



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas
Especialização em Ciência de Dados



Simulação do processo de entrada e saída dos insumos do estoque de componentes de embalagens de materiais laminados na indústria siderúrgica

Christiano Colen Venâncio
Luciano Simões Resende

João Monlevade, MG
2023

Christiano Colen Venâncio
Luciano Simões Resende

**Simulação do processo de entrada e saída dos insumos do
estoque de componentes de embalagens de materiais
laminados na indústria siderúrgica**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Ciência de Dados do Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas da Universidade Federal de Ouro Preto, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Especialista em Ciência de Dados.

Orientador: Prof. Dr. Paganini Barcellos de Oliveira

João Monlevade, MG

2023

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

R433s Resende, Luciano Simões.

Simulação do processo de entrada e saída dos insumos do estoque de componentes de embalagens de materiais laminados na indústria siderúrgica. [manuscrito] / Luciano Simões Resende. Christiano Colen Venâncio. - 2023.
57 f.

Orientador: Prof. Dr. Paganini Barcellos de Oliveira.

Produção Científica (Especialização). Universidade Federal de Ouro Preto. Departamento de Engenharia de Produção.

1. Siderurgia. 2. Controle de estoque. 3. Simulação por computador. I. Venâncio, Christiano Colen. II. Oliveira, Paganini Barcellos de. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 658.78:004.94

Bibliotecário(a) Responsável: Sione Galvão Rodrigues - CRB6 / 2526



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ICEA



FOLHA DE APROVAÇÃO

Christiano Colen Venâncio

Luciano Simões Resende

Simulação do processo de entrada e saída dos insumos do estoque de componentes de embalagens de materiais laminados na indústria siderúrgica

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Especialização em Ciência de Dados da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ciência de Dados

Aprovada em 30 de junho de 2023

Membros da banca

Doutor - Paganini Barcellos de Oliveira - Orientador - Universidade Federal de Ouro Preto

Doutor - Alexandre Xavier Martins - Universidade Federal de Ouro Preto

Doutor - Thiago Augusto de Oliveira Silva - Universidade Federal de Ouro Preto

Paganini Barcellos de Oliveira, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 09/07/2023



Documento assinado eletronicamente por **Paganini Barcellos de Oliveira, COORDENADOR(A) DE CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE JOÃO MONLEVADE**, em 11/07/2023, às 10:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0556290** e o código CRC **7E312D46**.

Resumo

O presente trabalho tem como foco a elaboração e validação de um modelo de simulação computacional, capaz de representar o setor de embalagem da linha de laminação a frio de uma empresa siderúrgica de grande porte. A metodologia usada baseou-se nos procedimentos padrões de trabalhos de modelagem e simulação de processos, utilizando-se de informações de insumos de embalagem, vindos do processo real, para os produtos que foram destinados a linha de embalagem. As variáveis consideradas no modelo de simulação incluem quantidade de produtos embalados por cada tipo de embalagem, o tempo médio entre embalagens de cada tipo de composição, quantidades de cada insumo por tipo de embalagens, tamanho do estoque de reposição, o estoque de segurança e o *lead time* de cada material no processo. Os cenários avaliados no estudo tiveram como foco estudar o comportamento do fluxo de entrada e saída mensal (30 dias) dos itens do estoque, a partir da dinâmica de ordens de venda verificadas no período de março a maio de 2023 de uma única linha de embalagens. Os resultados obtidos por meio das simulações mostraram que, após ajustes nas taxas de reposição dos estoques, é possível chegar a uma situação em que não há falta de insumos para a realização do processo de embalagem das bobinas.

Palavras-chaves: Siderurgia. Gestão de estoques. Simulação.

Abstract

The present work focuses on the elaboration and validation of a computing simulation model, able to represent the packaging sector of the cold lamination line of a large steel company. The methodology used was based on the procedures patterns of modeling and process simulation work, using information of packaging inputs, coming from the real process, for the products that were destined to packing line. Variables considered in the simulation model include quantity of products packaged by each type of package, the average time between packages of each type of composition, quantities of each input by type of packaging, stock size replenishment stock, safety stock, and lead time for each material in the process. the scenarios evaluated in the study focused on studying the behavior of the inflow and outflow monthly (30 days) of stock items, based on the dynamics of sales orders verified in the period from March to May 2023 of a single packaging line. The obtained results through the simulations showed that, after adjustments in the inventory replacement rates, it is possible to reach a situation where there is no lack of inputs to carry out the coil packaging.

Keywords: Steel. Stock management. Simulation.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Procedimentos metodológicos da pesquisa	12
Figura 2 – Entrada da Embalagem	15
Figura 3 – Exemplos de Resultados da Inspeção	16
Figura 4 – Saída da Embalagem	17
Figura 5 – Pátio de produtos acabados e despacho	17
Figura 6 – Exemplo de dados de entrada provenientes via consultas SQL	19
Figura 7 – Distribuição do tempo entre embalagens por tipo	20
Figura 8 – Análise da Distribuição da base de um tipo de embalagem	21
Figura 9 – Insumos de Embalagens	21
Figura 10 – Matriz de Composição das Embalagens	22
Figura 11 – Variáveis utilizadas no software Arena	23
Figura 12 – Entrada e consumo do estoque	23
Figura 13 – Representação computacional do ciclo de ressuprimento dos insumos no estoque	23
Figura 14 – Representação computacional das demandas de Embalagens	24
Figura 15 – Parâmetros de replicação no Arena	25
Figura 16 – Representação esquemática dos Cenário 1 (Real) e 5, com taxas de reposição com valores constantes	26
Figura 17 – Representação esquemática dos Cenários 6 e 9, com taxas de reposição vinculada à distribuições triangulares	26
Figura 18 – Percentual de embalagens concluídas e não concluídas - Cenários 1 e 5	27
Figura 19 – Percentual de embalagens concluídas e não concluídas - Cenários 6 e 9	27
Figura 20 – Relatório gerado pelo Arena no Cenário 1	28
Figura 21 – Relatório gerado pelo Arena no Cenário 9	28

Lista de tabelas

Tabela 1 – Insumos de embalagens	35
Tabela 2 – Composições dos tipos de embalagens (continua)	36
Tabela 3 – Embalagens Compatíveis (continua)	44

Lista de abreviaturas e siglas

ERP *Enterprise Resource Planning*

FIFO *First In First Out*

OTIF *On Time In Full*

OV Ordem de Venda

PCP Planejamento e Controle da Produção

PO Pesquisa Operacional

SQL *Structured Query Language*

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Contextualização	1
1.2	Objetivo geral	2
1.2.1	Objetivos específicos	2
1.3	Justificativa	3
1.4	Organização do Trabalho	4
2	REVISÃO DA LITERATURA	5
2.1	Gestão de estoques	5
2.1.1	Estoque de segurança	7
2.2	Simulação	7
2.3	Trabalhos relacionados	9
3	METODOLOGIA	11
3.1	Procedimentos metodológicos	11
4	RESULTADOS	14
4.1	Descrição do processo estudado	14
4.2	Modelo conceitual	18
4.3	Modelo de simulação computacional	19
4.3.1	Cenários simulados para validação e testes do modelo	24
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
	REFERÊNCIAS	31
	ANEXO A – INSUMOS DE EMBALAGENS	35
	ANEXO B – COMPOSIÇÕES DOS TIPOS DE EMBALAGENS	36
	ANEXO C – EMBALAGENS COMPATÍVEIS	44

1 Introdução

1.1 Contextualização

Cada indústria requer conhecimentos dos seus processos produtivos, de seus sistemas de produção e das complexidades de cada uma para que se tenha um planejamento estratégico bem definido e estruturado. De certa forma, há uma ressignificação do valor da manufatura quanto aos objetivos estratégicos da organização e poucas áreas dentro da administração de empresas evoluíram tanto como a administração da produção (CORRÊA, 2010). Um dos maiores desafios enfrentados pelas empresas é estabelecer o equilíbrio dos estoques com níveis adequados de acordo com a demanda. Desta forma, o desafio é assegurar, uma política de estoque adequada, que não haja excesso de estoques, desperdícios e tão pouco a falta de material (NOGUEIRA, 2012). Há dificuldades em entender os benefícios oriundos da gestão de estoques que fornecem requisitos de materiais para a produção (DENNIS; MEREDITH, 2000).

Os estoques demandam custos e requerem uma gestão adequada para que não haja impacto na lucratividade das empresas, por esse motivo, é de suma importância para o sucesso de qualquer organização (CHIAVENATO, 2005). Manter esta gestão de forma eficiente é um dos maiores problemas enfrentados pela indústria, pois requer que sejam avaliados os fatores logísticos (*lead time*), geográficos, econômicos e políticos que afetam os custos nas cadeias produtivas das empresas. Corsten e Gruen (2003) afirmam que as perdas por falta de estoque podem significar até 8,3% das oportunidades de venda.

Segundo Ballou (2006), os avanços tecnológicos, mudanças na economia e outros fatores que aceleram a velocidade das mudanças de mercado e obrigam as empresas a se adaptarem constantemente às novas realidades e a cenários de disputa no mercado, como uma questão de sobrevivência de mercado. Ballou (2006) afirma também que a metodologia empregada no controle de estoques permite definir a disponibilidade dos produtos e identificar os custos mais relevantes na gestão dos níveis de estoques. O processo de inventário possui um papel importante para as empresas nesse sentido, pois garante aos gestores das empresas verificar se insumos e produtos indicados nos sistemas de informação estão de fato fisicamente no estoque. Além disto, as diretrizes são transmitidas para as áreas como Planejamento e Controle da Produção (PCP) e Logística.

O presente trabalho estuda os estoques de insumos de embalagens de bobinas laminadas na indústria siderúrgica. O planejamento dos insumos necessários para o processo produtivo tem como foco evitar desabastecimento de suas linhas e possibilitar a entrega de seus produtos dentro do prazo acordado com os clientes. A elaboração do plano mensal de produção se dá de acordo com a carteira de pedidos. À partir daí, a programação desta produção é feita pelo setor de PCP.

A programação de produção de cada linha de laminação é feita de acordo com os cones de laminação, que são programações que incluem as características dimensionais específicas para garantir uma melhor performance dos cilindros dos laminadores. A prática adotada pela empresa na atualidade se resume em uma programação que visa um planejamento de um período aproximado de 7 a 8 dias de produção. Essa programação é feita pelo setor de **PCP**.

Outro fator que dificulta a gestão do estoque na empresa é o fato de que todo processo ser realizado de forma manual, em um setor que possui poucos colaboradores. Ademais, o tipo de embalagem que será utilizado para embalar o produto final é definido pelo próprio cliente no momento que faz o pedido. Cada tipo de embalagem possui uma composição de itens específicos, como, por exemplo, um determinado tipo de fita metálica ou folhas de poliondas. Ao todo são em torno de 48 tipos de composições de embalagens diferentes. Ao mesmo tempo, cada tipo de composição de embalagem pode possuir um conjunto de embalagens compatíveis, que são composições de diferentes itens que podem ser substituídos na falta de algum insumo.

Neste sentido, este trabalho objetiva a proposição de um simulador que permita ampliar a visão do processo de embalagens da empresa, por meio de testes associados às necessidades dos estoques de acordo com o plano de produção e a carteira de pedidos. A ideia é que os resultados oriundos das simulações permitam ampliar a percepção sobre o processo de embalagens, e, assim, melhorar o controle físico e financeiro dos estoques de segurança, reduzir retrabalhos e diminuir os custos, refletindo diretamente no Índice de Satisfação de Clientes e *On Time In Full* (OTIF). Ademais, conforme surja alguma mudança de prioridade ou mix de produção que possa ser justificado para atender o mercado, uma nova reprogramação e planejamento de estoque de insumos poderá ser testadas no simulador, antes mesmo de ser operacionalizada na prática.

1.2 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é a construção de um modelo de simulação computacional capaz de representar o processo de estoque dos insumos de embalagens de bobinas laminadas de uma empresa siderúrgica, permitindo analisar diferentes cenários de interesse para melhoria da gestão organizacional da empresa.

1.2.1 Objetivos específicos

Para cumprimento do objetivo geral é necessário atender aos seguintes objetivos específicos:

- Construir um modelo de simulação que represente o perfil de gestão de estoques de segurança de insumos de embalagens da empresa;
- Validar o modelo de simulação proposto a partir de comparações com os dados provenientes do ambiente real;

- Propor e analisar diferentes cenários de interesse, considerando os diferentes tipos de pedidos e mudanças nos mixes e volume de produção;

1.3 Justificativa

A má gestão dos níveis de estoques de segurança dos insumos em uma indústria siderúrgica assim como em outros ambientes industriais de grande porte, podem acarretar na perda de capital e prejudicar o desenvolvimento da empresa (CHIAVENATO, 2005). Uma boa gestão deve levar em consideração o *lead time* de cada fornecedor, logística e outros fatores visando evitar que ocorram paradas de produção ou falta do insumo. Para Ballou (2012), existem outras diversas razões para o gerenciamento e manutenção dos estoques, como melhorar o nível de serviço, permitir economias de escala e proteger as empresas de incertezas quanto as demandas e no tempo de ressurgimento.

Neste sentido, um modelo de simulação bem construído e que permita explorar diferentes cenários de interesse, considerando, por exemplo, o volume de vendas, mixes de produção e pedidos, amplia a capacidade analítica sobre o processo, bem como permite melhorar os mecanismos de tomadas de decisão futuras da organização. Assim, acredita-se que, a partir desse trabalho, seja possível melhorar o controle físico e financeiro dos estoques de segurança dos insumos de embalagens, reduzir o retrabalho, evitando estocagem de material aguardando embalagem por falta de insumo, bem como ampliar a visão de produção de materiais laminados já na criação da ordem de venda, ante a visão atual do processo.

Tal motivação se justifica pelo fato de uma das principais preocupações dos setores de custos de uma empresa siderúrgica é manter um estoque reduzido ao máximo, com o objetivo de evitar desperdícios. O estoque muitas vezes é caracterizado como “dinheiro parado” e é um dos ativos mais importantes do capital da empresa. Além de ser empregado em todo o processo de produção da empresa até a finalização da venda, um controle de estoque bem feito garante o prazo de entrega dos produtos e satisfação dos clientes. Esses aspectos justificam uma atenção especial ao tema desta pesquisa, como um dos principais fatores de expansão dos negócios de uma empresa do ramo siderúrgico.

1.4 Organização do Trabalho

O Capítulo 1 apresenta uma breve descrição do problema estudado e os objetivos da pesquisa. O Capítulo 2 revisa um conjunto de temas que serviram de alicerce bibliográfico para a pesquisa. Já o Capítulo 3 apresenta os procedimentos metodológicos necessários para realização do trabalho, o que inclui a descrição das atividades da pesquisa, os mecanismos de coleta de dados e a classificação metodológica da pesquisa. O Capítulo 4 descreve, passo a passo, o processo produtivo estudado, assim como apresenta o modelo de simulação proposto e suas particularidades. Por fim, no Capítulo 5 são apresentadas as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

2 Revisão da Literatura

2.1 Gestão de estoques

A Gestão de Estoques é uma parte da área de Logística que inclui o estudo e utilização de técnicas que envolvem o transporte, o estoque e o armazenamento de insumos e produtos e também o atendimento às exigências dos clientes (ABEPRO, 2008). Uma boa gestão é essencial em todas as organizações, pois a falta de algum item pode trazer prejuízos relevantes para a organização. Vago et al. (2013) defendem a utilização de uma boa ferramenta para apoiar os gestores nos diferentes problemas enfrentados pelos setores de estoques das empresas.

