

Ano 11 nº 2 - Novembro/  
2020

ISSN 2178-0382

# REVISTA DE LOGÍSTICA

DA FATEC-CARAPICUÍBA



---

## ***EQUIPE EDITORIAL***

---

### ***Coordenador e Editor***

---

*Anna Cristina Barbosa Dias de  
Carvalho*

---

### ***Comitê Editorial***

---

*Roberto Ramos de Moraes*

---

*Rubens Vieira da Silva*

---

*Dewar Taylor Carnero Chavez*

---

*Walter Aloísio Santana*

---

*Líria Baptista de Rezende*

---

*Roberto Gardesani*

---

### ***Assistente do Comitê Editorial***

---

*Natália Aparecida de Sousa*

---

*Capa: Roberto Ramos de  
Moraes*

---

|                                                                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| PLANEJAMENTO E CONTROLE DOS ESTOQUES DE MATERIAIS DE UMA LINHA DE PRODUTOS DE UMA INDÚSTRIA TÊXTIL.....                                                           | 4   |
| COMPARATIVO ENTRE OS MODELOS DE INVENTÁRIO GERAL E INVENTÁRIO CÍCLICO OU ROTATIVO.....                                                                            | 7   |
| COMPETITIVIDADE DO MILHO BRASILEIRO: ANÁLISE DAS OBRAS PREVISTAS NAS VIAS DE ESCOAMENTO DE FERROVIAS E HIDROVIAS .....                                            | 16  |
| LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS NA GERAÇÃO DE GANHOS COMPETITIVOS: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA SIDERÚRGICA BRASILEIRA.....                                     | 30  |
| ENTENDENDO AS BARREIRAS À CONSTRUÇÃO DE REDES DE SUPRIMENTOS RESILIENTES .....                                                                                    | 46  |
| ESTUDO DE CASO REFERENTE A INTERMODALIDADE E GESTÃO DE QUALIDADE EM RELAÇÃO AO TRANSPORTE DE MATERIAL RADIOATIVO COMBUSTÍVEL PARA AS USINAS DE ANGRA I E II ..... | 62  |
| A PROPOSIÇÃO DE SERVIÇOS LOGÍSTICOS AOS CLIENTES COM O USO DO ARENA15.0: UMA ABORDAGEM SOBRE TRANSPORTES EM OPERADORES LOGÍSTICOS .....                           | 82  |
| LOGÍSTICA REVERSA, UM DIAGNÓSTICO NO ARRANJO PRODUTIVO LOCAL DO POLO DE CONFECÇÕES EM CARUARU .....                                                               | 91  |
| O USO DA TECNOLOGIA <i>BLOCKCHAIN</i> NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS. ....                                                                                    | 101 |
| CRITÉRIOS PARA POSICIONAMENTO DE UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO ATRAVÉS DO MÉTODO DO CENTRO DE GRAVIDADE .....                                                         | 116 |

## PLANEJAMENTO E CONTROLE DOS ESTOQUES DE MATERIAIS DE UMA LINHA DE PRODUTOS DE UMA INDÚSTRIA TÊXTIL<sup>1</sup>

Leonardo Alan da Silva Jr.- Centro Universitário Farias Brito - [leonardo.alanjr@gmail.com](mailto:leonardo.alanjr@gmail.com)

Mauricio Johnny Loos- Centro Universitário Farias Brito - [mauricioloos@hotmail.com](mailto:mauricioloos@hotmail.com)

### Resumo

O objetivo deste trabalho é planejar e controlar os estoques de materiais de uma linha de Jogos de Cama de uma indústria têxtil, utilizando o Sistema do Ponto de Reposição. O trabalho adota o estudo de caso como abordagem metodológica. Para a coleta de dados, foram analisados dados históricos e previsões de demanda da empresa, obtidos com os setores de PCP, Compras e Vendas, os quais possibilitaram a aplicação dos conceitos de planejamento e controle do estoque de materiais. Para isso foi necessária a definição do produto a ser analisado, a análise do perfil da demanda do produto, a elaboração da estrutura do produto e lista de materiais e utilização do Sistema do Ponto de Reposição para gestão dos estoques. Como resultado foi demonstrado o que se deve ter nos estoques, bem como quando e quanto se deve ter.

**Palavras chave:** Planejamento e Controle da Produção; Planejamento e Controle dos Estoques de Materiais; Ponto de Reposição.

## PLANNING AND CONTROL OF MATERIAL STOCKS OF A PRODUCT LINE IN A TEXTILE INDUSTRY

### Abstract

*The objective of this work is to plan and control the material stocks of a bedding line of a textile industry using the Point of Sale System. The paper adopts the case study as a methodological approach. For the data collection, historical data and company demand forecasts were obtained from the sectors of PCP, Compras e Vendas, which enabled the application of the concepts of planning and control of stock of materials. To do so, it was necessary to define the product to be analyzed, to analyze the profile of the demand for the product, to elaborate the structure of the product and the list of materials and to use the System of the Replacement Point for inventory management. As a result it has been demonstrated what should be in stocks, as well as when and how much to have.*

**Keywords:** Production Planning and Control; Planning and Control of Material Stocks; Replacement Point.

---

<sup>1</sup> Submetido em: 16/03/2019

Aprovado em: 19/09/2020

## 1. Introdução

Um dos principais objetivos que uma empresa deve atingir é atender as necessidades de seus clientes, e para isso deve gerenciar seus recursos e processos. O Planejamento e Controle da Produção (PCP) exerce uma função vital nesse gerenciamento, pois é ele quem planeja e controla a transformação dos insumos e matérias-primas em produto acabado, ou seja, é onde se agrega valor ao produto. Para que a agregação de valor ocorra, é necessário que o PCP garanta o abastecimento das linhas de produção, onde ocorre a transformação, com os componentes nas especificações e quantidades corretas. A gestão de estoques é uma das atividades que o PCP precisa realizar para que o abastecimento ocorra de forma eficiente, evitando a falta de qualquer componente do produto.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é planejar e controlar os estoques de materiais de uma linha de Jogos de Cama de uma indústria têxtil, utilizando o Sistema do Ponto de Reposição. O trabalho pretende responder questões sobre o que se deve ter nos estoques, quando se deve ter e quanto se deve ter para o atendimento das programações de produção de Jogos de Cama. O trabalho foi conduzido em uma indústria têxtil, devido a sua necessidade de manter os estoques sempre abastecidos e em um nível que não extrapole demasiadamente a quantidade necessária.

O trabalho adota o estudo de caso como abordagem metodológica. Para a coleta de dados, foram analisados dados históricos e previsões de demanda da empresa, obtidos com os setores de PCP, Compras e Vendas, os quais possibilitaram a aplicação dos conceitos de planejamento e controle do estoque de materiais. Para cumprir seus objetivos, o trabalho primeiramente estabelece o referencial teórico, seguido pelos procedimentos metodológicos adotados, resultados e suas conclusões.

## 2. Revisão da literatura

Nesta seção é apresentada uma revisão da literatura sobre Planejamento e Controle da Produção e Planejamento e Controle de Estoques, para posteriormente realizar a análise dos dados do caso a ser apresentado.

### 2.1 Planejamento e Controle da Produção (PCP)

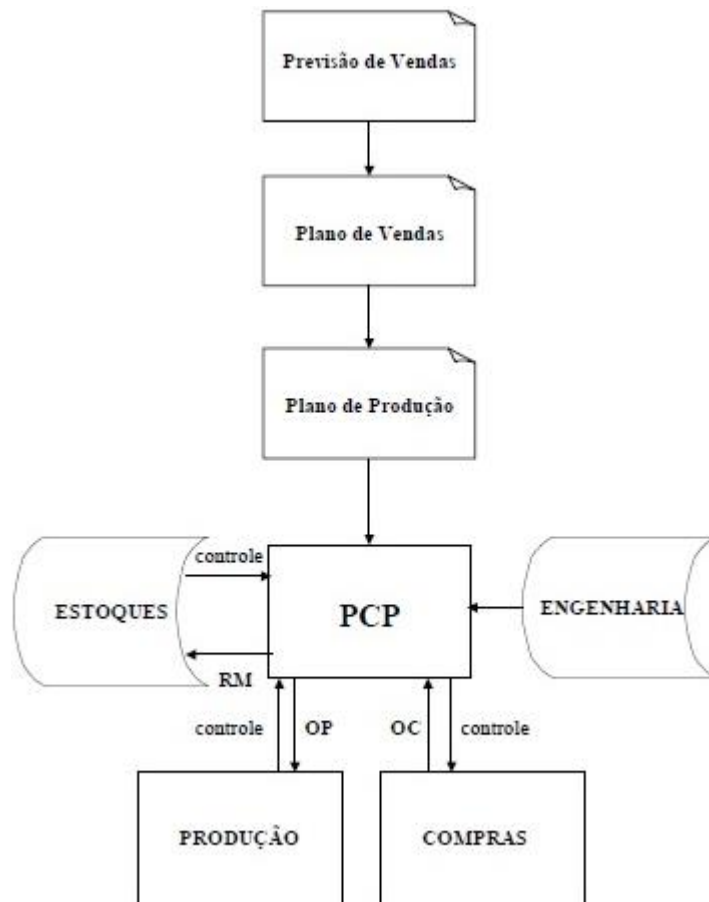
O Planejamento e Controle da Produção pode ser representado como o “sistema nervoso” de uma empresa, e sua função é fornecer suporte ao setor produtivo gerindo os fluxos de informações e materiais. É responsável por responder, para cada item (modelo, peça componente fabricada ou comprada e matérias-primas), questões sobre quanto produzir e quando iniciar e terminar a produção ou iniciar o processo de compra e recebimento da quantidade requisitada (ALMEIDA, 2010).

As atividades do PCP podem ser divididas em cinco atividades: I) gestão de estoques (responsável pela disponibilidade dos materiais necessários para produção); II) emissão de ordens de produção (responsável por providenciar, dentro do prazo estabelecido, todas as peças, componentes e produtos); III) programação das ordens de fabricação (verifica a viabilidade da execução dessas ordens); IV) movimentação das ordens de fabricação (registra, informa e transfere o material fabricado); e V) acompanhamento da produção (comparar o planejamento com a execução e controlar sua correção) (RUSSOMANO, 1995).

É o PCP quem determina o que, quando, como, onde, quem e quanto serão produzidos de cada produto. Uma das atividades do PCP é realizar o planejamento das necessidades de materiais, atividade considerada complexa (produtos com muitos níveis de componentes e personalização; demanda irregular, muitas vezes com tamanhos diferentes de lotes; estratégias de fabricação sob encomenda, montar sob encomenda e fabricar para estocar) (KRAJEWSKI et al., 2009).

Para fornecer aos setores as ordens de fabricação, montagem e as ordens de compras o PCP deve avaliar o nível dos estoques dos materiais que compõem o produto solicitado. Caso a quantidade de um dado material seja insuficiente, o PCP elabora a ordem de compra do material em questão. Com as especificações dos materiais e o plano de produção o PCP define o que será adquirido, sua quantidade e prazo de entrega. Uma vez que todos os materiais necessários à produção se encontram disponibilizados, o PCP pode requisitá-los e enviá-los aos setores produtivos juntamente com as ordens de produção (ALMEIDA, 2010).

A figura 1 ilustra o relacionamento do PCP com as demais áreas das empresas.



**Figura 1:** Funções e relacionamentos do PCP

Fonte: Almeida (2010).

## 2.2 Planejamento e Controle de Estoques

Slack et al. (2009, p.356) definem estoque como “a acumulação armazenada de recursos materiais em um sistema de transformação”. Seja uma indústria, uma distribuidora ou um escritório, todas mantêm estoque de seus recursos, podendo ser matéria-prima, peças ou produtos acabados em uma indústria ou distribuidora e estoque de informações para um escritório.

Segundo Almeida (2010) administrar materiais é garantir o suprimento de materiais, pois a falta do item (matéria-prima ou peça comprada) leva ao não atendimento das etapas posteriores do processo produtivo ou a não concretização da venda do produto final, acarretando em perda de receita esperada.

Sob o ponto de vista de Dias (2008), as principais funções do controle de estoques são:

- a) “O que” - Número de itens que devem permanecer em estoque;

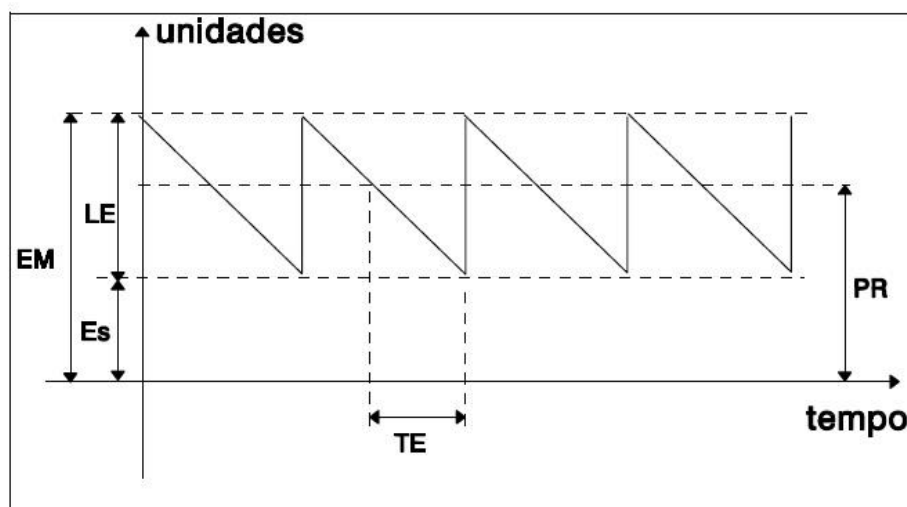
- b) “Quando” - A periodicidade que se devem reabastecer os estoques;
- c) “Quanto” - A quantidade necessária em um período predeterminado;
- d) Enviar a ordem de aquisição de estoque ao Departamento de Compras;
- e) Receber, armazenar e atender os materiais estocados de acordo com as necessidades;
- f) Controle do estoque quanto ao seu valor e quantidade;
- g) Inventários para o controle de quantidades e o estado;
- h) Identificar e retirar do estoque os itens obsoletos e danificados.

Para Almeida (2010) o Planejamento de Estoques fornece a base para as decisões gerenciais sobre quanto adquirir de cada um dos materiais necessários (matérias primas, produtos semiacabados e de produtos acabados) de acordo com critérios de custo associados, e Controle de Estoque é o acompanhamento da variação dos níveis de estoques dos vários materiais, comprados e produzidos pela empresa ao longo do tempo e que resultará na emissão de pedidos de reposição conforme o planejamento de estoques, dentro do lead time de aquisição acordado com o fornecedor, seja interno ou externo.

Slack et al. (2009) destacam três decisões a serem tomadas sobre o estoque:

- a) Quanto se deve pedir;
- b) Quando se deve pedir;
- c) Como controlar o sistema de forma a conseguir as melhores decisões.

Segundo Almeida (2010) uma forma de planejar e controlar os estoques é a utilização do Sistema do Ponto de Reposição, ou seja, quando um item atinge um certo nível de quantidade em estoque (ponto de reposição ou de encomenda), requisita-se um novo lote (lote de encomenda), e para impedir a falta de material e, conseqüentemente, a paralização da produção quando houver atraso na entrega ou houver aumento do consumo (variação na taxa de produção), utiliza-se um Estoque de Segurança.



