

PROGRAMAÇÃO MRP: PROPOSTA DE AUTOMATIZAÇÃO DO PROCESSO DE REPOSIÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA NO ESTOQUE DE UMA EMPRESA DO RAMO ALIMENTÍCIO NO OESTE CATARINENSE¹

Pedro Henrique Rossetto Bordignon²

Stefan Antônio Bueno³

Vivian Soares⁴

RESUMO

Este artigo aborda conceitos de gestão de estoque, análise de indicadores e automatização de procedimentos para a gestão de estoque, através da utilização do ERP em uma empresa alimentícia no oeste catarinense. Para o desenvolvimento deste estudo foram analisados parâmetros atuais do estoque, sendo dados importantes para a implantação de um processo automatizado de reposição do amido de milho. A situação atual demonstrou que a empresa objeto deste estudo possui um controle de estoque do amido de milho que se baseia na experiência supervisor de área, o que mostra a fragilidade do processo. Com base na situação atual, foram desenvolvidas equações que servirão de base para parametrização do sistema MRP da empresa, desta forma, automatizando o processo de reposição de matéria prima. Como resultado, a análise dos indicadores permitiu uma redução do nível médio de material estocado de 73%, do estoque máximo da empresa em 64%, um aumento da rotatividade do estoque de 321% e uma redução da cobertura do estoque de 74,1%.

Palavras-chave: Gestão de estoque. Programação MRP, Otimização de armazenagem.

1 INTRODUÇÃO

A busca pela evolução dos processos produtivos está em franca ascensão, sejam em ganhos de produtividade, otimização dos processos ou otimização dos recursos operacionais e financeiros. A cultura organizacional de cada empresa precisa seguir essa linha de evolução, tal situação passa diretamente pela influência e comprometimento dos gestores, evidenciando que o enfoque dos mesmos deve ser em gerir, e não em operacionalizar atividades.

Slack (2009) afirma que as instituições estão tomando as decisões estratégicas voltadas cada vez mais a viabilizar os processos de gestão, através da automatização dos processos operacionais. Neste sentido em sua última atualização APICS (2020) descreve a utilização dos sistemas *Enterprise Resource Planning* (ERP) como uma estrutura para o planejamento dos recursos de uma instituição, sendo eles estratégicos ou para sua execução.

¹ Artigo Científico apresentado como requisito para obtenção do título de Engenheiro de Produção.

² UCEFF Faculdades. Acadêmico do Curso de Engenharia de Produção. E-mail ph_henrique297@hotmail.com.

³ UCEFF Faculdades. Mestre em Tecnologia e Gestão da inovação. E-mail: stefan.bueno@uceff.edu.br.

⁴ Docente da UCEFF. E-mail: vivian@uceff.edu.br.

De forma eficiente, através do compartilhamento de informações e análise de dados, viabilizando automatizar processos e realizando operações de forma eficiente.

A empresa em estudo vem enfrentando problemas nos altos valores destinados aos estoques de matéria prima, em especial ao amido de milho, o alto valor investido no estoque do amido se reflete também no número de posições que é destinado exclusivamente para a armazenagem deste item, desta forma impactando na armazenagem dos demais itens, visto que a empresa possuiu mais de 700 produtos em estoque de matéria prima.

O processo de reposição deste item, depende exclusivamente, da decisão e operacionalização dos pedidos pelos gestores, desta forma cabe aos gestores semanalmente analisar a demanda estimada para um determinado período, juntamente com a quantidade em estoque, assim definir se deve ou não ser realizada uma ordem de compra para a reposição do item. Desta forma o processo tornasse muito dependente dos gestores para ser realizado, impedindo que possam destinar atenção a atividades de melhoria nos processos.

Visando minimizar os problemas apontados torna-se necessário a aplicação de ferramentas como estudo de demanda que, de acordo com Bose et al. (2017) a ferramenta de estudo de demanda é a chave para uma boa gestão da empresa, pois minimiza os riscos relacionados falta de matéria prima ou ainda, reduzindo custos relacionados a estocagem de insumos em excesso, tendo assim um inventário ajustado com a realidade de consumo da empresa.

Outra ferramenta que permite minimizar os problemas apontados é definir o ponto de pedido, segundo Peinado (2007) não se trata do tempo entre o recebimento do pedido e seu processamento até a entrega, esta autorização para a reposição acontece no momento que o estoque fica em um nível abaixo do nível estabelecido para a reposição do item.

Dias (2010) afirma que ao chegar em um nível determinado de estoque é necessário a realização de uma nova compra para reposição, levando em consideração o estoque mínimo, tempo de reposição dos materiais em estoque, lote mínimo de compra.

Muitos estudos são desenvolvidos tendo como base as ferramentas apresentadas, a eficácia das mesmas pode ser comprovada através de alguns estudos. Tendo por objetivo entender e descrever as dificuldades dos colaboradores na implantação de um sistema ERP, bem como identificar os ganhos de controle de dados, caso da indústria metalúrgica, fabricante de equipamentos para o setor de avicultura localizada no centro oeste paulista. Os principais resultados encontrados com a pesquisa foram as melhorias significativas no fluxo

de processos, com maior controle dos dados, integrando-os com base nos registros de movimentações.

Pacheco (2017) propõe para a política de estoque um novo procedimento para realização da compra com base no ponto de pedido de cada item, tendo um controle dinâmico do estoque através de uma revisão contínua dos dados que alimentam a operação. Os resultados obtidos com o estudo informam uma redução no efeito chicote, tendo melhoria de 50% nos índices de ruptura do estoque além de redução na variabilidade dos lotes e maior estabilidade no estoque comparado ao sistema anterior.

Perante a eficácia das ferramentas que serão aplicadas neste estudo, o mesmo tem por objetivo geral desenvolver proposta de automatização do processo de reposição de matéria prima pelo PCP no estoque de uma empresa no ramo alimentício no oeste catarinense. Para o alcance deste objetivo será definido os seguintes objetivos específicos: (i) Realizar previsão de tendência da utilização do amido, (ii) Definir o nível de flutuação do estoque do item estudado; (iii) Definir as equações a serem utilizadas pelo ERP para definição da compra; e (iv) Apresentar proposta de automatização via *Manufacturing resource planing* (MRP) da empresa, objeto deste estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO

Para Reis e Neto (2018) visando destacar-se perante a concorrência, as empresas precisam acompanhar a evolução tecnológica de mercado, promovendo adequações e melhorias nos seus processos. Neste sentido, Santos (2015) descreve o planejamento e controle de produção (PCP), como uma ferramenta que influencia diretamente na eficiência dos processos produtivos como um todo. Complementa afirmando que o PCP é essencial para gerar eficácia nos processos através do planejamento, monitoramento e o controle.

Relacionado ao PCP, existem fatores que devem ser analisados para o cumprimento dos objetivos traçados para o desempenho da instituição, relacionados a estrutura organizacional, criação de um fluxo de informações e produção além da classificação do sistema produtivo (TUBINO, 2009).

