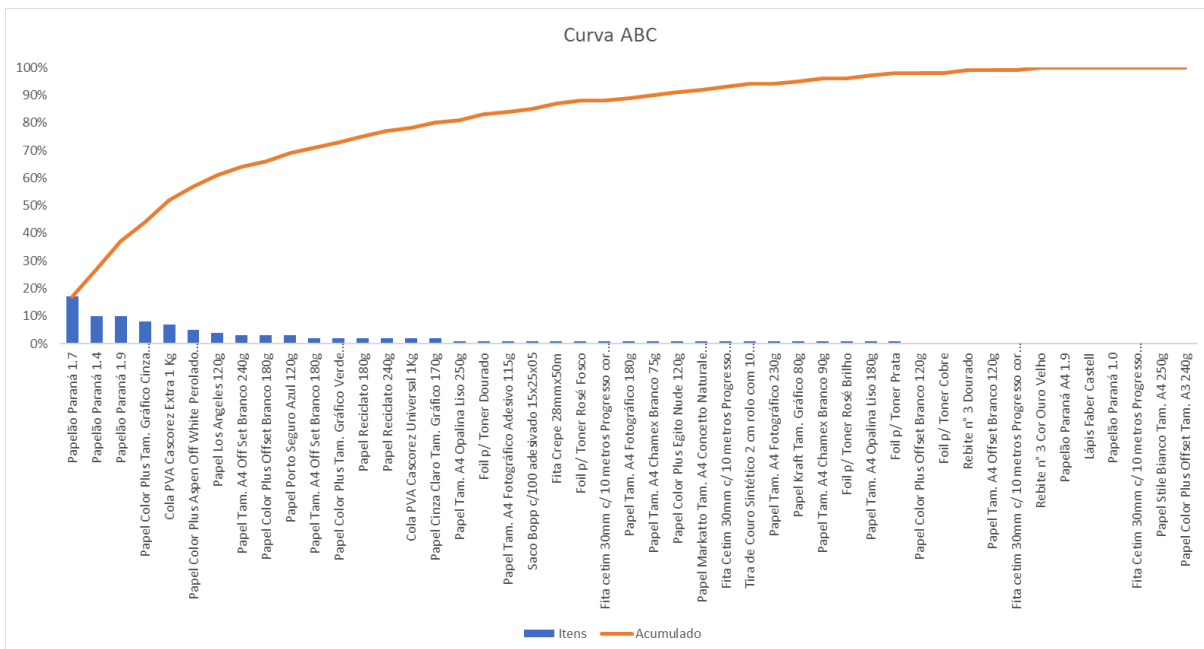
Nº	Item	Valor unitário	Consumo Anual	Valor Anual Total	% do Total	% Acumulado	Classificação
26	Papel <i>Color Plus</i> Egito Nude 120g	R\$ 5,50	20	R\$ 110,00	1%	91%	B
27	Papel Markatto Tam. A4 <i>Concetto Naturale</i> 250g	R\$ 1,13	94	R\$ 106,22	1%	92%	B
28	Fita Cetim 30mm Prog. cor 212 Azul <i>Serenity</i>	R\$ 10,50	10	R\$ 105,00	1%	93%	B
29	Tira de Couro Sintético 2 cm rolo com 10 metros	R\$ 2,66	39	R\$ 103,74	1%	94%	B
30	Papel Tam. A4 Fotográfico 230g	R\$ 0,50	207	R\$ 103,50	1%	94%	B
31	Papel <i>Kraft</i> Tam. Gráfico 80g	R\$ 0,90	110	R\$ 99,00	1%	95%	B
32	Papel Tam. A4 Chamex Branco 90g	R\$ 0,09	1100	R\$ 99,00	1%	96%	C
33	<i>Foil p/ Toner Rosé</i> Brilho	R\$ 9,00	10	R\$ 90,00	1%	96%	C
34	Papel Tam. A4 Opalina Liso 180g	R\$ 0,84	100	R\$ 84,00	1%	97%	C
35	<i>Foil p/ Toner Prata</i>	R\$ 9,00	8	R\$ 72,00	1%	98%	C
36	Papel <i>Color Plus Offset</i> Branco 120g	R\$ 1,10	50	R\$ 55,00	0%	98%	C
37	<i>Foil p/ Toner Cobre</i>	R\$ 9,00	6	R\$ 54,00	0%	98%	C
38	Rebite nº 3 Dourado	R\$ 0,50	96	R\$ 48,00	0%	99%	C
39	Papel Tam. A4 <i>Offset</i> Branco 120g	R\$ 0,18	209	R\$ 37,62	0%	99%	C
40	Fita cetim 30mm c/ 10 metros Progresso cor 1355 Marsala	R\$ 10,50	3	R\$ 31,50	0%	99%	C
41	Rebite nº 3 Cor Ouro Velho	R\$ 0,50	40	R\$ 20,00	0%	100%	C
42	Papelão Paraná A4 1.9	R\$ 1,80	8	R\$ 14,40	0%	100%	C
43	Lápis <i>Faber Castell</i>	R\$ 0,96	15	R\$ 14,40	0%	100%	C
44	Papelão Paraná 1.0	R\$ 11,50	1	R\$ 11,50	0%	100%	C
45	Fita Cetim 30mm Prog. cor 219 Preto	R\$ 10,50	1	R\$ 10,50	0%	100%	C
46	Papel <i>Stile Bianco</i> Tam. A4 250g	R\$ 1,00	10	R\$ 10,00	0%	100%	C
47	Papel <i>Color Plus Offset</i> Tam. A3 240g	R\$ 0,53	6	R\$ 3,18	0%	100%	C
Total				R\$ 13.239,88			