Uma boa prática no processo de gestão de estoque é elaborar um planejamento que tenha um maior giro de estoque e revisões mais frequentes, bem como uma previsão de demanda mais rigorosa e um inventário completo (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2018). Trata-se portanto de uma importante etapa é o planejamento da produção, que, sendo bem planejada, permite otimizar a utilização dos recursos da empresa e melhorar o seu desempenho. Pozo (2004) afirma que a programação da produção é a definição de quando as produções serão realizadas levando em consideração a quantidade que será produzida.

O bom funcionamento do planejamento da produção é vital para qualquer organização pois representa boa parte dos custos de logística (LENARD; ROY, 1995). É preciso buscar a otimização do gerenciamento destes tipos de serviços. Assim, uma abordagem mais precisa no gerenciamento de estoques equaciona as questões de disponibilidade, nível de serviço e custos de manutenção para cálculo da demanda média durante o *lead time* e sua variância (KREVER et al., 2005).

Para Ballou (2006), os estoques existem para melhorar o serviço ao cliente e reduzir os custos operacionais e de transporte. No entanto, tem fatores negativos como o custo de sua manutenção, possibilidade de estoques mascararem problemas de qualidade e obsolescência. Todo controle de estoques tem como principal desafio minimizar os custos de manutenção de estoques e satisfazer a demanda do clientes, que por sua vez, precisam de disponibilidade imediata ou tempos de ressuprimento pequenos.

Neste sentido, nota-se que é preciso receber, armazenar e guardar os materiais estocados de acordo com as necessidades, controlar a quantidade e valor do estoque armazenado, assim como manter inventários periódicos para avaliação e retirar do estoque os itens obsoletos e/ou danificados (DIAS, 2010). Segundo o mesmo autor, o controle do estoque é definido de acordo com os objetivos da organização, através de uma manutenção adequada para obter maior eficiência nos custos e sem comprometer a disponibilidade dos produtos.

A previsão de incertezas é uma característica presente na gestão de estoques. Isto engloba a previsão das demandas e o tempo de ressurgimento dos estoques, do pedido de compra a chegada do material. Toda gestão de estoques está fundamentada na previsão do consumo futuro em um período determinado, relacionando os produtos e quanto desses materiais serão comprados pelos clientes (FRANCISCHINI; GURGEL, 2013). O tempo de reposição é importante no cálculo do prazo de reposição dos estoques pois pode afetar toda a estrutura. Todas as características e prazos dos fornecedores devem ser avaliados para que se tenha uma variação mínima no tempo de reposição. Além disto, os materiais devem ser avaliados individualmente por terem tempos de reposição diferentes que definem a quantidade mínima necessária para cada um deles (CHIAVENATO, 2005).

Segundo Santoro (2006), existem diversos modelos na gestão de estoques divididos em dois grandes grupos: ativos e reativos. Os modelos ativos baseiam-se nas previsões de demandas futuras, enquanto nos modelos reativos não são necessários previsões para tomar as decisões de abastecimento de estoques. Este último tem sido mais utilizado devido sua simplicidade nas operações. O modelo atua reagindo à demanda e a eficiência em se manter níveis de estoque. As perdas de oportunidades dependem de o quanto a demanda se afasta de um comportamento constante estacionário (FREIRE, 2007).

Os modelos científicos voltados para a modelagem computacional e Pesquisa Operacional (PO) fornecem fundamentação teórica para a construção de sistemas de suporte à decisão na área de planejamento da produção e gerenciamento de estoques. Entre as principais abordagens de resolução do problema, destaque para as técnicas heurísticas, de modelagem matemática (otimização exata), e de simulação. Gomes e Wanke (2008), por exemplo, apresentam uma abordagem a respeito da gestão de estoques e reposição descartáveis, com procedimentos heurísticos e parâmetros de sistemas utilizando cadeias de Markov, para determinar o melhor momento para a reposição de estoques. Já Vaughan (2005) destaca o uso de heurísticas na prática para peças de reposição para determinar os níveis máximos de estoque e ponto de pedido na reposição de peças. A otimização através de técnicas de programações lineares, não-lineares e inteira, podem ser empregadas para a obtenção da solução ótima. Segundo Freitas (2008), o crescente aumento da diversidade de produtos agrava ainda mais a gestão de estoques, que podem ser classificados em três tópicos: reposição contínua, reposição periódica e estoque base.

As empresas tem buscado cada vez maiores lucros e possuem objetivos conflitantes em uma mesma cadeia de suprimentos. A Gestão da Cadeia de Suprimentos tem tido papel fundamental como ferramenta para maximizar os resultados financeiros (SIMCHI-LEVI; KAMINSKY; SIMCHI-LEVI, 2009). Diante da competição existente nos mercados globais, as empresas são obrigadas a gerenciarem de forma eficiente seus estoques para que seus produtos sejam produzidos e distribuídos na quantidade certa, localização certa e no tempo certo (SIMCHI-LEVI; KAMINSKY; SIMCHI-LEVI, 2010).

Segundo [Souza, Moori e Marcondes \(2005\)](#), o sucesso de uma cadeia de suprimentos está no planejamento estratégico, que é a parte principal na gestão de uma empresa. Controlar é fazer algo da forma que foi planejado. O planejamento estratégico começa a partir de uma análise ambiental, monitorando o ambiente organizacional e identificando as oportunidades e riscos, atuais e futuros. Ademais, os custos associados a estoques podem ser divididos em custo de pedidos, que são fixos, custo de manutenção, de estoque e custo de depreciação. E tem-se o custo total, que é o somatório dos custos anteriores ([CHING, 2010](#)).

2.1.1 Estoque de segurança

O ponto de compra para reposição do estoque (*lead time* de suprimento) deve ser elaborado a partir da definição dos volumes mínimos, médio e máximo. A geração de resultados da empresa depende da boa administração do estoque, visto que uma má administração pode trazer sérios danos financeiros e comprometer a imagem da empresa ([PAOLESCHI, 2019](#)).

Na definição de gestão de estoques deve se ter claro quais são os objetivos, deve-se planejar o estoque mínimo, e as quantidades de materiais que entram e saem da empresa, de forma a possibilitar definir os períodos e os volumes de pedido de reposição ([CHING, 2010](#)). Assim, pode-se dizer que se trata de um meio de reduzir os custos associados com a aquisição e gestão de materiais, sendo estimado de maneira assertiva para minimizar o impacto no orçamento do inventário e nos custos das empresas.

2.2 Simulação

Um modelo é a representação externa e explicativa de parte da realidade vista pelas pessoas que desejam usá-la para entender, mudar, gerenciar e controlar parte da realidade ([PIDD, 2004](#)). A modelagem consiste em transformar o problema estudado em um modelo matemático, ou simbólico, aonde serão representadas as variáveis e todas as informações envolvidas no processo ([HILLIER; LIEBERMAN, 2013](#)).

A simulação envolve a construção de um modelo para aproximar um ambiente à realidade. Com dados reais e inúmeras variáveis, o modelo de simulação construído procura emular o funcionamento do sistema real, de modo a representar por meio de relações lógicas, o funcionamento desse sistema ([CAUCHICK-MIGUEL et al., 2018](#)). Trata-se de uma das técnicas mais usadas em PO, que permite testar hipóteses sobre variáveis controláveis que seriam muito custosas e/ou inviáveis em uma situação real, ampliando a capacidade analítica do gestor ([BELFIORI; FÁVERO, 2012](#)).

A simulação normalmente é utilizada quando o sistema estocástico, alvo do estudo, for muito complexo para ser analisado, de forma satisfatória, pelos modelos matemáticos, como os Modelos de Fila, Cadeias de *Markov*, etc. (HILLIER; LIEBERMAN, 2013). As aplicações da simulação incluem exemplos nas mais diversas áreas, o que inclui o setor primário, secundário e terciário. Em todos os casos, é possível que seja feita uma emulação de algum processo que precisa ser alterado, sem que sejam gastos, *a priori*, recursos reais. Ademais, o uso de recursos computacionais e simuladores permite visualizar diferentes impactos provenientes de ajustes no sistema, porém em ambiente virtual. Em um ambiente industrial, por exemplo, pode-se utilizar a simulação para identificar gargalos em processos, o que auxilia nas tomadas de decisão sobre os próximos passos de melhoria do sistema produtivo da empresa (RODRIGUES, 2022).

Existem atualmente no mercado vários *softwares* criados para simulação no âmbito da PO, tais como o ARENA¹, AutoMod² e ProModel³, bem como linguagem de programação Python, utilizando o pacote SimPy⁴ ou o Simmer⁵, baseado na linguagem R, ou outras linguagens de programação de alto nível, que permitem a construção de simuladores. Banks e Gibson (1997) relacionam os tipos de entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*), o processamento do sistema, bem como questões de estabilidade, licença e custo, como elementos-chave devem ser considerados na seleção de um *software* de simulação.

É possível também integrar tecnologias distintas num modelo de simulação, como ferramentas/recursos de *Machine Learning*, *Big Data*, *Analytics*, *Internet das Coisas* (IoT) e Realidade Aumentada que são muito utilizadas nas simulações de processos produtivos industriais, que juntos fazem parte dos principais avanços em tecnologia que são a base da Indústria 4.0 (RÜSS-MANN et al., 2015). Por meio dos dados coletados na simulação, os processos são ajustados para se obter os índices de eficiência dos recursos produtivos, ao projetar diferentes estratégias em um sistema baseado no ambiente real, sem o risco de haverem erros nos processos físicos e prejuízos financeiros de maior relevância (WHITE; INGALLS, 2015).

Por outro lado, nem tudo são vantagens no que tange a simulação. Existem alguns pontos importantes que limitam a utilização da ferramenta. Segundo Dias e Corrêa (1999) a construção dos modelos podem exigir grandes somas monetárias, dependendo da sua complexidade, podendo levar vários meses para a sua elaboração. Essa complexidade em simular alguns processos acabam sendo uma restrição na sua utilização na avaliação de situações reais (DOLOI; JAAFARI, 2002).

¹ ARENA - Disponível em: <<https://www.rockwellautomation.com/pt-br/products/software/arena-simulation.html>>. Acesso em: 18 mai. 2023)

² AutoMod - Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/pdf/10.5555/510378.510408>>. Acesso em: 18 mai. 2023)

³ ProModel - Disponível em: <<https://www.belge.com.br/promodel.php>>. Acesso em: 18 mai. 2023)

⁴ SimPy - Disponível em: <<https://www.sympy.org/pt/index.html>>. Acesso em: 18 mai. 2023)

⁵ Simmer - Disponível em: <<https://r-simmer.org/>>. Acesso em: 18 mai. 2023)

2.3 Trabalhos relacionados

Há na literatura diferentes trabalhos que cobrem exemplos de aplicações de modelagem e simulação no âmbito da gestão de estoques (VIEIRA; DALL'AGNOL, 2006; DIAS, 2003; DIAS; CORRÊA, 1999). Vieira e Dall'Agnol (2006), por exemplo, utilizaram 16 cenários para simulação e determinação, dentre outros fatores, de um estoque de segurança. No trabalho deles, o resultado da simulação evidencia uma maior colaboração dos elos da cadeia de suprimentos. Além disso, foi possível visualizar uma maior previsão de vendas e planos de reabastecimento. Desta forma, obteve-se um nível estoque de segurança que permitiu uma menor flutuação na variação em relação à produção da indústria e os seus fornecedores.

No trabalho de Dias (2003) são apresentados 4 cenários para simulação, todos com o mesmo objetivo de se determinar um estoque de segurança. Destaca-se também a colaboração entre os elos da cadeia de suprimento e melhoria no planejamento da produção, o que leva a diminuição do tempo de entrega dos insumos de estoque, mantendo a segurança para atendimento à produção. Já Dias e Corrêa (1999), estudaram o problema de gestão de um estoque de segurança, criando 2 cenários de simulação, se baseando no histórico de demanda para determinar o estoque de segurança que deveria ser mantido para evitar a falta de insumos no processo.

Em se tratando de trabalhos mais recentes, com foco em melhorias na gestão de estoques, Nonenmacher Júnior e Anzanello (2016) mostram uma comparação de dois modelos de gestão de estoque, com foco na análise da variação do nível de estoque, o nível de serviço obtido e o custo de armazenagem. Com a simulação foi possível constatar que uma redução no *lead time* gera uma redução de custos de armazenamento nos estoques, porém a redução do período de revisão para aquisição de estoque aumenta os custos médios de estocagem. Tomaz (2017) também utiliza a simulação para dimensionamento do estoque como foco encontrar a melhor relação entre a quantidade de peças em estoque e a disponibilidade dessas peças ao menor custo final, de forma que se mantenha o funcionamento da linha estudada, e sem existir perdas financeiras com a quantidade de peças estocadas.

Lopes et al. (2019) fazem um estudo da aplicação da simulação de Monte Carlo para gerenciamentos dos estoques de farmácias, com o intuito de aumentar o índice de atendimento a clientes. Nesse estudo foi mostrado que certos produtos tendo seu estoque aumentado, implica em um aumento no índice de atendimento e também mostra que outros produtos poderiam ter o seu estoque reduzidos, mantendo a eficácia em relação ao atendimento da demanda. Halmenschlager (2022), por sua vez, usa a simulação de Monte Carlo para aprimorar a previsão de demanda de materiais num hospital de ensino, cujas aquisições de materiais são regidas por licitações, visando maximizar o nível de atendimento e minimizar o volume de itens armazenados.

Em se tratando de modelos de simulação de eventos discretos, [Gomes et al. \(2015\)](#) utilizam a simulação para determinar a capacidade operacional de carregamento de uma side-rúrgica, após ocorrer uma redução de funcionários na empresa. Como resultado, verificou-se um alto nível de ociosidade dos recursos operacionais. Ademais, constatou-se também que um quadro de funcionários mais enxuto implica em um maior nível de produtividade, que, quando associado ao tempo médio de carregamento, propicia uma melhora no tempo de atendimento ao cliente. [Amarante et al. \(2022\)](#) utilizam a simulação de eventos discretos para avaliar a utilização de empilhadeiras no processo produtivo, analisando o impacto produtivo devido a mudanças nas movimentações internas desses equipamentos. Como resultado, pode-se verificar que uma realocação adequada do transporte gera um aumento na produção, evitando gastos com tempo e a alocação e/ou aquisição de novos recursos.

Por fim, cabe destacar que, há outros diversos trabalhos da literatura que estudam aplicações de técnicas de simulação como instrumento para tomada de decisão em diferentes organizações, cada qual com suas particularidades em função das características do ambiente estudado e o nível de detalhamento necessário para auxílio às tomadas de decisão.

3 Metodologia

Segundo [Cauchick-Miguel et al. \(2018\)](#) um trabalho científico na área de simulação pode ser classificado como uma pesquisa quantitativa, empírico-normativa ou empírico-descritiva, a depender da solução que for apresentada ao final do trabalho. Caso seja dado um enfoque no desenvolvimento e resolução de um modelo de otimização baseado na situação descrita no problema e que seja proposto um conjunto de estratégias e ações para resolver o problema descrito, será uma pesquisa empírico-normativa. Caso o enfoque seja na proposição de um modelo matemático que represente de forma adequada as relações causais entre as variáveis e os parâmetros existentes no problema descrito, gerando no caso citado, um modelo de simulação, será uma pesquisa empírico-descritiva ([CAUCHICK-MIGUEL et al., 2018](#)).

Neste sentido, como a proposta deste trabalho se concentra em criar um modelo de simulação que represente o ambiente produtivo do setor de embalagens da empresa estudada, com foco na gestão de estoques, bem como, tem como objetivo secundário avaliar alguns cenários de interesse, após a validação do simulador proposto, pode-se dizer que esta pesquisa é terá características tanto descritivas quanto normativas, num escopo empírico-quantitativo.