2.1.1 Previsão De Demanda

Uma importante função desenvolvida no planejamento e controle de produção é a previsão de demanda, pois trata-se de uma variável que fornece informações para o planejamento em todos os níveis da organização (TUBINO, 2009).

A importância da previsão de demanda se dá pela circunstância de que é possível identificar o que comprar para a reposição de um estoque, assim como quanto se deve comprar, afetando assim os prazos de entrega de produtos (GIANESI; BIAZZI 2011).

Para Martins (2006) a busca por informações históricas da empresa e do cenário sócio econômico que o mercado e a instituição estão inseridos é fundamental, pois possibilita uma previsão mais assertiva. Complementa ainda afirmando que a previsão de demanda é o ponto inicial do planejamento estratégico, na alocação de investimentos, no planejamento do fluxo de caixa assim como no planejamento da produção, método este que é utilizado com maior frequência por empresas cujo objetivo é produzir bens de consumo.

Para Gasnier et al. (2018) a reposição dos produtos deve seguir o planejamento realizado pelo PCP, baseado na previsão de demanda, desta forma contribuindo para a maior fluidez dos estoques, otimização dos recursos, melhor entrega ao cliente, tendo assim uma vantagem competitiva.

A previsão de demanda além de ser um dos principais desafios para uma boa gestão de estoques é de muita importância, pois tornasse a chave para uma melhor gestão da empresa, diminuindo riscos, sendo eles relacionados a falta de itens no estoque ou com custos elevado na compra de itens para reposição. Além de permitir através de uma análise dos dados tem um entendimento do fluxo dos itens no estoque, desta forma possibilitando visualizar oportunidades de melhoria (BOSE et al., 2017).

2.2 DEFINIÇÃO E OBJETIVO DO ESTOQUE

Define-se por um bem físico que independentemente da quantidade, é armazenado de modo improdutivo, sem gerar valor no produto armazenado, este armazenamento pode acontecer tanto no intervalo entre um processo e outro, quanto antes de iniciar a produção e após o fim do processo produtivo (PAOLESCH, 2014).

Para Provin; Sellitto (2011) todas as organizações fazem uso de um espaço para a armazenar insumos, sendo empresas prestadoras de serviço ou indústrias, desta forma, todas possuem estoques. Como a velocidade com que o material chega a empresa não é a mesma

em que ele é processado, o estoque age como um instrumento de regulação do fluxo de materiais.

Segundo Gasnier et al. (2018), os volumes de um estoque podem ser oriundos de uma incerteza vivida pela empresa, desta forma o nível do estoque pode acabar sendo uma vantagem competitiva pela capacidade de estocagem ou uma desvantagem competitiva pelo valor investido em estoque ser muito elevado. Complementa afirmando que pode ser utilizado como uma reserva para uma possível variação de demanda não prevista pelo PCP.

2.2.1 Gestão De Estoque

A gestão de estoques constitui-se por uma série de ações cujo objetivos possibilitam aos administradores verificar a utilização dos estoques, seja no sentido de utilização, localização, transporte e locação (MARTINS, 2006).

Nogueira (2012) afirma ser muito difícil prever com exatidão a demanda de um item em um determinado período, assim tornando necessário manter o item em um determinado nível no estoque, visando assegurar a disponibilidade do item quando solicitado. Porém alerta que os estoques absorvem capital da empresa que poderia estar sendo aplicado em outros investimentos. Manter um alto nível de rotatividade no estoque libera os valores em estoque. Conclui enfatizando a necessidade de se utilizar uma política de gestão dos estoques adequada, para que não ocorra excesso nem falta de insumos.

2.3 NÍVEL DE FLUTUAÇÃO DE ESTOQUE

2.3.1 Estoque mínimo

Para Dias (2010) o estoque mínimo ou estoque de segurança indica o risco que a empresa está determinada a correr, considerando eventuais problemas, sendo eles atraso e ou indisponibilidades do estoque solicitado que poderão acarretar na falta de itens no estoque.

Este estoque é visto como um volume parado, tanto físico quanto financeiro, sendo utilizado somente em casos de extrema necessidade. Desta forma faz-se necessário entender o tempo de reposição, que é considerado baseado no intervalo entre a identificação da reposição do item no estoque, até sua entrega pelo fornecedor ou sua produção (DIAS, 2010). O estoque

mínimo pode ser definido de diversas maneiras, sendo possível até atribuir um valor arbitrário, ou pode ser calculado através da Equação 1 (MACHADO, 2013).

$$\text{Estoque mínimo} = \text{E.md} * \text{K} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

E.md= Estoque médio mensal

K= Fator de segurança

Segundo Marin e Bueno (2019) o coeficiente K é um fator de segurança que é utilizado como uma forma de prevenção contra falhas nas entregas ou alguma demanda não prevista, podemos utilizar a Equação 1 para comparar valores para poder atender o mercado com um grau maior ou menor de atendimento ao cliente conforme nos mostra na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores do coeficiente K.

Risco %	K	Risco %	K	Risco %	K
52	0,102	80	0,842	90,0	1,282
55	0,126	85	1,036	95,0	1,645
60	0,253	86	1,085	97,0	1,960
65	0,385	87	1,134	97,5	2,082
70	0,524	88	1,159	98,0	2,326
75	0,674	88	1,184	99,5	2,576
78	0,775	89	1,233	99,9	3,090

Fonte: Adaptado Marin e Bueno (2019).

2.3.2 Estoque Médio

Trata-se de uma métrica apurada a partir do volume de um ou mais item no estoque, em um período específico, sendo diário, semanal, mensal ou anual. O volume do estoque médio deriva do estoque máximo e do estoque mínimo. O volume do estoque médio depende sempre destes dois valores e tende a variar do intervalo entre ambos (DIAS, 2010).

Szabo (2015) indica que o cálculo pode ser realizado utilizando um valor real do estoque em um determinado período, através de uma fórmula simples de média, demonstrada na Equação 2.

$$\text{Estoque Médio} = (\text{E.mn} + (\text{E.mx}/2)) \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

E.mn= Estoque mínimo

E.mx= Estoque máximo

2.3.3 Estoque Máximo

Para Hara (2012) o estoque máximo definisse pelo alcance máximo de capacidade de armazenagem de um item ou de um conjunto de itens, seja essa capacidade pretendida ou armazenada, para definir o estoque máximo deve-se realizar a soma do estoque mínimo ou estoque de segurança com o lote de reposição ou lote de compra como indicado na Equação 3.

$$\text{Estoque máximo} = (\text{E.mn} + \text{LR}) \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

E.mn= Estoque mínimo

LR= Lote de Reposição

2.4 ENTERPRISE RESOURCE PLANNING (ERP)

Embora seja de complexa implantação, a utilização de um sistema ERP traz maior e melhor controle dos processos e atividades, de forma que irá integrar os diversos setores da empresa, gerando redução de custos além do compartilhamento e acesso a informações em tempo real, possibilitado ainda a integração da cadeia de suprimentos (GIORGIA; SANTOS, 2015).

