



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ÍTALO DIMITRY ALENCAR DE MENEZES

**APLICAÇÃO DO PLANEJAMENTO DA NECESSIDADE DE MATERIAL NO
CONTROLE DE INSUMOS:
estudo de caso em uma indústria cervejeira**

Recife

2023

ÍTALO DIMITRY ALENCAR DE MENEZES

**APLICAÇÃO DO PLANEJAMENTO DA NECESSIDADE DE MATERIAL NO
CONTROLE DE INSUMOS:
estudo de caso em uma indústria cervejeira**

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

Orientadora: Profa. Dra. Simone Maria da Silva Lima

Co-orientadora: Profa. Dra. Caroline Maria de Miranda Mota

Recife

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do
SIB/UFPE

Menezes, Ítalo Dimitry Alencar de .

Aplicação do Planejamento da Necessidade de Material no controle
de insumos: estudo de caso em uma indústria cervejeira / Ítalo Dimitry
Alencar de Menezes. - Recife, 2023.

44 : il., tab.

Orientador(a): Simone Maria da Silva Lima

Coorientador(a): Caroline Maria de Miranda

Mota

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade
Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências,
Engenharia de Produção - Bacharelado, 2023.

1. Indústria. 2. Planejamento de produção. 3. Sistema de controle. 4.
Material Requirement Planning. I. Lima, Simone Maria da Silva.
(Orientação). II. Mota, Caroline Maria de Miranda. (Coorientação). III.
Título.

ÍTALO DIMITRY ALENCAR DE MENEZES

**ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO PLANEJAMENTO DA NECESSIDADE DE
MATERIAL NO CONTROLE DE INSUMOS:
estudo de caso em uma indústria cervejeira**

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

Aprovada em: **data.**

BANCA EXAMINADORA

Profª. Dra. Simone Maria da Silva Lima

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Profª. Dra. Danielle Costa Morais (Examinador Interno)

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof. Dr. Marcio José das Chagas (Examinador Interno)

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus e à minha família que me deram suporte para conclusão dessa etapa da minha vida.

RESUMO

No mundo competitivo as organizações também tentam conquistar mercado aumentando a produtividade e reduzindo seus custos. Surge a necessidade de sistemas de gestão capazes de gerenciar a produção e os insumos associados, para que não se tenha descontrole de insumos, ruptura de produtos para atendimento da demanda, baixos níveis de produtividade e a má alocação de capital. Esse mesmo desafio é apontado numa indústria de bebidas artesanais de pequeno porte estudada. Assim, para atuar na gestão de insumos da indústria, optou-se por implantar uma das mais simples e utilizadas ferramentas: o modelo de Planejamento da Necessidade de Material. Esse modelo necessita, como entrada, do registro de estoque, do Planejamento Mestre de Produção e da lista de materiais, para assim permitir, como resultado, a definição dos níveis e datas de produção, o estabelecimento de compras de insumos e o controle do estoque. A observação *in loco* e a leitura da documentação de controle existente na indústria permitiu o delineamento do problema a ser estudado. A partir da decisão da gestão em procurar mitigar o problema, buscou-se levantar o referencial teórico e uma revisão de literatura na área, a fim de possibilitar a seleção do modelo de gestão de insumos. Esse levantamento foi realizado a partir de busca por fontes primárias já publicadas, disponíveis em base digital dos Periódicos CAPES e Google Acadêmico. Para a implantação do modelo de Planejamento da Necessidade de Material no contexto da indústria, foi necessário definir um processo de base, no qual a primeira ação foi de diagnosticar a situação problema vivenciada pela indústria. Toda a documentação de controle inicial foi revista para a definição dos parâmetros de previsão de demanda, *capacity* e de estratégia de estoque. Com isso, o próximo passo foi o de definir o registro de estoque, o Plano Mestre de Produção e a lista de materiais. A partir da aplicação do Planejamento da Necessidade de Material foram observados avanços na utilização de modelos de gestão e de ferramentas. Nesse sentido, destacam-se: maior eficiência no controle dos insumos, a definição de metodologia de cálculo estatístico de demanda, a definição da capacidade de produção, a definição de um plano estruturado de produção, o acompanhamento de registro de *lead-time*, a redução nas paradas de produção, o registro compilado dos insumos e a nova classificação de insumos.

Palavras-chave: Planejamento da Necessidade de Material; Material Requirement Planning; PMP; registro de estoque; lista de materiais; gestão de insumos; indústria cervejeira.

ABSTRACT

In the competitive world, organizations also try to grow the marketplace by increasing productivity and reducing costs. The need for management systems capable of managing production and associated supplies, so as not to have a lack of control of supplies and product to meet demand, low levels of productivity, and misallocation of capital. This same challenge is pointed out in a small-scale craft-brewery industry study. Thus, to manage the supplies of the industry, it was decided to implement one of the simplest and most used tools: the Material Requirement Planning model. This model requires, as input, the inventory record, the Master Production Schedule, and the Bill of Materials, to thus allow, as a result, the definition of production levels and dates, the establishment of supplies purchases, and inventory control. On-site observation and reading of existing control documentation in the industry allowed for the delineation of the problem to be studied. From the management's decision to seek to mitigate the problem, the theoretical framework and the literature review in the area were sought to enable the selection of the supplies management model. This survey was carried out based on searches for already published primary sources, available in the CAPES Journals and Google Scholar digital databases. To implement the Material Requirement Planning model in the context of the industry, it was necessary to define a baseline process, in which the first action was to diagnose the problem experienced by the industry. All initial control documentation was reviewed to define demand forecasting, capacity, and inventory strategy parameters. With this, the next step was to define the inventory record, the Master Production Schedule, and the Bill of Materials. From the application of Material Requirement Planning, advances were observed in the use of management models and tools. In this sense, greater efficiency in supplies control, the definition of statistical demand calculation methodology, production capacity definition, structured production plan definition, lead-time record monitoring, reduction in production stops, compiled supplies records, and new input classification are highlighted.

Keywords: material Requirement Planning; MPS; stock record; Bill of Material; material management; brewery industry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Procedimento do trabalho de pesquisa.....	11
Figura 2 - Inputs do MRP	15
Figura 3 - Gráfico dente de serra	18
Figura 4 - Árvore de estrutura do produto	20
Figura 5 - Esquema do Modelo MRP	27
Figura 6 - Processo de Implantação do MRP	27
Figura 7 - Processo produtivo da indústria cervejeira	29
Figura 8 - Mix de produção e capacidade produtiva	30
Figura 9 - Gráfico de Serra para o insumo x	32
Figura 10 - Plano Mestre de Produção	33
Figura 11 - Receita de produtos.....	34
Figura 12 - Exemplo de Árvore de Insumos	35
Figura 13 - Relatório de Movimentação.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Registro de entregas	31
Tabela 2 - Tabela ABC.....	32

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA	9
1.2. OBJETIVOS DO TRABALHO	10
1.3. METODOLOGIA.....	11
1.4. ESTRUTURA DO TCC	13
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.....	14
2.2. PLANEJAMENTO DA NECESSIDADE DE MATERIAIS	14
2.2.1. Registro de estoque.....	15
2.2.2. Programa Mestre de Produção.....	16
2.2.3. Lista de Materiais	19
2.2.4. Curva ABC	21
2.2.5. Kanban.....	21
2.2.6. Análise de Série Temporal	21
2.3. REVISÃO DA LITERATURA	22
3. CONTEXTO E DESCRIÇÃO DO PROBLEMA	24
3.1. CONTEXTO DO PROBLEMA	24
3.2. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA	25
4. ESTUDO DE CASO	27
4.1. DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS	28
4.2. ELABORAÇÃO DAS FERRAMENTAS BASE.....	33
4.2.1. Plano Mestre de Produção	33
4.2.2. Definição da lista de materiais	34
4.2.3. Registro de Estoque	35
4.3. INTEGRAÇÃO DO MODELO MRP AO ERP.....	36
4.4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS ALCANÇADOS	37
5. CONCLUSÃO.....	39
5.1. LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	40
REFERÊNCIAS	41

1. INTRODUÇÃO

As indústrias enfrentam diariamente decisões importantes que devem ser tomadas com urgência para a melhoria de seus processos produtivos e, conseqüentemente, ganho de competitividade. O principal objetivo do planejamento e controle de estoques nas indústrias é a conciliação das faltas dos produtos e necessidades do mercado com a capacidade de entrega possuída (SLACK;JONES;JOHNSTON, 2022). Nesse sentido faz-se necessário subsidiar os sistemas de gestão industriais com informações a respeito do mercado, da concorrência e de padrões de controle que promovam assertividade nas informações sobre a gestão de estoque interno. Nessa área, um dos problemas enfrentados pelas empresas é a falta de organização e planejamento adequados às suas estratégias de negócio, com respeito à gestão e controle de insumos. Segundo Rodrigues *et al.* (2018), tal problemática gera desafios na decisão de investimento do capital empregado e descontrole dos níveis de insumos produtivos, ocasionando impactos sobre a produtividade, garantia do atendimento à demanda e má alocação de capital.

Na indústrias, uma das áreas responsáveis pela gestão e controle da cadeia de suprimentos é o Planejamento e Controle de Produção (PCP) que, segundo Vollmann *et al.* (2006), permite que uma indústria seja competitiva dentro do mercado, através da integração das informações, estratégias e elaboração de planejamento, programações e controles de produção. Segundo Chiavenato (2022), o PCP é o setor responsável por facilitar a tomada de decisões sobre gestão da produção e insumos, devido à capacidade de canalizar e absorver informações.

Desde muito tempo se busca aprimorar o planejamento tendo como foco a melhoria dos sistemas de gestão de insumos. Dessa forma para amenizar os riscos na decisão de manutenção dos insumos em estoque e se manter a competitividade, diversas ferramentas de gestão e planejamento podem ser empregadas, tais como: o Kanban para o controle de estoques (BATISTA;MARTINS, 2016); o Planejamento das Necessidades de Materiais (do inglês, Material Requirement Planning - MRP) na gestão dos materiais que serão necessários à fabricação de um produto; MRP II como um plano geral de controle e monitoramento dos níveis de estoque; Modelos Estatísticos para previsão de demanda (SLACK;JONES;JOHNSTON, 2022); dentre outras.

Segundo Slanck, Jones e Johnston (2018, p.449), o MRP “auxilia as empresas a planejarem e a controlarem suas necessidades de recursos” de modo a garantir a capacidade de produção, estabelecimento das necessidades e acompanhamento de insumos, bem como a

demanda da produção. Segundo Velasco Acosta et. al (2020), o MRP ainda tem sido o modelo mais adotado na prática, desde os anos de 1970, por sua simplicidade.