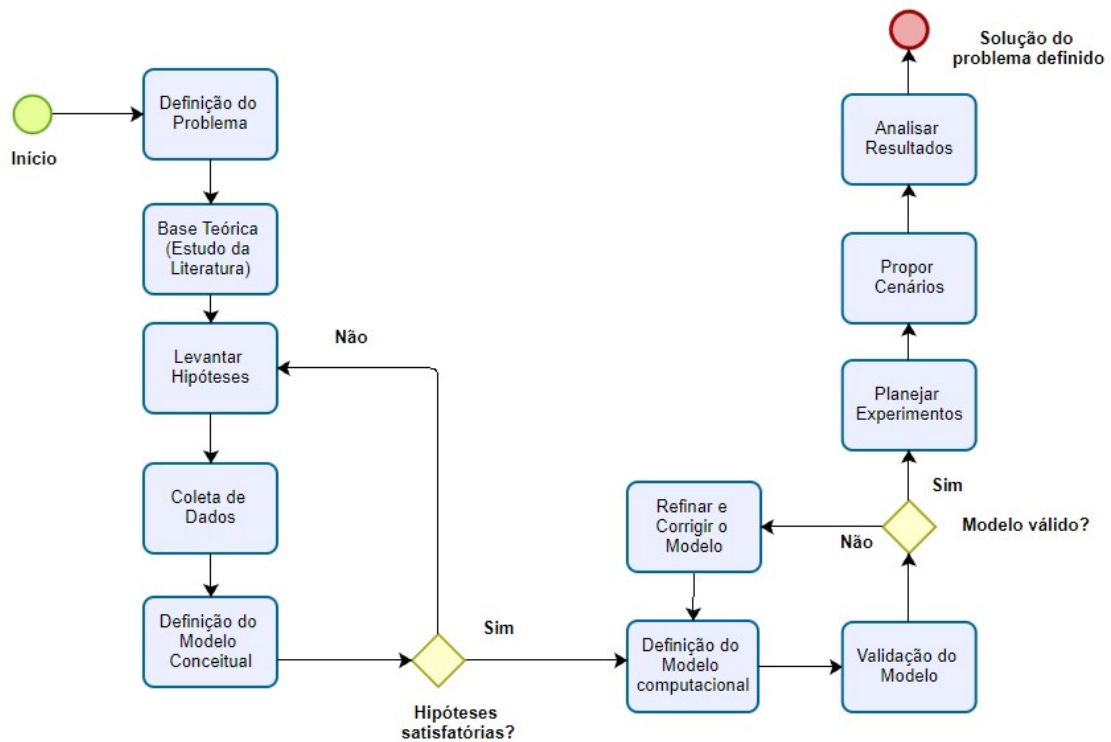
3.1 Procedimentos metodológicos

A Figura 1 sumariza as etapas necessárias para a elaboração deste trabalho. A primeira etapa consiste na definição do problema de pesquisa, que, neste trabalho, pode ser sumarizado como a proposição de um modelo de simulação capaz de representar o processo de embalagem de materiais laminados na indústria siderúrgica, considerando a dinâmica de entrada e saída de insumos do estoque da empresa. A etapa seguinte tem como foco o levantamento da base teórica, por meio de outros trabalhos disponíveis na literatura, e que estivessem associados a temas como gestão de estoques, custos envolvidos no estoque, estoque de segurança, simulação e *softwares* de simulação.

Após esse levantamento bibliográfico, as hipóteses para a condução das possíveis soluções foram elaboradas. As hipóteses levantadas neste trabalho se baseiam nas possíveis composições de embalagens de acordo com a abertura da [Ordem de Venda \(OV\)](#) pelo sistema ERP da empresa. À partir da abertura das [OVs](#), se tem a consolidação dos tipos de embalagens e os respectivos insumos que as compõem para as [OVs](#) abertas e em andamento.

Depois de levantar as soluções, os dados que, posteriormente, serão usados na simulação, foram coletados. Entre os dados levantados, pode-se citar o número do pedido, item do pedido, dimensões do pedido, insumos da embalagem, composições dos tipos das embalagens, tipo de produto, tipo de embalagem, fornecedor da embalagem, tempo de encomenda da embalagem e quantidade do estoque de segurança do insumo.

Figura 1 – Procedimentos metodológicos da pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores.

As *OVs* são geradas no *Enterprise Resource Planning (ERP)* específico e as bases de dados são replicadas para o ambiente produtivo no banco de dados Oracle, com tais informações sendo replicadas de forma *on-line*, o que permite a extração de dados. A coleta dos dados é feita através de *Querys* nos sistemas de produção, para buscar as *OVs* ativas de material laminado. A frequência se dará a cada 15 minutos. Ademais, tem-se em média 3500 observações para o modelo da pesquisa com 12 variáveis que fecham o cenário e a definição do modelo conceitual. A ideia é que essa configuração alimente o modelo computacional, visando torná-lo semelhante ao ambiente real.

Os dados levantados são organizados em planilhas eletrônicas e, juntamente com a base teórica estabelecida, são elementos suficientes para se criar o modelo conceitual (via Diagrama de Ciclos de Atividades, por exemplo) que irá contemplar todos os itens essenciais para representar o processo produtivo, considerando algumas simplificações pré-estabelecidas. Caso as hipóteses não apresentem-se satisfatórias, volta-se a fase de levantamento de hipóteses, coletam-se novos dados e, em seguida, é redefinido um novo modelo conceitual. Esse processo é refeito, caso as hipóteses sejam consideradas insatisfatórias, até se obter um modelo adequado para o estudo.

Na sequência, caso o modelo conceitual seja validado, parte-se para a definição do modelo computacional, e logo após, a validação do modelo de simulação. Neste trabalho, a validação será feita em comparação direta com os dados reais obtidos em situações anteriores no processo real. No caso do modelo não se apresentar como factível de validação, considerando a expectativa da organização, retorna-se ao refino e correção do modelo. Essa fase se repetirá até se tenha um modelo válido.

A validação do modelo será feita variando o mix de Ordens de Vendas (OVs) ativas, simulando os pedidos mensais, aos quais são distribuídos por setores tais como Construção Civil, Automotivo e Distribuição. Para este trabalho, será utilizado como foco do estudo o setor Automotivo, por ocupar mais de 80% dos pedidos mensais. Isto possibilitará produzir resultados manuais previsíveis, propondo cenários variados e simplificados, com alterações de pedidos mensais que são demandados tipos de embalagens diferentes de acordo com a necessidade de cada cliente e assim, atestar a confiabilidade do modelo.

Com o modelo validado, as experimentações de simulação são realizadas, a partir de cenários de interesse da organização. Assim, os cenários estudados neste trabalho serão simulações das OVs ativas de março a maio de 2023, comparando o consumo previsto com o contexto real dos insumos de cada tipo de embalagem. As análises serão feitas em cima do consumo médio mensal de cada insumo a fim de determinar um estoque mínimo de segurança para cada item. Os valores apresentados nos resultados das análises serão discriminados em “Quantidades unitárias” para facilitar a análise e considerar a garantia da proteção dos dados da empresa estudada.

4 Resultados

4.1 Descrição do processo estudado

O processo de embalagem dos materiais fabricados é o último processo da empresa, anterior ao faturamento e despacho para o cliente. Cada produto deverá ser embalado de acordo com o tipo de embalagem solicitado pelo cliente na abertura da **OV** no sistema SAP. Na abertura do pedido são especificados o tipo de aço que deve ser fabricado e sua aplicabilidade, além das faixas de espessura e largura desejadas, a quantidade do pedido em toneladas, e também o tipo de embalagem que os produtos daquele pedido deverão ser entregues.

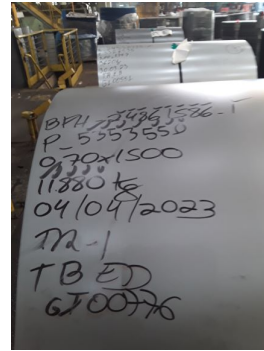
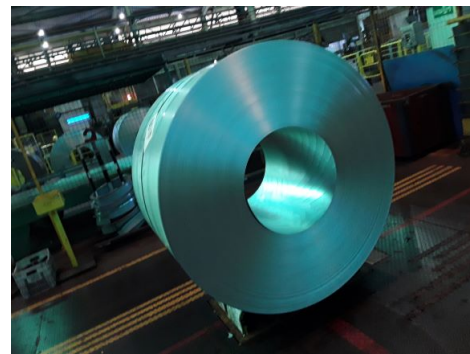
Uma vez fabricadas as bobinas laminadas, elas são estocadas nos pátios de estocagem para posteriormente serem embaladas ou podem sofrer um processo de Galvanização, caso sejam produtos voltados para a indústria automobilística. A Galvanização é um processo em que as bobinas são revestidas com uma camada de Zinco, ganhando propriedades anticorrosivas. Não havendo mais algum processo de tratamento do produto, ele ficará aguardando a sua embalagem. Há também a possibilidade em que o material vai do último processo diretamente para ser embalado.

Nos casos em que o material tem origem no pátio de estocagem para ser embalado, existem certos critérios, definidos para compor a fila de embalagem e posterior encaminhamento ao despacho. Normalmente, as bobinas que tem maior tempo de estocagem são os primeiros da fila de embalagem. Esta regra pode ser alterada de acordo com necessidades, como pedido de urgência pelo cliente, por exemplo. Para os produtos oriundos direto do último processo para a fila de embalagem, respeita-se a ordem da saída da linha.

Outro fator importante é a separação dos insumos que estão previstos a serem usados no processo. Normalmente, a equipe responsável por executar a embalagem mantém um “pulmão” de estoque dos insumos mais comuns no local próximo a linha de embalagem. Para se ter uma previsão dos tipos de embalagens que estão para serem feitas, esta equipe retira do sistema uma previsão da sequência de bobinas que serão processadas dentro de um prazo de quatro a sete dias. Com esta previsão em mãos, sabe-se quais os tipos de embalagens e a quantidade necessária de cada uma por período. Sendo assim, de acordo com esta previsão, o estoque dos insumos são atualizados nas linhas de embalagem para que se garanta a composição completa de cada embalagem.

De posse da relação dos produtos a serem embalados, a equipe operacional os coloca em berços móveis, que são como uma esteira com apoios numerados, que servem para alocar as bobinas. As identificações dos berços são numéricas e sequenciais formando um *tracking* ou fila na entrada da máquina de embalar, conforme mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Entrada da Embalagem

(a) *Tracking* de Entrada da Máq. de embalar nº 1(b) *Tracking* de Entrada da Máq. de embalar nº 2(c) *Tracking* de Entrada da Máq. de embalar nº 3(d) *Tracking* de Entrada da Máq. de embalar nº 4

Assim, as bobinas são embaladas na sequência que estão no *tracking*. Antes de cada produto ser embalado é feito uma inspeção (Inspeção de Entrada) onde são conferidos todos os itens daquele produto com os especificados no sistema, através de uma lista de verificação em dispositivos móveis. O Inspetor lê a identificação do produto em sua etiqueta e o vincula a identificação do berço onde se encontra, lendo também um *QR-code* de identificação do afixado na base do berço. Após esta leitura inicial, inicia-se a inspeção informando medições de coroa, largura e outras informações visuais, como por exemplo, se há alguma identificação de solda. Após todos os itens da lista de verificação serem informados, o inspetor ainda é obrigado a tirar pelos menos três fotos do produto em posições diferentes. Também é possível tirar uma ou mais fotos extras.

Ao finalizar a leitura dos dados de entrada, o sistema avalia e compara todos os dados informados com os que constam no sistema. Feito isto, o sistema julga se o produto está apto (Aprovado) ou Inapto (Reprovado) a ser embalado, conforme mostrado na Figura 3. Caso o produto seja reprovado, o mesmo é retirado da fila por uma ponte rolante e colocado à disposição para a equipe técnica verificar se há de fato alguma irregularidade. Caso a lista de verificação de entrada tenha o *status* “Aprovado”, o produto segue para ser embalado, de acordo com o tipo de embalagem solicitada pelo cliente.

Figura 3 – Exemplos de Resultados da Inspeção

Detalhamento da inspeção: 5391960		Detalhamento da inspeção: 5390350	
Descrição	Resultado	Descrição	Resultado
Largura (mm)	1306 (Conforme)	Leitura do código de identificação do material	%5390350(17273987
Coroa (mm)	405 (Conforme)	Leitura do código de identificação do berço	US01(LF17)27(4061727)DS
Peso	13280 (Conforme)	Itens verificados	
QTD Filas Circunferencial	1 (Conforme)		
Amassados	Conforme	Descrição	Resultado
Limas na coroa	Conforme	Tipo de Embalagem real	18 (Conforme)
Bobinamento irregular	Conforme	Pressão do ar comprimido	7 (Conforme)
Sujeira	Conforme	Quantidade de Filas	Conforme
Bobinamento frouxo	Conforme	Quantidade de Etiquetas	Conforme
Arranhão na capa extrema	Conforme	Cravamentos	Conforme
Oxidação	Conforme	Etiqueta AMARELA Sentido Desbobinamento	DS
Arranhão no diâmetro interno	Conforme	Etiqueta AZUL Sentido Desbobinamento	WS
Borda Serrilhada	Conforme	Etq/Porta etiquetas	COROA
Quantidade de Filas	Conforme	Motivo da disposição	
Diâmetro interno	610	Todos os itens reprovados nesse material estão destacados em vermelho!	
Etiquetas de Solda (DS/WS)	NAO		
Tipo de fita ponta final	METALICA		
Sentido da Ponta Final Diam Ext (Desbobinamento)	ENTRADA		
			

(a) Inspeção Aprovada

(b) Inspeção Reprovada

Quando a embalagem do produto Aprovado na inspeção de entrada é finalizada (ver Figura 3a), faz-se outra inspeção de forma similar ao que é feito na entrada. Primeiramente lê-se a etiqueta do produto e depois o *QR-code* do Berço para verificar se não há uma possível troca de etiqueta entre produtos. Antes de ser embalado, o produto vem com uma etiqueta afixada e a mesma é removida para que seja feita a embalagem. Posteriormente é afixada novamente na parte externa do material já com a embalagem feita.

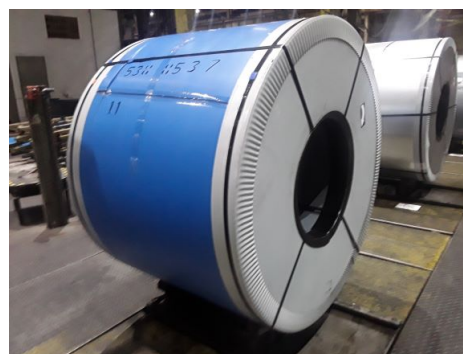
Feito uma primeira checagem, o próximo passo é fazer a lista de verificação de saída. Itens que são obrigatórios para o tipo de embalagem do produto são conferidos e o restante das informações inseridas no sistema. Da mesma forma, o sistema compara os dados informados manualmente com o armazenado no sistema e desta forma o produto embalado recebe uma avaliação, “Aprovado” ou “Reprovado”. Se reprovado, o mesmo é retirado do *tracking* também por uma ponte rolante e colocado à disposição da equipe para que seja vistoriado (ver Figura 3b). Com o produto embalado, provavelmente, ele será desembalado e novamente colocado em condições de dar início ao processo de embalagem, retornando ao *status* vinculado à entrada no processo de embalagem.