**Figura 2:** Sistema do Ponto de Reposição  
Fonte: Almeida (2010).

A figura 2 demonstra o comportamento do estoque utilizando este sistema e as definições de Estoque Máximo (EM), Lote de Encomenda (LE), Estoque de Segurança (ES), Ponto de Reposição (PR) e Tempo de Espera (TE) entre a colocação do pedido e o recebimento do material.

### **3. Procedimentos Metodológicos**

Uma das principais funções do Planejamento e Controle da Produção é o gerenciamento dos recursos disponíveis e necessários para o atendimento da demanda. Para isso é necessário analisar o perfil dos produtos demandados afim de garantir que os estoques de materiais estejam com as quantidades e especificações necessárias para a produção dos itens solicitados no prazo estipulado. Deve-se, também, planejar e controlar o estoque de materiais para que o mesmo não possua itens obsoletos e/ou quantidades muito acima do necessário, gerando desperdício de capital da empresa e alto custo de manutenção do estoque. O presente trabalho tem como propósito planejar e controlar o estoque de materiais necessários para a produção de Jogos de Cama, utilizando o conceito do Sistema do Ponto de Reposição, sob o ponto de vista de manter os estoques sempre atualizados, manter um estoque de segurança, quantidade de consumo e de reposição em uma indústria têxtil situada no estado do Mato Grosso do Sul.

Nesse contexto, este trabalho utiliza como abordagem metodológica o estudo de caso, que segundo Yin (2005), trata-se de uma investigação onde existe um planejamento, técnica de coleta de dados e a utilização dos mesmos.

A seleção do objeto de análise (empresa) ocorreu devido à necessidade da mesma em estruturar o planejamento e controle do estoque de materiais de forma a estabelecer um estoque de segurança dos itens, o estoque máximo, o ponto de reposição dos itens, o lead time de entrega do fornecedor e os pontos de consumo dos materiais. A empresa é uma indústria do segmento têxtil, situada no estado do Mato Grosso do Sul. Os Jogos de Cama da empresa não são produzidos nesta unidade, os insumos e matérias-primas são enviados para produção em uma empresa terceirizada situada no estado de São Paulo, onde são confeccionados e devolvidos em forma de produto acabado para a empresa estudada.

Para a coleta de dados, foram utilizados dados históricos e previsões de demanda da empresa objeto de análise, obtidos com os setores de PCP, Compras e Vendas, os quais possibilitaram a aplicação dos conceitos de planejamento e controle do estoque de materiais.

### **4. Apresentação e Discussão dos Resultados**

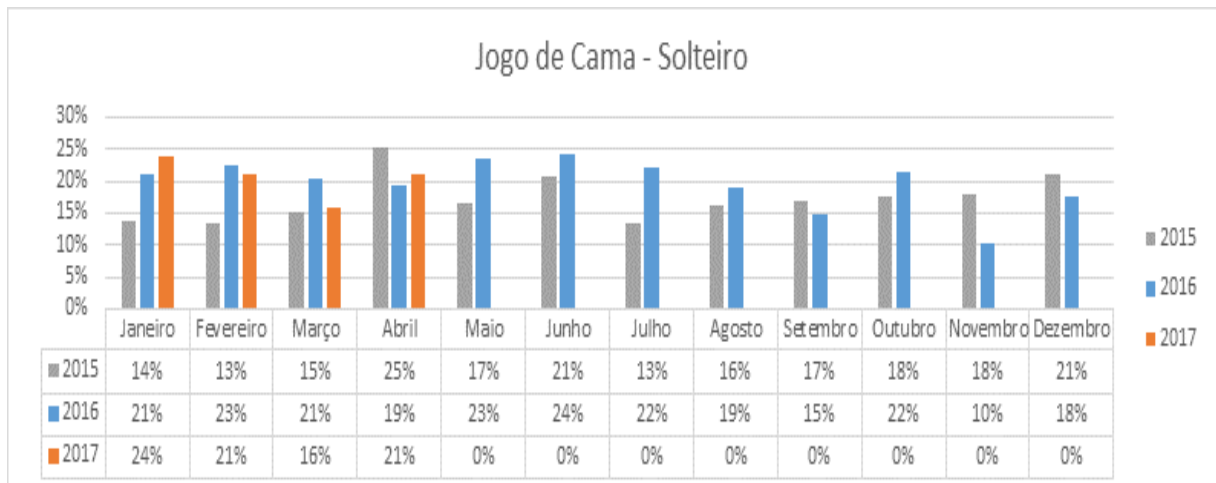
O detalhamento das análises para o alcance dos objetivos definidos neste trabalho está descrito a seguir.

#### **4.1 Identificação do Produto**

O produto escolhido para a realização deste trabalho foi uma específica linha de Jogos de Cama, pelo fato do mesmo possuir uma programação de produção constante, possuir uma estrutura simplificada e representar uma considerável fatia na receita da empresa. O produto possui uma variação de tamanho (solteiro, casal e queen) que deve ser levada em consideração, pois influencia no consumo de materiais.

## 4.2 Perfil da Demanda

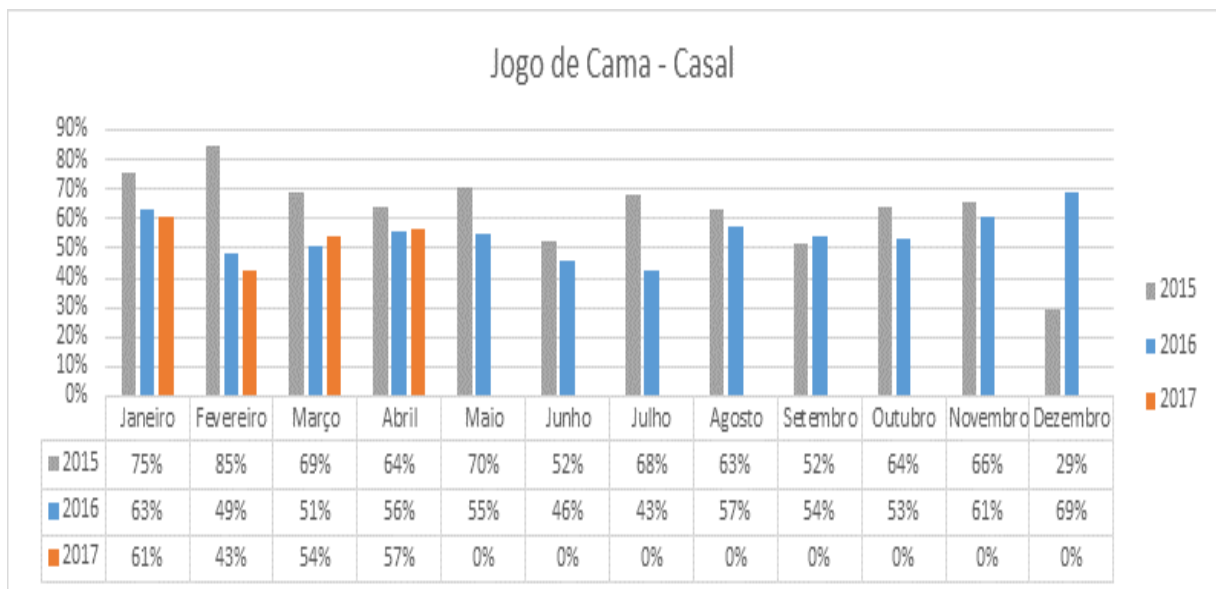
Para a identificação do perfil da demanda da linha de Jogos de Cama escolhida, foram analisadas as vendas dos anos 2015, 2016 e até Abril de 2017. A análise do perfil da demanda teve o objetivo de identificar as porcentagens de vendas das variações de tamanho do produto. No gráfico 1 é demonstrada a participação das vendas do tamanho Solteiro.



**Gráfico 1:** Porcentagem de venda do tamanho Solteiro

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

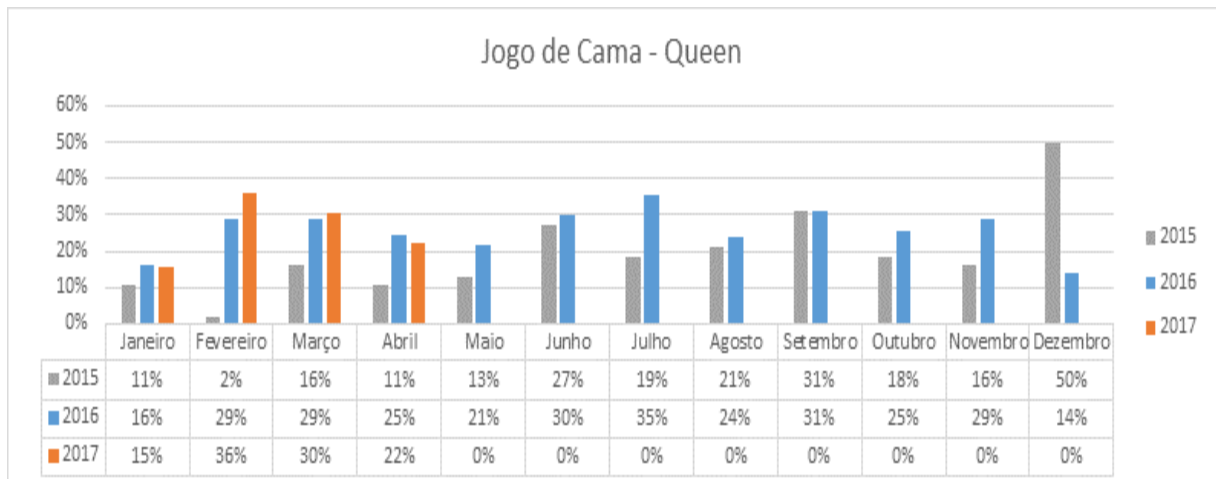
No gráfico 2 é demonstrada a participação das vendas do tamanho Casal.



**Gráfico 2:** Porcentagem de venda do tamanho Casal

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

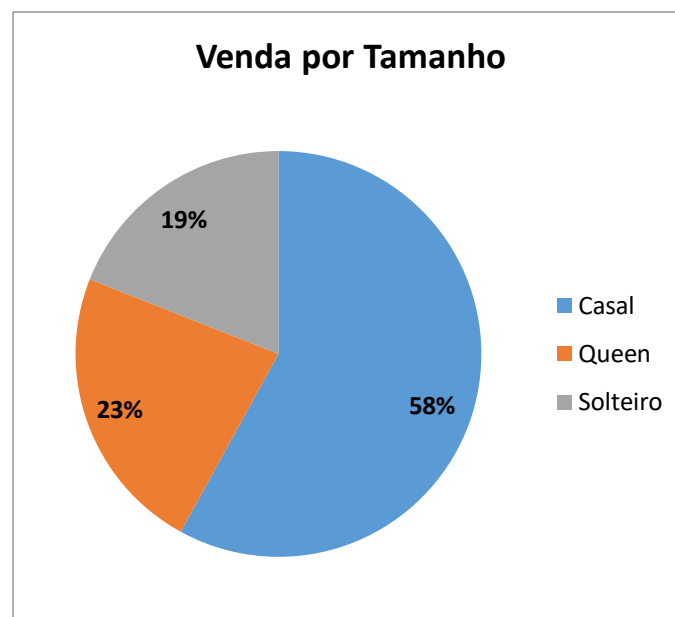
No gráfico 3 é demonstrada a participação das vendas do tamanho Queen.



**Gráfico 3:** Porcentagem de venda do tamanho *Queen*

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

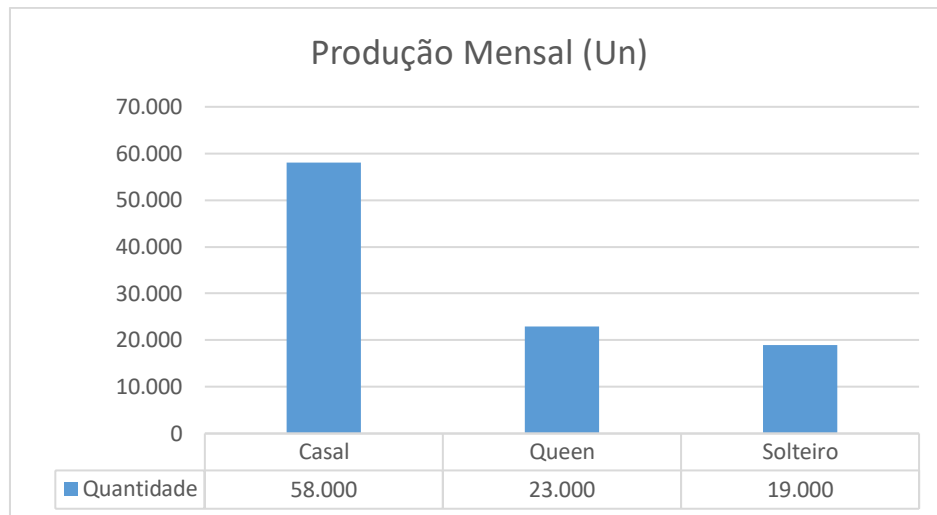
Afim de obter um valor referência de porcentagem de cada tamanho foi utilizado a Média Móvel Simples. Sendo assim os valores referências para cada tamanho foram definidos, conforme gráfico 4.



**Gráfico 4:** Valor referência das porcentagens de venda

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Em entrevistas com os gestores das áreas produtivas e comercial, foi constatado que o plano de produção do produto em questão é fixo, sofrendo pequenas alterações quando necessário, e levando em consideração a previsão de demanda foi estabelecido um plano de produção mensal de 100.000 unidades do produto. Utilizando o valor referência da porcentagem de venda para cada tamanho, obtém-se a necessidade de produção de 58.000 unidades/mês do tamanho Casal, 23.000 unidades/mês do tamanho Queen e 19.000 unidades/mês do tamanho Solteiro, conforme mostra o gráfico 5.