Nesse contexto, foi identificada ausência de planejamento e controle de insumos em uma indústria cervejeira artesanal de pequeno porte na Região Metropolitana do Recife. O negócio possuía um plano de produção com base, apenas, no *Know-How* dos gestores, o que gerava alta taxa de falta de insumos e, conseqüentemente, paradas na produção. Com isso, surge a necessidade de elevado capital investido para sanar a falha no estoque. Os insumos eram adquiridos com base no reporte dos colaboradores do setor de operação, quando da detecção da necessidade do insumo em tempo de execução. Inexistia temporalidade na compra ou informe de quantitativo necessário à aquisição de forma gerenciada. Assim, identifica-se a necessidade de aplicação de processos e modelos para o planejamento e controle do estoque dos insumos, surgindo a seguinte questão de pesquisa: Como implantar o Planejamento de Necessidades de Materiais (MRP) no controle de insumos em uma indústria de pequeno porte?

Desta forma, este trabalho se propõe a implantar o MRP no controle de insumos em uma indústria cervejeira, no estado de Pernambuco.

1.1. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

Com o desenvolvimento da tecnologia e sistemas, diversas empresas obtiveram novas oportunidades de melhorias no planejamento do controle da produção, através da aplicação de técnicas de verificação de dados e cálculos sistemáticos, garantindo uma maior acuracidade das informações e assertividade de decisões. Tais tecnologias permitem trazer melhorias à gestão de seus insumos, o que pode gerar significativo diferencial na sua competitividade, além de evitar perda do capital empregado.

Um bom desenvolvimento de um sistema de planejamento, segundo Bento, Tambosi e Prus (2013), garante diversos benefícios, tais como: planejamento sistematizado; melhoria da produtividade; controle de estoques atualizados; diminuição do capital investido em estoque; e, acompanhamento da produção e do mercado.

Como base deste trabalho, a indústria cervejeira na qual o modelo de gestão foi aplicado, não possuía um controle sistemático dos seus insumos, o planejamento de produção era baseado em valores arbitrários estabelecidos pela alta gestão e além disso, não os controles não eram integrados, ou seja, os gestores não utilizam de todas as informações para tomada de decisão. Em contrapartida, a indústria estava implementando melhores

controles de movimentação de insumos devido ao novo sistema ERP sendo implantado na organização. Tais fatos em conjunto ocasionaram descontrole dos insumo e, conseqüentemente, paradas na produção e capital investido de forma errada. Dessa forma buscou-se um modelo de gestão que pudesse ser aplicado e que fosse de fácil entendimento.

O MRP tem como principal objetivo a elaboração das necessidades de recursos da produção, sendo simples e básico para implantação de outros sistemas que lidem com maior complexidade. Segundo Mesquita e Santoro (2004), trata-se do modelo mais aplicado no mercado brasileiro, por “apresentar um nível menor de abstração e uma lógica mais simples que os modelos analíticos”, o que determina a maior facilidade e clareza na sua implementação. É aplicado como um facilitador gerencial para gerar planos a serem executados dentro dos parâmetros da empresa (KOH; SAAD; JONES, 2010). Nesse mesmo sentido, Giacon e Mesquita (2011) afirmam que se trata de uma das ferramentas mais integradas ao sistema de Planejamento de Recursos Empresarial (do inglês, Enterprise Resource Planning - ERP) devido à facilidade de sua aplicação, com menos modelos matemáticos e estatísticos; e menor necessidade de informações e base de dados, como as usadas em modelos mais completos. Por esse fato, o MRP é o modelo adequado para implementação em empresas de menor porte e maturidade em sistemas de gestão.

No contexto deste trabalho, por se tratar de uma indústria de pequeno porte, ainda sem sistematização de seus processos, o MRP foi definido como o modelo a ser implantado. Dessa forma, discute-se os resultados da implementação do modelo MRP nessa indústria de pequeno porte, verificando-se as principais formas de implementação já existentes localmente, e levantando-se a real necessidade de insumos, a fim de se obter melhorias nessa gestão.

1.2. OBJETIVOS DO TRABALHO

Como objetivo geral, o presente trabalho visa implantar o Planejamento das Necessidades de Material (MRP) no controle de insumos em uma indústria cervejeira de pequeno porte, no estado de Pernambuco. Espera-se como resultado evidências das ações realizadas, tais como: do plano mestre, controle do estoque e lista dos insumos implantados na indústria.

Para auxiliar na satisfação do objetivo geral, foram definidos objetivos específicos, desenvolvidos durante a aplicação do projeto.

- Apresentar uma visão geral dos principais conceitos sobre a aplicação do planejamento das necessidades de materiais (MRP) para a produção aplicada a indústrias.
- Levantar as tecnologias, as informações, os dados e as ferramentas disponíveis na indústria estudada para o entendimento do problema e determinação de parâmetros e necessidades.
- Aplicar o planejamento das necessidades de materiais (MRP) no contexto do caso da indústria cervejeira de pequeno porte.
- Discutir sobre os resultados alcançados e os pontos de melhoria.

Espera-se identificar as melhorias e benefícios da aplicação do MRP na indústria estudada, elencando as potencialidades e fragilidades na implantação, bem como os empecilhos e dificuldades desses acompanhamentos e da mudança na cultura.

1.3. METODOLOGIA

Nesta seção, delinea-se o caminho a ser percorrido ao longo da pesquisa (Figura 1), estabelecendo-se processos e atividades a serem realizadas para estudar o problema identificado (SANTOS, 2018).

Segundo GIL (2019), as pesquisas descritivas “têm como objetivo principal a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis.” O estudo apresentado busca descrever a implementação de um sistema de gestão e seus impactos dentro de uma indústria. Por se tratar de uma pesquisa voltada para o fenômeno estudado com seu interesse prático e imediato, ela é considerada como pesquisa aplicada.

O método adotado para desenvolvimento deste estudo foi o fenomenológico por se limitar aos acontecimentos do fenômeno estudado, sem se preocupar com influências externas desconhecidas. Assim, por se tratar de uma pesquisa voltada para o fenômeno estudado, com seu interesse prático e imediato, a pesquisa é considerada como pesquisa aplicada.



Fonte: O autor (2023).

A realidade do fenômeno depende dos dados coletados no próprio cenário de estudo, portanto, a pesquisa possui uma natureza qualitativa (GIL, 2019). Procurou-se entender o problema da organização, através de levantamento de múltiplas fontes de evidências existentes para evitar a influência por apenas o ponto de vista do pesquisador. Cada etapa de coleta dos dados passou por revisão de mais de um colaborador para que fossem levantados todos os pontos de falhas e possíveis falhas.

Quanto aos dados, a pesquisa é classificada como Estudo de Caso por se tratar de um processo de coleta e análise dos dados de um indivíduo, que não podem ser publicizados no caso em questão. Segundo Gil (2019) o estudo de caso permite a aquisição de conhecimento detalhado sobre o problema do objeto estudado, neste caso, uma indústria cervejeira.

Quanto à documentação, sabe-se que “o levantamento de dados, primeiro passo de qualquer pesquisa científica, é feito de duas maneiras: pesquisa documental (ou de fontes primárias ou documentação direta) e pesquisa bibliográfica (ou de fontes secundárias ou documentação indireta)” (LAKATOS; MARCONI, 2017). A documentação direta foi obtida através do histórico documental e relatórios gerais da empresa, utilizados para levantamento de dados. A documentação indireta para realização do *benchmarking*, foi realizada a partir de buscas às bases de dados, disponíveis via Portal CAPES, Google Acadêmico e Scopus, o que facilitou a escolha de um modelo de gestão e planejamento alinhados às características da indústria estudada. Passa-se a implantação do modelo e por fim, discute-se os resultados obtidos na indústria estudada.

O desenvolvimento deste estudo terá como base o modelo MRP (Material Requirements Planning, ou Planejamento de Necessidades de Materiais) com proposta baseada nos trabalhos de Marqués-León *et al.* (2014), Miño-Cascante *et al.* (2015) e Fernandes e Maria (2019). O processo para aplicação do MRP foi dividido em 4 etapas: Diagnóstico; Definição dos parâmetros; Elaboração das ferramentas base; Integração do

modelo MRP ao ERP já existente na organização.

1.4. ESTRUTURA DO TCC

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos. No primeiro capítulo, o tema é apresentado explicando-se a razão pela qual o estudo foi realizado. Adicionalmente, os objetivos e metodologia do estudo são detalhados. No segundo capítulo são apresentados o referencial teórico e a revisão de literatura. O terceiro capítulo traz o contexto de aplicação do ferramental utilizado e o levantamento do problema real, no âmbito do estudo. No capítulo quatro, apresenta-se a aplicação prática da ferramenta MRP no contexto da indústria cervejeira de pequeno porte, bem como a discussão dos resultados alcançados com a aplicação do MRP. Por fim, no quinto capítulo são apresentadas as conclusões, limitações e sugestões de trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA

Nesta seção serão apresentados alguns conceitos importantes para a gestão de insumos industriais e planos de produção que juntos representam o MRP. Além disso, é apresentado uma revisão da literatura desta temática através de trabalhos relacionados já desenvolvidos por outros pesquisadores.

2.1. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

O Planejamento e Controle da Produção (PCP) é a equipe de colaboradores responsável pela gestão da cadeia de suprimentos interna das organizações, para atender a demanda dos clientes, gerir as compras de insumos e planejando as operações (SLACK; CHAMBERS; JHONSTON, 2022).

Segundo Martins e Laugeni (2005), o PCP é um agregador de informações de diversos setores, que visa a transformação dessas informações em planejamentos de ação de curto e médio prazos. Portanto é o ponto fundamental da gestão de insumo e de produção e “considerado o coração do processo produtivo” (SIMA *et al.*, 2022).

Chiavenato (2022) define que existem quatro fases de atuação no PCP, sendo elas: o planejamento de produção, com o objetivo de determinar o que e quando os produtos serão produzidos; a gestão de informação que avalia todos os setores envolvidos no processo de produção; a gestão de indicadores para a visualização dos pontos críticos e de melhorias que possam ser levantadas e tratadas; e; a disponibilidade de mão de obra (MO) para que os planos possam ser executados.