Cabe acrescentar que, cada produto “Reprovado” recebe duas etiquetas com uma tarja identificando a “Não Conformidade”, diferentemente dos materiais “Conformes”, que recebem somente uma etiqueta de identificação e que seguem o fluxo normal, conforme mostram as ilustrações da Figura 4. O ideal no processo de embalagem é a “Aprovação” da inspeção da saída da embalagem. Assim que a embalagem do produto é feita e aprovada, ele irá para o pátio de despacho de produtos (Figura 5), onde estará disponível para ser faturado e encaminhado para o cliente por meio de transporte rodoviário ou ferroviário.

Figura 4 – Saída da Embalagem



(a) Saída da Máquina nº 1 - Embalagem 47



(b) Saída da Máquina nº 2 - Embalagem 11

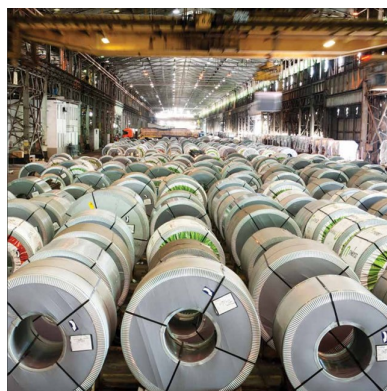


(c) Saída da Máquina nº 3 - Embalagem 43



(d) Saída da Máquina nº 4 - Embalagem 12

Figura 5 – Pátio de produtos acabados e despacho



Fonte: Imagem capturada pelos autores.

É importante destacar que existem diversos tipos de embalagens diferentes, sendo que cada tipo possui uma composição de insumos necessários para embalar o material. A definição do tipo de embalagem que irá compor os produtos do pedido é feita no ato da abertura da [OV](#), pela solicitação do cliente.

Os insumos que são utilizados no processo são descritos na Tabela 1 do Anexo A, já a Tabela 2 do Anexo B mostra as definições da composição de cada tipo de embalagem. A embalagem tipo 11, por exemplo, é embalada utilizando Fita de Aço, selo de fita, filme plástico, disco metálico, etc. Ademais, a Tabela 3 do Anexo C apresenta os tipos de compatibilidades entre as embalagens, onde se pode, dependendo da necessidade, utilizar uma segunda composição como alternativa na falta de um algum insumo do tipo de embalagem original.

4.2 Modelo conceitual

Para este estudo serão consideradas as variáveis que influenciam diretamente na variação dos estoques dos insumos no processo de embalagem, como a quantidade de produtos embalados por cada tipo de embalagem, o tempo médio entre embalagens de cada tipo de composição, quantidades de cada insumo por tipo de embalagens, tamanho do lote de reposição, o estoque de segurança e o *lead time* de cada material no processo, ou seja, o tempo de reposição de cada insumo.

A extração dos dados e o levantamento das características do processo é feito via consultas ao *Structured Query Language (SQL)* na base do sistema de produção que são replicados do ERP da empresa, com o prazo confirmado de entrada no Patio de despacho para 30 dias. Ademais, no processo real de embalagens da empresa, considera-se apenas um Indicador de Produção baseado no cálculo da quantidade de produtos embalados. Assim, a ideia é que o modelo de simulação permita testar diferentes política de compra/estoque de insumos de embalagens utilizados no processo produtivo.

Com relação as características do processo, as filas seguem a regra conhecida como *First In First Out (FIFO)*, sendo que o material produzido é retirado do pátio de estocagem e colocado na fila de entrada para embalar, onde é feito uma primeira inspeção. Em seguida é feita a embalagem propriamente dita e na sequência é feito uma inspeção de saída, podendo o material seguir para o pátio de Produto Acabado se a inspeção for aprovada. Para este estudo e para facilitar a análise, foi considerado um único local de Embalagem. Em relação aos recursos humanos, tem-se dois inspetores que participam da embalagem do material, sendo que um executa a inspeção de entrada e outro efetua a inspeção de saída da embalagem, sendo que, em ambos os casos utilizam *Tablets* para essa finalidade.

Quanto ao fluxo do processo estudado, ele se divide em duas etapas que ocorrem simultaneamente. A primeira etapa corresponde ao fluxo de entrada dos estoques no tempo de reposição de cada item, considerando o tamanho padrão dos lotes adotados pela empresa, para cada tipo de insumo. Já a segunda etapa, representa as necessidades de consumo destes itens, considerando a dinâmica do processo de embalagem em si, de acordo com a composição exigida em cada tipo de embalagem, que por sua vez está vinculada às exigências do pedido dos clientes. Desta forma, o fluxo entre a entrada e saída dos insumos do estoque, é representado no modelo.

É importante destacar que o processo a ser simulado contemplará os elementos focados apenas no fluxo de entrada e saída dos insumos do estoque, com base nos pedidos vindo das OV's dos clientes. Assim, fica como uma sugestão de trabalho a ser desenvolvido *a posteriori*, ampliar a simulação para um fluxo mais completo que contemple todos os elementos entre o início do fluxo com a abertura de pedidos e o processo de embalagem.

4.3 Modelo de simulação computacional

Os dados de entrada do simulador e as parametrizações são feitas via consulta SQL na base de dados de produção, conforme mostrado na Figura 6. Para efeito do estudo foi considerado o total de produtos embalados no período entre os meses de março e maio de 2023 e em uma das linhas de embalagens. Neste período, foram embalados 15 tipos de embalagens entre as composições existentes.

Figura 6 – Exemplo de dados de entrada provenientes via consultas SQL

	A	B	C	E	F	G	H	I	J
	NUM PEDIDO ENCOMEND	NUM ITEM PEDIDO ENCOMEND	PESO DO PEDID	SETOR APLICACAO	DESCR APLICACAO SETOR	PESO MIN PR	PESO VIS PR	PESO MAX PR	COD EMBALAGE
2	562118	9	38	RODAS	ARO	5	10	15	57
3	562974	3	42	AUTOMOTIVO	PEQ, COMP, INT, E AUTOPECAS	7	18,5	30	43
13	563604	19	52	CONSTRUCAO CIVIL	UTILIDADES PARA CONST, CIVIL	7	10,5	14	43
14	563604	17	52	CONSTRUCAO CIVIL	UTILIDADES PARA CONST, CIVIL	7	10,5	14	43
15	563604	15	44	CONSTRUCAO CIVIL	UTILIDADES PARA CONST, CIVIL	7	10,5	14	43
16	563604	13	104	CONSTRUCAO CIVIL	UTILIDADES PARA CONST, CIVIL	7	10,5	14	43
17	563604	11	44	CONSTRUCAO CIVIL	UTILIDADES PARA CONST, CIVIL	7	10,5	14	43
18	563604	7	182	CONSTRUCAO CIVIL	UTILIDADES PARA CONST, CIVIL	7	11	15	43
19	563604	5	156	CONSTRUCAO CIVIL	UTILIDADES PARA CONST, CIVIL	7	11	15	43
20	563604	3	156	CONSTRUCAO CIVIL	UTILIDADES PARA CONST, CIVIL	7	11	15	43
21	563604	9	44	CONSTRUCAO CIVIL	UTILIDADES PARA CONST, CIVIL	7	10,5	14	43
39	563778	7	104	CONSTRUCAO CIVIL	UTILIDADES PARA CONST, CIVIL	7	11	15	43
40	563779	3	104	CONSTRUCAO CIVIL	UTILIDADES PARA CONST, CIVIL	7	11	15	43
41	563780	3	130	CONSTRUCAO CIVIL	UTILIDADES PARA CONST, CIVIL	7	11	15	43
47	566549	19	60	AUTOMOTIVO	PEQ, COMP, INT, E AUTOPECAS	5	12,5	20	08
48	566767	11	28	AUTOMOTIVO	PEQ, COMP, INT, E AUTOPECAS	7	13,5	20	43
49	566767	13	24	LONGARINAS	LONGARINAS	7	13,5	20	43
50	566768	3	22	AUTOMOTIVO	PAINES NÃO EXPOSTOS	7	11	15	20
51	566768	5	22	AUTOMOTIVO	PEQ, COMP, INT, E AUTOPECAS	7	11	15	20
52	566769	3	22	AUTOMOTIVO	PEQ, COMP, INT, E AUTOPECAS	7	18,5	30	43
53	566868	13	23	AUTOMOTIVO	PEQ, COMP, INT, E AUTOPECAS	8	11	14	43
54	566868	15	23	AUTOMOTIVO	PEQ, COMP, INT, E AUTOPECAS	8	11	14	43
55	566874	3	24	AUTOMOTIVO	PEQ, COMP, INT, E AUTOPECAS	5	10	15	43
56	566973	7	46	CONSTRUCAO CIVIL	UTILIDADES PARA CONST, CIVIL	6	15,5	25	70
57	567715	3	24	AUTOMOTIVO	REFORÇOS	7	18,5	30	12
58	567992	3	18	LINHA BRANCA / MARRC	REFORÇOS, PERFIS OU COMPONENT	6	10,5	15	51
59	568007	17	208	CONSTRUCAO CIVIL	UTILIDADES PARA CONST, CIVIL	4	10	16	43

Fonte: Elaborado pelos autores.

O Simulador foi desenvolvido a partir do uso de *templates* do *software* Arena. Para facilitar a construção do modelo e posterior validação e análise dos resultados, os cenários simulados se basearam nos estoques dos insumos, reproduzindo o reabastecimento dos itens de acordo com cada taxa de reposição. Paralelamente, reproduziu-se o processo de embalagem para cada tipo, levando em consideração a distribuição do tempo de embalagens iguais, ou seja, o tempo considerado entre a embalagem de um tipo e a próxima embalagem do mesmo tipo, conforme a planilha ilustrada pela Figura 7.

Figura 7 – Distribuição do tempo entre embalagens por tipo

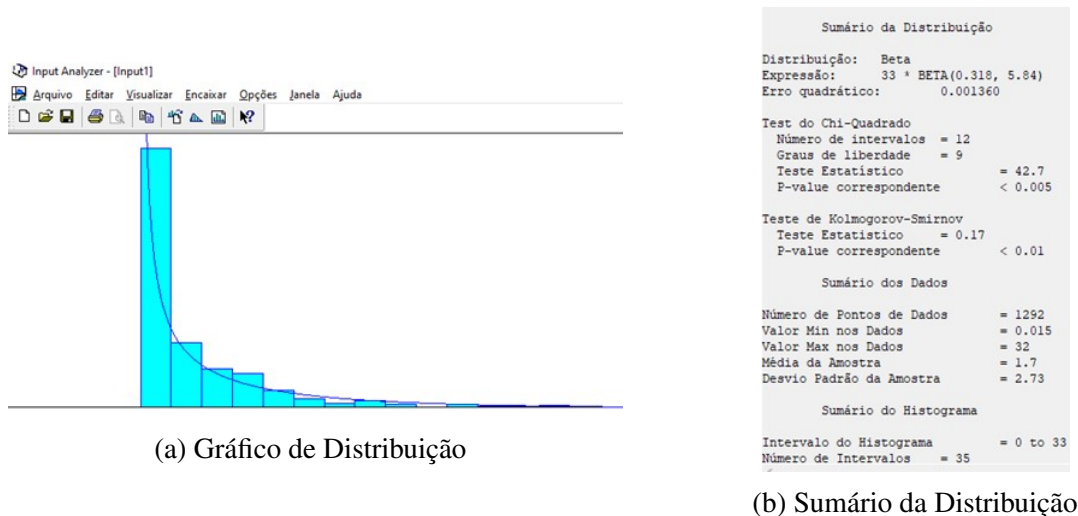
Tipos de Embalagem	Qtde	Min	Max	Média	Desvio Padrão	P-value Correspondente	Tp Médio entre Embalagens (hs)
							Distribuição
01	05	4,010	589,000	221,000	276,000	= 0,035	4 + 586 * BETA(0.0188, 0.032)
08	1607	0,009	20,100	1,370	2,090	< 0,005	21 * BETA(0.337, 4.81)
11	22	0,036	11,900	2,340	2,920	< 0,005	EXPO(2.34)
12	64	0,018	192,000	31,100	44,600	< 0,005	WEIB(21.2, 0.599)
13	22	0,140	315,000	80,400	94,500	< 0,005	LOGN(192, 1.24e+03)
14	100	0,047	193,000	22,000	34,800	< 0,005	WEIB(14.7, 0.603)
16	18	0,145	472,000	96,700	138,000	< 0,005	WEIB(54.7, 0.507)
17	257	0,017	148,000	8,550	19,200	= 0,274	WEIB(4.86, 0.568)
18	215	0,014	160,000	9,800	25,400	< 0,005	WEIB(4.04, 0.486)
20	253	0,015	151,000	8,280	17,500	= 0,328	WEIB(4.36, 0.532)
22	3	51,400	1166,347	609,000	788,000	< 0,005	51 + 1.12e+03 * BETA(0.139, 0.163)
26	416	0,017	64,000	5,290	8,960	= 0,206	WEIB(3.71, 0.64)
43	4339	0,006	11,300	0,508	0,812	< 0,005	LOGN(0.527, 1.14)
46	38	0,108	346,000	26,300	74,600	< 0,005	WEIB(6.72, 0.416)
47	1293	0,015	32,000	1,700	2,730	< 0,005	33 * BETA(0.318, 5.84)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na primeira coluna da planilha ilustrada na Figura 7 são listados os tipos de embalagens que foram produzidas no período de simulação proposto. A segunda coluna mostra a quantidade utilizada de cada uma tipo de embalagem. Na sequência, se tem as quantidades mínima, máxima, média e o desvio padrão associado aos insumos. Por fim, o “P-value” indica o nível de significância de cada simulação, assim como a distribuição de probabilidade de cada tipo de insumo, no tempo médio em horas (hs) de cada embalagem, são apresentados. Note que, estes resultados foram alcançados por meio do método Qui-quadrado.

Para encontrar a distribuição de probabilidade vinculada aos dados de entrada utilizou-se o *Input Analyser* do Arena, considerando os dados reais de tempo entre cada embalagem referentes aos respectivos meses adotados no estudo. Assim, foi possível chegar a distribuição real de cada tipo de embalagem. O exemplo ilustrado na Figura 8 mostra a distribuição encontrada de um tipo de embalagem, que destaca o Gráfico de Distribuição dos dados (Figura 8a) e o seu Sumário de Distribuição (Figura 8b).

Figura 8 – Análise da Distribuição da base de um tipo de embalagem



Em relação aos insumos de embalagens foi levado em consideração a taxa de reposição, tamanho do lote e o consumo específico de cada insumo, conforme mostrado na Figura 9. Os intervalos entre ressuprimentos foram considerados constantes para facilitar a análise e comparação dos resultados. Note que, a primeira e a segunda coluna mostram o código interno de cada insumo e sua descrição. Na coluna subsequente se tem a unidade adotada, a quantidade utilizada de cada item em cada produto embalado e seu consumo específico. Por fim, o tempo de reposição de cada insumo e o tamanho do lote de reposição são apresentados.