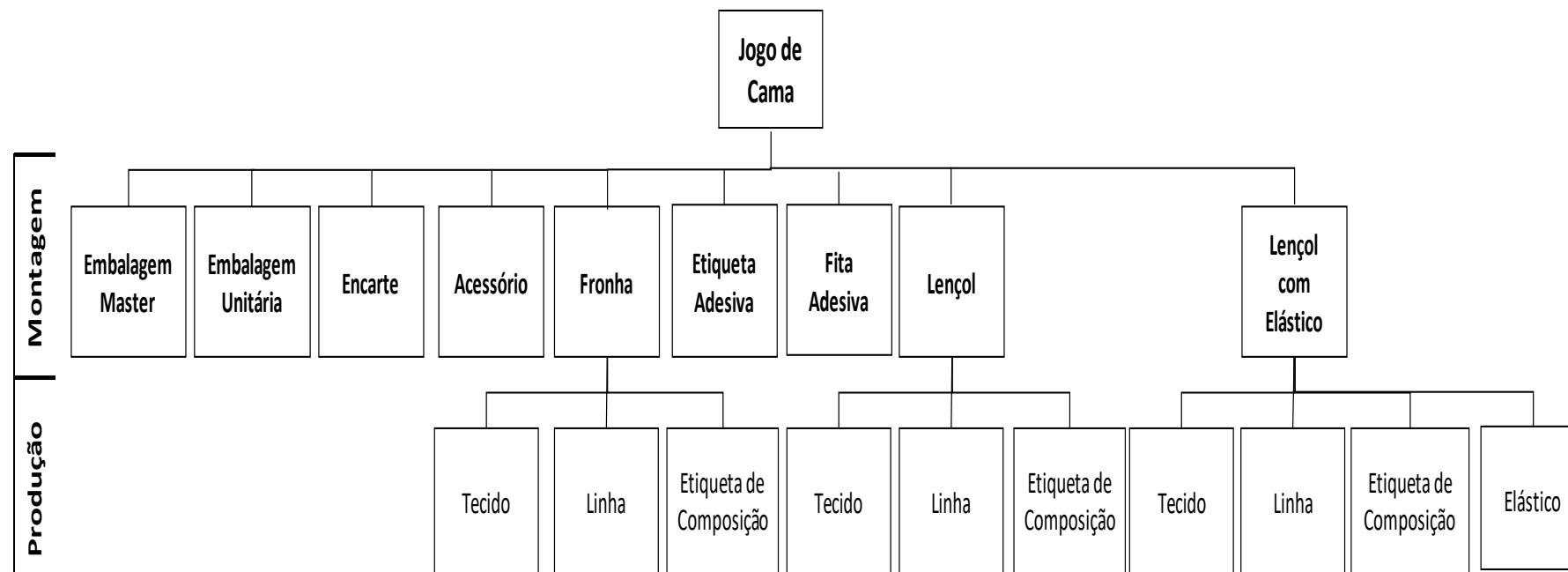
**Gráfico 5:** Produção Mensal por Tamanho

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

### 4.3 Estrutura do Produto e Lista de Materiais

A estrutura do produto, ou árvore do produto, demonstra todos os componentes do produto, uma relação hierárquica entre o produto e seus componentes. O objetivo de sua utilização foi de garantir que todos os componentes necessários para a produção do produto foram identificados e mapeados.

A estrutura do produto do Jogo de Cama em questão foi dividida em dois níveis: componentes de montagem e componentes de produção. Os itens de produção são utilizados para a confecção da Fronha, Lençol e Lençol com Elástico, que juntamente com outros itens, constituem os componentes de montagem que formam o produto acabado. A figura 3 mostra um esquema da estrutura do produto do Jogo de Cama.



**Figura 3:** Estrutura do Produto do Jogo de Cama

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Após os componentes do produto identificados e mapeados, foi desenvolvida a lista de materiais com os componentes de montagem e componentes de produção necessários para a produção de uma unidade de Jogo de Cama. Como já dito, o produto possui uma variação de tamanho que deve ser considerada na lista de materiais, pois os consumos dos materiais não são os mesmos. Segue no quadro 1 a lista de materiais.

| Jogo de Cama                               |         |          |            |
|--------------------------------------------|---------|----------|------------|
| Insumos                                    | Unidade | Tamanho  | Quantidade |
| Embalagem Master                           | Un      | -        | 0,166667   |
| Embalagem Unitária                         | Un      | -        | 1          |
| Encarte                                    | Un      | -        | 1          |
| Acessório                                  | Un      | -        | 1          |
| Etiqueta Adesiva                           | Un      | -        | 1,166667   |
| Etiqueta de Composição Fronha              | Un      | Solteiro | 1          |
|                                            |         | Casal    | 2          |
|                                            |         | Queen    | 2          |
| Etiqueta de Composição Lençol              | Un      | -        | 1          |
| Etiqueta de Composição Lençol com Elástico | Un      | -        | 1          |
| Elástico                                   | M       | Solteiro | 2,5        |
|                                            |         | Casal    | 3          |
|                                            |         | Queen    | 3,3        |
| Fita Adesiva                               | M       | -        | 0,166667   |

**Quadro 1:** Lista de Materiais

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Neste estudo, o insumo Linha e a matéria-prima Tecido não foram levados em consideração, pois possuem tratativas diferentes dos demais itens. O tecido é adquirido pelo setor de importação, que recebe informações sobre as estampas do setor de marketing, e a linha é fornecida pela empresa terceirizada que produz o produto.

#### 4.4 Gestão do Estoque de Materiais

Conforme definido no item 4.2, a programação de produção mensal do Jogo de Cama é de 100.000 unidades, composta por 58.000 unidades do tamanho Casal, 23.000 unidades do tamanho Queen e 19.000 unidades do tamanho Solteiro. Utilizando os consumos dos itens listados na lista de materiais, as quantidades de materiais necessárias para a produção mensal do Jogo de Cama são mostradas no quadro 2.

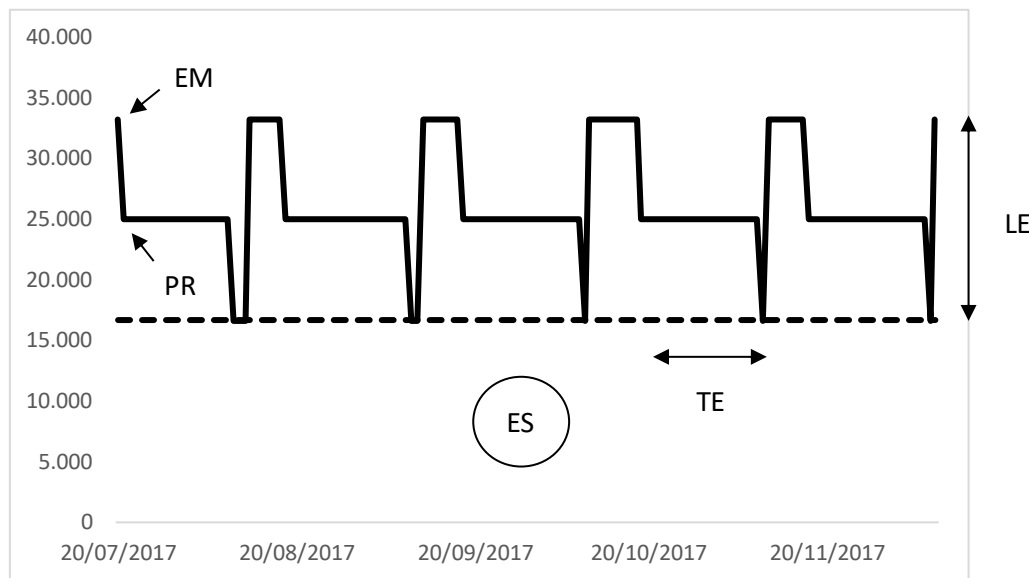
| Jogo de Cama                               |         |             |                |
|--------------------------------------------|---------|-------------|----------------|
| Insumos                                    | Unidade | Tamanho     | Quantidade/Mês |
| Embalagem Master                           | Un      | -           | 16.667         |
| Embalagem Unitária                         | Un      | Solteiro    | 19.000         |
|                                            | Un      | Casal/Queen | 81.000         |
| Encarte                                    | Un      | Solteiro    | 19.000         |
|                                            | Un      | Casal       | 58.000         |
|                                            | Un      | Queen       | 23.000         |
| Acessório                                  | Un      | -           | 100.000        |
| Etiqueta Adesiva                           | Un      | -           | 116.667        |
| Etiqueta de Composição Fronha              | Un      | Solteiro    | 19.000         |
|                                            |         | Casal       | 116.000        |
|                                            |         | Queen       | 46.000         |
| Etiqueta de Composição Lençol              | Un      | Solteiro    | 19.000         |
|                                            |         | Casal       | 58.000         |
|                                            |         | Queen       | 23.000         |
| Etiqueta de Composição Lençol com Elástico | Un      | Solteiro    | 19.000         |
|                                            |         | Casal       | 58.000         |
|                                            |         | Queen       | 23.000         |
| Elástico                                   | M       | -           | 297.400        |
| Fita Adesiva                               | M       | -           | 16.667         |

**Quadro 2:** Quantidade de Materiais para a Produção Mensal  
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Por decisão estratégica da empresa adotou-se como estoque de segurança a quantidade necessária para a produção de um mês e como estoque máximo o necessário para a produção de dois meses. Um dado importante para o abastecimento dos estoques é o lead time de entrega do fornecedor, ou seja, o tempo entre a realização do pedido e sua entrega. Com informações obtidas com o setor de compras da empresa, os itens Acessório, Encarte, Embalagem Master e Fita adesiva possuem um lead time de 15 dias, e os itens Elástico, Embalagem Unitária e Etiqueta de Composição um lead time de 20 dias. Os itens são liberados para envio à empresa terceirizada em 2 lotes com quantidades equivalentes a 50% da programação mensal, cada, até o dia 9 e 20 de cada mês.

Utilizando as informações demonstradas, foi possível determinar o comportamento do estoque de materiais. Foi calculado, para cada item, o Estoque Máximo (EM), Lote de Encomenda (LE), Estoque de Segurança (ES), Ponto de Reposição e o Tempo de Espera (TE).

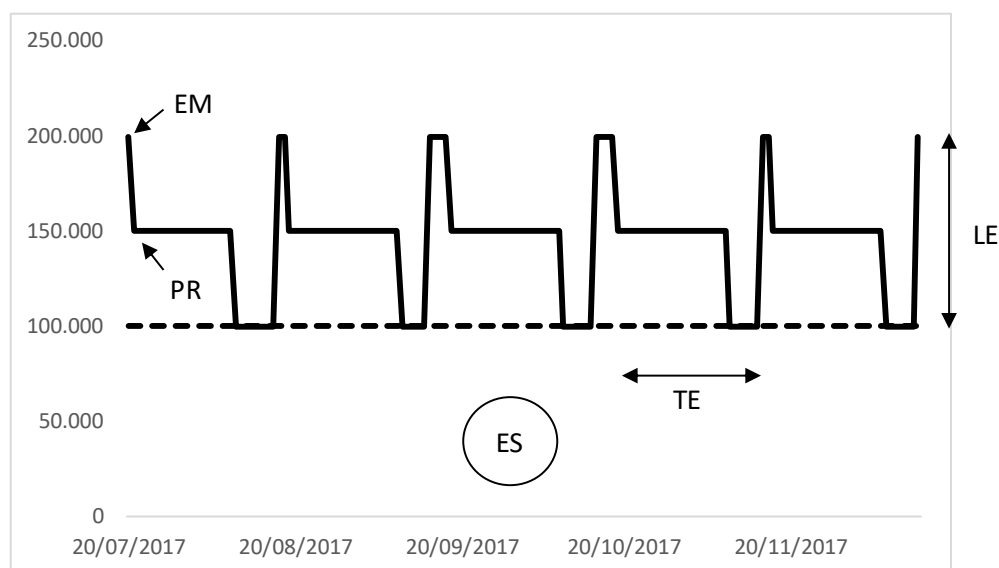
Para o componente Embalagem Master o consumo mensal é de 16.667 unidades. O estoque de segurança (ES) determinado foi de 16.667 unidades, o estoque máximo (EM) de 33.334 unidades, o ponto de reposição (PR) de 25.000 unidades, o lote de encomenda (LE) de 16.667 unidades e o tempo de entrega (TE) de 15 dias, conforme mostra o gráfico 6.



**Gráfico 6:** Estoque de Embalagem Master

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

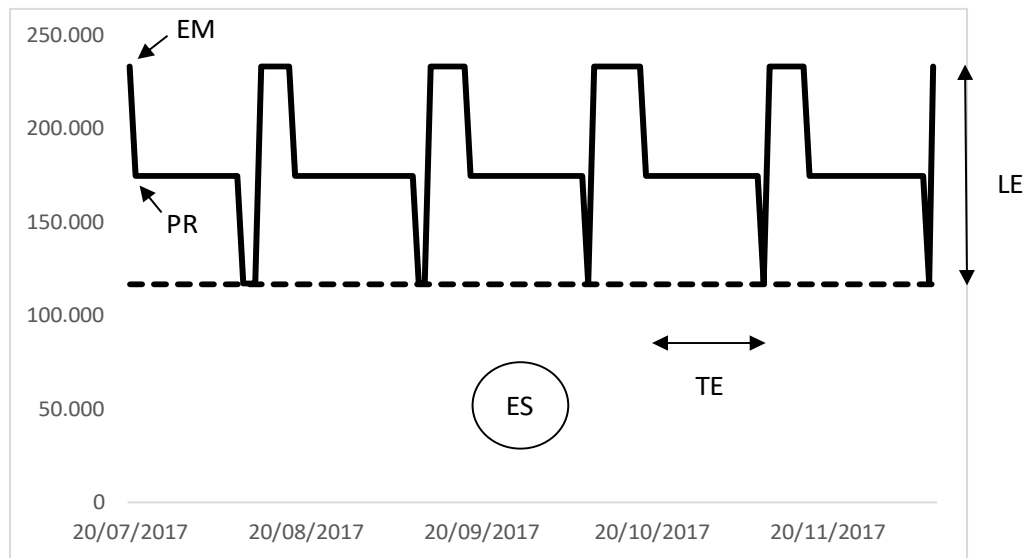
Para os componentes Embalagem Unitária, Encarte, Acessório, Etiqueta de Composição Lençol e Etiqueta de Composição Lençol com Elástico, por possuírem a mesma quantidade necessária, foi estipulado para cada um o consumo mensal de 100.000 unidades. O estoque de segurança (ES) determinado foi de 100.000 unidades, o estoque máximo (EM) de 200.000 unidades, o ponto de reposição (PR) de 150.000 unidades, o lote de encomenda (LE) de 100.000 unidades e o tempo de entrega (TE) de 20 dias, conforme mostra o gráfico 7.



**Gráfico 7:** Estoque de Emb. Unitária, Encarte, Acessório, Etiqueta de Composição Lençol e Lençol com Elástico

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

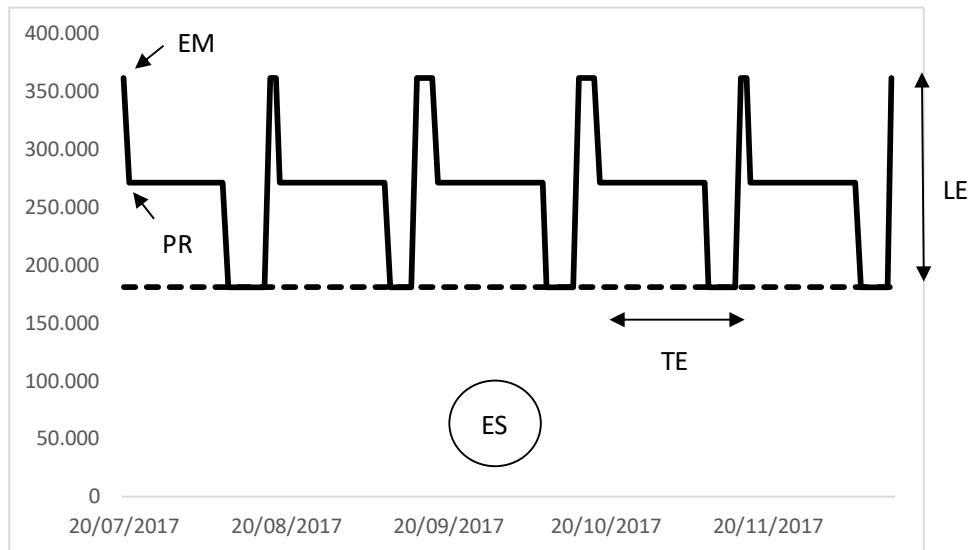
Para o componente Etiqueta Adesiva o consumo mensal é de 116.667 unidades. O estoque de segurança (ES) determinado foi de 116.667 unidades, o estoque máximo (EM) de 233.334 unidades, o ponto de reposição (PR) de 175.000 unidades, o lote de encomenda (LE) de 116.667 unidades e o tempo de entrega (TE) de 15 dias, conforme mostra o gráfico 8.