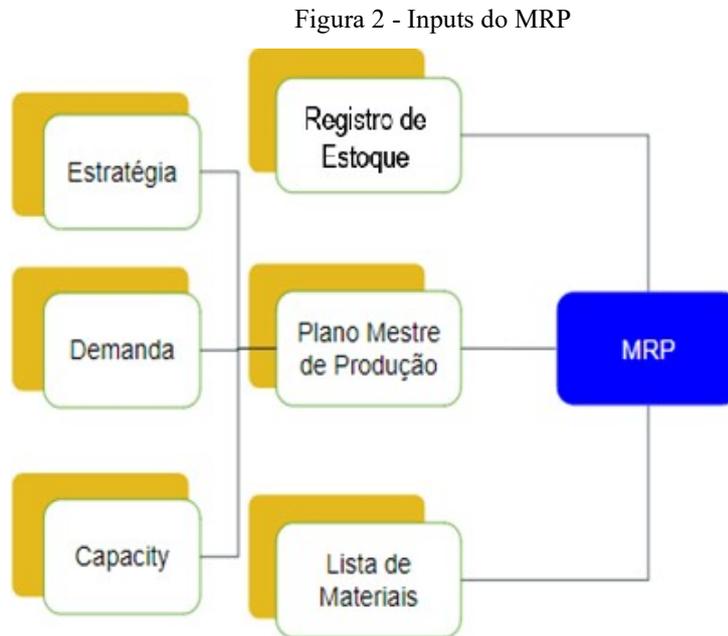
Nessa mesma linha, Gondinho (2004) afirma que através de um planejamento aplicado à gestão de produção o PCP realiza o gerenciamento integrado de insumos, do MO e da capacidade fabril, com a gestão de fornecedores e previsões de demanda, a fim de possibilitar traçar o melhor plano de ação.

2.2. PLANEJAMENTO DA NECESSIDADE DE MATERIAIS

O Planejamento da Necessidade de Materiais (MRP) foi apresentado pela primeira vez na década de 1960, sendo um modelo que realiza uma compilação de dados (inputs) para gerar informações e operações (outputs), com o objetivo de determinar a quantidade e o

momento necessário para aquisição de insumos, bem como organizar e agendar as ordens de produção.

Moreira (2008) define que através da utilização do modelo MRP há três principais componentes de entrada (*input*), como indicado na Figura 2.



Fonte: Adaptado de (SLACK; JONES; JONHSON, 2022).

Assim, os principais componentes de entrada para a implementação do MRP são: o Registro de Estoque; o Programa Mestre de Produção (PMP); e a Lista de Materiais. Com o registro de estoque é possível visualizar os produtos acabados e os insumos produtivos. O PMP determina quais itens serão produzidos, no dia-a-dia, em um curto período de tempo, para a sua definição é necessário o estabelecimento de três itens: a Estratégia de Estoque; a Demanda.; e Capacidade Produtiva ou *Capacity*. Por fim, a receita dos produtos ou lista de materiais descreve quais insumos serão utilizados para a realização da transformação produtiva. Cada um desses elementos são detalhados em seções subsequentes.

O MRP ainda é o modelo de gestão de insumos mais utilizado na prática das indústrias (GIACON;MESQUITA, 2011; VELASCO ACOSTA; MASCLE; BAPTISTE, 2020; SLACK; JONES; JONHSON, 2022).

2.2.1. Registro de estoque

Para realizar a aplicação do MRP é fundamental que todos os estoques da organização

sejam acompanhados e controlados, segundo Moreira (2017, p. 527) “o estoque deve ser rigorosamente controlado, de forma que, estabelecida a quantidade necessária, se saiba exatamente quanto é preciso adquirir esse item”. A falha no reconhecimento do total de produtos em estoque pode acarretar grandes paradas de linha, geração de passivos (itens não finalizados), alto aumento de custo de estoque, entre outras falhas, dessa forma esse controle assíduo deve ser implementado.

Podemos visualizar 3 etapas de estoque: estoque de insumos, estoque em processo e estoque de PA, o qual visualiza os produtos que estão passando pelo processo de transformação. Para a realização dos controles é importante que se consiga determinar precisamente qual a quantidade de produto em cada etapa do estoque, saber e registrar entradas de produtos, monitorar consumos e perdas do processo e as saídas dos produtos finais.

Esse controle de posição e movimentação deve ser baseado em algum modelo de sistema ERP, dada a complexidade para realizar o acompanhamento de todos os produtos. Dessa forma é fundamental que todos os registros sejam realizados e que cada um dos produtos possuam uma forma padrão de código, evitando falhas e erros.

2.2.2. Programa Mestre de Produção

Para que a empresa possa se organizar é necessário que haja um planejamento base para realização da abertura dos planos e desenvolvimento da estrutura organizacional. Dessa forma, segundo Slack, Jones e Jonhson (2022) para a realização do PMP a organização deve se planejar e saber alguns parâmetros como as informações de *capacity*, estratégia de estoque (níveis de estoque, estoque de segurança e lead-time) e da previsão de demandas para a elaboração do planejamento de produção. Assim, com o PMP é possível determinar quais itens deverão ser produzidos em determinadas datas, a fim de que a empresa possa cumprir com a sua estratégia.

2.2.2.1. Estratégia de Estoque

Outros fatores importantes para determinação do PMP são os estoques, que abrangem Produtos Acabadas (PA) e insumos para produção. Para a determinação dos níveis de organização é necessário se determinar qual tipo de produção será implementada, ou seja, se

trata-se de uma produção puxada (aquela onde se executa somente os pedidos em carteira) ou de uma produção empurrada (aquela onde se elabora estoque para vendas posteriores); qual o nível de atendimento exigido pelo mercado; e, qual a disponibilidade financeira para investimentos.

Em função dos níveis de incerteza do processo, Corrêa e Corrêa (2022) asseveram que o estoque de segurança deve ser mantido e deve ser calculado através do *lead time* ou tempo de entrega dos fornecedores, da necessidade de consumo dos mesmos e de um fator de segurança. Assim, como estratégia de estoque destaca-se a necessidade de se ter um estoque de segurança, ou seja, uma quantidade mínima que a organização determina para cada um dos insumos, de forma que não haja paradas produtivas por falta de nenhum deles.

2.2.2.2. Demanda

As organizações devem iniciar o planejamento através da definição de sua demanda produtiva. Essas demandas são definidas através de uma combinação da demanda em carteira, que são os pedidos já realizados por clientes, e da previsão de demanda, que é a estimativa e o cálculo das possíveis demandas que possam surgir em determinado período de tempo.

A previsão de demanda é um cálculo complexo visto que se utiliza de várias informações com alto nível de variação, além de expectativas e previsões futuras de fatos. Normalmente, as previsões são realizadas com base no histórico de venda da empresa, descontando-se o *outlier* (elementos que fogem ao padrão) e a sazonalidade, além da aplicação de ferramentas estatísticas para prever o comportamento do mercado. Dessa forma, a previsão de demanda se apresenta como um desafio para empresas relativamente novas e pequenas, visto que há poucas informações de base e para o desenvolvimento de novos produtos, os quais não se sabe precisamente como o mercado irá responder.

Slack, Jones e Jonhson (2022) argumentam que “a combinação de pedidos colocados e pedidos previstos é utilizada para representar a demanda em muitas empresas. A demanda deve ser a melhor estimativa, em dado momento, daquilo que, de forma razoável, é esperado que aconteça”. Assim, verifica-se que a previsão de demanda em conjunto com a demanda em carteira é a melhor forma de se determinar a demanda da organização.

2.2.2.3. Lead Time

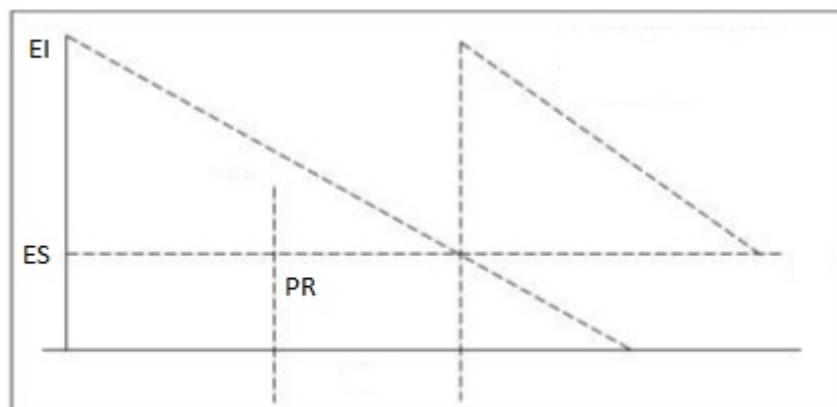
O tempo necessário para que os insumos cheguem e seja adicionado ao estoque, após a solicitação dos mesmos para o fornecedor é denominado Lead Time. Como falado por Slack, Jones e Jonhson (2022), esse período de tempo é estabelecido no MRP como um tempo fixo, porém, na realidade, verifica-se que o tempo é variável. Para prevenir que grandes falhas e quebras de estoque afetem o *Lead-time*, utiliza-se os estoques de segurança. Podemos verificar as aplicações desses conceitos no gráfico de serra, onde são mostrados o nível inicial de estoque (EI), os consumos periódicos, o ponto de ressuprimento (PR) e o estoque de segurança (ES) (Figura 3).

2.2.2.4. Gráfico de Serra

O gráfico de serra ou gráfico dente de serra pode ser utilizado para o controle de estoque, permitindo que a empresa visualize a evolução do estoque ao longo do tempo e identifique possíveis variações e padrões.

Para utilizar o gráfico de serra no controle de estoque, é necessário ter os dados de entrada, que podem incluir: a quantidade de itens em estoque em determinado período; as vendas realizadas no mesmo período; e, as compras de novos itens. Outros elementos devem ser definidos para a implementação desse gráfico, tais como: o estoque de segurança; ponto de pedido; e o Lead Time. A partir desses dados é possível montar o gráfico e realizar o acompanhamento do estoque, dessa forma realizando-se a gestão dos custos de estoque (ANDRADE, 2011)

Figura 3 - Gráfico dente de serra



Fonte: Adaptado de Dias (1993).

2.2.2.5. Capacidade Produtiva

Segundo Moreira (2017, p. 137) a Capacidade pode ser definida como “a quantidade máxima de produtos e serviços que podem ser produzidos em uma unidade produtiva, em um dado intervalo de tempo”. Dessa forma, para que a organização possa realizar o PMP eles devem saber os principais fatores que influenciam na capacidade produtiva são: Instalações fabris, englobam toda a estrutura e layout da organização, visualizando a organização e disposição dos equipamentos; mix de produtos, o qual determina a quantidade de Setup e mudança de linha; automatização; fatores humanos, observando o quadro de funcionários e as habilidades técnicas para execução de serviços; fatores operacionais, observando as capacidades de cada equipamento da fábrica e determinando os gargalos do sistema produtivo; fatores externos, como exigências de qualidade determinadas legalmente ou exigências dos clientes.