Figura 9 – Insumos de Embalagens

Elementos de Embalagens					Lead Time (d)	Lote (un)
COD_ELEM_EMBALAGEM	DESCR_ELEM_EMBALAGEM	UNIDADE	Qtde/Prod	C. Específico		
01	ESTRADO METALICO	un	1	0	30	4000
06	FITA DE ACO	un	4	4	40	5000
07	SELO DA FITA	un	4	4	40	3500
08	CANTONEIRA PROTECAO FITA	un	8	0	30	1000
12	FILME PLASTICO	un	1	1	30	10000
16	PAPEL VCI	un	1	1	40	500
17	DISCO METALICO DE PROTECAO	un	2	2	30	3000
18	CHAPA PROTECAO INTERNA	un	1	1	30	1000
19	CHAPA PROTECAO EXTERNA	un	1	1	30	1000
20	CANTONEIRA CORRUGADA	un	2	2	30	2000
21	CANTONEIRA INTERNA	un	2	2	30	2000
24	DISCO DE POLIONDA	un	2	2	30	3000
25	PROTETOR DE SELO	un	1	1	30	1000
27	FOLHA DE POLIONDA INTERNA	un	1	1	30	5000
28	FOLHA DE POLIONDA EXTERNA	un	1	1	30	5000
29	CANTONEIRA POLIONDA EXTERNA	un	2	2	30	500
37	CINTA SLEETER	un	2	2	30	500
39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL	un	4	4	40	5000
40	BORRACHÃO	un	2	2	30	500
41	DISCO POLIONDA AZUL	un	2	2	40	1000
42	FOLHA DE POLIONDA INTERNA AZUL	un	1	1	40	1000
43	FOLHA DE POLIONDA EXTERNA AZUL	un	1	1	40	1000

Fonte: Elaborado pelos autores.

No tocante a composição das embalagens por tipo de insumo construiu-se uma matriz (ver Figura 10) que estabelece a relação de insumos, mostrados na primeira coluna, que são utilizados em cada tipo de embalagem e o consumo específico de cada item no período estudado, representados da segunda coluna em diante. Assim, foi possível criar as composições, insumos e distribuições dos tipos de embalagens no Arena.

Figura 10 – Matriz de Composição das Embalagens

#	COD_ELEM_EMBALAGEM	TIPO DE EMBALAGEM UTILIZADA															
		01	08	11	12	13	14	16	17	18	20	22	26	43	46	47	
1	01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	06	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
3	07	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
4	08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	
6	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	
7	17	0	0	2	0	2	0	2	2	0	2	0	0	0	2	2	
8	18	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	
9	19	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	
10	20	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
11	21	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
12	24	0	0	2	2	0	2	0	0	2	0	2	0	2	2	2	
13	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
14	27	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	
15	28	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	
16	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
17	37	0	0	0	0	2	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	
18	39	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
19	40	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	
20	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	
21	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
22	43	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	

Fonte: Elaborado pelos autores.

No ambiente do Arena, primeiramente, foram definidos os objetos (variáveis) para armazenar as informações de estoque de cada insumo, como mostrado na primeira variável da lista de variables (“vStock Insumo”) da Figura 11, seguido pela a matriz de composição das embalagens com os consumos específicos por item (“vCespec”), as informações dos lotes de compras (“vQLote”), e as informações de consumo e reposição dos estoques (“vStock.Ins01” a “vStock.Ins22”).

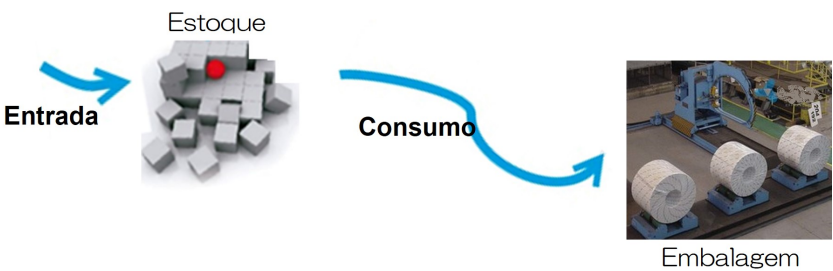
Nos cenários de simulação propostos foram reproduzidos o processo de ressuprimento dos estoques de insumos e as embalagens ao final da linha, separados por tipos de embalagens, motivo pelo qual foram calculadas as distribuições por tipo. Com isto, tem-se de uma maneira macro, mas localizada, vinculada às entradas e saídas de insumos, conforme mostrado na Figura 12.

Figura 11 – Variáveis utilizadas no software Arena

	Name	Rows	Columns	Data Type	Clear Option	File Name	Initial Values	Report Statistics	Comment
1	vStock_Insumo	22		Real	System		0 rows	☐	22 tipos de insumos
2	vCespec	22	15	Real	System		327 rows	☐	22 tipos de insumos (linhas) e 15 tipos de embalagens (colunas)
3	vQLote	22		Real	System		20 rows	☐	
4	vStock.Ins01			Real	System		0 rows	☒	
5	vStock.Ins02			Real	System		0 rows	☒	
6	vStock.Ins03			Real	System		0 rows	☒	
7	vStock.Ins04			Real	System		0 rows	☒	
8	vStock.Ins05			Real	System		0 rows	☒	
9	vStock.Ins06			Real	System		0 rows	☒	

Fonte: Simulação elaborada pelos autores.

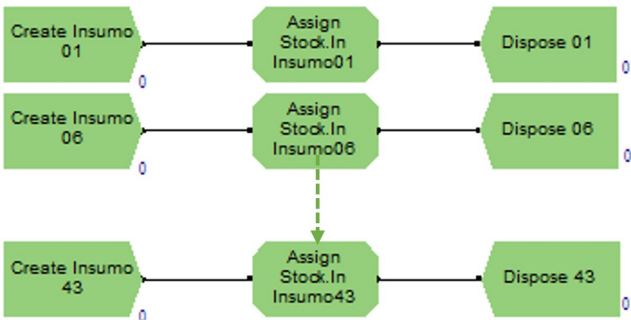
Figura 12 – Entrada e consumo do estoque



Fonte: Elaborado pelos autores.

O primeiro passo foi criar as entidades de insumos e o modelo de recomposição dos estoques. Foram criadas as 22 entidades correspondentes ao total de insumos de embalagem. A Figura 13 mostra a representação de como ficaram as estruturas para o estoque e a sua recomposição, sendo que o ressuprimento é feito de acordo com o *lead time* e tamanho dos lotes que foram inseridos nas variáveis correspondentes de mesmo índice numérico de cada insumo. Note que, cada módulo "Create" representa os insumos que são criados de acordo com os tempos de reposição (em dias) preestabelecidos.

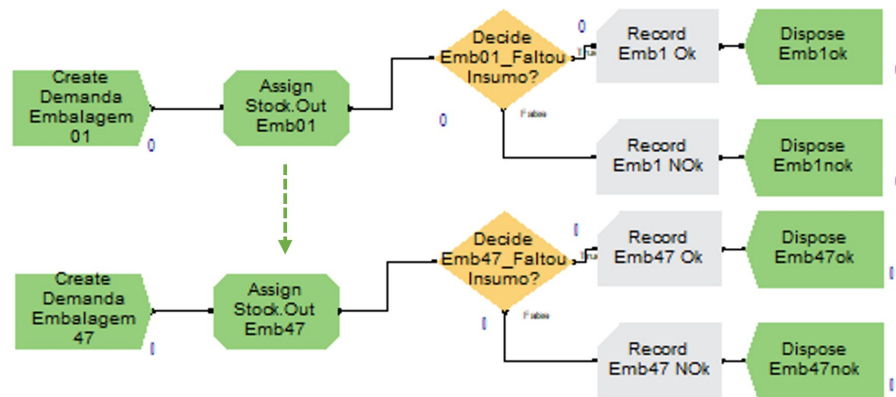
Figura 13 – Representação computacional do ciclo de ressuprimento dos insumos no estoque



Fonte: Elaborado pelos autores.

Outra parte do simulador teve como foco a reprodução do processo de embalagem (ver Figura 14), uma para cada tipo, e cujo o consumo dos insumos do estoque variam de acordo com a composição de cada embalagem, representados na Matriz de Composição das Embalagens (Figura 10) e configurados no Arena para cada variável em específico (Figura 11).

Figura 14 – Representação computacional das demandas de Embalagens



Fonte: Simulação elaborada pelos autores

Assim, foram criadas as entidades correspondentes a cada tipo de embalagem utilizada no estudo, representando as demandas de insumos individuais. O modelo reproduz a embalagem das bobinas de acordo com a distribuição levantada. A cada embalagem o simulador verifica (“Decide”) se há estoque de cada um dos insumos daquele tipo de embalagem, por meio de uma equação booleana, que informa se a embalagem pode realizada ou se está faltando algum tipo de insumo no estoque.

Note que, caso a bobina tenha sido embalada, o simulador contabiliza uma variável contadora com o “OK”, caso contrário, uma variável “NOK” é contabilizada. Ao final da simulação, tem-se o total de bobinas embaladas por tipo de embalagem, o total de reabastecimento de cada insumo, quantidade de embalagens de bobinas classificadas como “OK” e “NOK”, bem como os valores mínimo, máximo e a média de consumo de cada insumo. Como resultado, caso a média do consumo dos insumos tenha sido negativa, indica que houve falta daquele insumo, no período. Sendo assim, é possível variar os cenários e propor mudanças, como, por exemplo, o tamanho de lotes e o tempo de reposição dos insumos, para que se garanta um estoque mínimo de cada um no período de 30 dias.

4.3.1 Cenários simulados para validação e testes do modelo

Antes de apresentar os cenários simulados, é importante ressaltar que as representações das unidades dos itens de insumo são apresentadas apenas como valores unitários para facilitar a análise e a simulação dos estoques.

Itens como Fitas de aço por exemplo, são consumidos por metragem e a variação é muito grande em razão da variação do diâmetro externo de cada bobina. Com isto, a análise teria que levar em consideração as dimensões dos materiais, o que demandaria a elaboração de um modelo mais detalhado. Na abertura do pedido tem-se a “Tonelagem” solicitada e o “Peso” de cada produto, para que se possa ter uma estimativa de “Quantidade” prevista de produtos, mas não das suas dimensões. Logo, é possível ter uma previsão de produção de embalagens no período analisado, levando em consideração a data de entrada da **OV** no pátio de produtos acabados.

As simulações foram feitas em ciclos de 5 replicações para um período de 30 dias, conforme mostrado na Figura 15. Foram criados 4 cenários diferentes (Cenários 2 a 5) variando os intervalos de ressuprimento e mantendo os lotes constantes em comparação com os dados reais (Cenário 1). Os resultados apresentados no Cenário 1 se mostraram aderentes ao contexto real da empresa, fato este que permitiu a sua validação junto à equipe que atua no setor da empresa. Em um segundo momento considerou-se o tempo de ressuprimento como uma distribuição triangular e, em seguida, criados outros 4 cenários (Cenários 6 a 9). O objetivo deste segundo grupo de cenários foi ajustar o estoque necessário dos insumos, visando minimizar a existência de “estoque negativo”, ou seja, situações em que não falte nenhum insumo durante o período das embalagens.

Figura 15 – Parâmetros de replicação no Arena

Parâmetros de Replicação

Número de Replicações: 5

Data e Hora de Início: ☐ sábado, 24 de junho de 2023 18:33:01

Período de Warm-up: 0.0 Hours

Duração da Replicação: 30 Days

Horas por Dia: 24

Condição de Parada:

Unidade de Tempo Base: Days

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 16 mostra o Cenário 1, situação esta similar ao que é praticado atualmente pela empresa com relação aos insumos e suas taxas de reposição. A partir daí, foram feitos ajustes nas taxas de reposição, Cenários 2 a 5, aumentando ou diminuindo o tempo de reposição dos insumos que o modelo de simulação acusou haver falta de estoque (valores negativos ao final da simulação). Os cenários intermediários (2 a 4) foram sendo ajustados parcialmente até se chegar ao Cenário 5, onde não existem faltas de insumos previstos. Note que os Cenários 2 a 4, foram omitidos na Figura 16.

Figura 16 – Representação esquemática dos Cenário 1 (Real) e 5, com taxas de reposição com valores constantes

Insumos de Embalagens		CENÁRIO 1				CENÁRIO 5			
COD_ELEM_EMBALAGEM	VARIÁVEL	tempo(dias)	Lote	Ressuprimentos	QTD Média	tempo(dias)	Lote	Ressuprimentos	QTD Média
01	Insumo 01	30	4000	2	4000,00	30	4000	2	4000,00
06	Insumo 06	40	5000	1	-1353,00	15	5000	3	1079,72
07	Insumo 07	40	3500	1	-1824,00	15	3500	3	249,96
08	Insumo 08	30	1000	2	1000,00	30	1000	2	1000,00
12	Insumo 12	30	10000	2	8412,64	45	10000	1	8395,93
16	Insumo 16	40	500	1	480,00	40	500	1	485,53
17	Insumo 17	30	3000	2	2045,32	30	3000	2	2044,63
18	Insumo 18	30	1000	2	489,90	30	1000	2	487,05
19	Insumo 19	30	1000	2	696,02	30	1000	2	692,48
20	Insumo 20	30	2000	2	-1177,00	12	2000	3	389,86
21	Insumo 21	30	2000	2	-1177,00	12	2000	3	389,86
24	Insumo 24	30	3000	2	720,01	30	3000	2	660,63
25	Insumo 25	30	1000	2	786,41	30	1000	2	785,55
27	Insumo 27	30	5000	2	3602,58	40	5000	1	3562,76
28	Insumo 29	30	5000	2	4045,43	30	5000	2	4033,47
29	Insumo 37	30	500	2	286,41	30	500	2	285,55
37	Insumo 37	30	500	2	373,50	30	500	2	402,27
39	Insumo 39	40	5000	1	-1353,00	10	5000	2	246,39
40	Insumo 40	30	500	2	402,33	30	500	2	405,05
41	Insumo 41	40	1000	1	842,27	40	1000	1	857,03
42	Insumo 42	40	1000	1	921,14	40	1000	1	928,51
43	Insumo 43	40	1000	1	769,48	40	1000	1	761,62

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 17 mostra apenas os cenários 6 e 9, vinculados à segunda parte dos experimentos em que se tem taxas da forma de distribuição triangular, com tempos de reposição mínimo, mais provável e máximo. Novamente, omitiu-se alguns cenários (7 e 8).

Figura 17 – Representação esquemática dos Cenários 6 e 9, com taxas de reposição vinculada à distribuições triangulares

Insumos de Embalagens		CENÁRIO 6				CENÁRIO 9			
COD_ELEM_EMBALAGEM	VARIÁVEL	TRIA(dias)	Lote	Ressuprimentos	QTD Média	TRIA(dias)	Lote	Ressuprimentos	QTD Média
01	Insumo 01	TRIA(20,30,40)	4000	1,8	4371,64	TRIA(20,30,40)	4000	1,8	4000,00
06	Insumo 06	TRIA(30,40,50)	5000	1	-1397,00	TRIA(10,15,20)	5000	3	1146,53
07	Insumo 07	TRIA(30,40,50)	3500	1	-1397,00	TRIA(10,12,15)	3500	3	276,21
08	Insumo 08	TRIA(30,40,50)	1000	1,4	1048,91	TRIA(20,30,40)	1000	1,4	1000,00
12	Insumo 12	TRIA(20,30,40)	10000	1,6	9323,38	TRIA(20,30,40)	10000	1,6	8412,64
16	Insumo 16	TRIA(30,40,50)	500	1	476,97	TRIA(30,40,50)	500	1	480,00
17	Insumo 17	TRIA(20,30,40)	3000	1,6	2320,03	TRIA(20,30,40)	3000	1,6	2045,32
18	Insumo 18	TRIA(20,30,40)	1000	1,2	507,43	TRIA(20,30,40)	1000	1,2	489,90
19	Insumo 19	TRIA(20,30,40)	1000	1,6	760,65	TRIA(20,30,40)	1000	1,6	696,02
20	Insumo 20	TRIA(20,30,40)	2000	1,2	-1166,00	TRIA(12,13,14)	2000	3	423,26
21	Insumo 21	TRIA(20,30,40)	2000	1,2	-1166,00	TRIA(12,13,14)	2000	3	423,26
24	Insumo 24	TRIA(20,30,40)	3000	1,6	1109,50	TRIA(20,30,40)	3000	1,6	720,01
25	Insumo 25	TRIA(20,30,40)	1000	1,4	825,18	TRIA(20,30,40)	1000	1,4	786,41
27	Insumo 27	TRIA(20,30,40)	5000	1,4	3884,16	TRIA(20,30,40)	5000	1,4	3602,58
28	Insumo 29	TRIA(20,30,40)	5000	1,6	4342,82	TRIA(20,30,40)	5000	1,6	4045,43
29	Insumo 37	TRIA(20,30,40)	500	1,2	309,28	TRIA(20,30,40)	500	1,2	286,41
37	Insumo 37	TRIA(20,30,40)	500	1,2	382,80	TRIA(20,30,40)	500	1,2	373,50
39	Insumo 39	TRIA(30,40,50)	5000	1	-1397,00	TRIA(7,10,14)	5000	3,4	313,20
40	Insumo 40	TRIA(20,30,40)	500	1,8	451,05	TRIA(20,30,40)	500	1,8	402,33
41	Insumo 41	TRIA(30,40,50)	1000	1	845,16	TRIA(30,40,50)	1000	1	842,27
42	Insumo 42	TRIA(30,40,50)	1000	1	922,58	TRIA(30,40,50)	1000	1	921,14
43	Insumo 43	TRIA(30,40,50)	1000	1	763,35	TRIA(30,40,50)	1000	1	769,48

Fonte: Elaborado pelos autores

No que tange as embalagens, a Figura 18 mostra o *status* das embalagens, frente ao estoque, de acordo com as reposições de insumos na situação real (Cenário 1) e um caso simulado (Cenários 5). De forma similar, a Figura 19 apresenta os resultados dos casos em taxas de reposição da forma de distribuição triangular dos Cenários 6 e Cenário 9.