**Gráfico 8:** Estoque de Etiqueta Adesiva

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

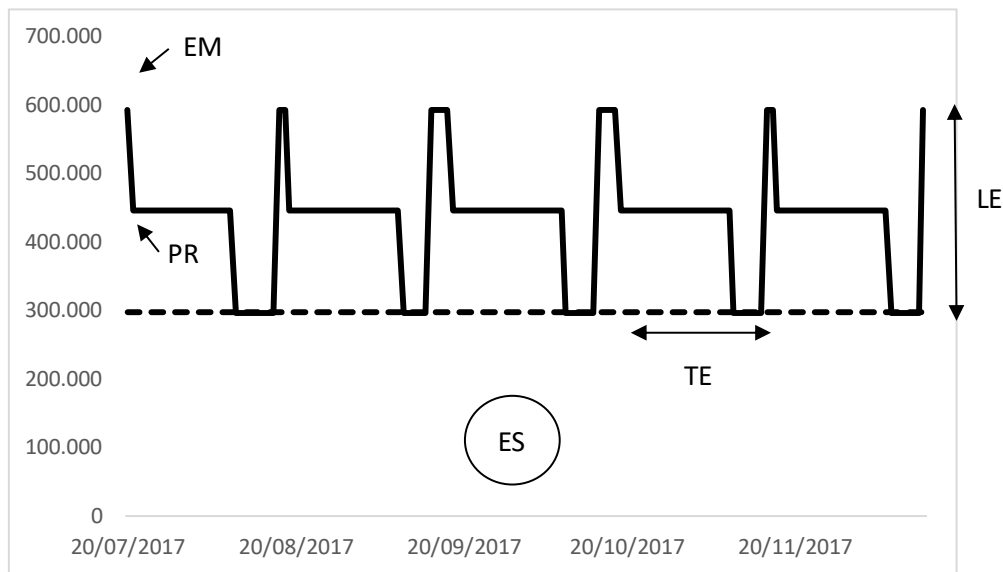
Para o componente Etiqueta de Composição Fronha o consumo mensal é de 181.000 unidades. O estoque de segurança (ES) determinado foi de 181.000 unidades, o estoque máximo (EM) de 362.000 unidades, o ponto de reposição (PR) 271.500 unidades, o lote de encomenda (LE) 181.000 unidades e o tempo de entrega (TE) de 20 dias, conforme mostra o gráfico 9.



**Gráfico 9:** Estoque de Etiqueta de Composição Fronha

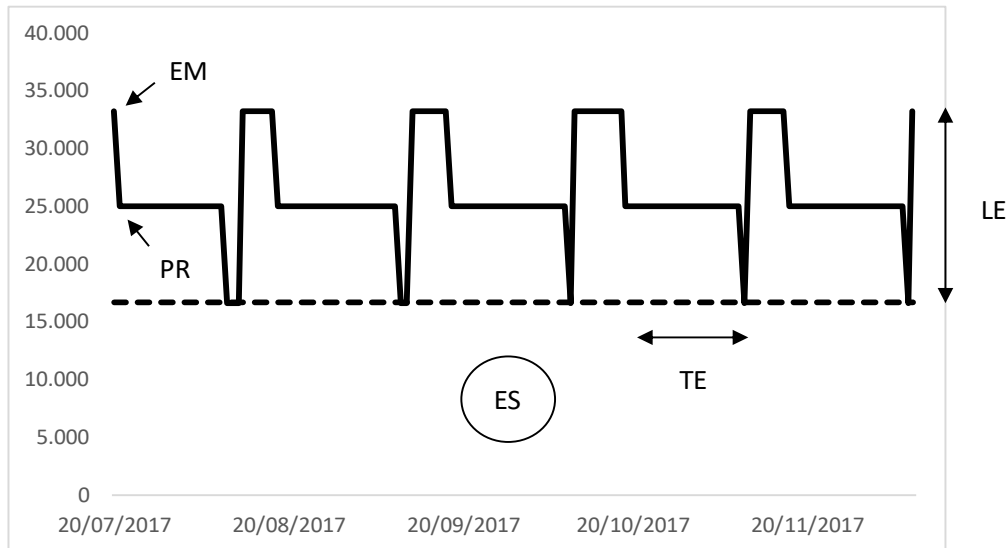
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Para o componente Elástico o consumo mensal é de 297.400 metros. O estoque de segurança (ES) determinado foi de 297.400 metros, o estoque máximo (EM) de 594.800 metros, o ponto de reposição (PR) de 446.100 metros, o lote de encomenda (LE) 297.400 metros e o tempo de entrega (TE) de 20 dias, conforme mostra o gráfico 10.



**Gráfico 10:** Estoque de Elástico  
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Para o componente Fita Adesiva o consumo mensal é de 16.667 metros. O estoque de segurança (ES) determinado foi de 16.667 metros, o estoque máximo (EM) de 33.334 metros, o ponto de reposição (PR) de 25.000 metros, o lote de encomenda (LE) de 16.667 metros e o tempo de entrega (TE) de 20 dias, conforme mostra o gráfico 11.



**Gráfico 11:** Estoque de Fita Adesiva  
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Desta forma foi estabelecido o que se deve ter nos estoques, quando e quanto de cada item que compõem a estrutura do produto, exceto para os itens linha e tecido que, como já dito anteriormente, possuem tratativas diferentes dos demais itens.

## 5. Conclusões

No cenário do mercado atual, onde os clientes exigem cada vez mais flexibilidade no atendimento de seus pedidos, o planejamento e controle dos estoques, seja de insumos, matéria-prima, produto semiacabado ou produto acabado, deve ser muito bem gerenciado para que a empresa entenda e atenda às necessidades de seus clientes e conquiste novas oportunidades de negócio.

O presente trabalho demonstrou uma forma simples e eficaz de planejamento e controle do estoque de materiais, para que se obtenha uma melhor gestão dos itens que compõem seus produtos, itens que na falta dos mesmos comprometem diretamente o atendimento da programação de produção e, conseqüentemente, o atendimento dos pedidos de seus clientes.

O planejamento e controle do estoque de materiais traz resultados também de flexibilidade na oscilação da produção, pois possui, pré-estabelecido, as datas que as atividades serão realizadas e a quantidade dos itens que serão solicitados, e isso enriquece a parceria fornecedor/cliente (interno ou externo), possibilitando o planejamento da rotina dos setores e fornecedores envolvidos nos processos, sendo assim diminuindo o risco de conflitos (ou stress) das equipes.

## REFERÊNCIAS

- DIAS, Marco. A. P. **Administração de Materiais: uma abordagem logística**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GUERRA, R. M. A.; SILVA, M. S. TONDOLO, V. A. G. Planejamento das necessidades de materiais: ferramenta para a melhoria do planejamento e controle da produção. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 9, nº 3, jul-set/2014, p. 43-60.
- KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. **Administração de Produção e Operações**. 8ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.
- RUSSOMANO, V. H. **Planejamento e controle da produção**. 5ª ed. São Paulo: Pioneira, 1995.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- YIN, Robert K. **Estudo de caso: Planejamento e Método**. São Paulo: Bookman, 2001.

## COMPARATIVO ENTRE OS MODELOS DE INVENTÁRIO GERAL E INVENTÁRIO CÍCLICO OU ROTATIVO<sup>2</sup>

Leonardo Luís do Amaral- Centro Universitário Farias Brito - [leoclalais@gmail.com](mailto:leoclalais@gmail.com)

Mauricio Johnny Loos- Centro Universitário Farias Brito - [mauricioloos@hotmail.com](mailto:mauricioloos@hotmail.com)

### Resumo

A busca pela confiabilidade dos dados dentro dos processos operacionais torna-se fator relevante para que a organização possa atingir a excelência nos atendimentos e prestações de serviços. A confiabilidade das informações dos saldos de estoque faz com a eficiência dos processos aumente. Para isso, é necessário entender os métodos existentes e usá-los no auxílio deste controle, melhorando o índice de acuracidade do estoque. A acuracidade de estoque auxilia no controle de custos, quanto maior o índice de acuracidade estoque maior será o nível do serviço prestado pela cadeia de abastecimento da organização. Para confirmar os dados é necessário que seja implantado um método eficiente de inventário que se torna ferramenta principal das organizações para atualizar e corrigir possíveis erros de estoque físico e de saldos sistêmicos. O presente trabalho faz uma pesquisa explicativa com base em publicações anteriores, livros, teses e artigos para comparar as vantagens e desvantagens entre os modelos de inventário geral e inventário cíclico ou rotativo, com o intuito de mostrar a melhor metodologia para execução de um inventário eficiente e com nível de acuracidade alta com o menor custo possível.

**Palavras chave:** Gestão de estoque; gestão da armazenagem; acuracidade; inventário cíclico; inventário rotativo.

## COMPARATIVE BETWEEN GENERAL AND CYCLIC OR ROTATING INVENTORY MODELS

### Abstract

*The search for data reliability within the operational processes becomes a relevant factor so that the organization can achieve excellence in the services and rendering of services. The reliability of the inventory balances information increases the efficiency of the processes. For this, it is necessary to understand the existing methods and to use them in the aid of this control, improving the index of accuracy of the stock. The accuracy of inventory assists in controlling costs, the higher the inventory accuracy rate the higher the level of service provided by the organization's supply chain. To confirm the data it is necessary to deploy an efficient inventory method that becomes the main tool of organizations to update and correct possible errors of physical inventory and systemic balances. The present work makes an explicative research based on previous publications, books, theses and articles to compare the advantages and disadvantages between the models of general inventory and cyclic or rotational inventory, in order to show the best methodology to execute an efficient inventory and with high accuracy level with the lowest possible cost.*

**Keywords:** Inventory management; storage management; accuracy; cyclical inventory; rotative inventory.

---

<sup>2</sup> Submetido em: 15/03/2019

Aprovado em: 18/09/2020

## 1. Introdução

Decorrente do atual momento econômico mundial, a redução de custos torna-se necessidade vital para as organizações. Segundo Rodrigues (2002), “no atual ambiente empresarial extremamente competitivo, a manutenção da clientela, a obtenção de lucro e a permanência da empresa no mercado dependem de reduzir os custos.” A logística representa uma parcela significativa nos custos das organizações. O armazenamento que é parte integrante do sistema logístico, tem uma parcela significativa no rateio dos custos logísticos. De acordo com Rago (2002) “o processo de armazenamento representa, em geral, a terceira força entre os direcionadores de custos logísticos, perdendo apenas para o transporte e igualando-se à manutenção de estoques.” Com isso, vê-se a necessidade de reduzir custos dentro do sistema de armazenamento.

Como uma grande parcela do capital circulante das organizações está nos componentes e insumos necessários ao processo. Pode-se mensurar diversos fatores que englobam o custo total do sistema logístico. Daí vê-se a grande relevância do conceito de logística integrada, onde o objetivo principal é aperfeiçoar os fluxos de informação bem como o fluxo físico de todos os participantes da cadeia de suprimentos. Com isso, vê-se neste momento a necessidade de demonstrar para as organizações que apresenta problemas decorrentes das falhas no sistema de armazenamento sugestão para melhorar a sua gestão interna. A principal oportunidade de melhoria está na acuracidade dos estoques, tendo em vista uma gama de prejuízos decorrentes deste problema.

Para o presente artigo serão enfatizadas questões relacionadas à comparação entre os modelos de inventário geral e inventário cíclico ou rotativo e a acuracidade de estoque. Propondo o modelo de inventário cíclico ou rotativo como modelo mais adequado para o cenário atual da organização. E para que sejam cumpridos os objetivos deste artigo é estabelecido um referencial teórico, procedimentos metodológicos e conclusões.

## 2. Revisão da Literatura

Para que se possa estabelecer uma pesquisa bibliográfica, a revisão da literatura vai aprofundar conhecimentos nas seguintes áreas: definição de estoque, processo de gestão de estoques, a definição dos modelos de inventários, acuracidade de estoque, divergências ou tolerâncias e o comparativo entre as principais vantagens e desvantagens do inventário geral e do inventário cíclico ou rotativo.

### 2.1 Definição de estoque

Estoque trata-se de um termo extremamente abrangente. Pontualmente, considera-se como a representação física de matéria-prima, componentes acabados, componentes semiacabados, materiais sobressalentes, materiais administrativos, componentes de manutenção e todo tipo de suprimentos.

De maneira geral, estoque é tudo aquilo que a organização mantém “armazenado” em seus almoxarifados, para atender as suas necessidades administrativas, de manutenção e de produção.

Slack e et al. (1997), definem estoque como “acumulação de recursos materiais em um sistema de transformação. Algumas vezes, estoque também é usado para descrever qualquer recurso armazenado. Não importa o que está armazenado como estoque, ou onde está posicionado na operação, ele existirá porque existe uma diferença de ritmo ou de taxa de fornecimento e demanda.”

Nos dias atuais, a maior dificuldade que as organizações encontram está na previsão das demandas e em ser assertivo na previsão de seus índices. Segundo

Wanke (1999), “no mundo real a taxa de consumo de produtos não é totalmente previsível, havendo variações consideráveis em torno da média, assim como também o mercado consumidor.” Os fatores internos também geram significantes variações, o que acarreta falha no *lead time* do ressuprimento, ocasionando atrasos na entrega dos produtos.

Segundo Martins (2006), as principais funções de estoque são:

- a) garantir o abastecimento de materiais à empresa, neutralizando os efeitos de: demora ou atraso no fornecimento de materiais, sazonalidades no suprimento, riscos de dificuldade no fornecimento; e
- b) proporcionar economias de escalas, através da compra ou produção em lotes econômicos, pela flexibilidade do processo produtivo, pela rapidez e eficiência no atendimento às necessidades.

## 2.2 Processos de gestão de estoques

A gestão de estoques refere-se principalmente as necessidades de ressuprimento, quanto e quando reabastecer. Nas organizações onde a quantidade de SKU (Unidade de Manutenção de Estoque) é muito elevada, é preciso que se dê importância igual a todos os itens pertencentes ao estoque. Principalmente nas organizações onde o processo produtivo é de transformação e cada SKU tem sua importância no produto final. Porém, segundo Corrêa e Corrêa (2008), “para a alta gerência determinados componentes são tratados com diferencial em relação a outros, devido a margem de lucro que ele trará para a organização ou devido ao alto volume de vendas que o mesmo possui.”