Giorgia; Santos (2015) salientam também que o planejamento de ERP deve ser compatível com a composição organizacional existente, levando em consideração a capacidade dos colaboradores em manejar o sistema.

2.4.1 Material Requierement Planning (MRP)

O MRP trata-se de um *software* que transforma a demanda de um produto em materiais a serem usados, desta forma entendendo a quantidade a ser consumida de um item para suprir a demanda. No processo de reposição de um item esse sistema entende a quantidade de itens a serem adquiridos para suprir a demanda. Este sistema quando criado teve por objetivo ajudar a controlar o estoque apoiando as funções de planejamento (CAMPOS, 2021).

Campos (2018) complementa que o sistema depende da definição de rotinas em que a alimentação do *software* seja extremamente correta e constante tendo assim maior efetividade do sistema na realização das atividades.

2.5 GIRO DE ESTOQUE

Szabo (2015) a rotatividade ou giro de estoque é um método de controle e indicador de desempenho do estoque. De forma direta demonstra quantas vezes o estoque foi renovado em um período de tempo, sendo assim, quantas vezes a totalidade do material estocado foi vendido ou processado pela empresa, desta forma dando espaço a um novo lote.

Na mesma linha de raciocínio Pozo (2009) descreve o giro de estoque como uma forma de indicar a movimentação do estoque em um período, assim como o valor investido e volume de material.

Ainda segundo Szabo (2015) define que o giro de estoque pode ser calculado através da Equação 4.

$$\text{Giro de estoque} = \text{C.mm/E.md} \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

C.mm= Consumo médio mensal

E.md= Estoque médio

2.6 COBERTURA DE ESTOQUE

A cobertura de estoque trata-se do tempo em que o estoque é capaz de suprimir a demanda de produção do item, baseado na quantidade de item que há no estoque em relação a demanda ou consumo médio do item, assim encontra-se o tempo em que o estoque será capaz de suprir cobrir a produção (Martins, 2006). A cobertura de estoque pode ser calculada de acordo com a Equação 5.

$$\text{Cobertura de estoque} = \text{E.md/C.md} \quad \text{Equação 5}$$

Onde:

E.md= Estoque médio

C.md= Consumo médio diário

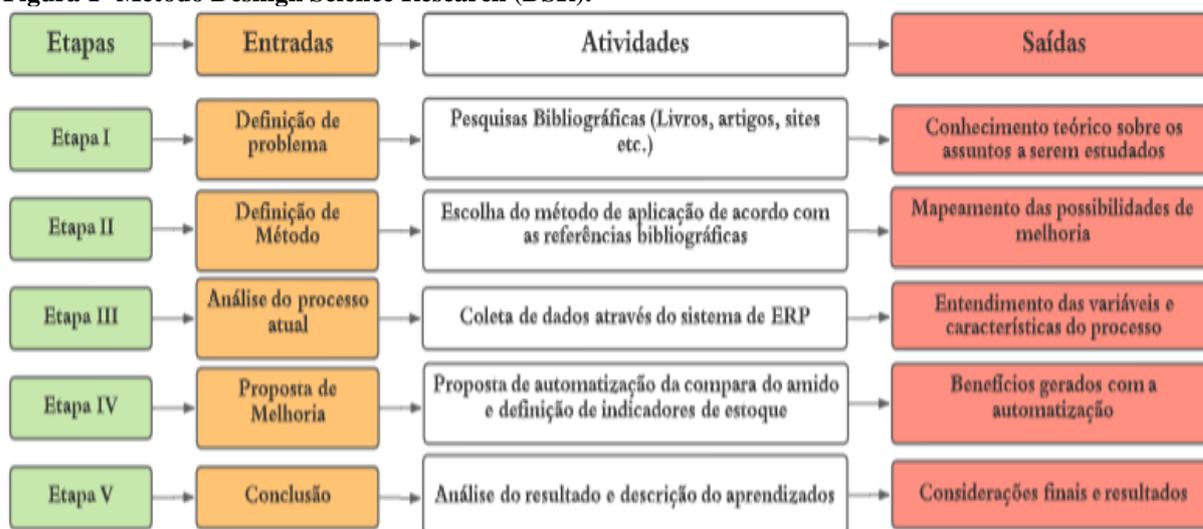
3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo ocorreu em uma empresa alimentícia localizada no oeste do estado de Santa Catarina na cidade de Chapecó, no período de 1 de agosto a 24 novembro de 2021, tendo como objetivo desenvolver proposta de automatização do processo de reposição do amido de milho no estoque. O estudo foi realizado baseado no amido devido alta taxa de utilização do item tanto com matéria prima quanto produto acabado, além de ser um dos itens que na situação atual tem maior volume no estoque. Utilizando conceitos de gestão de estoque, histórico de consumo para guiar o estudo, ferramentas como previsão de demanda, *lead time* de reposição foi possível entender o atual processo de reposição e propor melhorias na gestão do estoque permitindo otimizar o processo de armazenagem do amido bem como redução de custo.

Para o desenvolvimento do procedimento metodológico deste estudo utilizou-se do método *Design Science Research* (DSR), desta forma dividindo a pesquisa em cinco etapas, como demonstrado na Figura 1.

O DSR permite o desenvolvimento de pesquisas em diversas áreas, não se restringe apenas ao entendimento do problema, mas sim em sua possível solução. Trata-se de um método que visa em sua essência a solução do problema embasado em um rigoroso sistema de aplicação de artefatos. Possui abordagem de duplo objetivo: (1) desenvolver o artefato objetivando a resolução de um problema de cunho pratico em uma situação especifica (2) proporcionar a geração de conhecimento técnico e científico (YIN, 2015).

Figura 1- Método Design Science Research (DSR).



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A primeira etapa do estudo consiste em definir a questão problema e os objetivos. Para isso foram realizadas pesquisas bibliográficas em artigos científicos e livros proporcionando ao estudo embasamento teórico sobre a temática de gestão de estoque através do ERP, viabilizando assim a definição das ferramentas que apresentam maior aplicabilidade em relação aos impactos positivos nos resultados do estudo.

Na segunda etapa realizou-se a análise das ferramentas definidas na etapa anterior, o estudo de demanda, definição de ponto de pedido, identificação do *lead time* de reposição, viabilizaram o entendimento das principais variáveis do processo de reposição do amido, tornando visível identificar os pontos de melhoria e norteando a forma como cada melhoria pode ser proposta.