Figura 18 – Percentual de embalagens concluídas e não concluídas - Cenários 1 e 5

Tipos de Embalagem		CENÁRIO 1					CENÁRIO 5				
TIPO_EMBALAGEM	VARIÁVEL	QTD Média	OK	% OK	NOK	%NOK	QTD Média	OK	% OK	NOK	%NOK
01	Embalagem01	20,00	8,20	41%	11,80	59%	13,00	8,00	62%	5,00	38%
08	Embalagem08	498,60	498,60	100%	0,00	0%	505,00	505,00	100%	0,00	0%
11	Embalagem11	295,60	295,60	100%	0,00	0%	318,00	318,00	100%	0,00	0%
12	Embalagem12	18,20	18,20	100%	0,00	0%	27,00	27,00	100%	0,00	0%
13	Embalagem13	7,40	7,40	100%	0,00	0%	3,00	3,00	100%	0,00	0%
14	Embalagem14	44,40	44,40	100%	0,00	0%	45,00	45,00	100%	0,00	0%
16	Embalagem16	10,20	10,20	100%	0,00	0%	8,00	8,00	100%	0,00	0%
17	Embalagem17	95,00	95,00	100%	0,00	0%	103,00	103,00	100%	0,00	0%
18	Embalagem18	91,40	91,40	100%	0,00	0%	78,00	78,00	100%	0,00	0%
20	Embalagem20	110,00	110,00	100%	0,00	0%	77,00	77,00	100%	0,00	0%
22	Embalagem22	1,20	1,20	100%	0,00	0%	1,00	1,00	100%	0,00	0%
26	Embalagem26	152,60	152,60	100%	0,00	0%	136,00	136,00	100%	0,00	0%
43	Embalagem43	1363,40	1363,40	100%	0,00	0%	1482,00	1482,00	100%	0,00	0%
46	Embalagem46	42,20	42,20	100%	0,00	0%	23,00	23,00	100%	0,00	0%
47	Embalagem47	388,00	388,00	100%	0,00	0%	431,00	431,00	100%	0,00	0%

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 19 – Percentual de embalagens concluídas e não concluídas - Cenários 6 e 9

Tipos de Embalagem		CENÁRIO 6					CENÁRIO 9				
TIPO_EMBALAGEM	VARIÁVEL	QTD Média	OK	% OK	NOK	%NOK	QTD Média	OK	% OK	NOK	%NOK
01	Embalagem01	25,20	8,60	34%	16,60	66%	20,00	8,20	41%	11,80	59%
08	Embalagem08	509,40	509,40	100%	0,00	0%	498,60	498,60	100%	0,00	0%
11	Embalagem11	310,80	310,80	100%	0,00	0%	295,60	295,60	100%	0,00	0%
12	Embalagem12	29,20	29,20	100%	0,00	0%	18,20	18,20	100%	0,00	0%
13	Embalagem13	6,60	6,60	100%	0,00	0%	7,40	7,40	100%	0,00	0%
14	Embalagem14	32,40	32,40	100%	0,00	0%	44,40	44,40	100%	0,00	0%
16	Embalagem16	11,40	11,40	100%	0,00	0%	10,20	10,20	100%	0,00	0%
17	Embalagem17	84,40	84,40	100%	0,00	0%	95,00	95,00	100%	0,00	0%
18	Embalagem18	89,00	89,00	100%	0,00	0%	91,40	91,40	100%	0,00	0%
20	Embalagem20	103,80	103,80	100%	0,00	0%	110,00	110,00	100%	0,00	0%
22	Embalagem22	1,30	1,30	100%	0,00	0%	1,20	1,20	100%	0,00	0%
26	Embalagem26	149,40	149,40	100%	0,00	0%	152,60	152,60	100%	0,00	0%
43	Embalagem43	1385,40	1385,40	100%	0,00	0%	1363,40	1363,40	100%	0,00	0%
46	Embalagem46	35,80	35,80	100%	0,00	0%	42,20	42,20	100%	0,00	0%
47	Embalagem47	385,00	385,00	100%	0,00	0%	388,00	388,00	100%	0,00	0%

Fonte: Elaborado pelos autores

Com base neste resultados é possível notar que é possível equilibrar os estoques de segurança dos insumos de embalagem, tanto no caso de reposição com taxas constantes como no baseado em um perfil de distribuição triangular. As Figuras 20 e 21 sumarizam as estatísticas de saída fornecida pelo Arena referentes ao Cenário 1 e ao Cenário 9, respectivamente.

Figura 20 – Relatório gerado pelo Arena no Cenário 1

Time Persistent

Variable	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
vStock.Ins01	4000.00	0,00	4000.00	4000.00	0.00	8000.00
vStock.Ins02	-1353	162,84	-1535	-1185	-8000	5000.00
vStock.Ins03	-1824	197,14	-2036	-1589	-7428	3500.00
vStock.Ins04	1000.00	0,00	1000.00	1000.00	0.00	2000.00
vStock.Ins05	8412.64	40,70	8367.39	8454.68	0.00	16953.00
vStock.Ins06	480.00	11,16	468.54	489.72	0.00	500.00
vStock.Ins07	2045.32	43,48	1997.69	2089.44	0.00	4204.00
vStock.Ins08	489.90	23,72	461.61	509.79	-35	1022.00
vStock.Ins09	696.02	27,98	676.51	734.74	0.00	1461.00
vStock.Ins10	-1177	81,42	-1267	-1093	-4500	2000.00
vStock.Ins11	-1177	81,42	-1267	-1093	-4500	2000.00
vStock.Ins12	720.01	90,11	660.63	820.07	-1810	3000.00
vStock.Ins13	786.41	6,57	778.22	792.69	0.00	1587.00
vStock.Ins14	3602.58	40,18	3562.76	3635.98	0.00	7321.00
vStock.Ins15	4045.43	34,58	4022.14	4088.16	0.00	8203.00
vStock.Ins16	286.41	6,57	278.22	292.69	0.00	587.00
vStock.Ins17	373.50	32,41	346.56	402.27	0.00	824.00
vStock.Ins18	-1353	162,84	-1535	-1185	-8000	5000.00
vStock.Ins19	402.33	32,96	364.21	438.88	0.00	876.00
vStock.Ins20	842.27	16,84	823.10	857.03	0.00	1000.00
vStock.Ins21	921.14	8,42	911.55	928.51	0.00	1000.00
vStock.Ins22	769.48	11,29	759.67	781.25	0.00	1000.00

Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 21 – Relatório gerado pelo Arena no Cenário 9

Time Persistent

Variable	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
vStock.Ins01	4000.00	0,00	4000.00	4000.00	0.00	8000.00
vStock.Ins02	1146.53	162,84	965.47	1314.72	-3000	5000.00
vStock.Ins03	276.21	197,14	64.2707	510.92	-3224	3500.00
vStock.Ins04	1000.00	0,00	1000.00	1000.00	0.00	2000.00
vStock.Ins05	8412.64	40,70	8367.39	8454.68	0.00	10000.00
vStock.Ins06	480.00	11,16	468.54	489.72	0.00	500.00
vStock.Ins07	2045.32	43,48	1997.69	2089.44	0.00	4204.00
vStock.Ins08	489.90	23,72	461.61	509.79	-35	1022.00
vStock.Ins09	696.02	27,98	676.51	734.74	0.00	1461.00
vStock.Ins10	423.26	81,42	332.74	507.36	-1122	2000.00
vStock.Ins11	423.26	81,42	332.74	507.36	-1122	2000.00
vStock.Ins12	720.01	90,11	660.63	820.07	-1810	3000.00
vStock.Ins13	786.41	6,57	778.22	792.69	0.00	1587.00
vStock.Ins14	3602.58	40,18	3562.76	3635.98	0.00	5000.00
vStock.Ins15	4045.43	34,58	4022.14	4088.16	0.00	8203.00
vStock.Ins16	286.41	6,57	278.22	292.69	0.00	587.00
vStock.Ins17	373.50	32,41	346.56	402.27	0.00	824.00
vStock.Ins18	313.20	162,84	132.14	481.39	-3644	5000.00
vStock.Ins19	402.33	32,96	364.21	438.88	0.00	876.00
vStock.Ins20	842.27	16,84	823.10	857.03	0.00	1000.00
vStock.Ins21	921.14	8,42	911.55	928.51	0.00	1000.00
vStock.Ins22	769.48	11,29	759.67	781.25	0.00	1000.00

Fonte: Elaborado pelos autores

No Cenário 1, conforme mostrado na Figura 20, as taxas de reposição dos estoques representados pelas variáveis `vStock.Ins02` (fita de aço), `vStock.Ins03` (selo da fita), `vStock.Ins10` (cantoneira corrugada), `vStock.Ins11` (cantoneira interna) e `vStock.Ins18` (fita metálica para a fixação da ponta final) são insuficientes para garantir a embalagem dos produtos que serão embalados com estes insumos.

Por outro lado, Cenário 9, representado pelo relatório da Figura 21, verifica-se que todas as bobinas serão embaladas sem a falta de algum insumo. Tal situação foi alcançada ajustando as taxas de reposição dos estoques, de tal forma que, mesmo que a média dos estoques não seja um dado otimizado, as simulações mostram que é possível chegar a um cenário mais próximo da meta desejada pela empresa.

5 Considerações Finais

Este trabalho teve como foco propor e avaliar os resultados provenientes do uso de um modelo de simulação computacional na gestão de estoques do setor de embalagens de bobinas laminados em uma indústria siderúrgica de grande porte. A proposta do trabalho não se concentrou em solucionar o problema da gestão do estoque de insumos de embalagens em si, mas mostrar que é possível melhorar a gestão dos níveis de estoques de segurança, numa tentativa de garantia da disponibilidade dos insumos, considerando os vários tipos de produtos e embalagens.

Apesar da construção de um modelo simplificado, adotando com referência um local de embalagem específico, ele foi validado a partir de comparações com as situações reais identificadas na prática, auxiliado pelo *feedback* da própria equipe que atua no setor na empresa. O modelo proposto, além de permitir a identificação de condições mais próximas de uma configuração ideal do total de insumos em estoque, ao longo do tempo, capaz de atender às características da demanda do mercado, possibilita também variar os tempos de ressuprimentos dos estoques dos insumos, e a forma de sua distribuição, por exemplo.

Os resultados mostraram que o modelo de simulação pode representar uma situação real ou estar bem próxima do contexto da gestão de estoques. Além disso, os cenários simulados mostraram que é possível pensar em algumas intervenções, a *posteriori*, que venham a melhorar o desempenho do setor de embalagens de materiais laminados. A ideia é que a partir deste estudo se abram novas possibilidades de incorporação de melhorias no modelo e da gestão de estoques da empresa, visando otimizar os índices de tempo de ressuprimento de cada item do estoque, bem como incorporar outras linhas ou outros tipos de materiais.

Outra consideração importante a se destacar é que, para o futuro, talvez seja interessante a empresa desenvolver outra metodologia com foco na otimização do processo, considerando os custos de reposição de estoques, fretes, consolidação de carga, o pedido de vários insumos juntos, entre outros elementos de custo. Além disso, a incorporação de outras etapas desconsideradas do modelo proposto, bem como a utilização de modelos heurísticos ou simulação de Monte Carlo para consolidar o processo de validação do simulador, e o aumento do número de replicações, também podem ser vistas como sugestões de trabalhos futuros.

Referências

AMARANTE, J. B. G.; DE ABREU, L. R.; PONTES, H. L. J.; MIRANDA-JÚNIOR, J. L. Dimensionamento da movimentação interna de uma fábrica de embalagens de papel por meio da simulação de eventos discretos. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 18, n. 50, p. 24, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.3895/rts.v18n50.14377>>. Acesso em: 07 jul. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Áreas e Subáreas de Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<https://www.abepro.org.br/interna.asp?c=362>>. Acesso em: 18 Abr. 2018.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**: Logística empresarial. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 388 p.

BALLOU, R. H. **Logística Empresarial**: Transporte, administração de materiais e distribuição física. São Paulo: Atlas, 2012. 392 p.

BANKS, J.; GIBSON, R. R. Selecting simulation software. **IIIE Solutions**, Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE), v. 29, n. 5, p. 30–33, 1997. Disponível em: <<https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA19495865&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=10851259&p=AONE&sw=w&userGroupName=anon%7E4dab5690>>. Acesso em: 18 mai. 2023.

BELFIORI, P.; FÁVERO, L. P. **Pesquisa Operacional**: Para cursos de: economia, administração e ciências contábeis. 1. ed. São Paulo: GEN Atlas, 2012. 326 p.

CAUCHICK-MIGUEL, P. A.; FLEURY, A.; MELLO, C. H. P.; NAKANO, D. N. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018. 244 p. ISBN 9788535291346.

CHIAVENATO, I. **Administração Produção**: uma abordagem introdutória. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CHING, H. Y. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada**: Supply chain. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 238 p. ISBN 9788522460274.

CORRÊA, H. L. **Gestão de redes de suprimento**: integrando cadeias de suprimento no mundo globalizado. São Paulo: Atlas, 2010.

CORSTEN, D.; GRUEN, T. Desperately seeking shelf availability: an examination of the extent, the causes, and the efforts to address retail out-of-stocks. **International Journal of Retail & Distribution Management**, v. 31, n. 12, p. 605–617, 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/09590550310507731>>. Acesso em: 18 mai. 2023.

DENNIS, D. R.; MEREDITH, J. R. An analysis of process industry production and inventory management systems. **Journal of Operations Management**, Elsevier, v. 18, n. 6, p. 683–699, nov. 2000. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(00\)00039-5](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(00)00039-5)>. Acesso em: 18 mai. 2023.

DIAS, G. P. P. **Gestão dos estoques numa cadeia de distribuição com sistema de reposição automática e ambiente colaborativo**. 245 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) — Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2003. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde-08062004-180407/pt-br.php>>. Acesso em: 07 dez. 2022.