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Na classificação, 16 itens (34%) foram atribuídos à classe A e correspondem a 80% do valor acumulado (R\$ 10.594,60). Esses representam os produtos de maior relevância financeira e impacto no orçamento, sendo indispensáveis e não podendo estar em falta ou em excesso no estoque. Devem, portanto, ser priorizados no controle e planejamento. Os itens da classe B, cerca de 8 itens (17%), correspondem a 15% do valor acumulado (R\$ 1.990,18). Embora tenham menor relevância financeira em relação à classe A, ainda exercem impacto significativo, tornando essencial seu monitoramento moderado para evitar desperdícios. Por fim, os itens da classe C, cerca de 23 itens (49%), representam 5% do valor acumulado (R\$ 655,10). Esses são os menos relevantes financeiramente, e a gestão deve focar na eficiência, otimizando estoques e evitando excessos.

A Figura 16 mostra o gráfico da curva ABC composta, que inclui todos os itens consumidos do estoque. Esses itens estão representados individualmente por colunas azuis, dispostas em ordem decrescente. A linha laranja representa a Curva ABC, indicando a participação acumulada de cada item no total, formando uma trajetória ascendente até alcançar 100%. Esse valor final corresponde ao total acumulado de todos os insumos.

Figura 16 - Gráfico da Curva ABC.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

4.4 Avaliação e *feedback* do sistema proposto

As informações de avaliação e *feedback* foram coletadas durante uma reunião agendada com a microempreendedora individual, com o objetivo de avaliar a facilidade de uso do sistema, conhecer suas opiniões sobre as funcionalidades, identificar problemas ocorridos e percepção das melhorias.

Quanto à facilidade de uso, o sistema foi classificado como de fácil operação. As funcionalidades, como o controle de estoques, o formulário do plano de produção, o controle de vendas, além das planilhas de planejamento e programação da produção, foram avaliadas como altamente úteis e adequadas às necessidades da MEI. Não foram registrados problemas significativos durante a utilização do sistema, o que indica sua estabilidade e eficiência na prática.

Ao apresentar a estrutura do PCP proposto por Tubino (2017), o Quadro 09 apresenta um comparativo antes e após a implementação do sistema de PCP e as melhorias observadas.

Quadro 09 - Comparativo da Implementação do Sistema de PCP.

Estrutura do PCP	Antes da implementação	Após implementação	Melhorias observadas
Planejamento estratégico da produção.	Histórico de vendas por <i>Whatsapp</i> .	Planilha de controle de vendas; Formulário do Plano de Produção.	Melhor rastreabilidade e agilidade de informações; Melhor organização dos pedidos; Geração de informações base para análises estratégicas do negócio.
Planejamento -mestre da produção.	Não havia método formal.	Planilha de Planejamento da Produção.	Melhor organização da produção; Melhor rastreabilidade de informações.
Programação da produção.	Não havia método formal.	Ordem de Produção; Controle de estoque; Planilha de Programação e Controle da Produção.	Melhor organização da produção; Melhor rastreabilidade de informações; Técnica ABC permite melhores estratégias para a gestão dos estoques; Melhor controle dos materiais.
Acompanhamento e controle.	Não havia método formal.	Painel de Gerenciamento.	Melhor visualização de informações estratégicas para o PCP.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

De forma geral, o sistema contribuiu significativamente para a economia de tempo e para uma maior organização das informações, facilitando o gerenciamento do negócio e aumentando a produtividade.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho propôs e implementou um sistema de PCP adaptado à produção artesanal de caixas de cartonagem personalizadas, abordando planejamento de recursos, gestão de estoque e controle de prazos em um microempreendimento individual da cidade de João Monlevade – MG.

