



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE  
NÚCLEO DE TECNOLOGIA  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LAYS CRISTIANE CAVALCANTE DE ALCÂNTARA AGUIAR

**MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO PARA PRIORIZAÇÃO DE  
DESCARGAS DE MATÉRIA PRIMAS EM INDÚSTRIA DE ALIMENTOS PARA  
PETS**

CARUARU

2019

LAYS CRISTIANE CAVALCANTE DE ALCÂNTARA AGUIAR

**MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO PARA PRIORIZAÇÃO DE  
DESCARGAS DE MATÉRIA PRIMAS EM INDÚSTRIA DE ALIMENTOS PARA  
PETS**

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

**Área de concentração:** Gestão da Produção

**Orientador:** Prof<sup>o</sup>. Dr. Thalles Vitelli Garcez

CARUARU

2019

Catálogo na fonte:  
Bibliotecária – Paula Silva - CRB/4 - 1223

A282m Aguiar, Lays Cristiane Cavalcante de Alcântara Aguiar.  
Modelo multicritério de apoio a decisão para priorização de descarga de matéria prima em indústria de alimentos para pets. / Lays Cristiane Cavalcante de Alcântara Aguiar. - 2019.  
40 f.; il.: 30 cm.

Orientador: Thalles Vitelli Garcez.  
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Engenharia de Produção, 2019.  
Inclui Referências.

1. Cargas e descargas – Recife (PE). 2. Processo decisório – Modelos matemáticos. 3. Planejamento da produção – Recife (PE). 4. Controle de produção – Recife (PE). 5. Processo decisório por critério múltiplo. 6. Animais de estimação – Indústria – Recife (PE). I. Garcez, Thalles Vitelli (Orientador). II. Título.

CDD 658.5 (23. ed.)

UFPE (CAA 2019-306)

LAYS CRISTIANE CAVALCANTE DE ALCÂNTARA AGUIAR

**MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO PARA PRIORIZAÇÃO DE  
DESCARGAS DE MATÉRIA PRIMAS EM INDÚSTRIA DE ALIMENTOS PARA  
PETS**

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

Aprovada em: 10 /12 /2019.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profº Dr. Thalles Vitelli Garcez (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Profº. Dr. Thyago C. Cavalcante Nepomuceno (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Profº. MSc. Andrea Vila Nova (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus que dedico minha maior gratidão pelo dom da vida e por ter mostrado um propósito em minha vida, que me deu força de vontade e coragem para superar todos os desafios.

Aos meus pais Maria José Cavalcante e Cleonício Abdias e aos meus irmãos Leandro Aguiar, Lidiane Aguiar e Luane Aguiar, que sempre deram forças nos momentos de sufocos, todo o apoio incondicional e me compreenderam as inúmeras ausências de casa. Ao meu noivo João Pedro por toda paciência e compreensão nos meus estudos, que esteve junto comigo desde o início de tudo.

A minha grande amiga da graduação Eva Morais da UFPE que me acolheu em uma cidade nova, que me segurou nos momentos mais difíceis na graduação que sempre esteve ao meu lado nos momentos de estudos e de felicidades, e a tantos outros amigos e colegas que contribuíram com apoio nos momentos difíceis.

Agradeço ao meu orientador Thalles Vitelli Garcez por todo suporte acadêmico durante o trabalho de conclusão de curso com paciência e compressão.

Agradeço a Universidade Federal de Pernambuco e aos professores do Departamento de Engenharia de Produção por toda a jornada de aprendizado.

## RESUMO

Empresas que possuem um gerenciamento eficiente têm conseguido melhorar a sua produtividade. Na indústria alimentícia há um grande desafio no abastecimento da cadeia de suprimentos, uma vez que a falta de uma matéria prima pode implicar em elevados custos para a organização. Como principais impactos: custo da queda na produção, que resulta em menos produtos no mercado; custo da ociosidade da mão de obra e desmotivação da equipe; perda de cliente que nem sempre são compreensíveis quando seu pedido é entregue fora do programado, e dentre outros. A ordenação de descarga de matéria prima é um fator chave para o processo de recebimento, pois evita problemas futuros no processo produtivo e mantém uma boa relação com fornecedores, transportadoras e clientes. Nesse contexto, o presente trabalho visa propor um *framework* de decisão usando modelo multicritério para ordenação de descargas das matérias primas, auxiliando na tomada de decisão diária, utilizando o método aditivo com veto para um indústria de alimentação para pets.

Palavra-chave: Ordenação de descargas. Modelo aditivo com veto. Planejamento e controle da produção.

## **ABSTRACT**

Companies with efficient management have been able to improve their utilization. In the food industry there is a major challenge in the supply chain, as the lack of a raw material can lead to high costs for the organization. Main impacts: production cost in production, which results in fewer products in the market; cost of idleness of labor and demotivation of staff; customer loss that is not always understandable when your order is sent to the program, and so on. A major material unloading order is a key factor in the receiving process as it avoids future problems in the production process and maintains a good relationship with suppliers, carriers and customers. In this context, the present work aims to propose a decision structure using the multicriteria model to order raw material discharges, to assist in daily decision making, to use the veto additive method for a pet food industry.

**Keyword:** Discharge ordering. Additive model with veto. Production planning and control.

## LISTA DE FIGURAS

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Figura 1 – | Etapas da abordagem metodológica.....                        | 14 |
| Figura 2 – | Estrutura do planejamento e controle da produção.....        | 15 |
| Figura 3 – | Estrutura do planejamento de necessidades dos materiais..... | 16 |
| Figura 4 – | <i>Framework</i> de decisão .....                            | 22 |
| Figura 5 – | Fluxograma do processo de recebimento.....                   | 28 |

## LISTA DE TABELAS

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Tabela 1 –  | Classificação das classes da curva ABC .....   | 18 |
| Tabela 2 –  | Critérios para avaliação das alternativas..... | 30 |
| Tabela 3 –  | Curva ABC .....                                | 30 |
| Tabela 4 –  | Custo por diária de matéria prima.....         | 31 |
| Tabela 5 –  | Constantes de escala.....                      | 32 |
| Tabela 6 –  | Limares de veto.....                           | 32 |
| Tabela 7 –  | Matriz de avaliação.....                       | 33 |
| Tabela 8 –  | Funções valores globais.....                   | 34 |
| Tabela 9 –  | Ordenação final .....                          | 34 |
| Tabela 10 – | Modelo atual x Modelo aditivo com veto .....   | 35 |
| Tabela 11 – | Dados de entrada.....                          | 36 |

## LISTA DE SIGLAS

|      |  |
|------|--|
| BOM  | <i>BILL OF MATERIALS</i>                   |
| MCDA | <i>MULTIPLE-CRITERIA DECISION ANALYSIS</i> |
| MPS  | PROGRAMA MESTRE DE PRODUÇÃO                |
| MRP  | <i>MANUFACTURING RESOURCE PLANNING</i>     |
| PCP  | PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO        |
| CD   | CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO                     |

## SUMÁRIO

|              |   |           |
|--------------|---|-----------|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>12</b> |
| <b>1.1</b>   | <b>Objetivo Geral .....</b>                                     | <b>13</b> |
| <b>1.2</b>   | <b>Objetivos Específicos.....</b>                               | <b>13</b> |
| <b>1.3</b>   | <b>Abordagem Metodológica.....</b>                              | <b>14</b> |
| <b>2</b>     | <b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>                                | <b>15</b> |
| <b>2.1</b>   | <b>Planejamento e Controle da Produção.....</b>                 | <b>15</b> |
| <i>2.1.1</i> | <i>Planejamento de Necessidades Materiais.....</i>              | <i>16</i> |
| <b>2.2</b>   | <b>Classificação ABC.....</b>                                   | <b>17</b> |
| <b>2.3</b>   | <b>Modelos multicritério de apoio a decisão.....</b>            | <b>18</b> |
| <b>2.4</b>   | <b>Modelo aditivo com veto.....</b>                             | <b>19</b> |
| <b>3</b>     | <b>MODELAGEM.....</b>   | <b>22</b> |
| <b>4</b>     | <b>ESTUDO DE CASO.....</b>                                      | <b>25</b> |
| <b>4.1</b>   | <b>A empresa.....</b>   | <b>25</b> |
| <i>4.1.1</i> | <i>Moega.....</i>   | <i>25</i> |
| <i>4.1.2</i> | <i>Mistura.....</i>   | <i>25</i> |
| <i>4.1.3</i> | <i>Extrusão.....</i>  | <i>26</i> |
| <i>4.1.4</i> | <i>Empacotamento.....</i>                                       | <i>26</i> |
| <i>4.1.5</i> | <i>Armazenamento e distribuição.....</i>                        | <i>26</i> |
| <b>5</b>     | <b>RESULTADOS E DISCURSÕES .....</b>                            | <b>29</b> |
| <b>5.1</b>   | <b>Caracterização do decisor .....</b>                          | <b>29</b> |
| <b>5.2</b>   | <b>Identificação das alternativas.....</b>                      | <b>29</b> |
| <b>5.3</b>   | <b>Definição dos critérios.....</b>                             | <b>30</b> |
| <i>5.3.1</i> | <i>Critério 1: Curva ABC.....</i>                               | <i>30</i> |
| <i>5.3.2</i> | <i>Critério 2: Diárias.....</i>                                 | <i>31</i> |
| <i>5.3.3</i> | <i>Critério 3: Estoque.....</i>                                 | <i>31</i> |
| <i>5.3.4</i> | <i>Critério 4: Programação.....</i>                             | <i>32</i> |
| <b>5.4</b>   | <b>Definição das constantes de escala .....</b>                 | <b>32</b> |
| <b>5.5</b>   | <b>Identificação dos critérios que necessitam de vetos.....</b> | <b>32</b> |
| <b>5.6</b>   | <b>Avaliação intra-critério.....</b>                            | <b>33</b> |

|            |                                      |           |
|------------|--------------------------------------|-----------|
| <b>5.7</b> | <b>Avaliação inter-critério.....</b> | <b>34</b> |
| <b>5.8</b> | <b>Análise dos resultados.....</b>   | <b>34</b> |
| <b>5.9</b> | <b>Implementação da decisão.....</b> | <b>35</b> |
| <b>6</b>   | <b>CONCLUSÃO.....</b>                | <b>38</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS.....</b>              | <b>39</b> |