2.2.3. Lista de Materiais

Todos os produtos necessitam de insumos para serem produzidos. Para se realizar a produção de um Produto Acabado (PA) é necessário transformar vários componentes, através de processos produtivos, até atingir o padrão desejado. Dessa forma, é importante que os produtos acabados de cada organização tenham o registro dessas “receitas de produção” para que padrões de qualidade possam ser definidos e não haja variações entre lotes do mesmo produto. Assim, uma lista de materiais (do inglês, *bill of materials* - BOM) detalhada e bem planejada tem um impacto positivo no abastecimento correto das linhas de produção. Isso porque a partir dela é possível planejar a compra dos insumos, estabelecer o custo dos insumos, evitar ruptura de estoques e detectar e minimizar erros.

Uma forma de representação da lista de materiais necessários para produção de um PA é através da árvore de estrutura do produto (AEP) (SLACK; JONES; JOHNSTON, 2022), a qual determina, através de níveis hierárquicos, quais os insumos e suas quantidades para a elaboração.

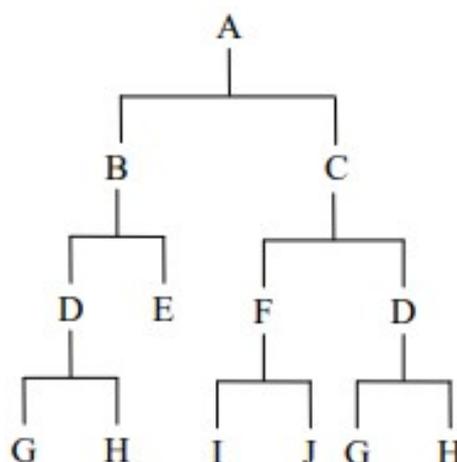
Bogataj e Bogataj (2019) argumentam que a “explosão” dos insumos através da árvore de estrutura de produto se constitui como uma das melhores formas de visualização dessa informação.

O conhecimento da lista de materiais de cada um dos PA é fundamental, visto que será preciso realizar o controle desses insumos e definir as necessidades de cada um, para que seja possível o atendimento do PMP, e a verificação de quais insumos devem ser adquiridos para cumprimento do plano.

2.2.2.6. Árvore de Estrutura de Produtos

A árvore de estrutura de produtos é uma ferramenta utilizada na gestão de produção que tem como objetivo representar de forma hierárquica os componentes que formam um produto final (Figura 4).

Figura 4 - Árvore de estrutura do produto



Fonte: Filho e Marçola (1996).

A árvore é composta por uma série de blocos que representam os componentes do produto, organizados em um formato hierárquico, onde as partes mais complexas (blocos Y) são compostas por partes menores (blocos Z).

Através da árvore de estrutura de produtos, é possível ter uma visão geral dos componentes que formam o produto final, facilitando, assim, o gerenciamento da produção e do estoque. Segundo Filho e Marçola (1996) a árvore de estrutura de produto se constitui em base para a elaboração da lista de materiais, constituindo-se em um sistema objetivo que foca em detalhar e abranger todos os insumos envolvidos no processo.

2.2.4. Curva ABC

A Curva ABC é uma técnica de gestão que tem como objetivo classificar os itens de estoque de uma empresa de acordo com sua importância e valor, podendo ser classificados como itens “A”, “B” ou “C”, sendo o “A” os mais importantes e os “C” com menor importância para a organização, a depender dos parâmetros estabelecidos para análise. Segundo Slack, Jones e Johnson (2022) o sistema ABC é útil para a gestão de estoques porque permite que a empresa identifique quais itens são mais críticos e devem receber mais atenção em termos de planejamento e controle de estoque. Os itens da categoria A, por exemplo, devem ser monitorados com mais frequência e ter níveis de estoque mais altos, enquanto os itens da categoria C podem ter níveis de estoque mais baixos e serem monitorados com menos frequência.

Segundo Siqueira (2021) a ferramenta ABC é uma forma simples e eficiente de realizar o controle de estoque, podendo realizar o planejamento de insumos de formas mais assertivas garantindo maior equilíbrio e disponibilidade de recursos.

2.2.5. Kanban

Kanban é uma metodologia de gestão de produção e estoque que tem como objetivo aumentar a eficiência e a produtividade de uma empresa. Originária do Japão, o Kanban baseia-se em um sistema visual de controle de fluxo, em que as tarefas são organizadas em status que indicam cada etapa do processo envolvido. O Kanban é uma ferramenta ágil de gestão produtiva que deve ser aplicada para gestão de estoques, normalmente sendo aplicada para empresas com produção puxada. Trata-se de uma metodologia para a classificação e identificação rápida a vista, que segundo Batista e Martins (2016) pode gerar grande impacto na redução de custos e estoque.

2.2.6. Análise de Série Temporal

Segundo Gonçalves *et. al.* (2019) a análise de série temporal aplicada a previsão de demanda é uma técnica estatística que permite às empresas preverem a demanda futura com maior assertividade e gerar informações para a tomada de decisões. A técnica se baseia na análise de dados históricos para identificar padrões e tendências na demanda.

Para aplicação da técnica de análise de série temporal, deve-se registrar e avaliar os registros históricos de demanda em um intervalo pré-determinado de tempo. Esses dados são dispostos em um gráfico, o qual apresenta a variação da demanda no tempo.

2.3. REVISÃO DA LITERATURA

Nesta seção são apresentados 9 artigos científicos relacionados aos processos de gestão da necessidade de materiais dentro de um processo de fabricação, a partir do MRP - Material Requirement Planning, demonstrando que esse é um dos modelos mais aplicados, ainda hoje, na prática. Esse levantamento foi realizado a partir de busca por fontes primárias já publicadas, disponíveis em base digital dos Periódicos CAPES e Google Acadêmico.

Marqués-León *et al.* (2014) e Miño-Cascante *et al.* (2015) mostram a aplicação do MRP em hospitais e que o mesmo pode trazer melhor utilização dos recursos e maior controle dos materiais, além de forçar o desenvolvimento da organização da empresa.

Fato semelhante foi notado por Anjos (2021) que realizou a aplicação do sistema em uma indústria de bebidas de médio porte com o intuito de averiguar possíveis melhorias na gestão de insumos. Foi identificada avanços na cadeia de suprimentos da empresa, tais como: padronização dos *lead-time*; avanços no fluxo de informações; e parametrizações da empresa. Além disso, o autor utiliza o MRP como modelo de base para o controle e manutenção dos estoques. Esse sistema atrelado com ferramentas de gestão, segundo o autor, pode gerar lucros e evitar gastos desnecessários para a organização.

Já Fernandes e Maria (2019), aplicaram o MRP como parte de uma estratégia de gestão dos materiais de Manutenção, Rotina e Operação (MRO) em indústrias siderúrgicas de grande porte, alcançando uma redução melhor na previsão de demanda e classificação do estoque, bem como levantando corte de itens não prioritários.

Além de melhor controle pode-se visualizar o plano de requisitos de materiais sendo utilizado para a redução de custos. Tal fato pode ser acompanhado mensalmente pelo levantamento de custo do inventário, como foi mostrado por Tafur e Calle (2019) quando conseguiram atingir uma redução de 13% do custo de inventário de indústrias de materiais de poste e elementos de concreto.

A utilização do MRP como modelo de gestão de estoque pode auxiliar a mitigar o níveis de ruptura, como argumentado por Araújo *et al.* (2018) que utilizaram o sistema como parâmetro na identificação e classificação das principais causas raízes da falta de produto para o atendimento de demanda em uma indústria do setor de bebidas.

Diniz e Vianna (2018), utilizarem o MRP para controle e planejamento de estoque e defendem ser “possível tornar os níveis de estoque mais baixos através dos cálculos precisos do MRP”. Conseqüentemente, há diminuição nos custos de estoque, o que possibilita que o tomador de decisão analise os preços dos produtos, e assim seja possível aumentar a competitividade no mercado.

Bento, Tambosi e Prus (2012) afirmam que o modelo MRP fornece um melhor resultado no plano de gestão de insumos e de produção, além de melhorar o tempo de resposta na tomada de decisão através de melhor qualidade das informações disponíveis.

A implementação do modelo MRP, apesar de proporcionar várias melhorias e benefícios, apresenta algumas dificuldades quanto a sua automatização na organização. Sima *et al.* (2022) realizaram a aplicação do MRP em uma indústria, com o propósito de disponibilizar as informações assertivas sobre o processo produtivo e suprir a demanda do seu mercado, todavia o alto investimento para elaboração de um módulo do MRP no ERP da empresa ou a compra de um sistema MRP já elaborado, mostrou-se como o principal empecilho para a sua aplicação.

Esses estudos apontam a adequação do MRP como modelo de base a ser implantado na indústria cervejeira de pequeno porte, em estudo. Inclusive por ser uma empresa relativamente nova e processos de gestão a serem definidos, de forma a garantir a qualidade de seus produtos e sua competitividade no mercado pernambucano.

3. CONTEXTO E DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Neste capítulo, contextualiza-se o problema de pesquisa com um viés mais voltado à atual situação da indústria em estudo, antes da aplicação prática da ferramenta MRP. Serão levantados os objetivos e razões para a aplicação do sistema MRP, observando-se o mercado e o nível de gestão.

3.1. CONTEXTO DO PROBLEMA

Neste trabalho se avalia a aplicação de um modelo de controle para o planejamento de uma indústria cervejeira com poucos anos de experiência e de pequeno porte. Com a aplicação desse modelo, tem-se como objetivo observar evidências das ações desenvolvidas para a geração do plano mestre, do controle de estoque e da lista de insumos implantados na indústria.

A indústria na qual será aplicado o MRP é uma indústria cervejeira artesanal, localizada na cidade do Recife, com 6 anos de existência e com cerca de 40 colaboradores. A indústria está em constante crescimento, expandindo seu portfólio e área de atuação, porém sempre com um volume pequeno. Possuindo um amplo portfólio no seu nicho de mercado, com várias premiações e reconhecimento de suas receitas em âmbito nacional, a organização é uma das maiores cervejarias artesanais do Nordeste, sendo considerada a principal de Pernambuco, em termos de volume e capacidade de produção. A organização possui apenas uma fábrica, porém abastece todos os estados do Nordeste através de parcerias com distribuidores locais.

Durante a Pandemia do COVID-19 grandes dificuldades surgiram e parte da vulnerabilidade do negócio veio à tona, sobretudo a falta de controle de estoque e um plano de produção bem definido. Mesmo nesse cenário, a alta gestão decidiu apostar em uma expansão, tentando migrar para um novo nicho de mercado, o Premium. Nesse nicho há grande competitividade, sendo de fundamental importância que diferenciais de mercado sejam gerados, como relação não só à qualidade, mas sobretudo com relação ao preço.

Logo foi percebido a inviabilidade de competir com indústrias de maior porte no tocante a preço de mercado, haja visto que essas maiores possuem vasto capital. Fez-se necessário trabalhar as margens de lucro, de forma a ser possível não repassar o aumento do preço para o cliente final. Assim, surgiu a necessidade de aumentar a eficiência da produção

e reduzir os custos industriais, aliando-se às necessidades de uma empresa em expansão.