Para tal, foi realizada entrevista e observações no ambiente de trabalho identificando as atividades produtivas, recursos, materiais, mão de obra e tempos de produção no processo artesanal, sendo elaborado o fluxo produtivo, desde a entrada de matérias-primas até a entrega do produto final, o que possibilitou a análise e o mapeamento do processo produtivo artesanal.

A classificação da gama de produtos e da demanda através de levantamento, permitiu identificar a relevância de cada produto do portfólio no faturamento bruto. Sendo base para o planejamento da produção, estratégias de vendas e atendimento à demanda.

A avaliação do planejamento de materiais e da produção permitiu uma análise do estoque, a criação do inventário de materiais e a aplicação da classificação ABC, apresentando o impacto de cada item do estoque, dando base estratégica para a gestão do estoque e dos materiais mais importantes.

A implementação do sistema de PCP proposto resultou em melhorias significativas no planejamento, programação, monitoramento e controle da produção, superando as ineficiências dos métodos informais anteriores. A solução se destacou pela sua simplicidade e baixo custo, atendendo de maneira prática e acessível às necessidades específicas do contexto estudado, otimizando o processo produtivo e a organização das informações, podendo ser implementada em microempreendimentos de outros setores.

O presente estudo enfrentou importantes limitações relacionadas às características da MEI analisada. A ausência de dados formais organizados demandou um levantamento detalhado para compilar as informações necessárias à elaboração das planilhas e ao desenvolvimento do sistema proposto. A microempreendedora individual, sem formação específica em gestão ou administração, concentra todas as atividades da empresa, o que compromete a disponibilidade de tempo e dificulta a implementação de práticas gerenciais mais complexas. O processo produtivo, de caráter artesanal e sob encomenda, também apresentou desafios significativos, dificultando a aplicação de técnicas tradicionais de PCP, devido à variabilidade dos pedidos e à ausência de padrões regulares. Essas condições exigiram soluções práticas e adaptáveis, adequadas à realidade da MEI e à necessidade de

otimização com recursos financeiros limitados, o que restringiu o escopo das propostas a alternativas simples e de baixo custo.

Estudos futuros poderiam explorar a aplicação do sistema de PCP em outros setores ou a integração com ferramentas digitais mais avançadas. Além disso, investigar metodologias adaptadas para o planejamento e controle da produção em processos artesanais e sob encomenda, buscando estratégias de previsão de demanda e gestão de estoques que considerem a alta variabilidade e personalização.

Por fim, a organização das informações é crucial para o planejamento e controle da produção (PCP), especialmente em negócios de pequeno porte. A sistematização de dados relacionados a pedidos, vendas e estoques é essencial para monitorar e controlar os processos produtivos de forma mais eficiente, garantindo maior previsibilidade e agilidade. Além disso, compreender os tempos da produção e materiais envolvidos no processo produtivo é indispensável para a programação e alocação de recursos, evitando desperdícios e atrasos. Essas informações são a base para decisões estratégicas que visam otimizar o fluxo produtivo, melhorar a gestão dos recursos e aumentar a competitividade no mercado, mesmo em cenários de recursos limitados.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Mário de S. **Elaboração de Projeto, TCC, Dissertação e Tese: Uma Abordagem Simples, Prática e Objetiva**. 2ª edição. São Paulo: Grupo GEN, 2014. E-book. ISBN 9788597025927. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597025927/>. Acesso em: 29 fev. 2024.

ALVES, Aline *et al.* **Análise de Custo**. Porto Alegre: SAGAH, 2018. E-book. p.51. ISBN 9788595024427. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595024427/>. Acesso em: 30 out. 2024.

ASN NACIONAL. Confira os grandes números dos pequenos negócios no Brasil: Infográfico revela o perfil da participação do segmento na economia do país. **Agência Sebrae de Notícias**, [S.l.], 2025. Disponível em: <https://agenciasebrae.com.br/dados/confira-os-grandes-numeros-dos-pequenos-negocios-no-brasil/>. Acesso em: 18 mar. 2025.

BATALHA, Mário O. *et al.* **Gestão da Produção e Operações**. São Paulo: Grupo GEN, 2019. E-book. ISBN 9788597021288. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597021288/>. Acesso em: 23 fev. 2024.

BRASIL. Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006. Institui o Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 15 dez. 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp123.htm. Acesso em: 16 out. 2024.