# 1 INTRODUÇÃO

O transporte de cargas é o principal componente do sistema da cadeia de suprimentos das empresas. As principais funções do transporte estão ligadas basicamente nas dimensões de tempo e utilidade de lugar. O transporte seja de produto acabado ou de matéria prima é utilizado para disponibilizar produtos onde existe demanda potencial, dentro do prazo adequado às necessidades do comprador. Mesmo com o avanço da tecnologia para trocas de informações em tempo real, o transporte é fundamental para que o objetivo logístico seja alcançado, ou seja, produto certo, na quantidade certa, no lugar certo e na hora certa ao menor custo possível (FLEURY, 2000)

As organizações têm buscado uma melhoria contínua em seus processos, eliminando desperdício, diminuindo custos em busca da competitividade, tornando mais estável no mercado. Com a entrada de produtos industrializados originários de outros países no início da década de 90, os consumidores passaram a exigir mais das empresas processos e produtos compatíveis com aqueles produzidos fora do país. Os clientes passaram a exigir maior qualidade, produtividade, variabilidade aliadas a um menor tempo de entrega e a um menor custo. O mercado está cada vez mais competitivo, caracterizado por fenômenos como globalização, apresentando rápidos avanços em telecomunicações, transporte e processamento de informações e ampliação das opções de escolha dos consumidores e compradores industriais impõe crescentes desafios as empresas. (WEBSTER, 1992).

Para atender a necessidade do mercado as empresas com processos produtivos com baixa produtividade tiveram de otimizar seus processos e buscar técnicas gerenciais para manter a competitividade de seu negócio. Cada vez mais, as empresas buscam oportunidades para reduzir seus desperdícios procurando ganhar oportunidades em pequenas melhorias. Para tanto, o planejamento de suas matérias primas é de suma importância para se manter no mercado. Planejar é compreender como a consideração conjunta da situação presente e da visão de futuro influencia as decisões tomadas no presente para que se alcancem determinados objetivos futuros (CORRÊA et al., 2009).

A redução de custo que não agregam valor ao produto final é de extrema importância para o negócio. Durante o processo de chegada de matéria prima na fábrica vários fatores podem influenciar nas descargas das matérias primas, seja por um fator externo ou por um fator interno da empresa. O conceito de cálculo de matérias é simples e conhecido há muito tempo. Baseia-se na ideia de que, se são conhecidos todos os componentes de determinado produto e os tempo de obtenção de cada um deles, podemos, com base na visão de futuro das necessidades de

disponibilidade do produto em questão, calcular os momentos e as quantidades que precisam ser obtidas, de cada um dos componentes para que não haja sobra nem falta de algum deles (CORRÊA et al., 2009).

Quando a empresa programa cargas e por algum motivo há um acúmulo de cargas na porta, uma tomada de decisão equivocada pode trazer consequências negativas, tais como, falta de matéria prima devido à escolha inadequada da carga a ser descarregada; o não cumprimento do plano de produção; custos excedentes por diárias pagas; problemas relacionados a renovação e negociação com fornecedores e transportadoras; perda de credibilidade com fornecedores.

Portanto, pensando nesses fatores, este trabalho propõe um framework de decisão para um melhor gerenciamento da ordem das descargas de matéria prima através do uso da metodologia multicritério para auxiliar o processo de tomada de decisão, permitindo a inclusão da estrutura de preferência do decisor. Para tanto, espera-se que melhorias significativas para a organização em termos de produtividade, pois os recursos estarão dispostos de maneira a otimizar toda a cadeia produtiva o que colocaria a organização em destaque num cenário competitivo.

## **1.1 Objetivo Geral**

O trabalho tem como objetivo principal propor um framework de decisão usando modelo multicritério para apoiar a decisão do ordenamento de descargas de cargas no processo de abastecimento de matérias primas, tendo como benefício a redução de diárias na porta em uma empresa do ramo de alimentação para pets.

## **1.2 Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Classificação das matérias prima consideradas em macro ingredientes através da curva ABC;
- Identificar os principais critérios considerados na problemática do ordenamento da descarga de matérias primas;
- Propor um framework de decisão, utilizando a metodologia multicritério, para o ordenamento das descargas de matérias primas;
- Validar o framework proposto através de um estudo de caso;
- Auxiliar os gestores no processo de tomada de decisão.

### 1.3 Abordagem Metodológica

Com a identificação da necessidade que a empresa possuía de controlar melhor seus recebimentos de matérias primas, a identificação de fases essenciais que reúnam as principais atividades de apoio para o desenvolvimento de uma estrutura para desenvolver a gestão da decisão conforme mostra a Figura 1 Etapas da abordagem metodológica. A primeira etapa se resume em, uma pesquisa bibliográfica sobre o planejamento e controle de produção, metodologia Curva ABC e sobre modelos de apoio decisão multicritério. Essa etapa foi importante para compreender e auxiliar o processo de modelagem do framework de decisão.

Posteriormente, desenhou o framework de decisão para a aplicação do método multicritério a partir de análises de outros estudos na literatura, inserindo aspectos relevantes no conceito de descargas de matérias primas, considerando todas as etapas necessárias para resolver o problema.

Por último, realizou-se um estudo de caso, em uma empresa de alimentação para pets localizada na região metropolitana do Recife. Para tal, foi necessária uma coleta de dados com base no último ano, foi coletado números de cargas recebidas, pagamento de cargas que geraram diárias e consumos das matérias primas, foi realizado entrevistas com gerentes e analistas, para saber quais seriam os objetivos principais (critérios) a serem levados em considerações no modelo. Após o levantamento de todos os dados foi criado a curva ABC das MP's. Em seguida, foi aplicado o modelo em uma empresa de alimentos para pets localizada na região metropolitana de Pernambuco, que deseja diminuir a quantidade de diárias por cargas em espera na porta. A aplicação real enriquece o trabalho pela oportunidade de verificar como o método se comporta na situação proposta e quais dificuldades inerentes ao processo.

*Figura 1 - Etapas da abordagem metodológica*



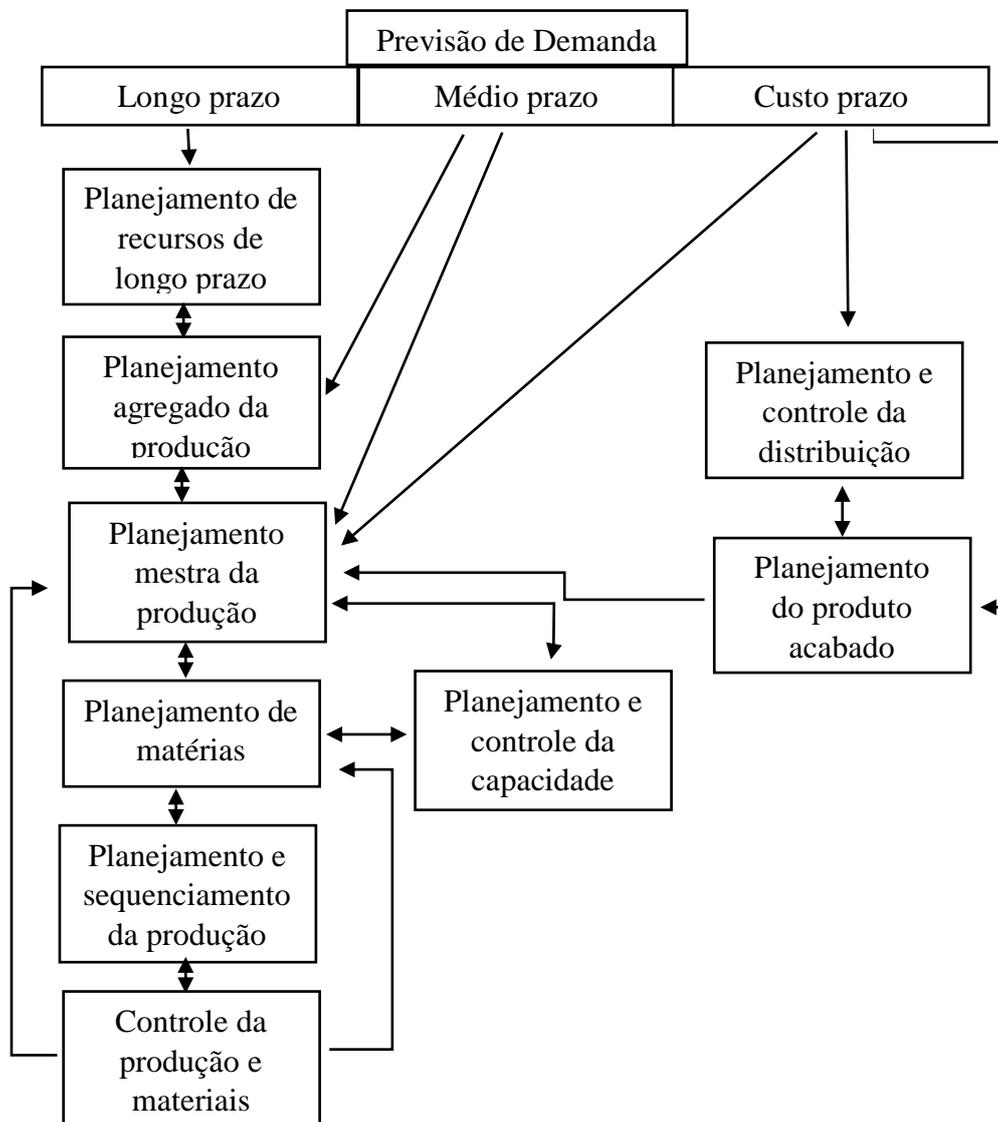
Fonte: Autor.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Planejamento e Controle da Produção