De maneira geral, o gerenciamento de estoques é um fator muito relevante, podendo tornar-se uma vantagem competitiva em relação a seus concorrentes. Pode-se afirmar que a gestão de estoques não deve apenas garantir a disponibilidade dos componentes, mas também garantir que exista um equilíbrio entre o estoque e a demanda de cada componente, proporcionando um alinhamento entre os processos com as estratégias da organização.

A figura 1, mostra a gestão da armazenagem como um dos fatores críticos dentro da cadeia do *Supply Chain Management*.



**Figura 1:** Gestão Estratégica da Cadeia Logística

Fonte: Adaptado de Honda (2002).

Com isso, vê-se que a gestão de estoques exerce influência relevante na rentabilidade da organização. Os estoques tornam-se capital acumulado que poderia ser investido em outras áreas, caso houvesse um perfeito equilíbrio entre estoque e demanda. Então o gerenciamento do estoque passa a ser também uma gerência financeira e traz relevante influência e alguns importantes desafios. Segundo Bertaglia (2009), o principal desafio da gestão de estoques está em:

- ✓ Acompanhar o ciclo de vida de vida dos produtos, que estão cada vez mais curtos;
- ✓ Flutuação da demanda, que depende totalmente da matéria prima utilizada;
- ✓ Dificuldade de planejamento, em decorrência das exigências cada vez maiores por produtos customizados.

As principais deficiências no gerenciamento de estoques são decorrentes de erros específicos ocorridos, segundo Neushel e Fuuler (2003), em relação às seguintes questões:

- ✓ As grandes variações entre prazos de entregas de produtos acabados e dos tempos de reposição para a matéria prima;
- ✓ Variação entre total estocado em relação a produção programada, aumento nos estoques e produção constante;
- ✓ Variação excessiva do planejamento de produção;
- ✓ Frequentes paradas de produção em decorrência da falta de matéria prima;
- ✓ Espaço cada vez mais reduzido para armazenamento;
- ✓ Falta de estratégias para rotação dos estoques.

### 2.3 Controle físico de estoques

Um bom controle físico dos estoques é uma atividade de extrema importância para as organizações e essencial como diferencial competitivo. O erro no controle físico de materiais, matérias primas ou o que seja o estoque da organização, faz com que o nível de serviço desejado não seja atingido e pedidos fiquem sem ser faturados. Por isso, segundo Viana (2006), “o controle físico dos estoques de uma organização é de suma relevância para garantir a exatidão dos registros e do físico”. Para garantir estes registros as organizações utilizam de uma ferramenta chamada inventário. O inventário tem a principal finalidade garantir que o saldo físico e os registros sejam iguais.

A classificação dos modelos de inventário é diversificada, e vários autores divergem e convergem quanto a essa classificação. Serão citados três autores como referência para este artigo.

Segundo Castiglione (2009), pode-se classificar o inventário de maneiras, quanto a sua amplitude e quanto a sua frequência, sendo:

Quanto à amplitude:

- ✓ Geral: todos os itens constantes em almoxarifado devem ser fisicamente contados;
- ✓ Parcial: quando apenas alguns itens constantes no almoxarifado devem ser contados;
- ✓ Específico: quando apenas um item constante no almoxarifado vai ser contado.

Quanto à frequência:

- ✓ Periódico: este modelo é executado sempre ao final de um período que pode ser um mês, um bimestre, um trimestre, um semestre ou um ano, conforme o interesse da empresa. Serão inventariados todos os itens constantes em almoxarifado;
- ✓ Rotativo ou cíclico: é a execução do inventário em períodos de tempo definidos para grupos de itens escolhidos de forma aleatória, de modo que, ao final de certo período, todos os tipos de itens estocados sejam inventariados.

O autor Padoveze (2007), descreve inventário de duas maneiras distintas, sendo inventário periódico e inventário permanente. Seguem as descrições:

- ✓ Inventário periódico: trata da contagem realizada ao final de um determinado período, valorizando assim as quantias finais desse levantamento;
- ✓ Inventário permanente: ocorre quando a organização possui atualizações constantes das movimentações e das quantias dos materiais existentes em seu estoque através de um controle contínuo.

Seguindo a linha de raciocínio, Sicupira e Pedreira (2009), que definem o inventário em quatro distintas ferramentas. Inventário geral, inventário dinâmico, inventário rotativo e inventário por amostragem. Cabe a cada organização entender a que mais se adequa ao seu processo. Segue a descrição das quatro ferramentas:

- ✓ Inventário geral: este processo é realizado através de contagem física de todos os itens pertencentes ao almoxarifado, devendo ocorrer com datas programadas, podendo utilizar o fechamento contábil do exercício anual. Também podendo ser em período mensal/trimestral, para o fechamento dos custos de produção;
- ✓ Inventário dinâmico: neste processo deve-se definir um ponto de reposição para cada item do almoxarifado (estoque de segurança) e assim que o sistema acusar este nível mínimo de segurança, realiza-se a contagem física do item. Evitam-se problemas de saldo garantindo a atendimento ao cliente interno e até mesmo ao cliente externo;
- ✓ Inventário rotativo: neste modelo de inventário realiza-se contagem física de maneira contínua e programada, levando-se em consideração alguma classificação para os itens do almoxarifado. Usualmente, as organizações classificam seus itens pertencentes ao estoque com a ferramenta “classificação ABC”, que usualmente utiliza a classificação de “movimentação de valor”. Também se pode classificar através da classificação PQR (classificação de popularidade), que leva em consideração a quantidade de transações de cada SKU durante o período determinado;
- ✓ Inventário por amostragem: este modelo de inventário leva em consideração a contagem física de alguns itens. Esta amostragem deve refletir de maneira percentual o real universo da organização. De acordo com o índice de acertos da contagem destas amostras, conclui-se se os métodos de controle são bem executados.

## 2.4 Acuracidade do estoque

Acuracidade é um índice que representa em porcentagem a precisão das informações obtidas no sistema de inventário da organização. Este índice mostra o quão correto está o estoque da organização. O cálculo é bem simples e é expresso pela seguinte relação: saldos sistêmicos de cada item dividido pelo saldo físico, multiplicando o resultado por 100. A formula 1, mostra o cálculo para obtenção do índice de acuracidade:

|              |                                                                                                    |        |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Acuracidade= | $\frac{\text{quantidades de informações corretas}}{\text{quantidades de informações verificadas}}$ | X 100% |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|

**Fórmula 1:** Acuracidade dos estoques.

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

O que é discutido quando fala-se em acuracidade é a confiabilidade das informações existentes. Quando os saldos sistêmicos e físicos não são coincidentes pode-se dizer que o inventário não tem acuracidade.

De acordo com Betaglia (2009), a acuracidade do estoque traz vantagens para toda a cadeia logística da organização, que são visíveis quando a organização consegue melhorar o seu nível de serviço e disponibilidade de itens no almoxarifado. Isso traz maior confiabilidade também no momento do ressuprimento e facilita a tomada de decisão da diretoria com relação ao estoque e consequentemente a redução de custos para a organização.

## 2.5 Divergências ou tolerâncias de contagem

Segundo Corrêa (2012), as organizações podem admitir tolerâncias na verificação dos resultados obtidos no inventário. Isto é, alguns itens constantes no almoxarifado podem admitir divergência ou tolerância de contagem. Exemplo: utilizando a classificação ABC, para os itens de maior relevância, devido ao valor de armazenamento classificados como A, deve-se admitir 0% de tolerância. Porém, para os itens classificados como B, pode-se admitir até 2% de tolerância e para os itens classificados como C, pode-se admitir até 5% de tolerância. Estas tolerâncias são definidas pelas organizações com suas normas específicas. O ideal é sempre o mais próximo de 0%, para aumentar a confiabilidade do inventário. A formula 2, mostra o cálculo para obtenção do índice de divergência:

|               |                                           |        |
|---------------|-------------------------------------------|--------|
| Divergência = | Quantidade medida - quantidade no sistema | X 100% |
|               | Quantidade no sistema                     |        |

**Fórmula 2:** Divergência dos estoques.

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2017)

## 2.6 Comparativo entre as principais vantagens e desvantagens do inventário geral e do inventário cíclico ou rotativo

Seguindo o objetivo deste artigo, será feita uma comparação entre dois modelos de inventário citados nos capítulos anteriores. O objetivo desta pesquisa é comparar o modelo de inventário geral com o modelo de inventário cíclico ou rotativo, traçando os pontos positivos e pontos negativos de cada modelo.

Segundo Dagostin (2009), o inventário geral é um sistema de apuração simples do custo do produto. As vantagens descritas pelo autor estão ligadas à fácil apuração e a mão de obra não precisa ser especializada. E a desvantagem está ligada a tomada de decisão, que neste modelo de inventário fica restrita.

Quando se fala em inventário rotativo ou cíclico, as contagens são distribuídas ao longo do ano. Com as contagens fracionadas as falhas aparecem mais rapidamente e consequentemente à resolução dos problemas é mais efetiva. Portanto, segundo Souza (2009), inventário rotativo ou cíclico é uma rotina de contagens físicas dos itens do estoque em uma frequência previamente estabelecida com a vantagem de os dados coletados serem periodicamente conciliados.

O quadro 1, mostra o comparativo entre os principais pontos de cada modelo de inventário:

| Inventário Geral                                                                 | Inventário Cíclico ou Rotativo                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| ✓ Esforço concentrado (picos de custo);                                          | ✓ Sem grandes esforços, os custos são distribuídos durante o horário normal de expediente; |
| ✓ Gera impacto nas atividades da organização (almoxarifado com portas fechadas); | ✓ É possível a continuidade operacional do atendimento (portas abertas);                   |
| ✓ Produtividade da mão de obra decrescente (ocasionando erros nas contagens);    | ✓ Almoxarifados tornam-se especialistas no processo e no ajuste;                           |
| ✓ Almoxarifados não evoluem (tem que reaprender todo ano);                       | ✓ São tomadas ações preventivas mais rapidamente;                                          |
| ✓ As causas das divergências não são identificadas;                              | ✓ Causas são identificadas rapidamente ( <i>feedback</i> imediato eleva a qualidade);      |
| ✓ Acuracidade do estoque não melhora.                                            | ✓ Contínuo aprimoramento da acuracidade;                                                   |
|                                                                                  | ✓ Ocorre constantemente incremento da produtividade (todos participam);                    |
|                                                                                  | ✓ Os erros são reduzidos.                                                                  |

**Quadro 1:** Comparação entre a Efetividade e a Produtividade das estratégias de Inventário geral e Contagem Cíclica.

**Fonte:** Adaptado de Sucupira e Pedreira (2009).

### 3. Procedimentos Metodológicos

Para o presente artigo foi utilizada uma pesquisa explicativa com base em publicações anteriores, livros, teses e artigos para a fundamentação teórica. A pesquisa explicativa registra fatos, analisa-os, interpreta-os e identifica suas causas e propõe soluções. Segundo Lakatos e Marconi (2011), essa prática visa ampliar generalizações, definir leis mais amplas, estruturar e definir modelos teóricos, juntamente com relacionar hipóteses em uma visão mais unitária do universo ou âmbito produtivo em geral e gerar hipóteses ou ideias por força de dedução lógica.

Esta pesquisa tem como objetivo identificar as características principais existentes nas vantagens e desvantagens de dois modelos propostos de inventário, e está voltada à aquisição de conhecimentos com vistas à aplicação de metodologias para pesquisas posteriores e maior entendimento do assunto. Como as particularidades variam de empresa para empresa, o objetivo principal é o aprofundamento teórico para entendimento de problemas relacionados à melhor metodologia a ser aplicada nas organizações. Segundo os objetivos gerais, a pesquisa caracteriza-se como sendo exploratória onde o pesquisador busca mostrar claramente a bibliografia existente e propor um comparativo entre dois modelos de inventário, sendo o inventário geral e o inventário cíclico ou rotativo e formular hipóteses.

#### 4. Apresentação e Discussão dos Resultados

Com base na literatura apresentada no presente artigo, vê-se que os modelos de inventário geral e inventário cíclico ou rotativo atendem as necessidades das organizações e tem fator relevante no financeiro, pois quanto maior a acuracidade dos estoques mais garantias têm-se de atender as necessidades dos clientes.

Com base no comparativo entre o modelo de inventario geral e inventário cíclico ou rotativo, vê-se como resultado mais importante no modelo de inventário cíclico ou rotativo é a resolução rápida dos agentes que viabilizam as divergências nos estoques. Tem-se com esse modelo ações muito mais rápidas e efetivas sobre os problemas detectados em relação ao modelo de inventário geral, onde as divergências acabam sendo detectadas apenas no fechamento do período. Vê-se também no inventário cíclico ou rotativo um menor impacto financeiro nas organizações, as ações de correções são mais efetivas e imediatas gerando menor impacto no fechamento do inventário. Também ocorre um menor impacto sobre as atividades operacionais da organização, visto que o inventário cíclico ou rotativo não necessita de paradas gerais, pois as atividades podem ser divididas durante os períodos normais de trabalho, atendendo as particularidades do modelo.

No inventário geral necessita-se de uma parada geral nas atividades da organização, o que acarreta prejuízos produtivos e financeiros, decorrentes da perda de produção e dos honorários dos participantes do inventário, ocasionalmente em horas extraordinárias. Outro fator relevante, está relacionado às equipes de trabalho. No modelo inventário cíclico ou rotativo vê-se uma motivação maior dos participantes, visto que a resolução constante de problemas acarreta em motivação para os participantes. Ao contrário do modelo de inventário geral, onde os participantes não conseguem entender os motivos das divergências e podem contribuir para melhorias. Tem-se também a desmotivação da equipe decorrente de jornadas de trabalho exaustivas e ocasionalmente em períodos de férias ou de recessos de outras áreas da organização.

Com todo exposto acima o resultado da pesquisa mostra claramente que o modelo de inventário cíclico ou rotativo é o modelo mais apropriado na maioria das organizações, e as vantagens sobressaem claramente sobre o modelo de inventário geral.

#### 5. Conclusões

Na atual conjuntura econômica mundial, onde as empresas têm uma concorrência bastante acirrada, a busca por ampliar o *market share* é cada vez mais necessária para a sobrevivência das organizações. A aplicação de um modelo de inventário mais efetivo, com maior acuracidade dos dados e com minimização dos custos é diferencial competitivo para a organização, pois permite trabalhar com menor capital investido, maximização da utilização dos recursos que proporcionam um maior ganho, além de que o aumento da acuracidade dos estoques torna-se um diferencial numa organização de produção de bens de capital.

As conclusões apresentadas nesse artigo permitem entender que o investimento em diferente modelo de inventário é uma saída eficaz para melhoramento dos processos de fabricação, resultados financeiros, apresentando ao mercado um diferencial competitivo, reduzindo o tempo de resposta quanto à fabricação e entrega dos produtos, redução de custos de produção e maximizando os ganhos.