3.2. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Apesar da indústria possuir um plano de produção, este tinha por base apenas o *Know-How* dos altos gestores, fato que contribuiu para a geração de alta taxa de ruptura de produto acabado (PA) e insumos de produção. Por outro lado, os insumos eram adquiridos quando as necessidades eram identificadas pela operação, não existindo a especificação de quando e de quantidade de insumos a serem adquiridos. Não havia um estoque de segurança, por consequência várias paradas de produção não previstas, por falta de insumos, e elevado capital investido no estoque, pelo aumento de preço para pronto atendimento da demanda emergencial. No início do ano de 2021, a empresa passa a ter dificuldades no cumprimento das metas de produção por conta de contínuas interrupções de linha causadas, principalmente, pela falta de insumos.

Para ganhar em competitividade, seria necessário reduzir os custos de produção, para que os preços fossem atraentes aos clientes. No entanto, a falta de insumos, acabou por gerar alto custo de produção, baixa produtividade e aumento desnecessário de custos variáveis como energia, água e gás. Como alternativa, buscou-se formas de assegurar controle do estoque de insumos para garantir maior produtividade. Em paralelo, devido ao baixo capital da empresa para investimento, não seria possível alto investimento em estoque. Fez-se necessário priorizar os materiais essenciais, pois não havia alinhamento das compras de insumos com o fluxo de caixa da empresa, no momento em que os insumos eram indispensáveis..

Com relação à gestão propriamente dita, a indústria, por ser nova e inexperiente no mercado, mas também por falta de capacitação técnica da alta gestão, inexistia o registro dos dados da produção. A troca de Sistema de Gestão Industrial (ERP) Industrial e a saída de um momento extremamente atípico de demanda causado pela pandemia de COVID-19, também corroboraram para essa falta de controle. Sendo assim, as demandas de produção sofreram grandes modificações e a capacidade de produção da indústria era desconhecida, o que geraria maiores dificuldades no desenvolvimento de um planejamento e controle da produção.

Como forma de tentar mitigar os diversos problemas com gestão dos insumos, optou-se por implantar o modelo de Planejamento de Necessidade de Materiais. Tal ferramenta foi

escolhida por sua maturidade; por ser utilizada há muito tempo em outras empresas, inclusive do mesmo ramo; pela simplicidade; e, por não se ter uma alta curva de aprendizagem. O processo de implantação foi assim facilitado, visto a possibilidade de realização de benchmarking e levantamento de estudos sobre o tema. A perspectiva seria a de se ter maior controle e visibilidade dos estoques de insumos e produtos acabados, alinhamento da variabilidade da demanda com as capacidades de produção, bem como a melhoria na produtividade e diminuição do capital empregado em estoque.

Durante o desenvolvimento do projeto de implantação da gestão de insumos, foram disseminados na organização vários conceitos básicos sobre MRP. Inicialmente foram levantados os padrões vigentes na indústria. Detectou-se que para o planejamento de demanda futura, utilizava-se apenas uma análise empírica, com base na demanda do mês anterior. Não havia a definição de um estoque de segurança e o conhecimento da capacidade produtiva da indústria, o que acabava por gerar o aumento do quadro de pessoal dentre outras dificuldades. Sem a definição desses elementos, o Plano Mestre de Produção era implementado semanalmente, gerando um tempo de resposta muito curto para o atendimento da demanda, principalmente visualizando-se o tempo de processo do seu insumo intermediário.

A indústria possuía a lista de materiais para produção, todavia ocorriam diversas modificações recorrentes devido a indisponibilidade dos insumos, o que acarretava mudanças entre lotes do produto.

O controle de estoque era realizado através do sistema ERP da empresa, todavia com a falta de controle e grande modificações da lista de materiais, além da baixa frequência no registro de dados no sistema, migrando para um controle em planilhas de excel.

Todos esses fatores foram determinantes para a implantação do MRP como forma de mitigar os problemas e melhorar a produtividade e a competitividade no mercado.

4. ESTUDO DE CASO

Neste capítulo, apresenta-se a aplicação do Planejamento de Necessidades de Materiais (MRP) na indústria cervejeira estudada. Serão consideradas as entradas (*inputs*) em amarelo e saídas (*outputs*) em verde conforme apresentado na Figura 5.

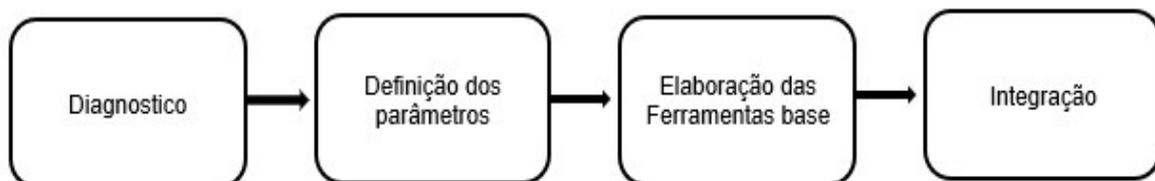
Figura 5 - Esquema do Modelo MRP



Fonte: Adaptado de (SLACK; JONES; JONHSON, 2022).

Baseando-se nos trabalhos de Marqués-León *et al.* (2014), Miño-Cascante *et al.* (2015) e Fernandes e Maria (2019), que realizaram a aplicação do modelo MRP em suas empresas, foram propostas 4 etapas para aplicação de MRP na indústria: Diagnóstico; Definição dos parâmetros; Elaboração das ferramentas base; Integração do modelo MRP ao ERP já existente na organização.

Figura 6 - Processo de Implantação do MRP



Fonte: Autor (2023).

A primeira etapa de diagnóstico corresponde ao contexto discutido na seção 3.2 deste trabalho, onde são descritos os três principais inputs do modelo e as ferramentas utilizadas para o seu desenvolvimento. Neste capítulo, na seção 4.1 apresenta-se a definição dos parâmetros; na seção 4.2, elaboram-se as ferramentas base; e por fim, na seção 4.3, levantam-se os resultados alcançados pela aplicação do modelo.

4.1. DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS

Como parâmetros base para o início da implantação do modelo MRP, tem-se os itens: demanda; capacidade produtiva; e, estratégia de estoque.

A partir do diagnóstico realizado, constatou-se que a indústria estudada possuía baixo nível de registro de dados, fato que dificultou a elaboração de uma análise detalhada da demanda futura, um dos principais fatores para elaboração de métodos de previsão. Dessa forma, a avaliação de necessidades comerciais foi realizada com base apenas no histórico de vendas dos últimos dois anos. Trata-se de uma série temporal que sofre reajuste conforme a sazonalidade de eventos e ações, mas que segundo Moreira (2017) “o padrão observado nos valores passados fornece informação adequada para a previsão de valores futuros”. Destaca-se ainda que foram definidas metas de crescimento trimestrais, conforme o plano estratégico da indústria estudada, que provocam ajuste na previsão de demanda.

Para elaboração da previsão de demanda, empregou-se a análise de séries temporais, abordagem mais usual, que envolve a análise de dados históricos de vendas para identificar padrões e tendências para se fazer previsões futuras de demanda. Para a aplicação na indústria estudada foi implementada a previsão de demanda com análise temporal com média móvel. Técnica estatística simples a qual envolve o cálculo dos valores de vendas de um determinado período para prever a demanda futura (MOREIRA, 2017).

Uma vez definida a previsão de demanda, a organização avaliou suas capacidades produtivas. Para tanto a organização dividiu seus processos em 4 etapas: Brassagem, Processo, Preparação e Envase (Figura 7), que podem ser visualizadas em diferentes cores para facilitar o entendimento.

Figura 7 - Processo produtivo da indústria cervejeira



Fonte: o Autor (2023).

A etapa de Brassagem tem como resultado final o mosto da cerveja. Esse mosto é elaborado utilizando-se um conjunto de três painéis em linha, os quais representam os estágios do processo de brassagem (Moagem e Mostura; Clarificação; e, Fervura e Resfriamento).

Para a definição da capacidade produtiva, considera-se o tempo de realização dos processos; o tempo disponível de produção; o tempo de parada planejada para manutenção e limpeza; a eficiência da produção.

O tempo para realização dos processos, em cada painel, é definido com base na receita de cada produto do mix de produção (SKU) e fazendo-se uma média ponderada do mix produtivo anual. Por mix de produção, entende-se o conjunto produtos da organização. O tempo disponível de produção corresponde ao tempo disponível para a realização das atividades de produção. Já o tempo de parada corresponde ao tempo necessário às atividades de manutenção e de limpeza dos equipamentos. A eficiência da produção é definida com base no extrato residual do bagaço, ou seja, líquido residual no bagaço.

Na segunda etapa, Processo propriamente dito, foram avaliados os tanques de fermentação e maturação. Nesses tanques o mosto passa por vários processos até que esteja pronto para o consumo. Nessa etapa, a capacidade de produção é medida através da capacidade de litros dos tanques; o tempo de processamento de cada SKU; o giro, ou tempo

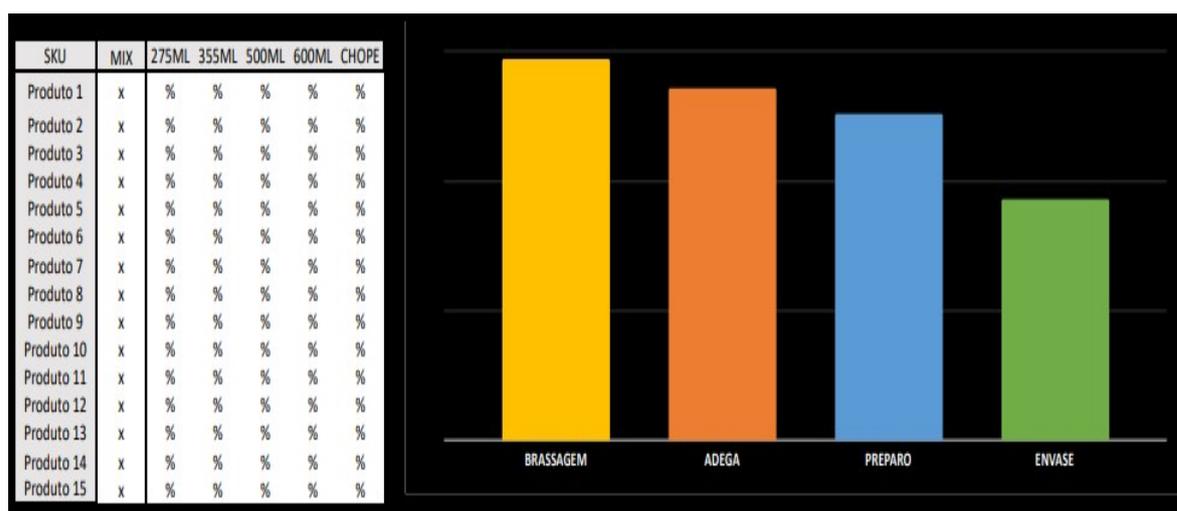
do produto em processamento; e, o mix de produção.