Com base na revisão bibliográfica analisou-se o processo atual e foram definidos as ferramentas e os métodos para o mapeamento das possibilidades de melhoria. O entendimento sobre o processo atual foi gerado através de conversas com os colaboradores envolvidos no processo, tanto gestores quanto os analistas, cujo possuem muita vivencia sobre o assunto, realizou-se também análise dos dados armazenados no sistema sobre os indicadores do processo de reposição do amido, tais como tempo de reposição, capacidade de armazenagem, histórico de consumo.

A análise dos níveis de estoque bem como histórico de movimentação realizou-se com base no *software* Microsoft Excel 2016, baseado nos dados coletados no sistema Totvs Protheus da empresa. Utilizando como base para os cálculos as equações 1, 2 ,3 ,4 e 5 apresentadas na revisão bibliográfica. Com base nos dados coletados, a situação proposta foi

desenvolver uma rotina de compra para o sistema (MRP), bem como definir as equações que o sistema (ERP) irá utilizar para rodar a rotina de compra.

Na quinta etapa dedicou-se a analisar de forma comparativa os resultados da pesquisa, com base nos resultados obtidos na utilização das equações que definem os parâmetros da situação proposta, decorrentes da aplicação das ferramentas e métodos, assim como a influência positiva que a proposta de melhoria pode exercer no processo estudado.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 SITUAÇÃO ATUAL

No atual processo de reposição do amido de milho é evidenciada a dependência que o processo tem em relação a experiência do colaborador para realizar um planejamento de compra. Para edificação de melhorias faz-se necessário o entendimento do atual processo de reposição bem como suas características que o envolvem. O item em estudo possuiu alta taxa de consumo mensal, sendo utilizado como matéria prima para muitos itens e também como produto acabado.

4.1.1 Histórico de consumo

Para gerar entendimento sobre o consumo do amido de milho, analisou-se o histórico de consumo dos 3 últimos anos, como demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Histórico de consumo últimos 4 anos.

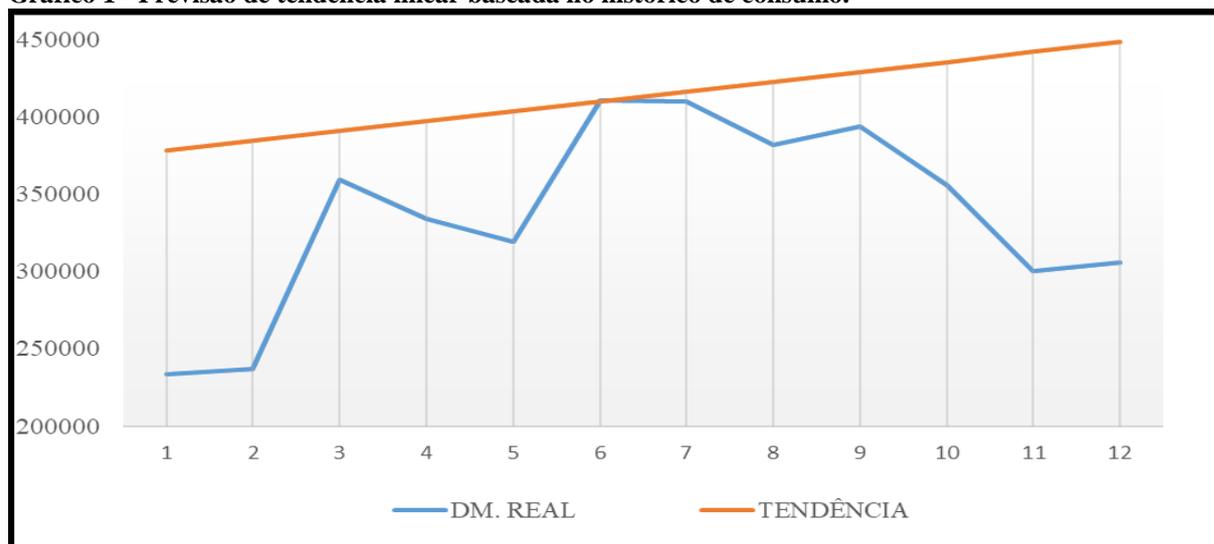
	2018	2019	2020	2021	Média de consumo
Janeiro	199.983	190.538	234.103	274.446	224.767
Fevereiro	191.232	195.510	236.957	222.344	207.900
Março	225.589	527.265	359.708	322.354	358.729
Abril	275.968	309.158	334.464	300.615	305.051
Maio	258.899	277.480	319.304	327.596	295.820
Junho	330.406	284.013	410.810	366.962	348.048
Julho	311.323	342.866	410.383	340.000	351.143
Agosto	377.951	334.153	381.961	363.000	364.266
Setembro	307.770	350.512	394.056	387.484	359.955
Outubro	364.102	310.929	355.664		343.565
Novembro	257.356	246.083	300.404		267.948
Dezembro	249.603	323.181	306.094		292.959
Média mensal anual	279.182	307.641	336.992	322.756	310.013

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Baseado nos dados da Tabela 02, é possível verificar que a média de consumo mensal do amido de milho é de 310.013 kg. No entanto, nos meses de junho a setembro de todos os anos analisados, o consumo se desvia da média padrão que é de 310.013 kg, tendo aumento do consumo em 13%. Identifica-se também que em algum momento o valor consumido é muito superior à média geral de consumo, isso ocorre em decorrência de fatores externos, como greve dos caminhoneiros em março de 2019 e a fase inicial da pandemia de covid-19.

Após análise do histórico de consumo, a previsão de tendência com base nos dados da Tabela 2 foi realizada e é apresentada através do Gráfico 1. Os dados apresentados no gráfico são referentes aos dados do ano de 2020. De modo geral observou-se o crescimento do consumo para os próximos anos através do cálculo de previsão de tendência.

Gráfico 1 - Previsão de tendência linear baseada no histórico de consumo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Como pode ser visto no Gráfico 1, a tendência de consumo do amido é crescente, ao ser comparado o volume inicial de consumo demonstrado no gráfico que é de 234.103 kg com o consumo final que corresponde a 306.094 kg, indicando assim uma tendência positiva de 24,4%, evidenciando a necessidade de definição de uma política eficiente de controle do estoque. Este cálculo utiliza a demanda real do histórico de consumo para indicar o sentido dos volumes de consumo do item, além desta ferramenta é possível identificar o crescimento através da Tabela 1 em que a média de consumo do ano de 2020 é maior que a de 2018, primeiro ano analisado.

4.1.2 Procedimentos atuais do processo de reposição do amido de milho

Os itens seguem um fluxo de operações quando recebidos pela empresa, esse fluxo inicia-se com a retirada de uma amostra do lote para a qualidade avaliar a conformidade em relação aos parâmetros exigidos, este item é alocado no estoque de qualidade cujo código de identificação do estoque é (80). Após a análise da qualidade, o item estando conforme com os parâmetros é transferido para o código (90). É neste momento que o material recebido fica disponível para utilização da produção (02). Esse processo todo de recebimento até a disponibilidade do estoque leva em torno de 24 horas, considerando que a equipe responsável pelas mudanças no sistema, opera apenas em um turno durante o horário comercial. Após estas etapas o produto está liberado para produção, Figura 2.