BRASIL. Lei Complementar nº 128, de 19 de dezembro de 2008. Altera a Lei Complementar no 123, de 14 de dezembro de 2006, altera as Leis nos 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.213, de 24 de julho de 1991, 10.406, de 10 de janeiro de 2002 – Código Civil, 8.029, de 12 de abril de 1990, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 dez. 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/Lcp128.htm. Acesso em: 16 out. 2024.

CARDOSO, Wagner. **Planejamento e controle da produção (PCP): a teoria na prática**. São Paulo, SP: Blucher, 2021. E-book. ISBN 9786555062458. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 01 ago. 2024.

CARVALHO, Vianey Santos de; PACHECO, Diego Augusto de Jesus. Modelo de PCP para pequenas empresas do setor alimentício. **Latin American Journal of Business Management**, São Paulo, v. 5, n. 2, 2015. Disponível em: <https://lajbm.com.br/index.php/journal/article/view/210>. Acesso em: 12 ago. 2024.

CASSEL, Guilherme Luiz; VACCARO, Guilherme Luís Roehle. A Aplicação de simulação-otimização para a definição do mix ótimo de produção de uma indústria metal-mecânica. **XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Foz do Iguaçu, ano 2007, p. 1 - 11, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/272562870_A_APLICACAO_DE_SIMULACAO-OTIMIZACAO_PARA_DEFINICAO_DO_MIX_OTIMO_DE_PRODUCAO_DE_UMA_INDUSTRIA_METAL-MECANICA. Acesso em: 28 out. 2024.

CAUCHICK, Paulo. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 3rd ed. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2018. E-book. p.54. ISBN 9788595153561. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595153561/>. Acesso em: 25 out. 2024.

CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão da Produção: Uma Abordagem Introdutória**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2022. E-book. ISBN 9786559772865. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559772865/>. Acesso em: 23 fev. 2024.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu Gustavo N.; CAON, Mauro. **Planejamento, Programação e Controle da Produção - MRP II / ERP**, 6ª edição. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2018. E-book. ISBN 9788597018554. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597018554/>. Acesso em: 21 fev. 2024.

DEGRANDI, Larissa Aparecida; CARACINI, Luiz Gustavo. Um estudo de caso sobre automatização nas atividades do PCP com scripts SAP e VBA. **Revista Interface Tecnológica**, v. 20, n. 2, 2023. ISSN 2447-0864. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1742/978>. Acesso em: 18 mar. 2025.

FILHO, Moacir Godinho; CAMPANINI, Luciano; VITA, Romano Augusto S. Guerra. A interação MRPII - CPM: estudo de caso e proposta de um sistema híbrido. **Revista Produção**, v. 14, n. 1, p. 1 - 13, fev. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-65132004000100004>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/Vh7Fd5495c6mgwLZtV5kYgM/?lang=pt#>. Acesso em: 12 ago. 2024.

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

KOCH, Giovani Valar. Proposta de melhoria no planejamento e controle de produção (PCP) em uma indústria de transformadores elétricos. **Revista Valore**, [S. l.], v. 7, p. 156–172, 2022. DOI: 10.22408/reva7020221088156-172. Disponível em: <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/1088>. Acesso em: 18 mar. 2025.

KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. **Administração de Produção e Operações**. 8ª edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LOZADA, Gisele; ROCHA, Henrique M.; PIRES, Marcelo R S. **Planejamento e Controle de Produção**. Porto Alegre: Grupo A, 2017. E-book. ISBN 9788595020719. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595020719/>. Acesso em: 18 jul. 2024.

MAGGIO, Eduardo G. R. **Uma heurística para a Programação da Produção de sistemas Flexíveis de Manufatura usando Modelagem em Redes de Petri**. 2005. 107 p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/342/DissEGRM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 28 out. 2024.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. São Paulo: 3ª edição. Editora Saraiva, 2015. E-book. ISBN 9788502618367. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788502618367/>. Acesso em: 28 fev. 2024.

MOREIRA, Daniel. **Administração da Produção e Operações**. 1ª edição. São Paulo: Editora Saraiva, 2012. E-book. ISBN 9788502180420. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788502180420/>. Acesso em: 26 fev. 2024.

NASCIMENTO, Larissa Souza *et al.* Microempreendedor Individual e as Vantagens da Formalização. **Cadernos de Gestão e Empreendedorismo**, v. 7, n. 2, p. 15-29, mai/ago. 2019. DOI: <https://doi.org/10.32888/cge.v7i2.27646>. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/cge/article/view/27646>. Acesso em: 18 out. 2024.

PORTAL DO EMPREENDEDOR. Número de MEIs no Brasil. Disponível em: <https://www.gov.br/empresas-e-negocios/pt-br/empreendedor/estatisticas>. Acesso em: 6 nov. 2024.