Na terceira etapa, Preparação, o mosto passa por um processo físico de separação das partículas em suspensão no líquido. Para tanto, utiliza-se dois equipamentos dispostos em sequência: Centrifugação e Filtro. Nessa etapa são determinadas o tempo disponível para o processo; a vazão nominal; o tempo de limpeza e preparo; e; a eficiência dos equipamentos de centrifugação e filtração.

Na última etapa, Envase, ocorre a finalização do processo, onde o líquido é envasado em recipientes para transporte e venda. Para essa etapa, que possui linha de 4 equipamentos (Envase; Pasteurização; Rotulagem; e, Encaixotamento) foram definidos: a vazão nominal; o tempo de setup e limpeza; e, a eficiência de cada máquina. Com esses dados obteve-se a definição do gargalo da linha e a definição de sua capacidade produtiva.

Com a determinação da capacidade produtiva de cada etapa (Figura 8), a *capacity* fabril pode ser definido, visualizando quais as etapas que necessitam de maior atenção, ou seja, aquele que possui menor capacidade produtiva. No caso em questão, o envase. Além disso, pode-se verificar a variabilidade desse mesmo *capacity* em função da variação do mix de produção, visto que os tempo de processo mudam em função de cada receita. Lembra-se que os valores reais utilizados para a composição do gráfico da produção, não podem ser publicizados, por questões estratégicas da indústria estudada.

Figura 8 - Mix de produção e capacidade produtiva



Fonte: o Autor (2023).

Para definição dos parâmetros da estratégia de estoque (estoque de segurança, estoque máximo e lead-time), a diretoria industrial e financeira realizaram reuniões a fim de

determinarem o valor máximo para o estoque dos insumos, visto a limitação de caixa da empresa. Esse valor foi reduzido ao máximo, sendo definido a partir do valor do consumo médio mensal, avaliando-se o período de um ano para essa definição.

Dentre os problemas apontados durante a revisão de literatura, destaca-se a dificuldade e consequências do estabelecimento de *lead-time* dos fornecedores. Assim, considerando-se a falta de controle e registro de informações prévias (definição do *lead-time* e do nível de confiança dos fornecedores) foi iniciado o processo de mensuração e registro desses dados (Tabela 1), com base na data estipulada pelos fornecedores para a entrega dos insumos. Todas as datas dos pedidos, datas de entrega e a confiabilidade de entrega (se foi entregue depois do prazo combinado ou não) passaram a ser registradas. Dessa forma é possível fazer-se uma definição mais próxima da realidade e realizar a medição do *Lead-Time*.

Tabela 1 - Registro de entregas

Fornecedor	Insumo	Lead-time (Dias)	Confiabil. (%)	Qt. (Und)	Valor (R\$)	Data Pedido	Data calculada p/entrega	Data Entrega	Confiabil. Pedido (%)	Confiabil. Acumulada (%)
F1	I1	14	92%	z	w	03/fev	17/fev	18/fev	93%	92,40%
F2	I2	7	100%	z	w	03/fev	10/fev	10/fev	100%	100,00%
F3	I3	5	91%	z	w	03/fev	08/fev	09/fev	80%	85,60%
F4	I4	10	100%	z	w	03/fev	13/fev	12/fev	110%	100,00%
F5	I5	5	100%	z	w	03/fev	08/fev	07/fev	120%	100,00%
F6	I6	5	100%	z	w	04/fev	09/fev	09/fev	100%	100,00%
F7	I7	1	72%	z	w	04/fev	05/fev	05/fev	100%	86,00%
F8	I8	1	53%	z	w	04/fev	05/fev	06/fev	50%	51,50%
F9	I9	3	98%	z	w	09/fev	12/fev	12/fev	100%	99,00%
F10	I10	5	85%	z	w	12/fev	17/fev	17/fev	100%	92,50%

Fonte: O autor (2023).

Para definição do Estoque de segurança, utilizou-se de um cálculo simplificado, calculando a média diária de consumo dos insumos, no período avaliado, e multiplicando-o pelo *lead time* dos fornecedores.

Determinou-se que o acompanhamento padrão dos níveis de estoque de insumos seria realizado através do gráfico de serra (Figura 9), verificando-se o estoque inicial (ponto de início do gráfico), as variações de estoque e o estoque de segurança .

Pela estratégia da empresa não foi utilizado a avaliação de demanda para determinação do estoque de segurança, ao invés disso foi aplicado uma escala de visualização da curva ABC (Tabela 2) dos SKU, considerado-se um limiar de variação de

produção dos produtos de nível “A”, de maior impacto na organização.

Figura 9 - Gráfico de Serra para o insumo x



Fonte: o Autor (2023).

Tabela 2 - Tabela ABC

SKU	Valor de Venda Total (R\$)	Margem	Margem Acumulada	Classificação
P1	X	22,31%	22,31%	A
P2	X	12,76%	35,06%	A
P3	X	12,43%	47,49%	A
P4	X	11,10%	58,59%	A
P5	X	10,64%	69,23%	A
P6	X	9,35%	78,58%	A
P7	X	3,34%	81,92%	B
P8	X	2,11%	84,03%	B
P18	X	0,88%	95,83%	B
P19	X	0,83%	96,66%	C
P20	X	0,80%	97,46%	C
P25	X	0,22%	99,28%	C
P30	X	0,05%	100,00%	C

Fonte: O autor (2023).

Dessa forma, todos os parâmetros de entrada necessários foram definidos e é possível passar à próxima etapa do processo de implantação: Elaboração das ferramentas de base.

4.2. ELABORAÇÃO DAS FERRAMENTAS BASE

Nesta etapa do processo de implantação do MRP, são construídos o Plano Mestre de Produção, a Lista de Materiais e o Controle de estoque.

4.2.1. Plano Mestre de Produção

Para a construção do Plano Mestre de Produção (PMP), faz-se necessária a definição prévia dos parâmetros estratégicos: Demanda, Capacidade Produtiva, e Estratégia de Estoque (estoque de segurança, estoque máximo e *lead-time*) definidos na etapa anterior. Todos os parâmetros estratégicos são utilizados na definição da necessidade de insumos e de produção diária para cada produto (Figura 10).

Figura 10 - Plano Mestre de Produção

	Estoque	Lead-Time	Demanda	Capacidade	Bom	Comprar	Segurança	01	02	03	04	05	06	07
								##	##	##	##	##	##	##
P1								##	##	##	##	##	##	##
P2								##	##	##	##	##	##	##
P3								##	##	##	##	##	##	##
P4								##	##	##	##	##	##	##
P5								##	##	##	##	##	##	##
P6								##	##	##	##	##	##	##
P7								##	##	##	##	##	##	##
P8								##	##	##	##	##	##	##
P9								##	##	##	##	##	##	##
P10								##	##	##	##	##	##	##
P11								##	##	##	##	##	##	##
P12								##	##	##	##	##	##	##
P13								##	##	##	##	##	##	##
P14								##	##	##	##	##	##	##
P15								##	##	##	##	##	##	##
P16								##	##	##	##	##	##	##
P17								##	##	##	##	##	##	##
P18								##	##	##	##	##	##	##
P19								##	##	##	##	##	##	##
...								##	##	##	##	##	##	##

Fonte: O autor (2023) (adaptado de material fornecido pela empresa).

Os parâmetros estratégicos foram tabulados em uma planilha de forma que se tem a quantidade de itens de produtos disponíveis em estoque, o *lead-time*, a demanda de cada produto e a capacidade de produção. Assim, a partir do estoque disponível e a demanda necessária, define-se a necessidade de produção de cada produto. Então, divide-se essa necessidade pela capacidade de produção do produto, estabelecendo-se a necessidade de produção diária, que será distribuída, de acordo com o *lead-time* para a entrega do produto nos dias do mês. Desta feita, é possível estabelecer as datas de produção e as datas de compra

de insumos.

Além disso, é necessário o cálculo do ponto de ressuprimento, tomando-se a demanda média diária multiplicada pela necessidade de produção em dias, acrescentando-se o lead-time.

Para facilitar o controle e gerar respostas mais rápidas (visuais) um padrão de cores, baseado no sistema Kanban, foi utilizado para facilitar o controle dos insumos (Figura 10). Dessa forma, quando um insumo possui um estoque acima do ponto de ressuprimento é marcado pela cor verde; no momento que a quantidade em estoque chega no ponto de ressuprimento é marcado com cor amarela; e quando a quantidade em estoque ultrapassa o ponto de ressuprimento, marca-se com a cor vermelha.

4.2.2. Definição da lista de materiais

A empresa possui as receitas de cada um dos seus Produtos Acabados (PA) descritas em fichas de processos (Figura 11).