## REFERÊNCIAS

- BERTAGLIA, P. R. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Saraiva, 2006.
- BERTAGLIA, P.R. **Logística e gerência da cadeia de suprimentos** – 2. ed. rev e atual. – São Paulo: Saraiva 2009.
- CORRÊA, H. L. et al. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 2001.
- DAGOSTIN, Daiane Milioli. **Análise do processo de gestão de Estoques em uma empresa de materiais de higiene e limpeza localizada em Criciúma** – Santa Catarina. 2014. 14f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Administração Hab. Comércio Exterior) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma. Disponível: Acesso em: 20 junho 2017.
- DIAS, M. A. **Administração de materiais: uma abordagem logística** - 4. ed. São Paulo: Atlas, 1993.
- HONDA, H. & PEREIRA, L. C. G. (2002) - **LOG&MAN** Logística, Movimentação e Armazenagem de Materiais. Guia do visitante da MOVIMAT 2002. Ano XXIII, Setembro, n.143, p.18.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A **Fundamentos de metodologia científica**. 5ª ed. São Paulo, Atlas, 2003.
- MARTINS, P.G.; ALT, P.R.C. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais** - 2 ed. Saraiva, 2006.
- MOREIRA, D.A. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- NEUSHEL, R. & F. **Industrial Engineering Handobook**. Nova York: McGraw-Hill Book Company, 2003.
- NEUSHEL, Richard & FUULLER, Alan. **Industrial Engineering Handbook**. McGraw – Hill Bookj Company, 1963.
- PADOVEZE, Clóvis Luís. **Introdução a contabilidade com abordagem para não contadores**. 1 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2006.
- RAGO, S.F.T. (2002) - **LOG&MAN** Logística, Movimentação e Armazenagem de Materiais. Ano XXIII, Setembro, n.143, p.10-11.
- RODRIGUES, A.M. (1999) - **Estratégias de Picking na Armazenagem**. Disponível em:<<http://www.cel.coppead.ufrj.br/fs-public.htm>>. Acesso em: junho 2017
- SIMÕES, L.; RIBEIRO, M. C. (2005). **A curva ABC como ferramenta para análise de estoques**. Trabalho de conclusão de curso da Unisaesiano de Lins.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção** – 2. edição. Atlas, 2002.
- SOUZA, Mônica Sabrina, (2009). **Uma avaliação do processo de gestão e controle de estoques realizado por uma empresa prestadora de serviços in house**. Disponível em: <http://www.revistarefas.com.br/index.php/RevFATECZS/article/viewFile/30/59>. Acesso em 23/06/2017.
- SUCUPIRA, C. & PEDREIRA, C. **Inventários Físicos: A importância da acuracidade dos estoques**. <Disponível em: <http://www.cezarsucupira.com.br/artigos>>. Acessado em 01 de junho de 2017.
- VIANA, J. J. **Administração de Materiais: um enfoque prático**. São Paulo: Atlas, 2006.
- WANKE, P. **Aspectos fundamentais da gestão de estoques na cadeia de suprimentos**. Rio de Janeiro: COPPEAD/UFRJ, 1999.

## COMPETITIVIDADE DO MILHO BRASILEIRO: ANÁLISE DAS OBRAS PREVISTAS NAS VIAS DE ESCOAMENTO DE FERROVIAS E HIDROVIAS <sup>3</sup>

Adriana de Paula Lacerda Santos – Universidade Federal do Paraná- [adrianapls1@gmail.com](mailto:adrianapls1@gmail.com)  
Felipe Ricardo Carvalho Schaker – Universidade Federal do Paraná- [felipeschaker@gmail.com](mailto:felipeschaker@gmail.com)  
Izabel Cristina Zattar – Universidade Federal do Paraná- [izabel.zattar@gmail.com](mailto:izabel.zattar@gmail.com)  
Robson Seleme – Universidade Federal do Paraná- [robsonseleme@hotmail.com](mailto:robsonseleme@hotmail.com)  
Wiliam de Assis Silva – Universidade Federal do Paraná – [wiliamdeassis@gmail.com](mailto:wiliamdeassis@gmail.com)

### Resumo

O milho é um dos principais grãos produzidos no Brasil. Ele faz parte de diversas cadeias de produção, com destaque para a criação pecuária, na qual serve como alimento para frangos e suínos. Além disso, o milho é uma *commodity* importante para as exportações brasileiras. Com o seu uso diversificado, o milho segue por diferentes caminhos desde a colheita até seus pontos de consumo ou exportação. Neste trabalho, o transporte de milho no Brasil é analisado, assim como as possíveis obras hidroviárias e ferroviárias que podem equilibrar a matriz de transportes do país, reduzindo os custos logísticos e impulsionando a competitividade brasileira. Como resultado, são apresentadas as obras previstas pelos planos brasileiros de logística de 2007 e 2018, bem como a situação dessas obras no ano de 2018, constatando-se a necessidade de planejamento e investimentos para o cumprimento das obras previstas no Brasil.

**Palavras-chave:** Milho; Logística; Hidrovias; Ferrovias.

## COMPETITIVENESS OF BRAZILIAN CORN: ANALYSIS OF BRAZILIAN PROJECTS OF TRANSPORTATION

### Abstract

*Corn is one of the main grains produced in Brazil. It is part of several production chains with emphasis on livestock farming that serves as food for chickens and pigs. In addition, corn is an important commodity for Brazilian exports. With its diversified use maize follows different paths from harvest to its points of consumption or export. In this work, maize transportation in Brazil is analyzed as well as the possible water and railroad works that can balance the transportation system of the country reducing logistics costs and boosting Brazilian competitiveness. As a result, the works foreseen by the Brazilian logistics plans for 2007 and 2018 are presented, as well as the situation of these works in the year 2018, evidencing the need for planning in the investments to fulfill the works planned in Brazil.*

**Keywords:** Corn; Brazil; Logistics; Waterways; Railways.

---

<sup>1</sup> Submetido em: 16/11/2019

Aprovado em: 18/09/2020

## 1. Introdução

O milho serve como insumo para diversos produtos em diferentes mercados, como alimentação humana, farmacêutica e biocombustíveis (GARCIA *et al.*, 2006). É o cereal de maior produção, em volume, do mundo com cerca de 1.035 milhões de toneladas anuais, sendo Estados Unidos, China e Brasil os maiores produtores (FIESP, 2018). Entre os grãos, a produção de milho é a segunda maior do Brasil, atrás somente da produção de grãos de soja. O governo brasileiro estima a safra de 2017/2018 em 83,5 milhões de toneladas, enquanto a produção de soja tende a atingir 113,9 milhões de toneladas (MAPA, 2017).

Com relação às exportações, a soja em 2015 chegou a 54,3 milhões de toneladas, em torno de 56% da produção total de grãos daquele ano. No mesmo período, o milho foi o segundo grão mais exportado com aproximadamente 29 milhões de toneladas, ou seja, 33,8% da produção. Em valores financeiros a exportação do milho brasileiro representou, em 2017, 4,59 bilhões de dólares (BRASIL, 2018). Além de sua importância como *commodity* de exportação, o milho brasileiro também é utilizado para consumo interno como ração na alimentação de animais para abate, principalmente suínos e aves revelando seu valor para o setor de carnes, o qual possui significativa importância para as exportações brasileiras – somando cerca de US\$ 14,61 bilhões em vendas externas em 2017.

O Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal (SINDIRAÇÕES, 2016) aponta que somente, em 2016, 43 milhões de toneladas de milho foram utilizadas para a produção de ração no país, o que representa 63,4% da produção nacional prevista (BRASIL, 2017). Dessa forma, o balanço externo da economia do país é influenciado de maneira direta e indiretamente pelos custos de produção e logístico do milho. Isso justifica o estudo do direcionamento de recursos para a infraestrutura que suporta os corredores de escoamento da produção deste grão no país.

O objetivo deste artigo é identificar quais as principais rotas hidroviárias e ferroviárias do milho no Brasil, previstas no Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT) (BRASIL, 2011) e do Plano Nacional de Logística (PNL, 2018), que podem beneficiar a logística do grão em aspectos que possam fortalecer a competitividade brasileira no mercado internacional. Além disso, as obras previstas foram avaliadas com relação a sua situação de execução ou conclusão no mês de julho de 2018.

## 2. Material e Métodos

Para atingir os objetivos deste artigo foram executadas, por meio de revisão da literatura, pesquisas com a intenção de conhecer quais os principais usos e rotas de escoamento do milho brasileiro, seja no mercado interno como para exportação. Além disso, foram realizadas pesquisas documentais nos dois últimos planos nacionais de logística publicados pelo governo brasileiro o PNLT (2011) e PNL (2018), no intuito de identificar quais as principais obras de ferrovias e hidrovias que estavam previstas e com capacidade de melhorar a infraestrutura logística para escoamento do milho brasileiro.

Por fim, foram avaliadas a situação de cada obra, no mês de julho de 2018, através de consulta de notícias relacionadas ao tema, para enfim entender quais as perspectivas de melhoria da infraestrutura logística do milho brasileiro.

## 3. Resultados e Discussão

### 3.1 A produção do milho no Brasil

A produção de milho no Brasil é caracterizada por duas safras. A primeira safra é a convencional, enquanto a segunda é chamada de “safrinha”. O plantio da safra convencional é realizado durante o período chuvoso que normalmente ocorre no final

de agosto na região Sul, até os meses de outubro/novembro no Sudeste e Centro-Oeste. No Nordeste, pode ocorrer até o início do ano. A utilização desta primeira safra é comumente destinada ao mercado interno com objetivo de atender à demanda dos produtores de suínos e aves. Já a segunda safra do milho chamada de “safrinha” ocorre entre junho e setembro e é comum na composição das cadeias produtivas que incluem o milho e tem como destino as exportações (GARCIA *et al*; 2006; COSTA JUNIOR *et al*; 2016).

Apesar das oscilações, a produção do milho no Brasil tende ao crescimento desde o começo dos registros da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2017), que se iniciaram na segunda metade da década de 1970.

Na última década, a produção nacional do grão cresceu aproximadamente 140%. Segundo a Conab (2017), na safra de 2004/05, foram produzidas 35 milhões de toneladas, com 2,9 ton/ha (tonelada por hectare cultivado), enquanto a produção de 2014/15 foi de 84,6 milhões de toneladas, com 5,4 ton/ha. Tais indicadores apontaram também um aumento na produtividade do cultivo da ordem de 90%.

As principais regiões produtoras são o Centro-Oeste e o Sul, onde se localizam os estados de maior produção, Mato Grosso e Paraná. A safra de 2016/17 na região Centro-Oeste corresponde a 50% do total nacional, enquanto o Sul produziu 28% do total. A Tabela 1 apresenta os principais estados produtores da safra 2016 (IBGE, 2017).

| <b>Estado</b>      | <b>(mil ton)</b> | <b>(%)</b> | <b>(% acum.)</b> |
|--------------------|------------------|------------|------------------|
| Mato Grosso        | 28.867,0         | 29,5%      | 29,5%            |
| Paraná             | 17.837,8         | 18,2%      | 47,7%            |
| Mato Grosso do Sul | 9.870,6          | 10,1%      | 57,8%            |
| Goiás              | 9.644,2          | 9,9%       | 67,7%            |
| Minas Gerais       | 7.520,9          | 7,7%       | 75,4%            |
| Rio Grande do Sul  | 6.036,8          | 6,2%       | 81,6%            |
| Demais             | 18.039,7         | 18,4%      | 100,00%          |
| <b>Total</b>       | <b>97.817,00</b> |            |                  |

**Tabela 3:** Produção da safra de milho 2016/2017 por estado.

Fonte: Autores com dados do IBGE, 2017.

Quanto à produtividade, o Brasil possui índices inferiores aos seus principais concorrentes em exportação de milho no indicador tonelada por hectare (ton/ha). Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2016), na safra 2014/15, os Estados Unidos produziram em média 11 ton/ha e a Argentina 8,2 ton/ha, enquanto no Brasil a média foi de 5,4 ton/ha. Ressalta que de acordo com a Embrapa (2012) é possível encontrar em todas as regiões do Brasil propriedades com produtividade acima de 12 ton/ha, não sendo raros casos acima de 14 ton/ha. Conforme observado, cerca de 63,4% da produção de milho no Brasil é transformada em ração que alimenta as criações de aves e suínos. Desta forma se faz necessário conhecer a localização dos produtores que recebem subprodutos do grão.

Em relação a produção de frango no Brasil, esta se concentra nos estados do Sul e no estado de São Paulo (Tabela 2) (IBGE, 2017).

| <b>Estado</b>     | <b>(Cabeças)</b>     | <b>(%)</b> | <b>(% acum.)</b> |
|-------------------|----------------------|------------|------------------|
| Paraná            | 335.082.396          | 24,8       | 24,8             |
| São Paulo         | 197.562.326          | 14,6       | 39,4             |
| Santa Catarina    | 140.146.082          | 10,4       | 49,8             |
| Rio Grande do Sul | 137.351.143          | 10,2       | 59,9             |
| Minas Gerais      | 120.820.651          | 8,9        | 68,8             |
| Goiás             | 68.744.262           | 5,1        | 73,9             |
| Mato Grosso       | 63.572.414           | 4,7        | 78,6             |
| Demais            | 289.011.755          | 21,4       | 100,0            |
| <b>Total</b>      | <b>1.352.291.029</b> |            |                  |

**Tabela 4:** Efetivo de galináceos no Brasil em 31/12/2016 (cabeças).

Fonte: Adaptado de IBGE, 2017.

A indústria da carne de frango no país, em 2016, alcançou 13,1 milhões de toneladas (EMBRAPA, 2017), crescimento de 54,29% em uma década, em comparação aos 8,49 milhões de toneladas produzidas em 2004. Entre os principais produtores mundiais, o Brasil ocupa o segundo lugar, atrás dos Estados Unidos (17,87 milhões de toneladas em 2016). Quanto à exportação da carne de frango, o Brasil ocupou o primeiro lugar entre os países exportadores em 2016, com 4,38 milhões de toneladas (33,44% da produção).

Com relação à produção de suínos, a localização dos principais produtores (Tabela 3), no Brasil, segue a tendência da produção de frango e também está concentrada nos estados do Sul (IBGE, 2017).

| <b>Estado</b>     | <b>(Cabeças)</b>  | <b>(%)</b> | <b>(% acum.)</b> |
|-------------------|-------------------|------------|------------------|
| Paraná            | 7.131.132         | 17,8       | 17,8             |
| Santa Catarina    | 6.887.376         | 17,2       | 35,1             |
| Rio Grande do Sul | 5.927.862         | 14,8       | 49,9             |
| Minas Gerais      | 5.103.547         | 12,8       | 62,7             |
| Mato Grosso       | 2.538.530         | 6,4        | 69,1             |
| Goiás             | 1.988.478         | 5,0        | 74,0             |
| São Paulo         | 1.367.491         | 3,4        | 77,5             |
| Ceará             | 1.301.939         | 3,3        | 80,7             |
| Demais            | 7.703.965         | 19,3       | 100,0            |
| <b>Total</b>      | <b>39.950.320</b> |            |                  |

**Tabela 5:** Efetivo de suínos em 31/12/2016 (cabeças).

Fonte: Adaptado de IBGE, 2017.

Em 2016, a produção nacional foi de 3,76 milhões de toneladas – 43,51% maior do que a registrada em 2004 (2,62 milhões de toneladas). O principal destino da carne suína no Brasil é o consumo interno. Em 2016, 19,50% da carne produzida no país foi exportada – 732,9 mil toneladas – posicionando o país como quarto maior exportador, atrás de Estados Unidos, o grupo da União Europeia e o Canadá (ABPA, 2017).