Planejamento e Controle da Produção (PCP), é responsável por coordenar e aplicar os recursos produtivos de maneira a atender da melhor forma possível aos planos estabelecidos dos níveis estratégicos, tático e operacional (TUBINO, 2009). Entende-se que as atividades de PCP envolvem uma série de decisões com o objetivo de definir o que, quanto e quando produzir, comprar e entregar, além de quem e/ou onde e/ou como produzir (FERNANDES, 2010). Observa-se na Figura 2 a estrutura do planejamento e controle da produção, evidenciando as decisões que seguem uma estrutura hierárquica.

Figura 2 - Estrutura do planejamento e controle da produção



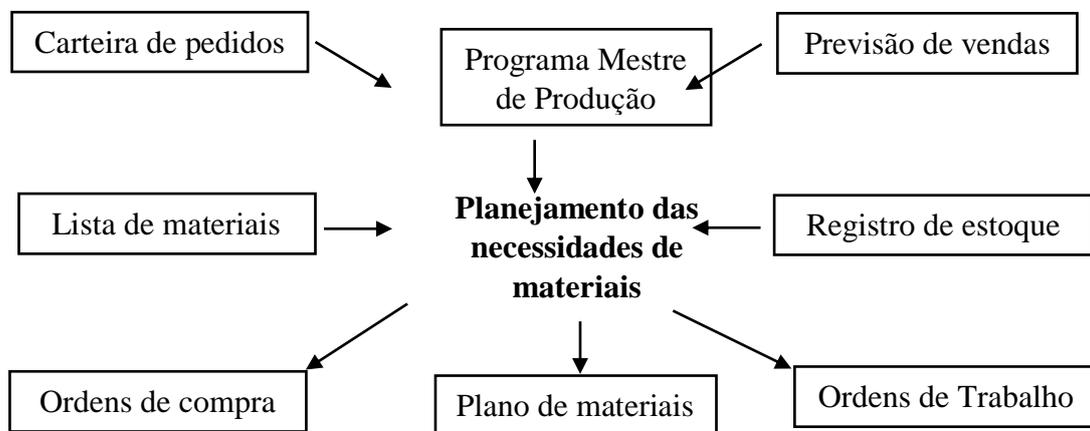
Fonte: Adaptado Slack, 2006.

### 2.1.1 Planejamento de Necessidades Materiais

O *Manufacturing Resource Planning* (MRP), permite que com base nas decisões de produção dos produtos finais, seja determinado automaticamente os insumos para a produção. Ao decorrer do tempo, o conceito de MRP desenvolveu-se de um foco em gestão de operação que ajudava o planejamento e controle das necessidades de materiais para se torna atualmente um sistema corporativa que apoia o planejamento de todas as necessidades de recursos do negócio (SLACK et al, 2002).

A Figura 3 mostra informações necessárias para o processo de MRP e alguns de seus resultados.

Figura 3 - Estrutura do planejamento de necessidades dos materiais



Fonte: Adaptado Slack, 2006.

Como observa-se na figura 3 três informações de entrada são necessárias ao MRP:

- O MPS (Programa Mestre de Produção);
- Estoque disponíveis;
- O BOM (*Bill of Materials* = Lista de Materiais ou a estrutura do produto).

Orlicky criador do MRP afirma que é necessário sem estabelecer um procedimento para deduzir um MPS, a empresa não pode empregar um sistema MRP. O MPS, além de ser a base para o MRP, é um meio para se tentar conciliar conflitos inevitáveis entre as decisões funcionais como finanças, marketing, compras, e entre outras (FERNANDES,2010).

Para Fernandes (2010), um bom funcionamento do sistema MRP, é importante que sejam determinados de forma sólida alguns parâmetros: estoque de segurança, tamanho de lote e *leadtimes*, conforme descrito abaixo:

- **Estoque de Segurança:** Os estoques de segurança têm como objetivo amenizar os efeitos da incerteza da demanda e do suprimento. É importante que para a determinação do estoque de segurança usar uma abordagem probabilísticas.
- **Tamanho do Lote:** se trata de um parâmetro essencial do sistema de MRP, uma vez que o tamanho do lote determinada a necessidade do nível imediatamente inferior. Definir o tamanho de lote pode-se dar em função da análise de uma série de custos: (i) custo de preparação; (ii) custo de estocagem; (iii) custo de variação de carga e trabalho (lotes maiores geram cargas mais estáveis); (iv) custo verdadeiro da ociosidade, ou pode levar em conta certas conveniências de produção ou conveniências de transporte.
- **Leadtimes:** trata do tempo decorrente entre a liberação de uma ordem e o material correspondente está pronto e disponível para uso. Os principais componentes do *leadtime* e que devem ser levados em consideração: tempo de emissão física de ordem, tempo de transporte, tempo de fila, tempo de preparação e produção propriamente ditos, tempos com inspeções.

## 2.2 Classificação ABC

Em qualquer estoque que apresente mais de um item, alguns desses itens serão considerados mais importantes para a organização, itens que por exemplo, podem ter uma taxa de uso muito alta, de modo que, se faltassem, muitos consumidores ficariam desapontados, outros itens podem apresentar valores consideravelmente altos, de modo que níveis de estoque excessivos seriam caros (SLACK, 2006).

Segundo Corrêa (2009), a técnica ABC é uma forma de classificar todos os itens de estoque de um determinado sistema de operações em três grupos, baseado em seu valor total de uso anual. A curva ABC é um método prático, utilizado para solucionar problemas no gerenciamento de estoque.

Para Tubino (2009), a classificação ABC se trata de um método de diferenciação dos estoques de acordo com sua maior ou menor abrangência em relação a um determinado fator, incidindo em separar os itens por classe de acordo com sua importância relativa, e para a classificação ABC por demanda valorizada, pode-se aplicar os seguintes passos:

- Calcula-se a demanda valorizada de cada item, multiplicando o valor da demanda pelo custo unitário do item;

- Ordena os itens em ordem decrescente de valor de demanda valorizada;
- Calcula-se a demanda valorizada total dos itens;
- Calcula-se as percentagens da demanda valorizada de cada item em relação à demanda valorizada total, ou também pode-se calcular as percentagens acumuladas;
- Em função dos critérios de decisão, estabelecem-se as classe A, B e C.

A Tabela 2.1, pode-se observa a descrição de cada elemento da curva ABC (NOGUEIRA, 2017 apud SANTOS, 2017).

*Tabela 1 - Classificação das classes da curva ABC*

|                 | <b>Itens em estoque</b><br>(%) | <b>Valor em estoque</b><br>(%) | <b>Impacto econômico</b> |
|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| <b>CLASSE A</b> | 10 – 20                        | 80                             | Alto                     |
| <b>CLASSE B</b> | 20 – 30                        | 15                             | Médio                    |
| <b>CLASSE C</b> | 50 ou mais                     | 5                              | Baixo                    |

Fonte: Adaptado Nogueira, 2017.

Observa-se na Tabela 1 as classes da curva ABC partem do princípio de Pareto, onde 20% dos itens da classe A, são responsáveis por 80% da lucro total, e os outros 20% do lucro vem das demais classes, 5% da classe C e 15% da classe B. A curva ABC é de grande importância, pois identificará quais itens são mais ou menos importantes, dessas forma é possível identificar os itens que merecem mais ou menos atenção.

A Curva ABC é uma maneira mais fácil e prática em solução de problemas no gerenciamento de estoques, pela forma como traz os resultados, podendo-se trabalhar com ela não somente com base em números coletados, mas também na elaboração de graus de importância para os produtos (LETTI; GOMES 2014).

### **2.3 Modelos multicritério de apoio a decisão**

Um modelo corresponde a uma representação simplificada e formal da realidade, representa uma situação real ou que permite a sua análise para que conclusões possam ser obtidas sobre seu desempenho e funcionamento. Quando se falar em problema de decisão de multicritério existe a necessidade de ter no mínimo duas alternativas de ação para se escolher, e a escolhas atenda a um desejo de múltiplos objetivos que podem ser conflitantes (DE ALMEIDA, 2013).

Partindo do argumento, as metodologias MCDA (*Multiple-Criteria Decision Analysis*) foram elaborados para o auxiliar a tomada de decisão com múltiplos critérios, pelo meio de abordagem que considera os valores do decisor (GOMES, 2006). Segundo de Almeida (2013), decisões são tomadas diariamente dentro de uma organização, utilizando um método formal de apoio a decisão ou não, com consequência impactando diretamente no futuro da empresa.