REIS, Cleiton Eduardo dos; KRUMENAUER, Gabriel Luis; SOUZA, José de. Planejamento e Controle de Produção (PCP) em uma microempresa do setor calçadista: Um estudo de caso. **Revista Espacios**. v. 37, n. 16, p. 17, 2016. ISSN 07981015. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a16v37n16/16371617.html>. Acesso em: 24 out. 2024.

SANTOS, Aguinaldo Ferreira dos *et al.* **Planejamento e Controle de Produção**. Porto Alegre: Grupo A, 2020. E-book. ISBN 9786556900735. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786556900735/>. Acesso em: 26 fev. 2024.

SERRA, Fernando R.; SANTO, João C.; FERREIRA, Manuel P. **Ser Empreendedor**. Rio de Janeiro: Saraiva, 2012. E-book. p.13. ISBN 9788502121966. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788502121966/>. Acesso em: 17 out. 2024.

SILVA, Fábio Molina da; FERNANDES, Flávio César F. Proposta de um sistema de controle da produção para fabricantes de calçados que operam sob encomenda. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 15, n. 3, p. 523-538, dez. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2008000300008>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/BdcpDd3z9XSSdgzNvpDYgnL/>. Acesso em: 13 ago. 2024.

SILVA, Júlio César Leite da. Gestão eficiente do planejamento e controle da produção: um estudo de caso em uma empresa de médio porte. **Revista Tópicos**, v. 2, n. 12, 2024. ISSN: 2965-6672. Disponível em: <https://zenodo.org/records/13324355>. Acesso em: 18 mar. 2025.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; BURGESS, Nicola. **Administração da Produção**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2023. E-book. ISBN 9786559775187. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559775187/>. Acesso em: 21 fev. 2024.

SLACK, Nigel *et al.* **Gerenciamento de operações e de processos**. 2nd ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. E-book. p.273. ISBN 9788565837934. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788565837934/>. Acesso em: 04 nov. 2024.

SOUZA, Fernando B. de; BAPTISTA, Humberto R. Proposta de avanço para o método Tambor-Pulmão-Corda Simplificado aplicado em ambientes de produção sob encomenda. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 17, n. 4, p. 735-746, dez. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2010000400008>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/CYW8dy7nQLyxBvMjm6VQRcL/?lang=pt>. Acesso em: 13 ago. 2024.

TUBINO, Dalvio F. **Planejamento e Controle da Produção - Teoria e Prática**, 3ª edição. São Paulo: Grupo GEN, 2017. E-book. ISBN 9788597013726. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597013726/>. Acesso em: 21 fev. 2024.

APÊNDICE A – Protocolo de Trabalho

Protocolo de Trabalho

Etapa 1 – Entrevista.

1.1 - Entrevistas por meio de questionário com a microempreendedora individual para identificar variedade de produtos, materiais utilizados e processos das atividades da produção.

Etapa 2 – Observação e registro do processo no espaço físico.

2.1 - Realizar observação das atividades.
2.2 - Realizar um mapeamento do processo produtivo.
2.2.1 - Descrever os equipamentos necessários para o processo de produção informando a quantidade, descrição e funcionalidade;
2.2.2 - Descrever os materiais necessários para o processo de produção e sua funcionalidade;
2.2.3 - Desenvolver um fluxograma contendo as etapas de produção dos produtos;
2.2.4 - Fazer o *layout* do ambiente de trabalho;
2.2.5 - Fazer registros fotográficos do processo de produção;
2.2.6 - Observar as atividades e cronometrar os tempos necessários para a produção dos produtos.
2.3 - Mapear gama de produtos e a demanda.
2.3.1 - Relacionar e descrever os produtos produzidos;
2.3.2 - Realizar levantamento do número de cada produto produzido por mês.
2.4 - Identificar como é feito atualmente o planejamento de materiais e da produção.

Etapa 3 – Análise documental.

3.1 – Analisar informações dos registros dos processos.

Etapa 4 – Proposição de um sistema de planejamento e controle da produção.

4 - Especificar o sistema de planejamento e controle.
4.1 – Realizar levantamento da demanda atual não alocada;
4.1.1 – Realizar levantamento das necessidades de materiais para esta demanda;
4.1.2 – Realizar levantamento dos recursos produtivos para esta demanda (horas trabalhadas, equipamentos, mão de obra);
4.2 – Realizar levantamento da carga já alocada ao sistema;
4.3 – Realizar a programação da demanda ainda não alocada;
4.3.1 - Realizar a programação da requisição de materiais;
4.3.2 - Realizar a programação da alocação dos recursos produtivos.