DIAS, G. P. P.; CORRÊA, H. L. Uso de simulação para dimensionamento e gestão de estoques de peças sobressalentes. In: **Anais do II Simpoi - Simpósio de Produção e Operações Internacionais**. São Paulo: EAESP-FGV, 1999.

DIAS, M. A. P. **Administração de Materiais**: uma abordagem logística. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

DOLOI, H.; JAAFARI, A. Conceptual simulation model for strategic decision evaluation in project management. **Logistics Information Management**, MCB UP Ltd, v. 15, n. 2, p. 88–104, 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/09576050210413971>>. Acesso em: 18 mai. 2023.

FRANCISCHINI, P. G.; GURGEL, F. d. A. **Administração de Materiais e do Patrimônio**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 432 p.

FREIRE, G. **Estudo comparativo de modelos de estoque com previsibilidade variável de demanda**. 105 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) — Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde-27072007-181506/en.php>>. Acesso em: 18 mai. 2023.

FREITAS, R. P. **Controle de estoque de peças de reposição: Uma revisão da literatura**. 76 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) — Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

GOMES, A. V. P.; WANKE, P. Modelagem da gestão de estoques de peças de reposição através de cadeias de markov. **Gestão & Produção**, v. 15, n. 1, p. 57–72, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-530X2008000100007>>. Acesso em: 18 mai. 2023.

GOMES, L. M.; KONNO, B. A.; POLICARPO, I. S.; MAIELLARO, J. R. Simulação em uma empresa siderúrgica no setor de carregamento. **INOVAE - Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 57–68, 2015. ISSN 2357-7797. Disponível em: <<https://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/inovae/article/view/1245>>. Acesso em: 03 jul. 2023.

HALMENSCHLAGER, D. M. **Aplicação de técnicas de previsão de demanda e gestão de estoques em um hospital público de ensino superior**. 83 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia de Produção) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2022. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/241926>>. Acesso em: 06 jul. 2023.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 9. ed. [S.l.]: Mc Graw Hill, 2013. 1023 p. ISBN 9780073376299.

KREVER, M.; WUNDERINK, S.; DEKKER, R.; SCHORR, B. Inventory control based on advanced probability theory, an application. **European Journal of Operational Research**, v. 162, n. 2, p. 342–358, 2005. ISSN 0377-2217. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221703007112>>. Acesso em: 12 jul. 2022.

- LENARD, J.; ROY, B. Multi-item inventory control: A multicriteria view. **European Journal of Operational Research**, v. 87, n. 3, p. 685–692, 1995. ISSN 0377-2217. Operational Research in Europe. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/0377-2217\(95\)00239-1](https://doi.org/10.1016/0377-2217(95)00239-1)>. Acesso em: 12 jul. 2022.
- LOPES, R. C.; MENDES, A. C. A.; LUNKES, R. J.; COSTA, G. D. Utilização da simulação de monte carlo na gestão de estoques para empresas farmacêuticas. **Revista Ambiente Contábil**, v. 11, n. 2, p. 1–18, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.21680/2176-9036.2019v11n2ID15602>>. Acesso em: 03 jul. 2023.
- NOGUEIRA, A. d. S. **Logística Empresarial: Uma visão local com pensamento globalizado**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- NONENMACHER JÚNIOR, L.; ANZANELLO, M. J. Comparação de políticas de gestão de estoque via simulação de monte carlo. **Revista Gestão Industrial**, v. 12, n. 3, p. 181–197, 2016. ISSN 1808-0448. Disponível em: <<https://doi.org/10.3895/gi.v12n3.4502>>. Acesso em: 03 jul. 2023.
- PAOLESCHI, B. **Almoxarifado e gestão de estoques**. 3. ed. São Paulo: Érica, 2019. 216 p. ISBN 9788536532400.
- PIDD, M. **Computer Simulation in Management Science**. 5. ed. [S.l.]: John Wiley & Sons Ltda, 2004. 311 p. ISBN 978047009230.
- POZO, H. **Administração de recursos materiais e patrimoniais**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2004.
- RODRIGUES, G. V. S. **LabFaber: solução para simulação de processos industriais**. 2022. Disponível em: <<https://certi.org.br/blog/simulacao-de-processos-industriais/>>. Acesso em: 18 mai. 2023.
- RÜSSMANN, M.; LORENZ, M.; GERBERT, P.; WALDNER, M.; JUSTUS, J.; ENGEL, P.; HARNISCH, M. Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. **Boston Consulting Group**, p. 54–89, 2015.
- SANTORO, M. C. **Sistema de gestão de estoques de múltiplos itens em local único**. 109 p. Tese (Livre Docência em Gestão de Operações e Logística) — Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E. **Cadeia de suprimentos: projeto e gestão**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 584 p.
- SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E. **Cadeia de suprimentos projeto e gestão: Conceitos, estratégias e estudo de caso**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010. 583 p. ISBN 9788577806638.
- SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018. 856 p.
- SOUZA, M. F. S.; MOORI, R. G.; MARCONDES, R. C. Sincronismo entre clientes e fornecedores. **Revista de Administração de Empresas**, SciELO Brasil, v. 45, n. 45, p. 36–49, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0034-75902005000400004>>. Acesso em: 18 mai. 2023.

- TOMAZ, J. F. **Dimensionamento de estoques de peças de reposição com uso de simulação de Monte Carlo**. 68 p. Monografia (Especialização em Engenharia da Confiabilidade) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/18614>>. Acesso em: 03 jul. 2023.
- VAGO, F. R. M.; SOUZA, C. V.; MELO, J. M. d. C.; LARA, J. E.; FAGUNDES, A. F. A.; SAMPAIO, D. d. O. A importância do gerenciamento de estoque por meio da ferramenta curva ABC. **Revista Sociais & Humanas**, Atlas, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 638–655, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/sociaisehumanas/article/view/6054>>. Acesso em: 18 mai. 2023.
- VAUGHAN, T. S. Failure replacement and preventive maintenance spare parts ordering policy. **European Journal of Operational Research**, v. 161, n. 1, p. 183–190, 2005. ISSN 0377-2217. IEPM: Focus on Scheduling. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2003.06.026>>. Acesso em: 19 out. 2022.
- VIEIRA, G. E.; DALL’AGNOL, W. J. Um modelo de simulação para análise do planejamento colaborado em cadeias de suprimento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL. **Anais do XXXVIII SBPO - Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**. Goiânia, GO, 2006. p. 1087–1098. ISSN 1518-1731. Disponível em: <http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2006/pdf/arq0226.pdf>>. Acesso em: 07 dez. 2022.
- WHITE, K. P.; INGALLS, R. G. Introduction to simulation. In: IEEE. **2015 Winter Simulation Conference (WSC)**. 2015. p. 1741–1755. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/WSC.2015.7408292>>. Acesso em: 18 mai. 2023.

ANEXO A – Insumos de embalagens

Tabela 1 – Insumos de embalagens

CÓD	ELEMENTO DA EMBALAGEM
1	ESTRADO METALICO
2	PAPEL KRAFT
3	CHAPA DE PROTECAO
4	FOLHA PAPEL AO SUPERIOR
5	FOLHA PAPEL AO INFERIOR
6	FITA DE ACO
7	SELO DA FITA
8	CANTONEIRA PROTECAO FITA
9	REGUA DE MADEIRA
10	CANTONEIRA L 50 X 50
11	CANTONEIRA LATERAL
12	FILME PLASTICO
13	CAIXA PAPEL AO
14	CHAPA U PROTECAO SUP/LAT (CAPOTA)
15	CHAPA PROTECAO DO TOPO (TESTEIRO)
16	PAPEL VCI
17	DISCO METALICO DE PROTECAO
18	CHAPA PROTECAO INTERNA
19	CHAPA PROTECAO EXTERNA
20	CANTONEIRA CORRUGADA
21	CANTONEIRA INTERNA
22	PAPEL AO ONDULADO EXTERNO
23	PAPEL AO ONDULADO INTERNO
24	DISCO DE POLIONDA
25	PROTETOR DE SELO
26	TAMPA METALICA
27	FOLHA DE POLIONDA INTERNA
28	FOLHA DE POLIONDA EXTERNA
29	CANTONEIRA POLIONDA EXTERNA
30	FOLHA POLIONDA SUPERIOR
31	FOLHA POLIONDA INFERIOR
32	CANTONEIRA PROTECAO FITA FARDO - CPDF
33	DISCO DE PLASTICO
34	TAMPA DE POLIONDA SUPERIOR
35	TAMPA DE PLASTICO
36	CANTONEIRA PLASTICO RIGIDO EXT
37	CINTA SLEETER
38	FITA ADESIVA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
40	BORRACHÃO
41	DISCO POLIONDA AZUL
42	FOLHA DE POLIONDA INTERNA AZUL
43	FOLHA DE POLIONDA EXTERNA AZUL

Fonte: Dados internos da Empresa estudada.

ANEXO B – Composições dos tipos de embalagens

Tabela 2 – Composições dos tipos de embalagens (continua)

TIPO	CÓD	ELEMENTO DA EMBALAGEM
1	6	FITA DE ACO
1	12	FILME PLASTICO
1	20	CANTONEIRA CORRUGADA
1	21	CANTONEIRA INTERNA
1	27	FOLHA DE POLIONDA INTERNA
1	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
2	6	FITA DE ACO
2	7	SELO DA FITA
2	17	DISCO METALICO DE PROTECAO
2	18	CHAPA PROTECAO INTERNA
2	19	CHAPA PROTECAO EXTERNA
2	20	CANTONEIRA CORRUGADA
2	21	CANTONEIRA INTERNA
2	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
3	6	FITA DE ACO
3	7	SELO DA FITA
3	17	DISCO METALICO DE PROTECAO
3	18	CHAPA PROTECAO INTERNA
3	19	CHAPA PROTECAO EXTERNA
3	20	CANTONEIRA CORRUGADA
3	21	CANTONEIRA INTERNA
3	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
4	1	ESTRADO METALICO
4	6	FITA DE ACO
4	7	SELO DA FITA
4	8	CANTONEIRA PROTECAO FITA
4	12	FILME PLASTICO
4	19	CHAPA PROTECAO EXTERNA
4	20	CANTONEIRA CORRUGADA
4	24	DISCO DE POLIONDA
4	26	TAMPA METALICA
4	33	DISCO DE PLASTICO
4	34	TAMPA DE POLIONDA SUPERIOR
4	35	TAMPA DE PLASTICO
4	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
5	1	ESTRADO METALICO
5	6	FITA DE ACO
5	7	SELO DA FITA
5	8	CANTONEIRA PROTECAO FITA
5	19	CHAPA PROTECAO EXTERNA
5	20	CANTONEIRA CORRUGADA
5	24	DISCO DE POLIONDA
5	26	TAMPA METALICA
5	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
6	6	FITA DE ACO
6	7	SELO DA FITA
6	12	FILME PLASTICO

Continua na página seguinte

Tabela 2 – Composições dos tipos de embalagens (continuação)

TIPO	CÓD	ELEMENTO DA EMBALAGEM
6	17	DISCO METALICO DE PROTECAO
6	18	CHAPA PROTECAO INTERNA
6	19	CHAPA PROTECAO EXTERNA
6	20	CANTONEIRA CORRUGADA
6	21	CANTONEIRA INTERNA
6	24	DISCO DE POLIONDA
6	28	FOLHA DE POLIONDA EXTERNA
6	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
7	6	FITA DE ACO
7	7	SELO DA FITA
7	12	FILME PLASTICO
7	17	DISCO METALICO DE PROTECAO
7	18	CHAPA PROTECAO INTERNA
7	19	CHAPA PROTECAO EXTERNA
7	20	CANTONEIRA CORRUGADA
7	21	CANTONEIRA INTERNA
7	22	PAPELAO ONDULADO EXTERNO
7	24	DISCO DE POLIONDA
7	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
8	6	FITA DE ACO
8	12	FILME PLASTICO
8	20	CANTONEIRA CORRUGADA
8	21	CANTONEIRA INTERNA
8	27	FOLHA DE POLIONDA INTERNA
8	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
9	6	FITA DE ACO
9	7	SELO DA FITA
9	12	FILME PLASTICO
9	18	CHAPA PROTECAO INTERNA
9	19	CHAPA PROTECAO EXTERNA
9	20	CANTONEIRA CORRUGADA
9	21	CANTONEIRA INTERNA
9	24	DISCO DE POLIONDA
9	27	FOLHA DE POLIONDA INTERNA
9	38	FITA ADESIVA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
10	6	FITA DE ACO
10	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
11	6	FITA DE ACO
11	7	SELO DA FITA
11	12	FILME PLASTICO
11	17	DISCO METALICO DE PROTECAO
11	18	CHAPA PROTECAO INTERNA
11	19	CHAPA PROTECAO EXTERNA
11	20	CANTONEIRA CORRUGADA
11	21	CANTONEIRA INTERNA
11	24	DISCO DE POLIONDA
11	27	FOLHA DE POLIONDA INTERNA
11	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
12	6	FITA DE ACO
12	7	SELO DA FITA
12	12	FILME PLASTICO
12	18	CHAPA PROTECAO INTERNA
12	19	CHAPA PROTECAO EXTERNA
12	20	CANTONEIRA CORRUGADA
12	21	CANTONEIRA INTERNA
12	24	DISCO DE POLIONDA

Continua na página seguinte

Tabela 2 – Composições dos tipos de embalagens (continuação)

TIPO	CÓD	ELEMENTO DA EMBALAGEM
12	27	FOLHA DE POLIONDA INTERNA
12	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
13	6	FITA DE ACO
13	7	SELO DA FITA
13	12	FILME PLASTICO
13	17	DISCO METALICO DE PROTECAO
13	18	CHAPA PROTECAO INTERNA
13	19	CHAPA PROTECAO EXTERNA
13	20	CANTONEIRA CORRUGADA
13	21	CANTONEIRA INTERNA
13	37	CINTA SLEETER
13	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
14	6	FITA DE ACO
14	7	SELO DA FITA
14	12	FILME PLASTICO
14	18	CHAPA PROTECAO INTERNA
14	19	CHAPA PROTECAO EXTERNA
14	20	CANTONEIRA CORRUGADA
14	21	CANTONEIRA INTERNA
14	24	DISCO DE POLIONDA
14	27	FOLHA DE POLIONDA INTERNA
14	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
15	6	FITA DE ACO
15	7	SELO DA FITA
15	12	FILME PLASTICO
15	18	CHAPA PROTECAO INTERNA
15	19	CHAPA PROTECAO EXTERNA
15	20	CANTONEIRA CORRUGADA
15	21	CANTONEIRA INTERNA
15	24	DISCO DE POLIONDA
15	27	FOLHA DE POLIONDA INTERNA
15	38	FITA ADESIVA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
16	6	FITA DE ACO
16	7	SELO DA FITA
16	12	FILME PLASTICO
16	17	DISCO METALICO DE PROTECAO
16	18	CHAPA PROTECAO INTERNA
16	19	CHAPA PROTECAO EXTERNA
16	20	CANTONEIRA CORRUGADA
16	21	CANTONEIRA INTERNA
16	37	CINTA SLEETER
16	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
17	6	FITA DE ACO
17	7	SELO DA FITA
17	12	FILME PLASTICO
17	17	DISCO METALICO DE PROTECAO
17	18	CHAPA PROTECAO INTERNA
17	19	CHAPA PROTECAO EXTERNA
17	20	CANTONEIRA CORRUGADA
17	21	CANTONEIRA INTERNA
17	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
17	40	BORRACHÃO
18	6	FITA DE ACO
18	7	SELO DA FITA
18	12	FILME PLASTICO
18	20	CANTONEIRA CORRUGADA