Vários métodos foram desenvolvidos para tratar problemas de multicritérios, assim como existe várias formas de classificar estes métodos na literatura (DE ALMEIDA, 2013). Segundo Roy (1985, apud DE ALMEIDA 2013) existe uma classificação que é muito utilizada na literatura:

- Métodos de critério único de síntese; nesse método os critérios são agregados em um único critério de síntese;
- Métodos de sobre classificação: que se refere a métodos que leva em consideração superação, prevalência ou subordinação;
- Métodos interativos: estão associados a problemas classificados como discretos ou contínuos.

A escolha do modelo a ser adotado depende principalmente das características do problema, do tipo de resultado que se deseja alcançar e das preferências do decisor, levando em consideração que há vários métodos multicritérios disponível (MOREIRA, 2007 apud LEITE; FREITAS, 2012). Para tanto, considerando à problemática estudada e a estrutura de preferência, verificou-se que o modelo aditivo com veto se torna bastante adequado.

## 2.4 Modelo aditivo com veto

O modelo aditivo é classificado como um método de critério único de síntese, onde seus critérios são agregados em um único critério de síntese, sendo representada por uma função valor  $v(a)$ , atribuindo uma característica compensatória ao método, ou seja, uma alternativa que apresente um menor desempenho em determinado critério pode ser compensada em um outro critério com melhor desempenho (PAULA,2016).

O modelo aditivo obtém um vetor de consequências  $x$  para cada alternativa  $a$ , utilizando-se na avaliação intra-critério a função valor  $v_i(a)$  para cada critério  $i$  considerado. Para a obtenção da função valor global utiliza-se a seguinte equação:

$$v(a) = \sum_{i=1}^n k_i v_i(a) \quad (1)$$

onde  $k_i$  representa as constantes de escala para cada critério  $i$ , sendo  $\sum_{i=1}^n k_i = 1$  (ALMEIDA, 2013).

A obtenção das constantes de escala é um importante passo no modelo aditivo. Elas identificam o quanto o decisor está disposto a perder ou a ganhar em cada critério, ou seja, o *trade-off* entre os critérios.

Segundo DE ALMEIDA (2013), pode existir situações em que o decisor não aceite o total efeito de compensação nas alternativas do modelo aditivo. Dessa forma, o modelo aditivo com veto adiciona uma penalização nas alternativas, que estejam fora dos limites máximos e mínimos definidos pelo decisor para cada critério apresentado. Esses limites representam a aceitação mínima e máxima de desempenho em um determinado critério do decisor. Esses limites precisam ser estabelecidos sobre os desempenhos das alternativas para cada critério, o limite pode ser identificado por dois limiares, o superior  $u_i$  e o inferior  $l_i$ .

- Limiar superior  $u_i$ : corresponde ao valor mínimo, onde o decisor irá definir um valor mínimo de desempenho que  $v_i(a)$  poderá obter em determinado critério em qualquer alternativa. Dessa forma a alternativa que apresentar deste valor ou superior não sofrerá a penalização.
- Limiar inferior  $l_i$ : corresponde em um valor máximo de desempenho, onde o decisor irá definir um valor máximo de desempenho que  $v_i(a)$  poderá obter em determinado critério em qualquer alternativa. Dessa forma uma alternativa com o valor igual ou abaixo deste valor, não será aceita, independente do desempenho em outros critérios.

Para a implementação é preciso a inclusão da função veto  $z_i(a)$  para cada critério ( $i$ ), no modelo aditivo (DE ALMEIDA, 2013). A função veto para a alternativa é dada por:

$$z_i(a) = \left\{ \begin{array}{l} 0, \text{ if } v_i(a) \leq l_i \\ 1, \text{ if } v_i(a) \geq u_i \\ \frac{v_i(a) - l_i}{u_i - l_i}, \text{ if } l_i \leq v_i(a) \leq u_i \end{array} \right\} \quad (2)$$

Onde:

$v_i(a)$  é a função valor para cada critério  $i$ ;

$l_i$  é o limiar inferior de veto para cada critério  $i$ ;

$u_i$  é o limiar superior de veto para cada critério  $i$ .

A problemática deste trabalho envolve um problema de ordenação, onde procura-se obter posição relativas de cada alternativa dos conjuntos das alternativas, sendo assim busca-se

encontrar um ranking das alternativas. Neste caso a função veto em vez de rejeitar a alternativa complementar, rejeita-se a posição dessa alternativa no processo de classificação. Portanto, para a problemática de ordenação, é aplicada uma função de veto ponderada  $r_i(a)$  para cada critério  $i$ :

$$r_i(a) = z_i(a)k_i \quad (3)$$

Dessa forma a função  $z_i(a)$ , será ponderada pela constante de escala  $k_i$  para cada critério  $i$ . O índice ponderado de veto é constituído por meio do somatório de todas as funções de vetos (Eq. 3). Dessa forma, tem-se:

$$r(a) = \sum_{i=1}^n r_i(a) \quad (4)$$

Posteriormente, aplica-se a função de veto à função aditiva para cada alternativa, fornecendo, desta forma, uma ordenação das alternativas:

$$v'(a) = r(a) \sum_{i=1}^n k_i v_i(a) \quad (5)$$

### 3 MODELAGEM

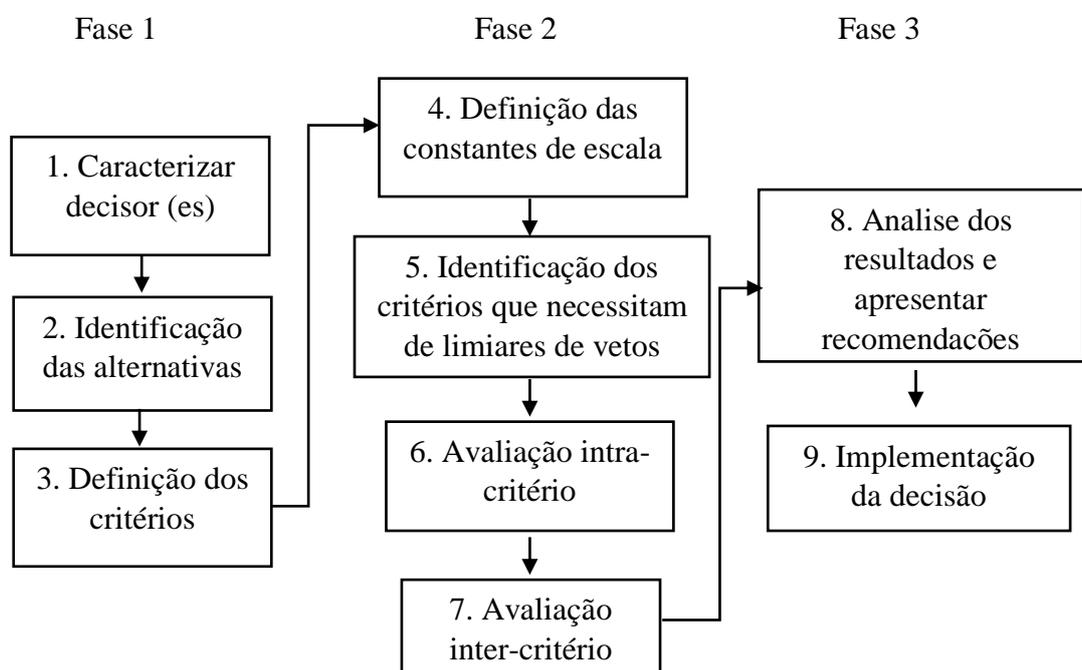
Neste trabalho, a proposta é de um modelo multicritério de apoio à decisão, utilizando modelo aditivo com veto para problemática de ordenação de veículos para descargas em uma empresa que apresenta grande número de cargas na porta em espera.

A ideia principal é que seja ordenado as cargas. Portanto, o uso do veto torna-se importante para minimizar os problemas que possam vim acontecer com uso do modelo aditivo tradicional. Logo, o decisor pode não estar disposto a aceitar uma alternativa que apresente baixo desempenho em um determinado critério em troca de um ótimo desempenho em outro critério. Dessa forma, com a inclusão dos limiares e o conceito de veto o modelo propõe minimizar tais problemas.

O problema de ordenação de cargas, assim como outros problemas envolve decisões sobre um conjunto de alternativas, onde se percebe a avaliação dessas alternativas em múltiplos aspectos, por este modo a abordagem MCDA é aconselhada para esse tipo de situação.

Para a construção de modelos de decisão multicritérios, é necessário ter conhecimento de seus elementos básicos e fundamentos, além de uma boa base conceitual dos métodos de apoio a decisões (DE ALMEIDA, 2013). O processo de estruturação para o modelo de tomada de decisão referente a descargas de matéria prima é apresentada na Figura 4, consiste em um framework baseado nas fases para construção de um modelo de decisão desenvolvido por de Almeida (2013).

*Figura 4 - Framework de decisão*



Fonte: Adaptado de Almeida, 2013.

O procedimento proposto é composto por três fases, com elementos básicos para a formulação do problema.

A primeira fase inclui três etapas preliminares, nas quais são básicas para a estruturação da resolução. Os elementos de cada etapa dessa fase influenciam de maneira definitiva a resolução do problema.