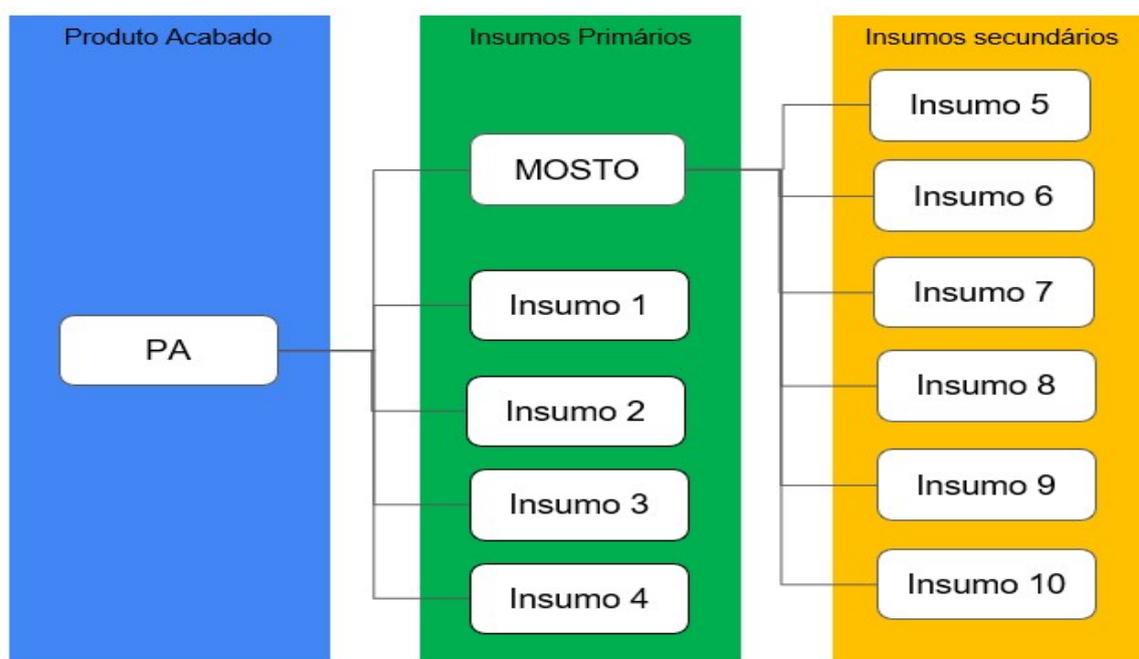
Figura 11 - Receita de produtos

FICHA DE ACOMPANHAMENTO E RECEITA - X							LOTE:	DATA:					
RESPONSÁVEL:							RESPONSÁVEL:						
MOAGEM		Rolos Primários:		Rolos Secundários:			RENDIMENTO MOSTURA						
Produto 1 - x kg		Produto 5 - x kg		Produto 8 - x kg		Extração máxima:	Mostura:	PERDAS (L °B)					
Produto 2 - x kg		Produto 6 - x kg		Produto 9 - x kg		Extração obtida:	Lauter:	Lauter Residual:					
Produto 3 - x kg		Produto 7 - x kg		Produto 10 - x kg		Rendimento final:	Fervura:	Fervura Residual:					
Produto 4 - x kg								Perda Total:					
RESPONSÁVEL:							RESPONSÁVEL:						
MOSTURA							CLARIFICAÇÃO						
Processos	Horário		Tempo	Temp.	PH	Iodo/°B	Ação	Processos	Horário	Tempo	Água	Temp.	Volume Extrato
	Início	Fim											
Arreio:								Transferência					
Repouso de:								Repouso					
Aquecer até:								Recirculação					
Repouso de:								Mosto Primário					
Aquecer até:								1ª água - FLY					
Repouso de:								2ª água - BATCH					
Tempo total								Água residual:		Bagaço residual:			
OBS:	Água e Químicos						OBS:	Químicos					
RESPONSÁVEL:							RESPONSÁVEL:						
FERVURA							RESFRIAMENTO = γ °C		LEVEDURA				
Processos	Horário		Tempo	Volume	pH	Conc.	Processos	Horário		Tipo	Quantidade	REUSO	Tipo
	Início	Fim						Min	L				
Clarificação							Transferência						
Aquecimento							Tanque						
Fervura							Volume (L)						
Whirlpool							Observação do resfriamento						
Repouso													
Tempo Total													
Lupulagem	Produto 11												
Quantidade													
Adição													
Horário													

Fonte: O autor (20223) (adaptado de material fornecido pela empresa).

A partir dessas fichas, os insumos foram representados através da metodologia de Árvore de Estrutura de Produto. Trata-se de uma forma hierárquica de representação dos dados (Filho e Marçola, 1996). Tal ferramenta permite que se especifique as necessidades de insumos de cada produto acabado. Conseqüentemente, é possível identificar todos os insumos utilizados dentro do processo de produção para cada Produto Acabado (PA) de forma rápida e visual. Na figura 12, pode-se ver um exemplo de Árvore de Estrutura de Produto aplicada a um PA da organização com todos os insumos necessários à produção do sub-produto Mosto (especificamente insumos de 5 a 10), dentre outros insumos diretamente relacionados ao PA (insumos de 1 a 4).

Figura 12 - Exemplo de Árvore de Insumos



Fonte: O autor (2023)

Os insumos modelados como folhas, na árvore hierárquica, compõem a lista de materiais para a produção do PA.

4.2.3. Registro de Estoque

Para se ter o registro do estoque é necessário especificar precisamente a quantidade de insumos, de insumos em processo e de produtos acabados, de forma a ser possível o registro das entradas, o monitoramento dos consumos e perdas no processo, bem como as saídas dos

produtos acabados.

Dada a possível complexidade de controle no registro de estoque, o apoio de um sistema ERP é fundamental. Assim, a partir da implementação de um novo sistema ERP na indústria estudada, foi possível estabelecer o registro de estoque, melhorando-se o controle existente.

Todas as movimentações de entrada e saída passaram a ser realizadas e controladas através dos registros de Notas Fiscais, possibilitando o controle do estoque de insumos e de produtos acabados. Para garantir o controle do estoque em processo, todas as movimentações foram registradas através da emissão de ordem de produção, onde são especificados os insumos primários. Esses dados são visualizados através do relatório de controle (Figura 13), onde se tem as movimentações ocorridas com os insumos. Esse registro é uma das três bases de entrada do MRP.

Figura 13 - Relatório de Movimentação

ARMAZÉM: 64 - ESTOQUE CD LOGÍSTICA													
DATA/HORA	USUÁRIO	DOC	MOTIVO	OBSERVAÇÃO	ENTRADA			SAÍDA			SALDO		
					QUANTIDADE	VALOR		QUANTIDADE	VALOR		QUANTIDADE	VALOR MÉDIO	
						Unit. R\$	Total. R\$		Unit. R\$	Total. R\$		Unit. R\$	Total. R\$
-	-	-	SALDO INICIAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
05/04/2023 11:51:27	-	767	INVENTÁRIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
05/04/2023 11:51:27	-	767	INVENTÁRIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
06/04/2023 16:42:54	-	5462	ORDEN DE PRODUÇÃO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
06/04/2023 16:45:11	-	5464	ORDEN DE PRODUÇÃO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12/04/2023 15:32:26	-	778	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12/04/2023 15:32:26	-	778	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12/04/2023 15:35:20	-	29824	NOTA DE COMPRA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL DE REGISTROS ARMAZÉM (64 - ESTOQUE CD LOGÍSTICA): 7					-	-	-	-	-	-	-	-	

Fonte: O autor (20223) (adaptado de material fornecido pela empresa).

4.3. INTEGRAÇÃO DO MODELO MRP AO ERP

Para a conclusão do processo de implementação do modelo MRP, estabelecido anteriormente, faz-se necessário a integração de todos os processos do MRP ao ERP existente na indústria.

Dessa forma, no caso estudado, ao avaliar os custos para implementação do módulo MRP, foi verificado a impossibilidade de realização da integração devido aos altos custos atrelados ao processo. Assim, foi definido pela alta gerência que a aplicação do modelo MRP seria através da ferramenta excel.

4.4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS ALCANÇADOS

Tendo-se em vista o objetivo geral do trabalho de se reunir evidências quanto às ações realizadas para a implantação do Planejamento de Necessidades de Materias, numa indústria cervejeira de pequeno porte, na região metropolitana do Recife, nesta seção discute-se o que se encontra em funcionamento. Destacando-se que alguns detalhes não podem ser mencionados em função da necessidade de sigilo dos dados da organização.

- Quanto ao registro de estoque, destaca-se que a empresa já possuía um modelo para o registro de estoque em função de possuir o sistema ERP implantado. Em função da implantação do MRP, toda a estrutura de registro de estoque foi revisada. Com isso, verificou-se que algumas falhas de registro de estoque ainda ocorriam. O baixo controle de perdas durante o processo produtivo é uma delas, o que gerava impacto negativo no controle e falhas subsequentes na cadeia produtiva. Para mitigar esse problema, foi sugerido à organização realizar inventários periódicos de todos os insumos consumidos. Assim, todos os insumos que são utilizados durante o processo, dentro da semana, são contados e identificados para prevenir falhas no controle do estoque.

- Quanto ao plano mestre de produção, antes do processo proposto era inexistente. Assim, foram estabelecidas as estratégias de estoque, como parâmetros de estoque máximo e de segurança; foram definidas metodologias de cálculos estatísticos de demanda; levantou-se a capacidade de produção da indústria, em cada uma de suas etapas; e, foi definido o método de planejamento de produção através do Plano Mestre de Produção. Além disso, foi determinado um padrão para acompanhamento de registro do *lead-time* de fornecedores, para garantir melhor acompanhamento das datas de compras e planejamento de produção mais assertivos. Com esse processo, conseguiu-se observar, ainda sem dados efetivos, a redução nas paradas de produção por falta de insumos.

- Quanto à lista de materiais, antes a indústria possuía o registro individual das receitas para cada produto. Após a implementação do MRP, foram desenvolvidos registros compilando todos os insumos da produção. Todas as receitas foram revisadas e registradas,

garantindo menor variação entre lotes. Além disso, foi desenvolvido uma classificação dos insumos através da curva ABC, destacando os insumos principais e, portanto, aqueles que devem ser focados durante os processos de inventário e que devem ser frutos de novas aquisições.

De forma geral, foi possível a aplicação do modelo MRP dentro do atual contexto da organização, integrando-se todas as informações levantadas ainda através de ferramentas excel. Com o modelo implantado é possível a geração de ordens de produção, para a determinação de qual e quanto de cada item será produzido; a geração de ordens de compras, estabelecendo-se quando cada um dos insumos devem ser comprados; e; o controle dos estoques, visualizando-se e prevendo-se todas as entradas e saídas de insumos e produtos acabados.

Um dos pontos que a implementação do sistema levantou foi a fragilidade e o impacto na previsão da demanda atual da organização estudada. A organização não possuía os registros analisados e nem um estudo mais aprofundado para levantamento dos mesmos. Com isso, gerava-se impacto em toda a cadeia, tendo em vista o tempo de processo para elaboração e liberação dos produtos, sem contar com o lead time dos fornecedores, que leva em média cerca de 20 dias. Esse tempo era elevado para que a organização pudesse responder a demandas do mercado.

Outro ponto de melhoria com a implantação do MRP foi a definição da capacidade produtiva da planta. Com a aplicação do estudo foi possível realmente mensurar qual o limite e gargalo produtivo do processo industrial, sendo possível realizar estudos mais aprofundados e pensar em ações de melhorias para o futuro. A partir da informação sobre a capacidade produtiva é possível que a estratégia da organização seja modificada, vendo-se possibilidades de capitalização para aumentar o parque fabril ou desmonetização de partes do processo que não se adequam ao restante.

Ao final, pode-se visualizar grande avanço no desenvolvimento de modelos de gestão e ferramentas na empresa no âmbito da organização, que antes era deficitária. Espera-se que através da utilização desse modelo se possa alcançar uma redução do índice de ruptura de produtos para atendimento da demanda e um melhor investimento de capital em estoque. Dessa forma, tornar mais eficiente o processo de tomada de decisão da equipe de PCP da indústria estudada.

5. CONCLUSÃO

A aplicação do MRP (do inglês, Material Requirements Planning, ou Planejamento de Necessidades de Materiais) em indústrias tem se mostrado uma estratégia eficiente para aprimorar a gestão da cadeia de suprimentos e reduzir os custos de produção.