Figura 2 – Fluxograma do processo de recebimento e utilização do amido.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O amido de milho tem espaço determinado no estoque para sua armazenagem, sendo em um sistema de *drive in*, composto por 6 filas, de três níveis de elevação e 8 de profundidade, como apresentado na Figura 3. A capacidade de armazenagem atual do amido de milho é de 144 posições, o que representa a capacidade de estocagem de 144.000 kg de amido de milho.

Torna-se importante salientar que embora o estoque máximo esteja definido em 144 posições, em alguns momentos do histórico de consumo, pode-se observar que este valor foi ultrapassado, fazendo com que a empresa faça uso de um segundo local de armazenamento para alocação do amido. Este espaço utilizado para a acomodação do amido depende da

disposição das demais posições, sendo assim cada vez que o amido excede a capacidade de armazenagem os itens excedentes são alocados em um outro pavilhão, o tempo destinado ao transporte de cada item excedente ao local adequado é de 5 minutos por palhete.

Figura 3 – Disposição do amido de milho no estoque.

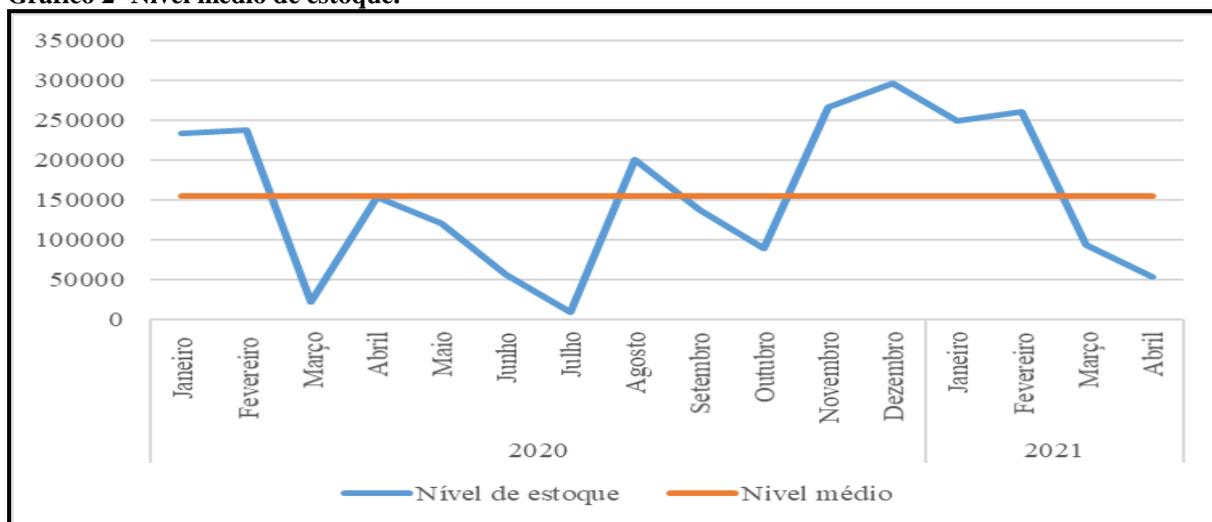


Fonte: Dados da pesquisa (2021).

4.1.3 Valor médio do estoque atual

Para calcular o nível médio de estoque atual, utilizou-se como base a posição do estoque no dia 1 de cada mês. Como base para realização do cálculo foi utilizado os dados do estoque 90 e 02, pois é o que pode ser processado, os níveis de ocupação do estoque estão demonstrados no Gráfico 2.

Gráfico 2- Nível médio de estoque.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Com base nos dados do Gráfico 2, o nível médio de estoque encontrado foi de 154.667 kg, o que totaliza 155 posições no estoque. Diante disto é possível afirmar que o nível médio de estoque excede a capacidade atual de armazenagem do amido em 8%, excedendo em média 10 posições do estoque, devido ao atual estoque trabalhar com um alto nível de ocupação, esta situação resulta na utilização de um espaço secundário, como já visto no item 4.1.2, que incorre em custos com movimentação de materiais, gastos com utilização de outros espaços para a alocação dos itens e transtornos na organização do espaço, visto que em momentos de superlotação o amido acaba sendo estocado nos corredores, por falta de posições adequadas no sistema de *drive-in*.

4.1.4 Giro de estoque atual

O giro de estoque foi calculado utilizando a média de consumo mensal em relação ao volume médio do item no estoque. Como demonstra a Equação 6.

$$\text{Giro de estoque atual} = 336.992 / 154.667$$

Equação 6

Utilizando a média de consumo mensal do amido de milho no ano de 2020 que é de 336.992 kg em relação ao volume médio de estoque 154.667 kg, o giro de estoque fica definido em 2,18. Sendo assim entende-se que o estoque do amido de milho é renovado duas

vezes no período de um mês, conseqüentemente o período de permanência do produto no estoque é de 15 dias.

4.1.5 Cobertura de estoque atual

A cobertura do estoque foi calculada com base na média diária de consumo do amido de milho, em relação ao nível médio de itens no estoque, Equação 7.

$$\text{Cobertura de estoque atual} = 154.667 / 17.441 \quad \text{Equação 7}$$

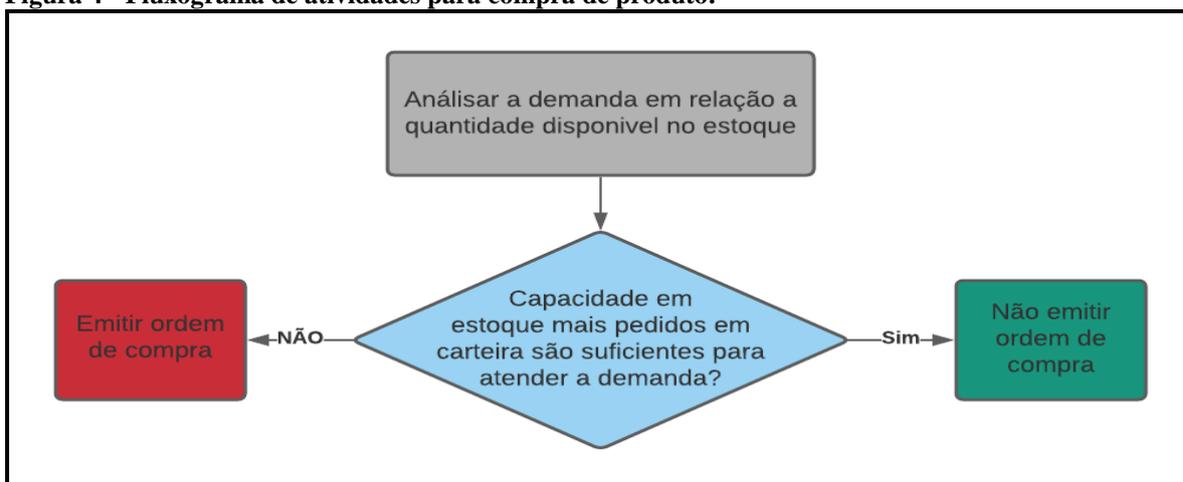
Como pode ser visto, a média atual de produtos em estoque é de 154.667 kg, desta forma o estoque médio é capaz de sustentar a produção, sem nenhuma reposição, por até 9 dias úteis. Este cálculo é baseado na média de itens no estoque, bem como a média de consumo diário, desta forma em algumas circunstâncias a demanda pode ser superior ou inferior aos 17.441 kg diários, bem como o material em estoque pode não corresponder a média do volume em estoque.