- **Etapa 1:** Consiste em caracterizar e definir o decisor envolvidos de forma clara. Portanto, é preciso determinar as pessoas que estão envolvidas no processo de decisório identificando o papel e seus objetivos. Os decisores exercem um papel importante pois eles vão estabelecer suas preferencias sobre as consequências do problema.
- **Etapa 2:** Consiste na identificação de alternativas que podem ser adotadas para solucionar o problema. O problema de descarga pode ser adotado alternativas como os diferentes tipos de veículos, diferenciados pelas matérias primas. As alternativas que serão analisadas visam fornecer para o processo a matéria mais desejável, de modo que o processo não seja interrompido.
- **Etapa 3:** Consiste na identificação dos critérios que deverão ser utilizados para avaliação das alternativas. Os critérios devem ser objetivos permitindo a avaliação de desempenos das alternativas. Devem ser elaborados respeitando a estrutura de preferencias do decisor. Um critério de forma geral é visto como uma representação de um objetivo (DE ALMEIDA, 2013). Uma das principais etapas no processo decisório é definir e compreender os critérios.

A segunda fase é estruturada por quatro etapas, essa fase é voltada para a resolução do problema, as etapas são voltadas para a modelagem do método escolhido, ao final dessa fase o modelo do método de construção estará construído, pronto para ser utilizado, embora revisões sejam necessárias.

- **Etapa 4:** Após a identificação das alternativas e dos critérios é necessário a definição das constantes de escalas. A definição de constante de escala se torna um processo fundamental no modelo de decisão, pois o decisor pode apresentar de forma numérica seus interesses. Para a definição de constantes de escalas existem vários procedimentos e entre eles pode-se destacar o procedimento de *trade-off* e peso por *swing* utilizados por métodos SMARTS/SMARTES (TURET, 2015).
- **Etapa 5:** Na identificação de necessidade de veto em alguns critérios, o decisor precisará identificar quais critérios necessitam de limites de vetos e defini-los. Os limites são

importantes para a verificação de valores máximo e mínimos que uma determinada alternativa pode assumir em cada critério.

- **Etapa 6:** É necessário apresentar a matriz avaliação que se trata de uma matriz que apresenta as alternativas com relação a cada critério, também pode ser chamada de matriz de decisão. Avaliação intra-critério consisti no estabelecimento da função valor para cada critério, posteriormente, aplicando um procedimento de normalização.
- **Etapa 7:** Avaliação inter-critério depende do tipo de método a ser utilizado, no estudo em questão estamos utilizando o modelo aditivo com veto. Nessa etapa, deve-se efetuar a parametrização do método, obtendo informações inter-critério, trata-se das informações que permitem efetuar a combinação quantitativa dos critérios. No modelo aditivo utiliza-se como função valor global:  $v(a) = \sum_{i=1}^n k_i v_i(a)$ , onde  $k_i$  representa a constante de escala de cada critério  $i$  e  $v_i(a)$  a função valor de uma alternativa em um dado critério.

A terceira fase se trata da finalização do modelo, composta por três etapas finais, que estão voltadas para apresentações da solução e implementação dos resultados.

- **Etapa 8:** A análise dos resultados e apresentar recomendações não consiste apenas na apresentação dos resultados, deve incorporar a análise de sensibilidade dessa recomendação aos parâmetros utilizados. A elaboração da recomendação deve apresentar os detalhes sobre o processo decisório.
- **Etapa 9:** Consiste na própria implementação da ação sobre o conjunto de ações indicadas, conforme o modelo propôs.

## 4 ESTUDO DE CASO

### 4.1 A empresa

O problema foi contextualizado em uma empresa multinacional de alimentos, que opera em mais de 120 países. A empresa começou suas atividades no Brasil no ano de 1978 com uma aquisição de um moinho de arroz localizado no Rio Grande do Sul e com participação de 30 associados foi se consolidando no mercado brasileiro. Na década de oitenta ingressou no segmento de alimentos para *pets*. No ano de 2000, ampliou sua participação no segmento de alimentos iniciando a produção de ervas, especiarias e molhos. Atualmente a empresa subdivide em quatro categorias de negócio no Brasil: *Petcare*, *Wrigley*, *Food e Edge*, com fábricas distribuídas dentro e fora do país.

No Brasil, a empresa possui fábricas e escritórios em 5 estados (São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Pernambuco e Bahia), atendendo todo território nacional, contando com mais de 2500 associados. Os produtos são produzidos e distribuídos em 5 fábricas, para alimentação animal são 3 ativas e uma presta a ativar. O problema foi contextualizado na fábrica de alimentação animal localizada em Pernambuco, a fábrica produz alimentos para *pets* secos (*dry*), e atende toda região Norte e Nordeste do Brasil.

O processo produtivo é composto por 5 etapas: moega, mistura, extrusão, empacotamento, armazenagem e distribuição.

#### 4.1.1 Moega

Moega é o local onde é realizado o recebimento de toda matéria-prima do processo produtivo. As matérias primas são divididas em micro e macro ingredientes, as classificadas como macro ingredientes se trata de matéria primas que possuem grande volume na receita do produto e são armazenadas em silos, enquanto os micro ingredientes como vitaminas, caulim e outros se trata das matérias primas que suas dosagem são menores na receita e são armazenadas em bags.

#### 4.1.2 Mistura

Na mistura acontece a dosagem dos macros ingredientes de forma automatizada e a dosagem dos micro ingredientes de forma manual. Após a dosagem, os ingrediente seguem para o misturador 1, onde os ingredientes serão misturados formando uma mistura de farinhas, grãos e micro ingredientes. Em seguida, os ingredientes seguem para o moinho, onde a mistura será

triturada para que se torne um farinha uniforme. Depois a farinha segue para o misturados 2, adicionando novas micro ingredientes. Por fim, a mistura passa pelo equipamento chamado Shenck, onde será pesada e dosada de acordo com a receita requer para a próxima etapa.

#### *4.1.3 Extrusão*

A etapa de extrusão, começa pelo pré-condicionador, que informar a Shenk quanto de farinha irá precisar. A farinha é recebida e adicionada corantes, água, titânio e vapor. O vapor quente juntamente com a água, auxilia no processo de cozimento da farinha. Depois de pré-cozida, a farinha segue para a extrusão, onde um ingrediente líquido é adicionado para que a lubrificação da farinha aconteça evitando o ressecamento. Na extrusão a farinha é submetida a alta temperatura eliminando possíveis bactérias microbiológicas, e a uma alta pressão para que ocorra a formação do kibbles através de matrizes. Depois de formado os kibbles, seguem para o secador, passarão por um processo de secagem para reduzir a umidade do produto e ganhar a crocância, logo após os kibbles são direcionados para o tambor de recobrimento onde acontece a adição de gorduras aumentando a palatabilidade do produto.

#### *4.1.4 Empacotamento*

Após, os kibbles saírem do tambor de recobrimento, há a necessidade do resfriamento para retornarem a temperatura ambiente, uma vez que saíram em alta temperatura do secador. Depois de resfriado, os kibbles passam por um peneira vibratória retirando finos originados do processo produtivo. Os kibbles são armazenados em silos para em seguida aconteça os empacotamentos e posicionados em pallets.

#### *4.1.5 Armazenamento e distribuição*

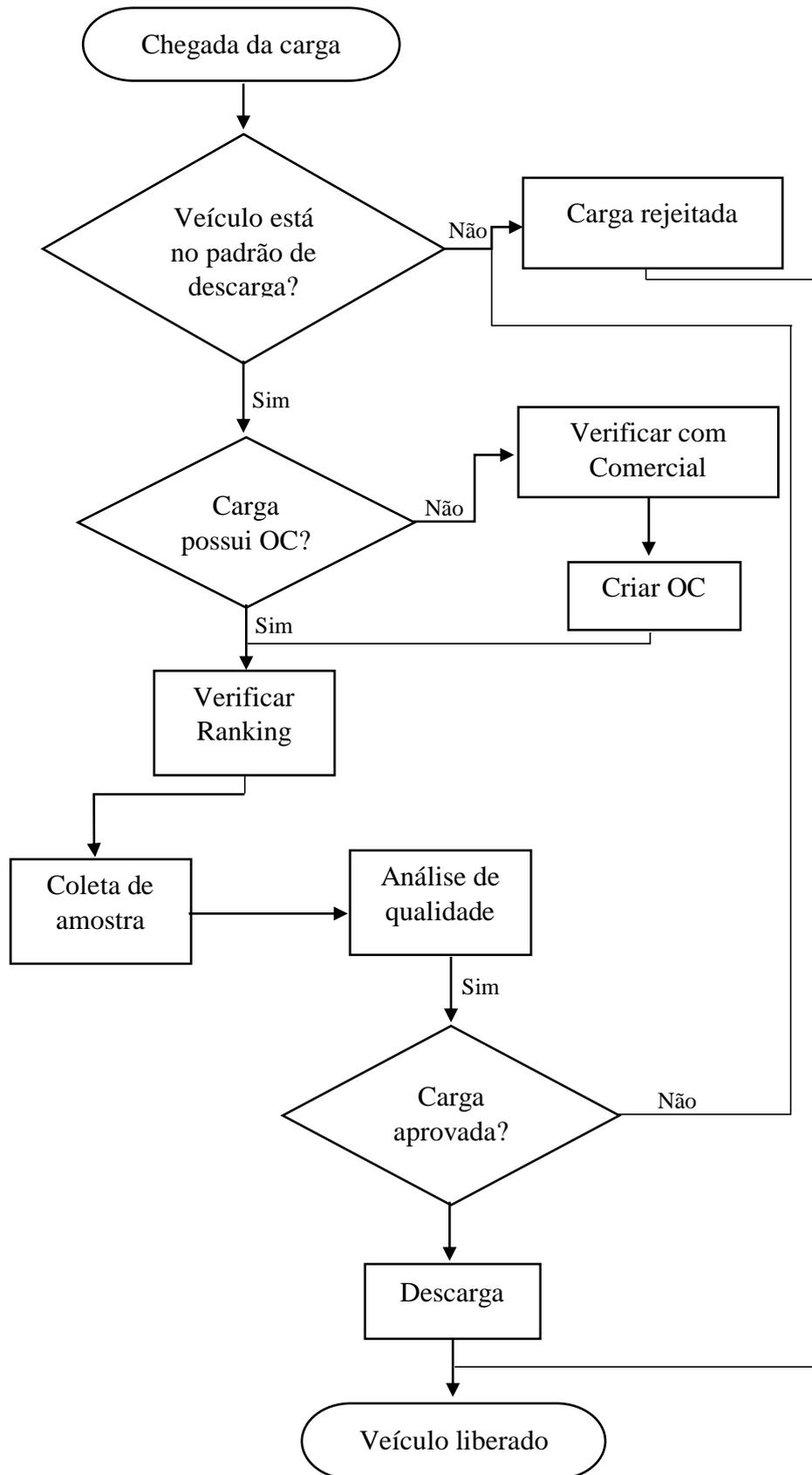
O produto embalado e em formatação dos pallets, são armazenados dentro da fábrica até que aconteça o carregamento para o centro de distribuição. No centro de distribuição (CD) os produtos alocados de acordo com sua família de produção para a distribuição do produto.