Continua na página seguinte

Tabela 2 – Composições dos tipos de embalagens (continuação)

TIPO	CÓD	ELEMENTO DA EMBALAGEM
18	21	CANTONEIRA INTERNA
18	24	DISCO DE POLIONDA
18	27	FOLHA DE POLIONDA INTERNA
18	28	FOLHA DE POLIONDA EXTERNA
18	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
19	6	FITA DE ACO
19	12	FILME PLASTICO
19	20	CANTONEIRA CORRUGADA
19	21	CANTONEIRA INTERNA
19	27	FOLHA DE POLIONDA INTERNA
19	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
20	6	FITA DE ACO
20	7	SELO DA FITA
20	12	FILME PLASTICO
20	17	DISCO METALICO DE PROTECAO
20	18	CHAPA PROTECAO INTERNA
20	20	CANTONEIRA CORRUGADA
20	21	CANTONEIRA INTERNA
20	37	CINTA SLEETER
20	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
21	6	FITA DE ACO
21	7	SELO DA FITA
21	16	PAPEL VCI
21	19	CHAPA PROTECAO EXTERNA
21	20	CANTONEIRA CORRUGADA
21	21	CANTONEIRA INTERNA
21	24	DISCO DE POLIONDA
21	27	FOLHA DE POLIONDA INTERNA
21	38	FITA ADESIVA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
22	6	FITA DE ACO
22	7	SELO DA FITA
22	16	PAPEL VCI
22	19	CHAPA PROTECAO EXTERNA
22	20	CANTONEIRA CORRUGADA
22	21	CANTONEIRA INTERNA
22	24	DISCO DE POLIONDA
22	27	FOLHA DE POLIONDA INTERNA
22	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
23	6	FITA DE ACO
23	7	SELO DA FITA
23	16	PAPEL VCI
23	20	CANTONEIRA CORRUGADA
23	21	CANTONEIRA INTERNA
23	24	DISCO DE POLIONDA
23	27	FOLHA DE POLIONDA INTERNA
23	28	FOLHA DE POLIONDA EXTERNA
23	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
24	6	FITA DE ACO
24	7	SELO DA FITA
24	12	FILME PLASTICO
24	17	DISCO METALICO DE PROTECAO
24	18	CHAPA PROTECAO INTERNA
24	19	CHAPA PROTECAO EXTERNA
24	20	CANTONEIRA CORRUGADA
24	21	CANTONEIRA INTERNA
24	37	CINTA SLEETER

Continua na página seguinte

Tabela 2 – Composições dos tipos de embalagens (continuação)

TIPO	CÓD	ELEMENTO DA EMBALAGEM
24	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
26	6	FITA DE ACO
26	7	SELO DA FITA
26	12	FILME PLASTICO
26	20	CANTONEIRA CORRUGADA
26	21	CANTONEIRA INTERNA
26	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
26	41	DISCO POLIONDA AZUL
26	42	FOLHA DE POLIONDA INTERNA AZUL
26	43	FOLHA DE POLIONDA EXTERNA AZUL
27	6	FITA DE ACO
27	7	SELO DA FITA
27	16	PAPEL VCI
27	18	CHAPA PROTECAO INTERNA
27	19	CHAPA PROTECAO EXTERNA
27	20	CANTONEIRA CORRUGADA
27	21	CANTONEIRA INTERNA
27	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
28	6	FITA DE ACO
28	7	SELO DA FITA
28	16	PAPEL VCI
28	20	CANTONEIRA CORRUGADA
28	21	CANTONEIRA INTERNA
28	27	FOLHA DE POLIONDA INTERNA
28	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
29	6	FITA DE ACO
29	7	SELO DA FITA
29	16	PAPEL VCI
29	21	CANTONEIRA INTERNA
29	27	FOLHA DE POLIONDA INTERNA
29	29	CANTONEIRA POLIONDA EXTERNA
29	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
30	6	FITA DE ACO
30	7	SELO DA FITA
30	12	FILME PLASTICO
30	17	DISCO METALICO DE PROTECAO
30	18	CHAPA PROTECAO INTERNA
30	19	CHAPA PROTECAO EXTERNA
30	20	CANTONEIRA CORRUGADA
30	21	CANTONEIRA INTERNA
30	24	DISCO DE POLIONDA
30	27	FOLHA DE POLIONDA INTERNA
30	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
31	6	FITA DE ACO
31	7	SELO DA FITA
31	12	FILME PLASTICO
31	17	DISCO METALICO DE PROTECAO
31	18	CHAPA PROTECAO INTERNA
31	19	CHAPA PROTECAO EXTERNA
31	20	CANTONEIRA CORRUGADA
31	21	CANTONEIRA INTERNA
31	24	DISCO DE POLIONDA
31	27	FOLHA DE POLIONDA INTERNA
31	28	FOLHA DE POLIONDA EXTERNA
31	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
31	40	BORRACHÃO

Continua na página seguinte

Tabela 2 – Composições dos tipos de embalagens (continuação)

TIPO	CÓD	ELEMENTO DA EMBALAGEM
32	6	FITA DE ACO
32	7	SELO DA FITA
32	12	FILME PLASTICO
32	18	CHAPA PROTECAO INTERNA
32	19	CHAPA PROTECAO EXTERNA
32	20	CANTONEIRA CORRUGADA
32	21	CANTONEIRA INTERNA
32	24	DISCO DE POLIONDA
32	27	FOLHA DE POLIONDA INTERNA
32	28	FOLHA DE POLIONDA EXTERNA
32	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
42	6	FITA DE ACO
42	7	SELO DA FITA
42	12	FILME PLASTICO
42	19	CHAPA PROTECAO EXTERNA
42	20	CANTONEIRA CORRUGADA
42	21	CANTONEIRA INTERNA
42	24	DISCO DE POLIONDA
42	27	FOLHA DE POLIONDA INTERNA
42	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
43	6	FITA DE ACO
43	7	SELO DA FITA
43	12	FILME PLASTICO
43	20	CANTONEIRA CORRUGADA
43	21	CANTONEIRA INTERNA
43	24	DISCO DE POLIONDA
43	27	FOLHA DE POLIONDA INTERNA
43	28	FOLHA DE POLIONDA EXTERNA
43	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
44	6	FITA DE ACO
44	7	SELO DA FITA
44	12	FILME PLASTICO
44	21	CANTONEIRA INTERNA
44	24	DISCO DE POLIONDA
44	27	FOLHA DE POLIONDA INTERNA
44	28	FOLHA DE POLIONDA EXTERNA
44	36	CANTONEIRA PLASTICO RIGIDO EXT
44	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
45	6	FITA DE ACO
45	7	SELO DA FITA
45	12	FILME PLASTICO
45	20	CANTONEIRA CORRUGADA
45	21	CANTONEIRA INTERNA
45	24	DISCO DE POLIONDA
45	27	FOLHA DE POLIONDA INTERNA
45	28	FOLHA DE POLIONDA EXTERNA
45	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
46	6	FITA DE ACO
46	7	SELO DA FITA
46	12	FILME PLASTICO
46	16	PAPEL VCI
46	17	DISCO METALICO DE PROTECAO
46	18	CHAPA PROTECAO INTERNA
46	19	CHAPA PROTECAO EXTERNA
46	20	CANTONEIRA CORRUGADA
46	21	CANTONEIRA INTERNA

Continua na página seguinte

Tabela 2 – Composições dos tipos de embalagens (continuação)

TIPO	CÓD	ELEMENTO DA EMBALAGEM
46	24	DISCO DE POLIONDA
46	25	PROTETOR DE SELO
46	27	FOLHA DE POLIONDA INTERNA
46	28	FOLHA DE POLIONDA EXTERNA
46	29	CANTONEIRA POLIONDA EXTERNA
46	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
47	6	FITA DE ACO
47	7	SELO DA FITA
47	12	FILME PLASTICO
47	17	DISCO METALICO DE PROTECAO
47	18	CHAPA PROTECAO INTERNA
47	19	CHAPA PROTECAO EXTERNA
47	20	CANTONEIRA CORRUGADA
47	21	CANTONEIRA INTERNA
47	24	DISCO DE POLIONDA
47	25	PROTETOR DE SELO
47	27	FOLHA DE POLIONDA INTERNA
47	28	FOLHA DE POLIONDA EXTERNA
47	29	CANTONEIRA POLIONDA EXTERNA
47	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
48	6	FITA DE ACO
48	7	SELO DA FITA
48	12	FILME PLASTICO
48	17	DISCO METALICO DE PROTECAO
48	18	CHAPA PROTECAO INTERNA
48	19	CHAPA PROTECAO EXTERNA
48	20	CANTONEIRA CORRUGADA
48	21	CANTONEIRA INTERNA
48	24	DISCO DE POLIONDA
48	25	PROTETOR DE SELO
48	27	FOLHA DE POLIONDA INTERNA
48	28	FOLHA DE POLIONDA EXTERNA
48	29	CANTONEIRA POLIONDA EXTERNA
48	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
49	6	FITA DE ACO
49	7	SELO DA FITA
49	12	FILME PLASTICO
49	16	PAPEL VCI
49	17	DISCO METALICO DE PROTECAO
49	18	CHAPA PROTECAO INTERNA
49	19	CHAPA PROTECAO EXTERNA
49	20	CANTONEIRA CORRUGADA
49	21	CANTONEIRA INTERNA
49	24	DISCO DE POLIONDA
49	25	PROTETOR DE SELO
49	27	FOLHA DE POLIONDA INTERNA
49	28	FOLHA DE POLIONDA EXTERNA
49	29	CANTONEIRA POLIONDA EXTERNA
49	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL
50	6	FITA DE ACO
50	7	SELO DA FITA
50	12	FILME PLASTICO
50	17	DISCO METALICO DE PROTECAO
50	18	CHAPA PROTECAO INTERNA
50	19	CHAPA PROTECAO EXTERNA
50	20	CANTONEIRA CORRUGADA

Continua na página seguinte

Tabela 2 – Composições dos tipos de embalagens (continuação)

TIPO	CÓD	ELEMENTO DA EMBALAGEM
50	21	CANTONEIRA INTERNA
50	24	DISCO DE POLIONDA
50	25	PROTETOR DE SELO
50	27	FOLHA DE POLIONDA INTERNA
50	28	FOLHA DE POLIONDA EXTERNA
50	29	CANTONEIRA POLIONDA EXTERNA
50	39	FITA METALICA PARA FIXAÇÃO PONTA FINAL

Fonte: Dados internos da Empresa estudada.

ANEXO C – Embalagens Compatíveis

Tabela 3 – Embalagens Compatíveis (continua)

TIPO	EMBALAGEM REAL	EMBALAGEM A ATENDER
BOBINA	01	01
BOBINA	01	08
BOBINA	03	03
BOBINA	04	04
BOBINA	06	01
BOBINA	06	06
BOBINA	06	08
BOBINA	06	12
BOBINA	06	18
BOBINA	06	26
BOBINA	06	30
BOBINA	06	42
BOBINA	06	43
BOBINA	08	01
BOBINA	08	08
BOBINA	09	01
BOBINA	09	08
BOBINA	09	09
BOBINA	09	42
BOBINA	09	43
BOBINA	10	10
BOBINA	11	01
BOBINA	11	08
BOBINA	11	11
BOBINA	11	18
BOBINA	11	26
BOBINA	11	43
BOBINA	12	01
BOBINA	12	08
BOBINA	12	12
BOBINA	12	18
BOBINA	12	26
BOBINA	12	42
BOBINA	12	43
BOBINA	13	01
BOBINA	13	06
BOBINA	13	08
BOBINA	13	12
BOBINA	13	13
BOBINA	13	20
BOBINA	13	26
BOBINA	13	42
BOBINA	13	43
BOBINA	13	45
BOBINA	14	01
BOBINA	14	08
BOBINA	14	12
BOBINA	14	14
BOBINA	14	18
BOBINA	14	26

Continua na página seguinte

Tabela 3 – Compatibilidade entre tipos de embalagens (continuação)

TIPO	EMBALAGEM REAL	EMBALAGEM A ATENDER
BOBINA	14	42
BOBINA	14	43
BOBINA	14	45
BOBINA	15	15
BOBINA	16	01
BOBINA	16	08
BOBINA	16	12
BOBINA	16	16
BOBINA	16	18
BOBINA	16	26
BOBINA	16	42
BOBINA	16	43
BOBINA	16	45
BOBINA	17	17
BOBINA	18	01
BOBINA	18	08
BOBINA	18	18
BOBINA	18	42
BOBINA	18	43
BOBINA	19	01
BOBINA	19	08
BOBINA	19	19
BOBINA	20	01
BOBINA	20	08
BOBINA	20	18
BOBINA	20	20
BOBINA	20	26
BOBINA	20	42
BOBINA	20	43
BOBINA	21	21
BOBINA	22	01
BOBINA	22	08
BOBINA	22	12
BOBINA	22	22
BOBINA	22	23
BOBINA	22	28
BOBINA	22	42
BOBINA	22	43
BOBINA	23	01
BOBINA	23	08
BOBINA	23	23
BOBINA	23	28
BOBINA	23	42
BOBINA	23	43
BOBINA	24	24
BOBINA	26	01
BOBINA	26	08
BOBINA	26	18
BOBINA	26	26
BOBINA	26	42
BOBINA	26	43
BOBINA	28	01
BOBINA	28	08
BOBINA	28	28
BOBINA	29	01
BOBINA	29	08

Continua na página seguinte

Tabela 3 – Compatibilidade entre tipos de embalagens (continuação)

TIPO	EMBALAGEM REAL	EMBALAGEM A ATENDER
BOBINA	29	29
BOBINA	30	1
BOBINA	30	12
BOBINA	30	18
BOBINA	30	26
BOBINA	30	30
BOBINA	30	42
BOBINA	30	43
BOBINA	30	8
BOBINA	31	17
BOBINA	31	31
BOBINA	32	01
BOBINA	32	08
BOBINA	32	12
BOBINA	32	18
BOBINA	32	26
BOBINA	32	32
BOBINA	32	42
BOBINA	32	43
BOBINA	42	01
BOBINA	42	08
BOBINA	42	18
BOBINA	42	42
BOBINA	42	43
BOBINA	43	01
BOBINA	43	08
BOBINA	43	18
BOBINA	43	42
BOBINA	43	43
BOBINA	44	44
BOBINA	45	01
BOBINA	45	08
BOBINA	45	18
BOBINA	45	42
BOBINA	45	43
BOBINA	45	45
BOBINA	46	01
BOBINA	46	06
BOBINA	46	08
BOBINA	46	12
BOBINA	46	18
BOBINA	46	22
BOBINA	46	23
BOBINA	46	26
BOBINA	46	28
BOBINA	46	29
BOBINA	46	30
BOBINA	46	32
BOBINA	46	42
BOBINA	46	43
BOBINA	46	46
BOBINA	47	01
BOBINA	47	06
BOBINA	47	08
BOBINA	47	12
BOBINA	47	18

Continua na página seguinte

Tabela 3 – Compatibilidade entre tipos de embalagens (continuação)

TIPO	EMBALAGEM REAL	EMBALAGEM A ATENDER
BOBINA	47	26
BOBINA	47	30
BOBINA	47	32
BOBINA	47	42
BOBINA	47	43
BOBINA	47	47
BOBINA	48	01
BOBINA	48	06
BOBINA	48	08
BOBINA	48	12
BOBINA	48	18
BOBINA	48	26
BOBINA	48	30
BOBINA	48	32
BOBINA	48	42
BOBINA	48	43
BOBINA	48	46
BOBINA	48	47
BOBINA	48	48
BOBINA	49	49
BOBINA	50	50

Fonte: Dados internos da Empresa estudada.