4.1.6 Programação atual

Realizando o acompanhamento dos procedimentos para a reposição do amido de milho, desde o momento em que a necessidade de compra é identificada até a chegada do item no estoque. Faz-se necessário o entendimento do processo de compra, pois o processo produtivo da empresa tem uma dependência muito grande da assertividade do setor de PCP (Planejamento e Controle de Produção).

O início do processo é a análise de demanda, que por sua vez acontece de forma manual, utilizando os métodos de previsão de demanda e o conhecimento que os responsáveis adquiriram no decorrer dos anos ao realizar esta tarefa. O fluxograma apresentado na Figura 4 demonstra a ordem dos processos realizados para a reposição da do amido no estoque.

Figura 4 - Fluxograma de atividades para compra de produto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O tempo de reposição do amido de milho interfere muito na programação realizada pelo PCP, visto que o fornecedor atende grande parte do mercado nacional, assim como os concorrentes da empresa, desta forma pelo consumo nacional depender muito de um único fornecedor, os pedidos devem ser feitos com 30 dias de antecedência em relação a sua utilização. Este *Lead Time* de entrega afeta diretamente as programções de compra do produto.

Após o entendimento dos fatores que influenciam no processo de compra do amido de milho, bem como suas características, a situação proposta torna-se desafiadora, e é apresentada na sequência deste estudo.

4.2 SITUAÇÃO PROPOSTA

Após análise da situação atual, e levando em consideração todos os fatores que influenciam na decisão de compra do amido de milho, este estudo vem propor a utilização do *Manufacturing Resource Planning* (MRP) para nortear o departamento de PCP nas decisões de compra, criando uma rotina eficiente e sem desperdícios. Diante do exposto os fatores são apresentados no item 4.2 deste estudo, e servirão como base para parametrização do sistema ERP da empresa.

4.2.1 Itens de parametrização do sistema MRP

Os itens aqui definidos para parametrização do sistema irão indicar ao MRP o momento correto de liberação de ordens de compra para reposição do item estudado, amido de milho. O cálculo realizado pelo sistema deve considerar como base a demanda do mesmo período no ano anterior somado ao percentual de crescimento de consumo do item indicado pela curva de tendência no item 4.1.1.

O sistema deverá considerar alguns outros parâmetros para a definição da efetivação ou não da compra, como a quantidade de pedidos em trânsito a capacidade instalada de armazenagem. Além destes parâmetros, outros são listados e servirão de base para o desenvolvimento de equações que serão utilizadas na parametrização do sistema MRP, são elas: Previsão de demanda (PD); Ponto de pedido (PP); Tempo de reposição - *Lead Time* de entrega (LT); Estoque máximo (E.mx); Estoque mínimo diário (E.mnd); Estoque atual (ET); Lote mínimo de compra (LMC); Média de consumo mensal (MCM); Média de consumo diário (MCD); Reposição de compra (RC); Pedidos em carteira (PC); Demanda diária estimada (PDE).

A partir dos parâmetros listados, as seguintes equações foram desenvolvidas para poder nortear a tomada de decisão do sistema ERP e do programador. Todas elas têm em comum a necessidade de manutenção de uma boa acuracidade dos estoques da empresa, pois levam em consideração este item para poder determinar a compra ou não. Todas as equações determinam a variável compra do item.

- Equação I = $(PC+ET) - (PDE*LT) > E.mnd$

R: Não emitir ordem de compra

- Equação II = $(PC+ET) - (PDE*LT) \leq E.mnd$

R: Emitir ordem de compra de LMC

- Equação III = $(PC+ET) - (PDE*LT) \leq MCD$

R: Emitir duas ordens de LMC]

- Equação IV = $(PC+ET) - (PDE*LT) \geq E.m$

R: Não emitir LMC e adiar entrega da última LMC em 24 horas

Ao definir estas equações e parametrizar o sistema, o mesmo irá rodar uma rotina de cálculo todas as noites e emitir uma definição de compra ou não, tendo esta definição o setor de compras irá negociar com o fornecedor e solicitar a entrega do produto para a data correspondente da previsão realizada pelo sistema, que é de 30 dias a contar da data de análise, isso em decorrência do *Lead Time* de reposição. O alto nível de confiança com o fornecedor permite que em situações de extrema variação no volume de consumo em relação

aos parâmetros definidos, o setor de compras possa negociar antecipações e adiamentos de pedidos.

4.2.2 Parâmetros do estoque

Como a gestão do estoque é item fundamental para o bom funcionamento do MRP, os parâmetros do estoque foram definidos com base no estoque mínimo, médio e máximo. Estes parâmetros servirão de base para o sistema MRP programar a aquisição do amido de milho. Estes parâmetros serão detalhados a seguir.

4.2.2.1 Estoque mínimo

Para identificar o estoque mínimo utilizou-se um fator de segurança de 95%, devido ao bom histórico de relacionamento com o fornecedor, cumprimentos de prazos e conformidade com parâmetros de qualidade.

$$E.mn = 17411 * 1,65 \qquad \text{Equação 8}$$

Desta forma realizou-se o cálculo de estoque mínimo, baseado no fator de segurança em relação ao consumo médio diário do amido de milho, O cálculo indicou o estoque mínimo diário de 28.729 kg.