A gerência da fábrica é formada por: 1 gente da fábrica, 3 gerentes de turno da manufatura, 1 gerente de qualidade, 1 gerente de manutenção, coordenado de logística, 1 analisa de segurança do trabalho, um analista de PCP e um coordenador de logística.

O trabalho será desenvolvido com a participação do gerente de qualidade, gerente de manufatura, o gerente comercial Brasil e o analista de PCP, visando melhorar a tomada de

decisões nas de descargas das cargas consideradas macro ingredientes. A etapa que vamos levar em consideração é a inicia o recebimento da matéria prima, descrito na Figura 5, que mostra o fluxograma do processo de recebimento.

Figura 5 - Fluxograma do processo de recebimento



Fonte: Autor.

## 5 RESULTADOS E DISCURSÕES

### 5.1 Caracterização do decisor

O problema é estruturado para um único decisor, o qual refere-se a um associado da empresa responsável pela operação de descargas das cargas. Porém, quatro outros *stakeholders* influenciam na tomada de decisão: analista de PCP, gerente comercial, gerente de qualidade e o gerente de turno. Cada *stakeholders* possui um perfil próprio:

- Analista de PCP: responsável em analisar a previsão de vendas para planejar a produção, a fim de atender tanto as demandas da previsão quanto os pedidos feitos de produto acabados. Seu principal interesse nas descargas é ter matéria prima para atender a plano de produção definido.
- Gerente Comercial: Responsável por toda a parte de compras e contratações de novos fornecedores, atua na coordenação da equipe gerindo processos relacionado a área de contratação de fornecedores e transportadoras. Seu principal interesse nas descargas é minimizar o número de diárias na porta da empresa mantendo uma boa relação com fornecedores e transportadores, evitando custos de diárias.
- Gerente de Qualidade: Responsável por toda a parte de qualidade do produto e segurança alimentar, atua na coordenação da equipe gerindo os processos relacionados à área de controle da qualidade, através da análise da satisfação dos clientes internos e externos. Seu principal interesse nas descargas é manter o menor tempo possível de cargas na porta, em condições não favoráveis, preservando a qualidade das matérias primas de acordo com as especificações.
- Gerente de Turno: Responsável por todas as operações do local em turnos, tem como principal responsabilidade gerenciais os esforços das equipes operacionais da linha de produção, de forma eficiente mantendo a qualidade, de maneira segura dentro das especificações definidas. Seu principal interesse nas descargas é ter matéria prima para a fábrica continuar operando.

### 5.2 Identificação das alternativas

O conjunto de alternativas é discreto, composto pelo número de cargas que se encontram na porta aguardando a descarga,  $A = \{Carga 1, Carga 2, Carga 3, \dots, Carga N\}$ . Isso significa que cada alternativa representa uma ação possível no conjunto de  $n$  possíveis

alternativas disponíveis. O conjunto de alternativas é instável, uma vez que serão definidas diariamente no início do dia de acordo com as cargas que estão na porta.

### 5.3 Definição dos critérios

Os critérios foram construídos a partir da estratégia da empresa e através de conversas com o decisor e cada *stakeholder*. Uma das principais etapas no processo decisório é definir e compreender os critérios. A partir do perfil do decisor e dos stakeholders envolvidos na decisão e análises das repostas das conversas, respeitando a estrutura de preferências, foi levantado os seguintes critérios, como mostra a Tabela 2.

*Tabela 2 – Critérios para avaliação das alternativas*

| CRITÉRIO       | DESCRIÇÃO  | MÉTRICA          |
|----------------|--|------------------|
| C <sub>1</sub> | Curva ACB<br>Refere-se a classificação de todas as MP's que compõem o estoque de acordo com o grau de importância. | %                |
| C <sub>2</sub> | Diárias<br>Refere-se ao valor pago dos dias que a carga se encontra em espera em relação a cada MP.                | Monetária<br>R\$ |
| C <sub>3</sub> | Estoque<br>Refere-se a porcentagem que o estoque se encontra atualmente.   | %                |
| C <sub>4</sub> | Programação<br>Refere-se a data programada da MP, se a carga chegou conforme o programado.                         | Dias             |

Fonte: Autor

#### 5.3.1 Critério 1: Curva ABC

Será definido de acordo com a curva ABC dos ingredientes considerados. Na Tabela 3 é mostrada a classificação geral de todas as matérias primas macro ingredientes na curva ABC. Este critério é um critério de maximização de classificação quantitativa.

*Tabela 3 – Curva ABC*

| Macro Ingrediente | Consumo Médio Anual | Preço/ton | Total     | Soma da Participação | CLASSE |
|-------------------|---------------------|-----------|-----------|----------------------|--------|
| MP <sub>1</sub>   | 1.289.589,8         | 0,74      | 953.651,6 | 23,3%                | A      |
| MP <sub>2</sub>   | 324.173,5           | 1,89      | 611.715,3 | 38,3%                | A      |
| MP <sub>3</sub>   | 243.392,6           | 2,35      | 570.999,1 | 52,3%                | A      |
| MP <sub>4</sub>   | 146.260,9           | 2,38      | 348.100,9 | 60,8%                | A      |
| MP <sub>5</sub>   | 156.671,9           | 2,19      | 343.581,4 | 69,2%                | A      |
| MP <sub>6</sub>   | 462.676,0           | 0,64      | 294.956,0 | 76,4%                | A      |
| MP <sub>7</sub>   | 221.983,7           | 1,22      | 269.821,2 | 83,0%                | B      |

|              |           |      |           |        |   |
|--------------|-----------|------|-----------|--------|---|
| <b>MP 8</b>  | 112.769,8 | 2,32 | 261.682,2 | 89,4%  | B |
| <b>MP 9</b>  | 182.365,5 | 1,26 | 229.415,8 | 95,0%  | B |
| <b>MP 10</b> | 67.505,7  | 1,42 | 95.824,4  | 97,3%  | C |
| <b>MP 11</b> | 63.424,7  | 0,88 | 56.067,5  | 98,7%  | C |
| <b>MP 12</b> | 16.246,8  | 2,35 | 38.115,0  | 99,6%  | C |
| <b>MP 13</b> | 16.296,9  | 0,88 | 14.406,5  | 100,0% | C |

Fonte: Autor

### 5.3.2 Critério 2: Diárias

Para o levantamento de dados do valor pago a cada MP que gera a diária, foi levantado com base na média de diárias pagar do último ano. O C<sub>2</sub> é um critério de maximização de classificação quantitativa.

*Tabela 4 – Custo por diária de matéria prima*

| <b>Macro<br/>Ingrediente</b> | <b>Custo de diárias/ dias</b> |
|------------------------------|-------------------------------|
| <b>MP<sub>1</sub></b>        | R\$ 552,50                    |
| <b>MP<sub>2</sub></b>        | R\$ 691,90                    |
| <b>MP<sub>3</sub></b>        | R\$ 452,20                    |
| <b>MP<sub>4</sub></b>        | R\$ 395,25                    |
| <b>MP<sub>5</sub></b>        | R\$ 444,55                    |
| <b>MP<sub>6</sub></b>        | R\$ 552,50                    |
| <b>MP<sub>7</sub></b>        | R\$ 676,60                    |
| <b>MP<sub>8</sub></b>        | R\$ 453,05                    |
| <b>MP<sub>9</sub></b>        | R\$ 601,80                    |
| <b>MP<sub>10</sub></b>       | R\$ 710,60                    |
| <b>MP<sub>11</sub></b>       | R\$ 382,50                    |
| <b>MP<sub>12</sub></b>       | R\$ 807,50                    |
| <b>MP<sub>13</sub></b>       | R\$ 174,48                    |

Fonte: Autor

### 5.3.3 Critério 3: Estoque

O terceiro critério leva-se em consideração o estoque atual menos o consumo dos próximos 2 dias, para apresentar uma maior visibilidade de estoque. O C<sub>3</sub> é um critério de minimização de classificação quantitativa.

### 5.3.4 Critério 4: Programação

A programação é um critério bastante importante, uma vez que será decisivo para o pagamento de diárias. O critério irá comparar a data de chegada com a data programada. O  $C_4$  é um critério de maximização de classificação quantitativa.