### 3.2 A logística do milho

O mercado mundial de milho foi abastecido nas últimas safras principalmente pelos Estados Unidos, Brasil e Argentina (CONAB, 2018). Além dos atuais três países de maior exportação, nos últimos anos também se destaca a Ucrânia como país exportador do grão.

Segundo Seleme *et al*; (2017) a principal vantagem dos Estados Unidos e da Argentina no que diz respeito às exportações é uma logística favorável, que pode ser decorrente da boa estrutura de transporte (caso dos EUA) e proximidade dos portos (caso da Argentina).

Garcia *et al*; (2006) apontam como problemas enfrentados pelo Brasil no comércio internacional de milho a instabilidade cambial e a deficiência da estrutura de transporte até aos portos. Oliveira e Lopes (2015) reforçam como desvantagem brasileira as grandes distâncias a percorrer através dessa estrutura de transportes deficitária entre a produção e os portos.

A configuração da estrutura de transportes brasileira tem grandes diferenças em comparação aos seus principais concorrentes em exportação de milho: Argentina e Estados Unidos. A grande extensão territorial é característica do Brasil e dos Estados Unidos, que têm as plantações longe dos portos. No caso da soja e milho, por exemplo, as plantações brasileiras distam em média 1.000 a 1.100 km dos principais portos, enquanto a distância média nos EUA é de 1.000 km e de 250 a 300 km na Argentina (ANEC, 2016).

Apesar de vencerem distâncias parecidas no deslocamento de *commodities*, Brasil e Estados Unidos possuem matrizes de transportes distintas. No Brasil, 65% das cargas (TKU) são transportadas pelo modal rodoviário, 15% pelo modal ferroviário, 16% pelo aquaviário e 4% pelo dutoviário (EPL, 2018). Já nos Estados Unidos, o deslocamento via modal rodoviário se concentra no transporte em distâncias menores e a distribuição entre os modais se ajusta quanto maior a distância a percorrer, favorecendo os modais ferroviários e aquaviários (USDOT, 2015). Observa-se que este equilíbrio entre os modais favorece a redução de custos e fretes no caso americano.

Já a matriz de transportes argentina é ainda mais dependente do modal rodoviário que o Brasil – 93,1% da carga é transportada por esse modal (CIPPEC, 2013) – porém, as distâncias mais curtas justificam o desequilíbrio da matriz.

Como comparativo entre os países, pode-se avaliar o Índice de Desempenho Logístico (*Logistic Performance Index – LPI*), que é uma medida da eficiência de cadeias de suprimentos internacionais publicada desde 2007 pelo Banco Mundial. Nesta medição, são analisados seis componentes, entre eles, a qualidade da infraestrutura de transporte, competência logística, cumprimento de prazos e aspectos alfandegários. A tabela 4 apresenta o *ranking* de desempenho logístico dos principais países exportadores de milho incluindo a Ucrânia (BANCO MUNDIAL, 2018).

| LPI       | 2010 | 2012 | 2014 | 2016 | 2018 |
|-----------|------|------|------|------|------|
| EUA       | 15   | 9    | 9    | 10   | 14   |
| Brasil    | 41   | 45   | 65   | 55   | 56   |
| Argentina | 48   | 49   | 60   | 66   | 61   |
| Ucrânia   | 102  | 66   | 61   | 80   | 66   |

**Tabela 6:** Ranking de desempenho logístico no LPI.

Fonte: Banco Mundial, 2018.

Pode se observar que os Estados Unidos são significativamente melhores do que os demais países em relação à logística, enquanto os demais países apresentam certo equilíbrio em termos comparativos. Porém o Brasil e Argentina têm apresentado certo declínio entre 2010 e 2018, de forma geral, enquanto a Ucrânia demonstra melhora em seu indicador médio para o mesmo período.

A expressiva diferença entre os grandes exportadores agrícolas da América Latina e os Estados Unidos, bem como o aumento da produtividade das safras brasileiras aponta para a necessidade de investimentos em infraestrutura de transporte que possibilitem um custo logístico mais competitivo nos processos de escoamento das safras (SELEME *et al*; 2017).

Segundo Correa e Ramos (2010), para as exportações agrícolas o Brasil tem usado, predominantemente, os portos do Sul (Paranaguá/PR) e do Sudeste (Santos/SP), pela reduzida oferta de serviços portuários registrados nas regiões Norte e Nordeste, que seriam o destino mais próximo para escoamento das produções do Centro-Oeste.

Conforme dados de 2016 verifica que cerca de 65% do milho exportado embarca pelos portos de Santos e Paranaguá que são separados por grandes distâncias rodoviárias das principais áreas de produção do Centro-Norte brasileiro.

Garcia *et al*; (2006) ressaltam que no caso do milho por ser um produto de baixo valor agregado para venda, os custos de transporte afetam muito a remuneração da produção obtida em regiões distantes dos pontos de consumo, reduzindo o interesse no deslocamento da produção a maiores distâncias e em condições em que a logística de transporte é desfavorável.

### **3.3 Os planos nacionais de logística (PNLT e PNL)**

Na última década o governo central brasileiro tem elaborado diversos planos no intuito de resolver os problemas logísticos do Brasil, que encarecem os custos dos produtos transportados e comprometem a competitividade brasileira no mercado internacional. Dentre estes planos o primeiro e mais amplo foi o Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT) apresentado em 2007, pelo Ministério dos Transportes do Brasil, que tinha por objetivo resgatar o planejamento estratégico no setor de transportes. Com horizonte até 2023, foi um plano de Estado, não vinculado exclusivamente ao governo em exercício na época de sua criação (BRASIL, 2011).

Tal plano foi criado a partir de uma base de dados georreferenciados em que o país foi reestruturado em Vetores Logísticos por meio do agrupamento de microrregiões homogêneas, levando em consideração fatores como impedâncias ambientais, similaridades socioeconômicas, perspectivas de integração e inter-relacionamento (a antiga noção de “corredores de transporte”) e funções de transporte, identificadas a partir da análise de isocustos em relação aos principais portos concentradores de carga do país (BRASIL, 2011).

Entre os objetivos específicos do PNLT constavam o aumento da eficiência produtiva em áreas consolidadas do país, principalmente através do aumento de capacidade de infraestrutura viária, dragagem e vias de acesso portuário e eliminação de conflitos entre ferrovias e zonas urbanas; a indução ao desenvolvimento de áreas de expansão de fronteira agrícola e mineral, com projetos de pavimentação ou reconstrução de rodovias e implantação de novos eixos ferroviários; e redução de desigualdades regionais em áreas deprimidas, com implantação ou melhoramentos na infraestrutura viária e recapitação de portos.

Segundo o Projeto de Reavaliação de Estimativas e Metas do PNLT, publicado em 2011, até o fim daquele ano, em termos de valores de investimentos, apenas 6% de todos os projetos previstos na versão original de 2007 estavam concluídos, 34% estavam em obras, 2% foram concedidos e os 58% restantes estavam em fase de licitação/preparação (BRASIL, 2011).

A partir de 2012 o governo brasileiro continuava os estudos acerca dos problemas logísticos e preparava o estudo do PLN (Plano Nacional de Logística) (CHAPOLA, 2018).

Em face da crise econômica e política brasileira agravada a partir de 2014, o governo brasileiro no intuito de equilibrar suas finanças começa a cortar uma série de investimentos, entre eles os de infraestrutura (MELLO e ROSSI, 2017), resultando na falta de conclusão de muitas obras que estavam previstas. Também em função da crise, os estudos para lançamento do PLN foram adiados, o que somente ocorreu em julho de 2018, já próximo ao fim do mandato do vice-presidente que assumiu a presidência após o processo do *impeachment* de 2016 (CHAPOLA, 2018).

Acerca do PNL, ele agrega, além do PNLT, outros planos setoriais tais como o Plano de Integração Hidroviária, Plano Nacional de Logística Portuária e os Planos Estaduais de Logística e tem por objetivo equilibrar a matriz de transportes brasileira, reduzindo os seus custos e a emissão de CO<sub>2</sub>, considerando como horizonte de planejamento o ano de 2025, no qual a partir de simulações foram previstos os cenários do setor de movimentação de cargas do Brasil (EPL, 2018).

Conforme divulgado pelo PNL o modal rodoviário concentrava, em 2015, até 65% de toda movimentação de cargas no Brasil. Assim, em face da eficiência para o transporte de grãos se observa maior viabilidade na utilização de outros modais como o ferroviário e hidroviário (não considera a cabotagem), que em 2015 representaram respectivamente 15% e 5% da matriz de transportes do Brasil (EPL, 2018).

Pode se verificar que os modais ferroviário e hidroviário são de alta capacidade, pois movimentam mais cargas e utilizam menos combustível conforme tabela 5.

|                                         | Hidroviário                        | Rodoviário             | Ferroviário                          |
|-----------------------------------------|------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Custo médio de implantação (US\$/km)    | 34.000                             | 440.000                | 1.400.000                            |
| Custo médio de operação (US\$/ton/km)   | 12                                 | 34                     | 21                                   |
| Consumo de combustível (l/ton/1.000 km) | 5                                  | 96                     | 10                                   |
| Vida útil da infraestrutura             | Alta                               | Baixa                  | Alta                                 |
| Custo de manutenção das vias            | Baixa                              | Alto                   | Baixo                                |
| Equipamento de transporte               | 1<br>embarcação<br>de 6.000<br>ton | 86 vagões<br>de 70 ton | 172 carretas<br>bi-trem de<br>35 ton |

**Tabela 7:** Comparativo entre os principais modais de transporte.

Fonte: Adaptado de: Soares, 2009 e Ribeiro, 2017.

Dessa análise verifica-se que os modais de alta capacidade ferroviário e hidroviário devem ser integrados ao modal rodoviário que é mais capilar e voltado para curtas distâncias e baixa capacidade de carga. A partir dessa constatação, a seguir são apresentadas as melhorias ou implantação de hidrovias e ferrovias previstas pelo PNLT em 2007 e do PLN 2018.

### 3.4 Comparativo entre as obras previstas pelo PNLT e o PLN

Neste item do artigo, são apresentadas as obras previstas pelo PNLT em 2007 e do PLN 2018. As obras foram separadas pelos modais ferroviário e hidroviário indicando a situação das mesmas no mês de julho de 2018, assim como qual é a sua previsão futura. O quadro 1 apresenta as obras relacionadas às ferrovias.

| Plano              | Obra                                                                                   | Situação jul/2018                 | Fonte                     |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| PNLT (2008 a 2015) | Construção da Ferrovia Norte-Sul: Trecho Araguaína – Estreito                          | Obra concluída em 2010            | VALEC, 2010               |
|                    | Construção da Ferrovia Norte-Sul: Trecho Araguaína – Palmas                            | Obra concluída em 2010            |                           |
|                    | Construção da ferrovia Norte-Sul entre Anápolis e Porangatu                            | Obra concluída em 2014            | VALEC, 2014               |
|                    | Ligação ferroviária Alto Araguaia – Goiandira                                          | Obra concluída em 2013            | TONIN, 2017               |
|                    | Construção do Ferroanel de São Paulo - Tramo Norte                                     | Ainda em estudo                   | AQUINO, 2018              |
|                    | Ferronorte - Trecho Alto Araguaia – Rondonópolis                                       | Obra concluída em 2013            | BRASIL, 2013              |
|                    | Ligação Ferroviária Ponta Grossa–Paranaguá                                             | Ainda em estudo                   | BREMBATTI, 2017           |
|                    | Reativação de tráfego no trecho ferroviário Araraquara–Colômbia                        | Em negociação acerca da concessão | RITTNER e CAMAROTTO, 2017 |
|                    | Aumento da capacidade de tráfego na ligação ferroviária Ponta Grossa – Guarapuava      | Ainda em estudo                   | ROGALA, 2017              |
|                    | Remodelação da linha ferroviária Cacequi-Rio Grande                                    | Previsto para 2019                | CNA, 2017                 |
|                    | Reativação do tráfego no trecho ferroviário Passo Fundo - Cruz Alta                    | Obra não iniciada                 | CIGANA, 2017              |
|                    | Remodelação da linha ferroviária Porto Alegre – Uruguaiana                             | Obra não iniciada                 | REVISTA MODAL, 2016       |
| PLN (2018 a 2025)  | Construção da ferrovia de integração Oeste-Leste (FIOL): Trecho Ilhéus/BA - Caetité/BA | Previsão até 2025                 | EPL, 2018                 |
|                    | Construção da ferrovia Ferrogrão: Trecho Mirituba/PA - Sinop/MT                        |                                   |                           |
|                    | Construção da ferrovia Norte-sul: Trecho Porto Nacional/TO - Estrela D'Oeste/SP        |                                   |                           |
|                    | Adequação estrada de ferro Vitória a Minas                                             |                                   |                           |
|                    | Adequação MRS Logística S.A.                                                           |                                   |                           |
|                    | Adequação Ferrovia Centro-Atlântica (FCA)                                              |                                   |                           |
|                    | Adequação Rumo - Malha Paulista                                                        |                                   |                           |
|                    | Adequação estrada de ferro Carajás                                                     |                                   |                           |

**Quadro 1:** Obras previstas no PNLT e PLN em ferrovias  
Fonte: Os autores, 2018.

O quadro 2 ilustra a relação de obras previstas para o modal hidroviário.

| Plano              | Obra                                                                                                        | Situação jul/2018                   | Fonte               |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| PNLT (2008 a 2015) | Navegabilidade do Sistema Fluvial Solimões/Amazonas (IIRSA)                                                 | Não foram identificadas informações | -                   |
|                    | Navegabilidade Rio Iça no Estado do Amazonas (integração com o rio Putumayo) (IIRSA)                        | Não foram identificadas informações | -                   |
|                    | Navegabilidade do Rio Madeira entre Porto Velho - Guayamerin (BOL) - Eclusa de Abunã (IIRSA)                | Obras de dragagem em andamento      | G1RO, 2017          |
|                    | Navegabilidade do Rio Madeira entre Porto Velho - Guayamerin (BOL) - Eclusas de Jirau/Santo Antonio (IIRSA) | Obras de dragagem em andamento      |                     |
|                    | Melhorias da navegabilidade do Rio Tocantins nas Corredeiras entre Estreito e Marabá                        | Em fase de projetos                 | BRASIL, 2016        |
|                    | Implantação da Hidrovia Araguaia-Tocantins                                                                  | Em fase de projetos                 | BRASIL, 2016        |
|                    | Construção de Terminais no Rio Araguaia                                                                     | Não foram identificadas informações | -                   |
|                    | Implantação da Hidrovia do Marajó                                                                           | Sem previsão                        | AMAM, 2014          |
|                    | Rio Madeira: Construção de Eclusas                                                                          | Não foram identificadas informações | -                   |
|                    | Hidrelétrica de Tucuruí: construção de eclusas                                                              | Obras devem ser retomadas em 2018   | BORGES, 2017        |
|                    | Bacia Tietê-Paraná: melhoramentos via dragagem, derrocagem e alargamento do vão de pontes                   | Obras iniciadas em 2017             | BRASIL, 2017b       |
|                    | Terminal de grãos em Cachoeira Rasteira                                                                     | Não foram identificadas informações | -                   |
|                    | Terminal Hidroviário de Cáceres                                                                             | Em fase de estudos                  | PIOVEZAN, 2016      |
|                    | Dragagem da hidrovia da Laguna dos Patos, entre o Terminal da COPESUL e o cais do Porto Novo                | Sem previsão                        | REVISTA MODAL, 2017 |
|                    | Dragagem do Rio Taquari e manutenção da eclusa do Bom Retiro                                                | Previsão para 2021                  | NASCIMENTO, 2017    |
| PLN (2018 a 2025)  | Hidrovia do Mercosul - Santa Vitória do Palmar (La Charqueada) – Estrela                                    | Previsão para 2019                  | REVISTA MODAL, 2017 |
|                    | Hidrovia do Tocantins - Derrocamento do Pedral do Lourenço - Trecho Marabá/PA - Vila do Conde/PA            | Previsão até 2025                   | EPL, 2018           |

**Quadro 2:** Obras previstas no PNL e PNL em hidrovias.

Fonte: Os autores, 2018.