4.2.2.2 Estoque médio

Como demonstrado na equação 9 o estoque médio é de 41.729 kg equivale a apenas 23% do atual nível médio de estoque, tendo assim uma redução de 77% e volume e valores alocados no estoque.

$$E.md = (54.729 + 28729) / 2 \qquad \text{Equação 9}$$

4.2.2.3 Estoque máximo

O estoque máximo considera o lote mínimo de compra somado a estoque mínimo, desta forma os valores entre estoque mínimo e máximo tendem a ficar muito próximos, o que traz uma faixa menor de variação do volume no estoque.

$$\text{Estoque máximo} = (28.729 + 26.000)$$

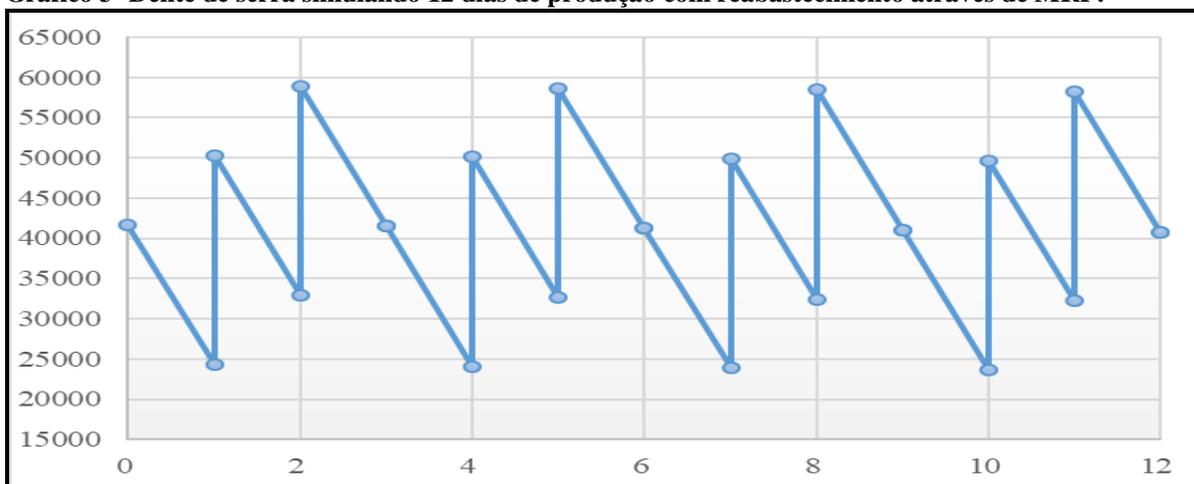
Equação 10

O volume máximo identificado na situação proposta é de 54.729 kg, desta forma o fluxo do estoque tende a se manter durante a maioria do tempo entre o estoque mínimo calculado em 28.729 kg e o estoque máximo calculado em 54.729 kg.

4.2.3 Gráfico dente de serra

A simulação para realização do gráfico utilizou como estoque inicial o nível médio de estoque proposto que é de 41.729 kg e a análise ocorreu utilizando as equações definidas no item 4.2.1, que será utilizada pelo MRP na rotina de reabastecimento do estoque. Desta forma o gráfico simula a movimentação dos níveis de estoque do amido em um período de 12 dias, equivalente a duas semanas de trabalho, Gráfico 3.

Gráfico 3- Dente de serra simulando 12 dias de produção com reabastecimento através de MRP.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O Gráfico 3 permite a visualização de uma sequência de reposições, sendo realizada a reposição por dois dias consecutivos e em seguida um dia sem reposição. Este fato ocorre devido ao lote mínimo de compra ser superior a demanda diária estimada, o que ocasiona a

cada reposição realiza em um acréscimo de 8.589 kg após o consumo diário o que no acumulado de dois dias, supre a demanda de um dia de produção.

4.2.4 Valor médio do estoque proposto

O valor e volume médio do estoque proposto tem significativa redução, em decorrência de o reabastecimento acontecer com maior frequência, baseado na rotina MRP proposta, sendo entregue em média a cada dois dias, deste modo, o estoque irá se manter entre o estoque mínimo e estoque máximo que correspondem ao valor de R\$ 54.585,00 e R\$ 103.985,00 respectivamente, esta será a faixa de variação do valor para o estoque proposto, assim como o valor no estoque o número de posições para armazenagem do amido no estoque também tem redução, se mantendo entre 54 a 103 posições.

4.2.5 Cobertura de estoque proposto

A cobertura de estoque proposto considera o consumo médio diário 17.441 kg em relação ao estoque médio que é de 41.729kg, sendo que o volume médio de estoque é capaz de manter a produção por um período de 2,3 dias sem receber reposição de material. Como demonstrado na Equação 10.

$$\text{Cobertura de estoque} = 17.441 / 41.729 \quad \text{Equação 10}$$

4.2.6 Giro proposto de estoque

O giro de estoque proposto utiliza como base a média de consumo mensal do ano de 2020 correspondentes a 307.000 kg em relação ao nível médio de estoque proposto que é de 41.729kg. Deste modo o giro de estoque proposto fica definido em 7,3 vezes, ou seja, o estoque se renovará 7,3 vezes ao mês. Como demonstrado na Equação 11.

$$\text{Giro de estoque} = 307.000 / 41.729 \quad \text{Equação 11}$$

4.3 Comparação da situação atual versus a proposta

Após o entendimento da situação atual e as melhorias propostas para o estudo, foi possível desenvolver a Tabela 03 que demonstra o comparativo entre a situação atual do estoque do amido de milho em relação a proposta de melhoria.

Como pode ser observado na Tabela 3, fica evidenciado uma redução do nível de estoque médio de 112.939 kg, o que representa uma redução de volume médio de amido em estoque é de 73% em relação a atual situação, isso ocorre em decorrência da redução do estoque mínimo e máximo, que tornam os níveis de estoque menores, potencializando a redução do estoque médio. Este resultado está alinhado com o estudo de Gomes; Milan (2017), onde os mesmos encontraram resultado semelhante equivalentes a uma redução de 51% do estoque médio através da definição de estoque mínimo e máximo.

Tabela 3 - Comparativo da situação atual e situação proposta.

	Situação atual	Situação Proposta	Redução
Estoque médio (kg)	154.667	41.729	112.939
Estoque máximo (Kg)	144.000	54.729	85.271
Cobertura de estoque (Dias)	9	2,3	6,7
Giro médio de estoque (Dias)	2,18	7	-5
Valor Médio de estoque (R\$)	R\$ 293.867,78	R\$ 79.284,31	R\$ 214.583,46
Posições de estoque amido (Un)	155	41	114

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

O estoque máximo tem redução de 64% em relação a situação atual, correspondendo a 85.271 kg a menos na média de amido estocado. Que vai de encontro com o estudo de Heidrich (2005) em que ocorreu a redução do nível material estocado em 35%.

A cobertura do estoque teve uma redução de 6,7 dias o que representa 79,1% de redução da capacidade do estoque de manter a produção sem que haja reposição. Com o valor atual de compra do amido em R\$ 1,90 o estoque atual tem média de estoque mensal de 155.000kg correspondendo a R\$ 294.500,00, na situação proposta este valor passa a ser de R\$ 79.284,00, tendo assim uma diferença de R\$ 214.583,46 equivalente a 76%. Tendo assim um resultado superior ao apresentado por Heidrich (2005) que obteve redução de 25% de redução no valor de estoque.