## 5.4 Definição das constantes de escala

Após a definição dos critérios e da definição das alternativas, é necessário identificar as constantes de escalas de cada critério, conforme mostrado na Tabela 5. Vale ressaltar que as constantes de escalas foram calculadas de acordo com a preferência do decisor, utilizando o procedimento de *trade-off*. As informações forem adquiridas a partir de reuniões com o decisor e os *stakeholders*, utilizando análise documental para coleta dos dados.

Tabela 5 – Constantes de escala

|       | $C_1$ | $C_2$ | $C_3$ | $C_4$ |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| $k_i$ | 0,09  | 0,14  | 0,45  | 0,32  |

Fonte: Autor

## 5.5 Identificação dos critérios que necessitam de vetos

Após o estabelecimento das constantes de escalas para cada critério, para dar continuidade ao método aditivo com veto, é preciso estabelecer os valores de veto para os critérios. Para tanto, o decisor vê a necessidade de estipular um limiar de veto nos critérios  $C_1$ ,  $C_3$  e  $C_4$ , conforme observa-se na Tabela 6. Lembrando que os valores apresentados na tabelas são valores que já foram normalizados, os cálculos foram realizados com o auxílio de planilha Excel.

Tabela 6 – Limares de veto

|       | $C_1$ | $C_2$ | $C_3$ | $C_4$ |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| $l_i$ | 0,04  | -     | 0,53  | 0,6   |
| $u_i$ | 0,27  | -     | 0,82  | 0,8   |

Fonte: Autor

$C_1$  Curva ABC – As cargas que possuem MP's com valores menores que 3% na classificação ABC não são relevantes para a priorização, dessa forma entre 3% e 7% são considerados parcialmente relevantes e acima de 7% são consideradas valorizadas na priorização.

C<sub>3</sub> Estoque – As cargas que suas MP's estão com o estoque abaixo de 40% são priorizadas, cargas que as MP's estão com o estoque entre 40% a 70% são consideradas relevantes, cargas com estoque acima de 70% não são relevantes para a ordenação.

C<sub>4</sub> Programação – Todas as cargas são programadas para chegarem em uma data, as cargas que se apresentarem antes da datas programada sofrerão uma penalização.

### 5.6 Avaliação intra-critério

São identificadas as funções valores das alternativas nos critérios correspondes, aplicando um procedimento de normalização. Para a conversão dos valores para um mesma escala de avaliação, conforme mostra a Tabela 7, utiliza-se o procedimento de normalização, onde os valores de  $v'_j(a_i)$  são obtidas em um intervalo de  $0 \leq v'_j(a_i) \leq 1$ , utilizando-se da seguinte formula:

$$v'_j(a_i) = \frac{[v_j(a_i) - \text{Min } v_j(a_i)]}{[\text{Max } v_j(a_i) - \text{Min } v_j(a_i)]}$$

A função valor  $v_j(a_i)$  fornece a avaliação de cada alternativa  $i$  para cada critério  $j$ . Pode ser interpretado como sendo um percentual da faixa de variação o procedimento de normalização, é considerado comum para a maioria dos métodos multicritérios aditivo de acordo com DE ALMEIDA (2013).

Tabela 7 – Matriz de avaliação

|                 | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | C <sub>3</sub> | C <sub>4</sub> |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Carga 1</b>  | 0,23           | 1,00           | 0,58           | 1,00           |
| <b>Carga 2</b>  | 0,33           | 0,38           | 1,00           | 1,00           |
| <b>Carga 3</b>  | 0,32           | 0,00           | 0,88           | 0,60           |
| <b>Carga 4</b>  | 0,62           | 0,64           | 0,28           | 1,00           |
| <b>Carga 5</b>  | 0,04           | 0,53           | 0,64           | 1,00           |
| <b>Carga 6</b>  | 1,00           | 0,30           | 0,82           | 1,00           |
| <b>Carga 7</b>  | 0,19           | 0,24           | 0,68           | 1,00           |
| <b>Carga 8</b>  | 0,27           | 0,15           | 0,53           | 1,00           |
| <b>Carga 9</b>  | 0,27           | 0,00           | 0,38           | 0,00           |
| <b>Carga 10</b> | 0,00           | 0,09           | 0,76           | 1,00           |
| <b>Carga 11</b> | 0,27           | 0,11           | 0,23           | 1,00           |
| <b>Carga 12</b> | 0,24           | 0,00           | 0,34           | 0,80           |
| <b>Carga 13</b> | 0,62           | 0,05           | 0,00           | 1,00           |

### 5.7 Avaliação inter-critério

Na avaliação inter-critério, utiliza-se as informações da Tabela 7, nessa etapa é preciso realizar a combinação dos diferentes critérios, através do método aditivo com veto, permitindo a comparação entre as alternativas através das constantes de escalas (Tabela 5) de cada critério. Na Tabela 8, são apresentadas as respectivas avaliações intercritério.

Tabela 8 – Funções valores globais

|                 | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | C <sub>3</sub> | C <sub>4</sub> | Modelo aditivo sem veto $v(a)$ | Modelo aditivo com veto $v'(a)$ |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------------|---------------------------------|
| <b>Carga 1</b>  | 0,23           | 1,00           | 0,58           | 1,00           | 0,74                           | 0,44                            |
| <b>Carga 2</b>  | 0,33           | 0,38           | 1,00           | 1,00           | 0,85                           | 0,85                            |
| <b>Carga 3</b>  | 0,32           | 0,00           | 0,88           | 0,60           | 0,61                           | 0,42                            |
| <b>Carga 4</b>  | 0,62           | 0,64           | 0,28           | 1,00           | 0,59                           | 0,33                            |
| <b>Carga 5</b>  | 0,04           | 0,53           | 0,64           | 1,00           | 0,69                           | 0,41                            |
| <b>Carga 6</b>  | 1,00           | 0,30           | 0,82           | 1,00           | 0,82                           | 0,76                            |
| <b>Carga 7</b>  | 0,19           | 0,24           | 0,68           | 1,00           | 0,68                           | 0,48                            |
| <b>Carga 8</b>  | 0,27           | 0,15           | 0,53           | 1,00           | 0,60                           | 0,33                            |
| <b>Carga 9</b>  | 0,27           | 0,00           | 0,38           | 0,00           | 0,20                           | 0,04                            |
| <b>Carga 10</b> | 0,00           | 0,09           | 0,76           | 1,00           | 0,67                           | 0,51                            |
| <b>Carga 11</b> | 0,27           | 0,11           | 0,23           | 1,00           | 0,46                           | 0,25                            |
| <b>Carga 12</b> | 0,24           | 0,00           | 0,34           | 0,80           | 0,43                           | 0,23                            |
| <b>Carga 13</b> | 0,62           | 0,05           | 0,00           | 1,00           | 0,46                           | 0,25                            |

Fonte: Autor

### 5.8 Análise dos resultados

A Tabela 9 mostra a ordenação final das alternativas.

Tabela 9 – Ordenação final

|             | Modelo aditivo sem veto $v(a)$ | Modelo aditivo com veto $v'(a)$ |
|-------------|--------------------------------|---------------------------------|
| <b>1º.</b>  | Carga 2                        | Carga 2                         |
| <b>2º.</b>  | Carga 6                        | Carga 6                         |
| <b>3º.</b>  | Carga 1                        | <b>Carga 10</b>                 |
| <b>4º.</b>  | Carga 5                        | <b>Carga 7</b>                  |
| <b>5º.</b>  | Carga 7                        | <b>Carga 1</b>                  |
| <b>6º.</b>  | Carga 10                       | <b>Carga 3</b>                  |
| <b>7º.</b>  | Carga 3                        | <b>Carga 5</b>                  |
| <b>8º.</b>  | Carga 8                        | Carga 8                         |
| <b>9º.</b>  | Carga 4                        | Carga 4                         |
| <b>10º.</b> | Carga 11                       | Carga 11                        |

|      |          |          |
|------|----------|----------|
| 11°. | Carga 13 | Carga 13 |
| 12°. | Carga 12 | Carga 12 |
| 13°. | Carga 9  | Carga 9  |

Fonte: Autor

Ao comparar os resultados com e sem veto, perceber-se que houve algumas alterações nas posições, mostra que o veto alterou a posição de 6 alternativas, penalizando-as por apresentarem desempenho indesejável em alguns dos critérios (em destaque em vermelho).

No modelo aditivo sem veto a Carga 1, por exemplo, é a terceira carga a ser descarregada. No cenário incluindo o veto, a Carga 1 desce para a quinta posição. Isso implica na disponibilidade do produto, a matéria prima que se encontra na Carga 10 com o consumo dos próximos 2 dias seu estoque estará com cerca de 50%, enquanto a carga 1 estará em 66%. Isso ilustra bem o cenário onde o efeito compensatório do modelo tradicional permite que alternativas que são muito ruins em um critério possam ficar bem posicionadas na ordenação final. O veto minimiza essa distorção, penalizando as alternativas Carga 1 e Carga 5.

### 5.9 Implementação da decisão

Os resultados foram apresentado para o decisor juntos com os *stakeholders* envolvidos no processo. Os mesmos concordaram com a nova abordagem, apresentada nesse trabalho, pois são mais adequadas que o direcionador atual que apenas leva em consideração o estoque disponível e data programada. A nova abordagem possibilita que os operadores se sintam mais confiantes em seguir com a ordenação.

Na tabela 10, observa-se a ordenação que a empresa adota na primeira coluna e na segunda coluna a ordenação com o modelo aditivo com veto, em um dia com dozes cargas na porta aguardando descarga.