A partir do referencial teórico e da revisão da literatura sobre a gestão de insumos da produção, pode-se constatar que a utilização do MRP traz benefícios às organizações onde se encontra implantado. Benefícios tais como a redução do tempo de produção, o aumento da eficiência na utilização dos insumos, a melhoria na gestão dos estoques e a previsão mais precisa da demanda. Isso permite uma programação mais eficiente da produção. Ademais, com o MRP é possível melhorar a comunicação e a colaboração entre a empresa e seus fornecedores, o que pode resultar em melhores preços e prazos de entrega.

Neste estudo, levantou-se não só os sistemas em uso na indústria estudada, como o ERP, na indústria cervejeira de pequeno porte, na Região Metropolitana do Recife, estudada. A partir dos dados de controle existentes e das faltas de informações determinantes no tratamento da gestão dos insumos foi possível compreender as dificuldades existentes na organização quanto ao controle, planejamento e gestão de insumos. Decidiu-se pela seleção de um modelo mais simples e de fácil utilização pela equipe de colaboradores. O modelo escolhido para ser implantado foi o MRP por se tratar de um dos modelos mais utilizados na prática industrial, desde os anos de 1970.

De forma geral, a aplicação do MRP auxiliou no desenvolvimento de processos e no estabelecimento de padrões, assim como no uso de ferramentas de gestão dentro da organização estudada.

Analisando-se a implementação do sistema e os pontos levantados foi possível determinar a importância da utilização de um sistema de gestão como o MRP, ao invés da utilização de controles incipientes baseados apenas no *know-how* dos gestores e em conhecimentos empíricos. Além de benefícios estabelecidos como: planejamento produtivo estruturado; estabelecimento de estratégias de estoque; padrão de acompanhamento de fornecedores; classificação e registro de estoques; e; implementação de inventários periódicos; pôde-se observar uma melhoria em todos os aspectos da cadeia produtiva, desde a facilidade do planejamento e tempo de resposta da operação para mudanças, até o controle e definição de estratégias para a indústria como um todo.

Pode-se notar que devido a centralização da informação de diversas áreas da indústria, originou-se a integração entre as áreas antes distanciadas e um possível início de

mudança na cultura da organização. Esses aspectos ainda não foram medidos, em função da necessidade do estabelecimento de métricas e da ausência de históricos anteriores.

5.1. LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir do referencial teórico e das pesquisas publicadas na área observou-se que o MRP pode ser aplicado em diversas situações para solucionar problemas de empresas variadas. Dessa forma tal ferramenta possui um baixo nível de inovação na sua área de atuação. As limitações do modelo MRP incluem a suposição de capacidade infinita, o que não é condizente com a realidade prática; a falta de adoção das incertezas de dados; a lógica de serem fixos o lead-time, o estoque e a demandas; e, a não visualização de possíveis falhas e problemas na linha produtiva, como quebra de maquinário e necessidade de horas extras de produção.

Como trabalhos futuros propõe-se a implementação do módulo de integração do MRP ao ERP da organização; além da definição de métricas e padrões para o estabelecimento de histórico de melhorias na gestão de insumos da organização. A partir da implantação do MRP é possível migrar para outros sistemas que tratem de quantidades maiores de dados e de ambientes de maior complexidade, tais como o *Manufacturing Resource Planning* (MRP II) ou *Demand-Drive Manufacturing Resource Planning* (DDMRP).

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Rafael Quintao de; **Gestão de Estoques: uma revisão teórica dos conceitos e características.** 2011.

ANJOS, Luana Agnes. **Análise do MRP como uma metodologia de planejamento e controle de estoque em uma indústria de bebidas de médio porte.** 2021.

ARAÚJO, Rafael Duarte; CARNEIRO, João Marcelo; DOS REIS, Thuanny Cunha; MARTINS, Raíssa Costa. **Aplicação de Ferramenta de gestão para melhoria no controle de estoque em uma indústria de bebidas.** XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção -ENEGEP, Maceió, AL. out. 2018.

BATISTA, Silvia Regina de Almeida; MARTINS, Leticia Martins de; **The opportunities of inventory reduction with kanban implementation: The case of a cleaning equipment company.** 2016.

BENTO, A. R., Tambosi, S. L. e Prus, E. M. (2013). **Utilização da Tecnologia MRP como melhoria no Planejamento da Produção em uma Indústria Automotiva.** Contribuição técnica ao 68º Congresso Anual da ABM - Internacional, jul.-ago. 2013, Belo Horizonte, MG. Brasil, 2013.

BOGATAJ, David; BOGATAJ, Marija. **NPV Approach to Material Requirements Planning Theory - a 50-year Review of These Research Achievements.** International Journal of Production Research, v..57. n. 15-16, p. 5137-153, 2019.

CHIAVENATO, Idalberto. **Iniciação ao Planejamento e Controle da Produção.** 3.ed. Barueri:Atlas, 2022.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações.** 5. ed. Barueri: Atlas, 2022.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais: uma abordagem logística.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 1993.

DINIZ P.; VIANNA, F. **MRP COMO FERRAMENTA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE ESTOQUE,** 2018. Disponível em: http://revista.oswaldocruz.br/content/pdf/edicao_17_priscila_diniz.pdf. Acesso em: 28 abr. 2023

FERNANDES, Flávio Cesar Faria; GODINHO FILHO, Moacir. **Sistemas de coordenação de ordens: revisão, classificação, funcionamento e aplicabilidade.** 2007.

FERNANDES, Henrique Rodrigues; MARIA, Robert Crozoaldo. **Melhoria no controle de estoque de materiais de manutenção, rotina e operação por meio da otimização do MRP: um estudo de caso.** Gestão da Produção em Foco, v.37, 1. ed., 2019. cap. 7, p. 65-76.

FILHO, Eduardo Vila Gonçalves; MARÇOLA, Josadak Astorino. **Uma Proposta de Modelagem da Lista de Materiais.** 1996.

GIACON, Edivaldo; MESQUITA, Marco Aurélio. **Levantamento das práticas de programação detalhada da produção: um survey na indústria paulista.** 2011.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 6. ed. SP: Atlas, 2019.

GODINHO FILHO, Moacir; CAMPANINI, Luciano; VITA, Romano Augusto S. Guerra. **A interação MRPII–CPM: estudo.** Revista Produção, São Carlos, v. 4, n. 1, p.31-43, 2004.

GONÇALVES, Marcelo Carneiro *et al.* **Aplicação de técnicas de Planejamento e Controle da Produção: uma análise comparativa sobre as técnicas de previsão de demanda.** ConBRepro, [s. l.], 2019.

JOHANMPETER, J. G., **Abordagem por processos,** Boletim de Informações Gerenciais da Justiça Federal – Ano II, n. 19, out. 2008.

KOH, S. C. L.; SAAD, S. M.; JONES, M. H.. **Uncertainty under MRP-planned manufacture,** International Journal of Production Research, 2010.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Fundamentos de Metodologia Científica.** 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LAURINDO, Fernando José Barbin; CARVALHO, Marly Monteiro de; PESSÔA, Marcelo Schneck de Paula; SHIMIZU, Tamio. **Selecting an Information Technology application through an effectiveness approach: a production planning system case study.** Gest. Prod., São Carlos, v.9, n.3, dez. 2002.

MARQUÉS-LEÓN, Maylín; MEDINA-LEÓN, Alberto; NEGRÍN-SOSA, Ernesto; NOGUEIRA-RIVERA, Dianelys; HERNÁNDEZ-NARIÑO, Arialys. **Applications of Materials Requirements Planning Systems in Matanzas's Hospitals.** Ing. Ind., [S.l.], v. 35, n. 3, p. 24-31, sep.-dic. 2014. Disponível em: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362014000300003&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 13 fev. 2023.

MARTINS, P.G.; LAUGENI, P.L., **Administração da Produção,** 2ª edição, São Paulo, Editora Saraiva, 2005.

MESQUITA, Marco Aurélio; SANTORO, Miguel Cezar. **Análise de modelos e práticas de planejamento e controle da produção na indústria farmacêutica.** 2006.

MOREIRA, D, A. **Administração da Produção e Operações.** 2. ed. São Paulo: Cengage Learning BR, 2017.

MIÑO-CASCANTE, G.; SAUMELL-FONSECA, E.; TOLEDO-BORREGO, A., Roldan-Ruenes, A.; MORENO GARCÍA, R. R. (2015). **Materials requirements planning by the MRP system.** Case Pharmaceutical Laboratory Oriente. Santiago de Cuba, Cuba. v.35, 2015.

RODRIGUES, Deiverson Alisson; SOBRINHO, George Paulo Lacerda; DE REZENDE, João Batista Martins; DA SILVA, Mateus Vinícius; SILVA, Valdilene Gonçalves Machado. **Gestão de estoque: estudo de caso aplicado em indústrias moveleiras de Carmo do Cajuru,** MG. Research, Society and Development, v. 7, n. 5, 2018.

SANTOS, E. J. P. **Método científico: uma introdução – o desafio de ser cientista.** [S.l.: s.n.], 2018.

SIQUEIRA, Rafaela. **Aplicação da curva ABC no gerenciamento de estoque em uma empresa de construção civil.** Brazilian Journal of Production Engineering, p.145-155. 2021.

SIMA, Andressa Pian; VIAPIANA; BACK, Evandro; CAON, Giane; MESSIAS, José; FASOLO, Fabricio; FASOLO; KRINDGES; Israel. **Implantação de Sistema MRP como Ferramenta para o Planejamento e Controle da Produção em Indústria. Pleiade**, v.16, n. 35, p. 61-67, abr.-jun., 2022. Disponível em: <https://pleiade.uniamerica.br/index.php/pleiade/article/view/786/871>. Acesso em: abr. 2023.

SLACK, N.; JONES, A. B.; JOHNSTON, R. **Operations Management.** 10. ed. United Kingdom, Pearson, 2022.

VELASCO ACOSTA, Angela Patricia; MASCLE, Christian; BAPTISTE, Pierre. **Applicability of Demand-Driven MRP in a complex manufacturing environment.** International Journal of Production Research, v. 58, n. 14, p. 4233-4245, 2020.

VOLLMANN, *et al.* **Sistemas de Planejamento e Controle da Produção para o gerenciamento da Cadeia de Suprimentos.** Porto Alegre: Bookman, 2006.

TAFUR, Ana Rosa Aguirre; CALLE, Omar Ing. Rivera. **Aplicación del sistema MRP para reducir los costos de inventario en la empresa Postes del Norte S.A.** 2019. Trabalho Tesis para obtener el Título Profesional de: Ingeniera Industrial TCC, Universidad César Vallejo, Piura, Peru. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46761>. Acesso em: abr 2023.