O aumento da rotatividade dos itens no estoque evidenciados pela redução da cobertura de estoque de 11 dia para 2,3 dias tendo assim uma redução de 9 dias correspondendo a uma 74,1% na capacidade de o estoque manter a produção sem que receba reposições. O aumento do giro de estoque de apenas 2,18 giros mensais para 7 giros ao mês, corresponde a um aumento de 321% o que representa que os estoques se mantem em um

volume menor, tendo essa rotatividade maior do item assim ficando menos tempo em estoque, gerando menor custo de movimentação. Este resultado vai de encontro com Vieira (2016) cujo obteve aumento de giro de estoque de 150%.

A visualização da Tabela 3 permite o entendimento de que as mudanças podem ser evidenciadas no melhor aproveitamento do espaço físico do estoque, visto que em média na situação atual o estoque possui ocupação de 155 posições, com a aplicação das equações propostas o estoque irá utilizar em média 41 posições, tendo deste modo uma redução de 73% no volume de armazenagem de material, tendo desempenho superior ao estudo de Vieira (2016) que obteve redução de 30%.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo tem como principal objetivo desenvolver proposta de automatização do processo de reposição de matéria prima pelo PCP no estoque de uma empresa no ramo alimentício no oeste catarinense, tendo foco no amido de milho. Diante do exposto realizou-se a análise da situação atual e definição dos fatores que exercem influência sobre o processo de reposição dos estoques. Com base nisto definiu-se equações que serão utilizadas para a parametrização do sistema ERP da empresa para rodar rotinas de cálculos via MRP.

Como resultados, o estudo demonstrar através de uma análise comparativa de situação atual e proposta, que com a aplicação das equações para automatização do ERP da empresa é possível obter uma redução média de utilização de posições para estocagem em 112 posições, uma redução do estoque máximo em 64%, uma redução do estoque médio em 73%, um aumento da rotatividade de estoque, através da redução da cobertura de estoque em 6,7 dias e aumento do giro de estoque de 2,3 vezes ao mês para 7 giros mensais.

Diante dos resultados obtidos pelo estudo é possível concluir que a utilização de uma rotina de programação através do MRP e ERP da empresa, otimiza a utilização das posições com a estocagem do amido de milho, expõe os desperdícios no atual processo e potencializa o rendimento dos gestores, visto que a uma redução da operacionalização dos gestores no processo, conseqüentemente diminui a dependência da realização do processo em relação a experiência dos gestores para a realização da reposição de material.

REFERÊNCIAS

- APICS FOUNDATION. **Operations Management Body of Knowledge Framework**. Chicago, 2011. Disponível em: <https://www.apics.org/apics-for-individuals/apics-magazinehome/resources/ombok/apics-ombok-framework-table-of-contents/apics-ombok-framework-5.1>. Acesso em: 26 de outubro de 2021.
- BOSE, J-H., Flunkert, V., Gasthaus, J., Januschowski, T., Lange, D., Salinas, D., Schelter, S., Seeger, M., & Wang. (2017) **Probabilistic Demand Forecasting at Scale. Proceedings of the VLDB Endowment, 10(12)**.
- CAMPOS, Wagner. **Simplificando o MRP, (2018)**. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/artigos/marketing/simplificando-o-mrp/30966/>. Acesso em 28/09/2021.
- DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. Disponível em: <tp://repositorio.unesc.net/bitstream/1/7970/1/MARCOS%20C%3%9ANICO.pdf> Acesso em 28/08/2021.
- GASNIER, Daniel Georges; Benzato, Eduardo; Carilli, Edson; Mendes, Jerônimo; Tomaselli, Mauro; Moura, Reinaldo A. **Gestão de estoques e suprimentos na cadeia de abastecimento**, São Paulo: 2ª Edição, Imam, 2018.
- GIANESI, I. G. N.; DE BIAZZI, JORGE LUIZ. **Gestão estratégica de estoques**. São Paulo: Elsevier, 2011 Acesso em 28/08/2021.
- GIORGIA, M., & Santos, W. S. (2015). **Sistema ERP: um estudo exploratório numa empresa do setor têxtil do agreste pernambucano**. Revista Brasileira de Gestão e Inovação – Brazilian Journal of Management & Innovation. Acesso em: 25/08/2021.
- HARA, C. M. **Administração de recursos materiais e patrimoniais**. Campinas: Alínea, 2012. Acesso em: 10/09/2021.
- MARIN, Cristian Carlos; BUENO, Stefan Antonio. **Proposta de gestão de estoques em uma fábrica de brinquedos cartonados. Revista Tecnológica / ISSN 2358-9221**, [S.l.], v. 10, n. 2, p. 245 - 267, dec. 2019. ISSN 2358-9221. Disponível em: <https://uceff.edu.br/revista/index.php/revista/article/view/369>. Acesso em: 17 nov. 2021.
- MARTINS, P.G.; ALT, P.R.C. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais**. 2 ed. Saraiva, 2006. Disponível em: <http://www.unisalesiano.edu.br/encontro2009/trabalho/aceitos/CC28331619803.pdf>. Acesso em: 11/08/2021.
- NOGUEIRA, A. **Logística Empresarial: Uma visão local com pensamento globalizado**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2012. Acesso em: 23/08/2021.
- PACHECO, E.; DE OLIVEIRA: **Uma política de controle dinâmico de estoques em uma cadeia de suprimentos serial com incerteza na demanda de mercado usando eventos**

discretos, (2017). Disponível em:

http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2620/1/CT_CPGEI_T_Pacheco%2C%20Eduardo%20de%20Oliveira_2017.pdf. Acesso em: 30/08/2021

PAOLESCHI, B. **Estoques e armazenagem.** 1ª ed. Érica. São Paulo, 2014. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/57714-235978-1-PB.pdf>. Acesso em 10/04/2021.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços.** Curitiba: Unicenp, 2007. 750 p.

PROVIN T. D.; SELLITTO A. M. V. **Política de Compra e Reposição de Estoques em uma Empresa de Pequeno Porte do Ramo Atacadista de Materiais de Construção Civil.** Revista Gestão Industrial. v. 07, n. 02: p. 187-200, 2011. Acesso em: 23/08/2021.

POZO, Hamilton. **Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística.** São Paulo: Atlas, 2009.

REIS, João Gilberto Mendes dos; NETO, Pedro Luiz de Oliveira Costa. **Engenharia de produção aplicada ao agronegócio.** 1. ed. São Paulo: Blucher, 2018. ISBN 978-85-212-1262-1. Acesso em: 25/08/2021.

SANTOS, Adriana de Paula Lacerda. **Planejamento, programação e controle da produção.** 1. ed. Paraná: Intersaberes, 2015. ISBN 978-85-443-0282-8. Acesso em: 25/08/2021.

SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** São Paulo: atlas, 2009.

SZABO, Viviane. **Gestão de estoques.** São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.

TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção.** 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 2009. Acesso em: 28/08/2021.

YIN, R. K. Estudo de caso: **Planejamento e métodos.** Porto Alegre: Bookman. 5ª ed. 2015.