Tabela 10 – Modelo atual x Modelo aditivo com veto

|     | Ordenação Atual<br>da empresa | Modelo aditivo com<br>$v'(a)$ |
|-----|-------------------------------|-------------------------------|
| 1°. | Carga 1                       | Carga 9                       |
| 2°. | Carga 12                      | Carga 3                       |
| 3°. | Carga 3                       | Carga 1                       |
| 4°. | Carga 4                       | Carga 12                      |
| 5°. | Carga 5                       | Carga 11                      |
| 6°. | Carga 6                       | Carga 2                       |
| 7°. | Carga 11                      | Carga 6                       |
| 8°. | Carga 7                       | Carga 7                       |

|             |          |          |
|-------------|----------|----------|
| <b>9º.</b>  | Carga 8  | Carga 8  |
| <b>10º.</b> | Carga 10 | Carga 4  |
| <b>11º.</b> | Carga 9  | Carga 5  |
| <b>12º.</b> | Carga 2  | Carga 10 |

Fonte: Autor

Para melhor entendimento na Tabela 11, mostra os dados de entrada das cargas:

*Tabela 11 – Dados de entrada*

|                 | <b>Data Programada</b> | <b>Data de Chegada</b> | <b>Estoque atual</b> | <b>Estoque - consumo 2d</b> | <b>Classificação ABC</b> | <b>Valor pago hoje R\$</b> |
|-----------------|------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|
| <b>Carga 1</b>  | 29/11                  | 29/11                  | 53                   | 26%                         | 2%                       | 3.895,88                   |
| <b>Carga 2</b>  | 29/11                  | 29/11                  | 85                   | 66%                         | 6%                       | 1.483,15                   |
| <b>Carga 3</b>  | 25/11                  | 29/11                  | 22                   | -1%                         | 23%                      | 1.735,02                   |
| <b>Carga 4</b>  | 3/12                   | 30/11                  | 39                   | 13%                         | 6%                       | -                          |
| <b>Carga 5</b>  | 3/12                   | 1/12                   | 86                   | 55%                         | 7%                       | -                          |
| <b>Carga 6</b>  | 3/12                   | 1/12                   | 22                   | -1%                         | 23%                      | -                          |
| <b>Carga 7</b>  | 3/12                   | 1/12                   | 22                   | -1%                         | 23%                      | -                          |
| <b>Carga 8</b>  | 4/12                   | 2/12                   | 22                   | -1%                         | 23%                      | -                          |
| <b>Carga 9</b>  | 2/12                   | 2/12                   | 19%                  | -66%                        | 9%                       | 343,90                     |
| <b>Carga 10</b> | 5/12                   | 2/12                   | 22%                  | -1%                         | 23%                      | -                          |
| <b>Carga 11</b> | 2/12                   | 2/12                   | 55%                  | 34%                         | 8%                       | 276,85                     |
| <b>Carga 12</b> | 3/12                   | 3/12                   | 59%                  | 37%                         | 14%                      | 151,62                     |

Fonte: Autor

Observa-se que a primeira carga no modelo atual da empresa a ser solicitada para descarregar é a Carga 1 que está a -1% de seu estoque até o fim dos próximos dois dias. Porém, a Carga 9 ficará a -66% do seu estoque, dessa maneira a carga tem que ser descarregada de imediato, caso contrário é considerado um risco iminente de parada de fábrica. A opção de troca de família na produção não é considerada nesses casos por se tratar de um item pertencente a classe A na Classificação ABC. Observa-se que a segunda carga no modelo atual é a carga de número 12, se analisamos melhor a carga de número 12 não está com o estoque tão crítico pelos próximos dois dias, em comparação com outras matérias primas. Mesmo sendo uma carga de classificação A não está gerando diárias significativas para descarregar como segunda prioridade. Todos esses fatores são considerados nos critérios no modelo com veto. Assim mesmo que a Carga 4 seja descarregada na quarta posição não levaria a falta dessa matéria prima.

Algumas vantagens foram listadas para aceitação do modelo:

- Carga de número 9 e 10 são desconsideradas na ordenação atual por se tratarem de líquidos, no então são os mesmo operadores que realizam as descargas;
- O critério de classificação ABC pesa, e mostra a importância de cada matéria prima no sistema produtivo;
- Levar em consideração apenas o estoque atual, é arriscado o que está consumindo hoje não necessariamente será o consumo dos próximos dias, ter essa visão de futuro ajuda a manter o estoque em níveis menos críticos;
- Olhar para a data programada, tentando minimizar o valor pago no final das diárias, ajuda a priorizar cargas com o custo maior ao invés de olhar apenas para os dias;

O modelo irá ficar em fase teste nos próximos dias para realizar alguns ajustes, caso venha ser necessário, e posteriormente seja implementado definitivamente.

## 6 CONCLUSÃO

Este trabalho analisou o problema de ordenação de descarga de matérias primas, buscando a minimização de diárias geradas na porta e a maximização de ingredientes disponíveis em silos. A concorrência no mercado é cada vez mais agressiva, e para que as empresas consigam se manter, elas devem buscar sempre uma vantagem competitiva. O setor industrial não é diferente, existe uma busca constante pela melhoria da produtividade, buscando a redução de desperdício desde a primeira etapa do processo até a entrega ao cliente final. Uma ordenação de descarga de matéria prima ineficiente, pode trazer prejuízos grandes para a indústria, levando a uma possível parada de fábrica, o que é um enorme custo, porque se trata de mão de obra e equipamento parados, além de atingir todos os indicadores chaves da organização.

Diante deste cenário, o trabalho visou propor um *framework* de decisão usando modelo multicritério, para solucionar o problema de ordenação de descargas de matérias primas de uma indústria do setor alimentos para pets. Foi avaliado um dia de descarga, o conjunto de alternativas foi composto por 13 cargas. Os critérios levados em consideração foram: classificação das matérias primas na curva ABC, diárias pagas por carga, nível de estoque e data programada. Foi utilizado o modelo aditivo com veto, para obter a ordenação das cargas.

A solução encontrada foi uma ordenação das alternativas, o modelo aditivo com veto foi um excelente método para a ordenação das cargas permitindo uma análise mais criteriosa. A partir dos resultados obtidos foram bem satisfatório, ficando evidente a que alternativas foram penalizadas, contribuindo para que a ordenação apresentada fosse a mais real possível.

A pesquisa desenvolvida apresentou algumas limitações. No levantamento de consumo dos 2 próximos dias para serem considerados no estoque, foi necessário o congelamento de processo produtivo, uma segunda limitação foi o processo de descarga tem uma eficiência quando descarrega alguns tipos de matérias primas em uma determinada sequência, e essa eficiência foi desconsiderada no modelo.

Em futuros trabalhos seria interessante, a aplicação do modelo proposto em outras partes do processo como, por exemplo, na fila de análise de cargas, no carregamento de produto final do empacotamento para o CD, tornado a parte de recebimento como um projeto piloto.

## REFERÊNCIAS

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ ERP: conceitos, uso e implantação: base para SAP, Oracle Applications e outros softwares integrados de gestão.** 5ª Ed. – 3. Reimpr. – São Paulo: Atlas, 2009.

DE ALMEIDA, A. T. *Additive-veto models for choice and ranking multicriteria decision problems.* *World Scientific Publishing Co. & Operational Research Society of Singapore.* Asia-Pacific Journal of Operational Research, Vol.30, No. 6, (2013) 1350026 (20 pages).

DE ALMEIDA, A. T. de. **O conhecimento e o uso de métodos multicritérios de apoio a decisão,** 2ª Ed, ver. e ampl. – Recife : Ed Universitária da UFPE, 2011.

DE ALMEIDA, A. T. **Processo de Decisão nas Organizações:** Construindo modelos de decisão multicritério. São Paulo: Atlas, 2013.

FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. Logística empresarial: a perspectiva brasileira. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

FERNANDES, F. C. F.; FILHO, M. G.; **Planejamento e Controle da Produção:** dos fundamentos ao essencial. – São Paulo: Atlas, 2010.

GOMES, L. F. A. M., GOMES, C. F. S. e de ALMEIDA, A. T.; **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério.** 2ed, Editora Atlas, Rio de Janeiro – RJ, 2006.

LEITE, I. M. S.; FREITAS, F. F. T. Análise comparativa dos métodos de apoio multicritério a decisão: AHP, Electre e Promethee. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXXII., 2012, Bento Gonçalves, RS.

LETTI, G. C; GOMES L. C. Curva ABC: Melhorando o gerenciamento de estoques de produtos acabados para pequenas empresas distribuidoras de alimentos. Update, Porto Alegre, v. 1, n. 2, 2014.

PAULA, T. S. *Modelo multicritério de apoio a decisão para o planejamento estratégico em micros e pequenas empresas*. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro Acadêmico do Agreste, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco.

SLACK, N. et al. **Administração da Produção** - edição compactada. 1º Ed. – 10. Reimpr. – São Paulo: Atlas, 2006.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. *Administração da Produção*. 2º Ed.– São Paulo: Atlas, 2002.

TUBINO, D. F.; **Planejamento e Controle da Produção**: teoria e prática, 2º Ed.– São Paulo: Atlas, 2009.

TURET, J. G. *Modelo multicritério de apoio a decisão para priorização de ações voltadas para o aumento da confiança do usuário em ambientes m-commerce*. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro Acadêmico do Agreste, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco.

WEBSTER, J., F. The changing role of marketing in the corporation. **Journal of Marketing**, v.56, n. 4, 1992.