Conforme análise dos quadros 1 e 2, nota-se que significativa parte das obras ainda não foram executadas ou ainda estão em fase de projetos e planejamento. Se observa também que o PNL de 2018 é bem mais modesto em quantidade de empreendimentos do que era previsto para o PNL. Possivelmente essa redução de investimentos esteja associada às crises brasileiras verificadas nos últimos anos.

Infelizmente, acerca de algumas obras hidroviárias não foram identificadas informações relevantes nos motores de busca dos últimos cinco anos.

#### 4. Considerações Finais

A partir do conhecimento dos locais de produção do milho, de seus principais destinos de exportação e da localização das criações pecuárias baseadas em seu consumo, foi possível reconhecer as principais rotas desta *commodity* no Brasil. O milho produzido no Mato Grosso é transportado para os portos de Santos e Paranaguá visando à exportação. Já o milho produzido no Paraná é transportado para os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, para alimentação animal e quando exportado, é através dos portos do Sul e Sudeste (CICOLIN, 2015).

O milho quando partido do Mato Grosso até os principais portos de embarque para exportação, percorre distâncias muito longas, de maneira semelhante ao transporte da soja, quase sempre pelo modal rodoviário, o que corrobora que a matriz de transportes brasileira não é adequada. Uma alternativa seria o envio de parte da colheita para os portos do Norte do Brasil, com menores distâncias a se vencer (SELEME *et al*; 2017).

Além disso, constata-se que o cultivo do milho é importante para a balança comercial do Brasil tanto no consumo interno, como insumo para a alimentação pecuária, como na exportação. Nos últimos anos, a produção brasileira tem aumentado consideravelmente, porém, o índice de produtividade brasileiro é baixo em comparação aos principais concorrentes do país em exportação. Como o milho é um produto de baixo valor agregado, seu custo final é bastante sensível aos custos de transporte. Nesse aspecto, o Brasil também está atrás de seus principais concorrentes, com uma matriz de transportes priorizando o modal rodoviário, o que é inadequado devido às grandes distâncias entre as áreas de plantio e os locais onde o milho é consumido ou exportado.

O PNLT já previa desde 2007 grandes investimentos nos modais hidroviário e ferroviário. Várias melhorias eram previstas nos Vetores Logísticos que fazem parte da rota do milho. Como destacado nos quadros 1 e 2, poucas obras previstas foram concluídas e atualmente estão em operação. Algumas estão ainda em fase de estudo ou captação de recursos. Várias, porém, não têm previsão para execução, ainda que o prazo já tenha sido ultrapassado.

A falta de investimento e dificuldade na execução dos planos no Brasil dificulta o ganho de competitividade no mercado externo. A melhoria da produtividade isoladamente não garantirá o avanço do país no comércio internacional. A infraestrutura logística precária e inadequada deve chegar à saturação conforme se eleva o volume de produção o que tende a aumentar ainda mais os custos logísticos. Constata-se assim, que a melhoria do sistema de transporte brasileiro é uma necessidade imediata.

Deste modo, para trabalhos futuros, recomenda-se o estudo individual de cada obra aqui elencada, tanto de forma qualitativa como quantitativa, bem como o impacto que elas poderiam trazer para redução do custo logístico da cadeia do milho. Além disso, deve-se buscar alternativas que tragam a viabilidade econômica necessária para a execução dessas obras, que possivelmente passará pelas parcerias entre os setores públicos e privados e assim trazer aumentos de lucratividade e de desenvolvimento para os produtos brasileiros.

#### REFERÊNCIAS

- ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2017**. Disponível em <<http://abpa-br.com.br/setores/suinocultura/mercado-mundial>>
- AMAN. Associação dos municípios do arquipélago do Marajó. Pressão: Implantação da hidrovía do Marajó, 2014. Disponível em: <[http://www.amam-marajo.org/noticia\\_detalhes.asp?codigo=1342](http://www.amam-marajo.org/noticia_detalhes.asp?codigo=1342)>. Acesso em: 30 jul. 2018.
- ANEC - Associação Nacional dos Exportadores de Cereais. **Histórico das Safras**, 2016. Disponível em: <<http://www.anec.com.br/pt-br/servicos/historico-de-safras>>. Acesso em: 23 ago. 2017.

- AQUINO, Y. **PPI confirma a inclusão de duas ferrovias no programa de concessões**, 2018. Agência Brasil. Economia. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2018-07/ppi-confirma-inclusao-de-duas-ferrovias-no-programa-de-concessoes>>. Acesso em: 31 jul. 2018.
- BANCO MUNDIAL – The World Bank. **LPI Global Rankings**, 2018. Disponível em: <<http://lpi.worldbank.org/international/global>>. Acesso em: 23 ago. 2017.
- BORGES, A. **Paralisadas por pedras no rio, eclusas de Tucuruí já consumiram R\$ 1,6 bilhão**, 2017. O Estado de S. Paulo. Disponível em: <<https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,paralisadas-por-pedras-no-rio-eclusas-de-tucuru-i-ja-consumiram-r-1-6-bilhao,70002082168>>. Acesso em: 31 jul. 2018.
- BRASIL – Ministério dos Transportes. **Plano Nacional de Logística e Transportes**, 2011a. Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br/images/2014/11/PNLT/2011.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2017.
- BRASIL – Ministério dos Transportes. **Projeto de Reavaliação de Estimativas e Metas do PNLT**, 2011b. Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br/images/2014/11/PNLT/2011.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2017.
- BRASIL – **Projeto Expansão Malha Norte é inaugurado em Rondonópolis (MT)**, 2013. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/infraestrutura/2013/09/projeto-expansao-malha-norte-e-inaugurado-em-rondonopolis-mt>>. Acesso em: 20 ago. 2018.
- BRASIL – **Obra permitirá navegação na hidrovía Tocantins – Araguaia**, 2016. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/infraestrutura/2016/06/obra-permitira-navegacao-na-hidrovia-tocantins-araguaia>>. Acesso em: 20 ago. 2018.
- BRASIL – **Obras na hidrovía Tietê-Paraná são iniciadas**, 2017b. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/infraestrutura/2017/02/obras-na-hidrovia-tiete-parana-sao-iniciadas>>. Acesso em: 20 ago. 2018.
- BRASIL – **Balança comercial do Agronegócio**, 2018. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/noticias/exportacoes-do-agronegocio-somam-us-6-16-bi-em-janeiro-em-alta-de-4-9/copy\\_of\\_Janeiro2018.docx](http://www.agricultura.gov.br/noticias/exportacoes-do-agronegocio-somam-us-6-16-bi-em-janeiro-em-alta-de-4-9/copy_of_Janeiro2018.docx)>. Acesso em: 20 jul. 2018.
- BREMBATTI, K. **Para tirar caminhões das estradas, governo do Paraná lança nova ferrovia**. Gazeta do Povo, 24 de nov. 2017. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/politica/parana/para-tirar-caminhoes-das-estradas-governo-do-parana-lanca-nova-ferrovia-dkqq3o8gxkvn06osovy0qg4l3>>. Acesso em: 30 jul. 2018.
- CHAPOLA, R. **O que é o plano nacional de logística e do que precisa para funcionar**, 2018. Nexo Jornal. Expresso. Disponível em: <<https://www.nexojornal.com.br/expresso/2018/07/07/O-que-%C3%A9-o-plano-nacional-de-log%C3%ADstica.-E-do-que-precisa-para-funcionar>>. Acesso em: 30 jul. 2018.
- CICCOLIN, L. de O. M. **Avaliação de desempenho do processo logístico de exportação do milho: uma aplicação da análise por envoltória de dados – DEA**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Limeira, 2015. Disponível em: <[http://taurus.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/244497/1/Cicolin\\_LucasdeOliveiraMelo\\_M.p df](http://taurus.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/244497/1/Cicolin_LucasdeOliveiraMelo_M.p df)>. Acesso em: 27 dez. 2017.
- CIGANA, C. **Transporte de cargas sobre trilhos no RS recua 43% em cinco anos**. Gaúcha Zh, 2017. Economia. Disponível em: <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/economia/noticia/2017/06/transporte-de-cargas-sobre-trilhos-no-rs-recua-43-em-cinco-anos-9821776.html>>. Acesso em: 02 ago. 2018.
- CIPPEC – Centro de Implementación de Políticas Públicas para la Equidad y el Crecimiento. **Documento de Políticas Públicas**, 2013. Disponível em: <<http://www.cippec.org/documents/10179/51825/123+DPP+IGyDP+Infraestructura+log%C3%ADstica,Barbero,Castro.pdf/dcf9b117-bb88-46b1-9418-ff02fedac5a0>>. Acesso em: 23 ago. 2017.
- CNA – Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Modais de transportes no Rio Grande do Sul, situação atual e planejamento para os próximos 20 anos**, 2017. Disponível em: <[http://www.cnabrazil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/4\\_modais\\_de\\_transporte.pdf](http://www.cnabrazil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/4_modais_de_transporte.pdf)>. Acesso em: 31 jul. 2018.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Séries Históricas**, 2017. Disponível em:

<[http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=&Pagina\\_objcmsconteudos=3#A\\_objcmsconteudos%20acessado%208/8/16](http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos%20acessado%208/8/16)>. Acesso em: 23 ago. 2017.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Panorama do Milho**, 2018. Disponível em:

<<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/aves-e-suinos/2017/33a-ro/panorama-do-milho-tome-guth.pdf>>. Acesso em 20 jul. 2018.

CORREA, V. H. C.; RAMOS, P. A. **A precariedade do transporte rodoviário brasileiro para o escoamento da produção de soja do Centro-Oeste: situação e perspectivas**. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 48, n. 2, 447-472, Junho, 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-20032010000200009](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032010000200009)>.

Acesso em: 27 dez. 2017.

COSTA JUNIOR, G.; POPOVA, N. D.; TANUS, T. G. T.; MARTINES FILHO, J. G. **Elasticity of spatial price transmission of the corn price Market in Brazil: a study for Mato Grosso**. Economia & Região, Londrina (PR), v. 4, n. 1, p. 63-83, jan./jun. 2016. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/ecoreg/article/view/25855/19380>>. Acesso em: 27 dez. 2017.

EMBRAPA – Sistemas de Produção Embrapa. **Cultivo do Milho**, 2012. Disponível em: <[https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemasdeproducao\\_61ga1ceportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&p\\_r\\_p\\_-76293187\\_sistemaProducaoId=3821&p\\_r\\_p\\_-996514994\\_topicId=3718](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao_61ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3821&p_r_p_-996514994_topicId=3718)>. Acesso em: 23 ago. 2017.

EMBRAPA. **Central de inteligência de aves e suínos**. Estatísticas / Desempenho da produção, 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>>. Acesso em 20 jul. 2018.

EPL – Empresa de Planejamento e Logística S.A. **Plano Nacional de Logística – PNL – 2025**. Relatório Executivo, 2018. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1GXGfTF8a9aU3bDhpsqU6HJzeBrO7b6o/view>>. Acesso em 20 jul. 2018.

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Safrá mundial de milho 2018/19**. 3 levantamento do USDA, 2018. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safrá-mundial-de-milho-2/attachment/file-20180713202555-boletim milho julho 2018/>>. Acesso em 15 jul. 2018.

G1RO. **Rio Madeira recebe dragagem para garantir profundidade de navegação**, 2017. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ro/rondonia/noticia/rio-madeira-recebe-dragagem-para-garantir-profundidade-de-navegacao.ghtml>>. Acesso em 30 jul. 2018.

GARCIA, J.C.; MATTOSO, M. J.; DUARTE, J.O.; CRUZ, J. C. **Aspectos Econômicos da Produção e Utilização do Milho**. Circular Técnica – Embrapa Milho e Sorgo v. 74, 2006, p. 1-12.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados perfil pecuária**, 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?edicao=17937&t=downloads>>.

Acesso em 15 jul. 2018.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Nova estimativa prevê supersafrá de 234,3 milhões de toneladas de grãos**, 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/nova-estimativa-preve-supersafrá-de-234-3-milhoes-de-toneladas-de-graos>>. Acesso em: 27 dez. 2017.

MELLO, G.; ROSSI, P. **Do industrialismo à austeridade: a política macro dos governos Dilma**. Instituto de economia. Unicamp, junho/2017. Disponível em: <<http://www.eco.unicamp.br/docprod/downarq.php?id=3538&tp=a>>. Acesso em 20 jul. 2018.

NASCIMENTO, R. **Dragagem do Rio Taquari deverá sair do papel**, 2017. O Informativo do Vale. Disponível em: <<https://www.informativo.com.br/geral/dragagem-do-rio-taquari-devera-sair-do-papel,39931.jhtml>>. Acesso em 01 ago. 2018.

OLIVEIRA, A.L.R; LOPES, B.F.R. **Estratégia logística do milho brasileiro e a prática da intermodalidade: uma avaliação de rotas selecionadas.** Revista Produção & Engenharia. V. 7, n.1, 2015. p. 613-622.

PIOVEZAN, A. **Em ato pela retomada do Porto Fluvial de Cáceres, Ezequiel defende implantação da UFMT na região,** 2016. Política. Disponível em: <[http://www.jornaloeste.com.br/noticias/exibir.asp?id=39584&noticia=em\\_ato\\_pela\\_retoma\\_da\\_do\\_porto\\_fluvial\\_de\\_caceres\\_ezequiel\\_defende\\_implantacao\\_da\\_ufmt\\_na\\_regiao](http://www.jornaloeste.com.br/noticias/exibir.asp?id=39584&noticia=em_ato_pela_retoma_da_do_porto_fluvial_de_caceres_ezequiel_defende_implantacao_da_ufmt_na_regiao)>. Acesso em 29 jul. 2018.

REVISTA MODAL. Revista de Infraestrutura e Logística. **PELT-RS sinaliza que infraestrutura gaúcha precisa de R\$ 24,3 bilhões de investimentos até 2039,** 2016. Disponível em: <<http://revistamodal.com.br/pelt-rs-sinaliza-que-infraestrutura-gaucha-precisa-de-r-243-bilhoes-de-investimentos-ate-2039/>>. Acesso em: 31 jul. 2018.

RIBEIRO, C. **CNA constata baixo uso e ineficiência de ferrovias, hidrovias e rodovias.** Revista Globo Rural. 2017. Caminhos da Safra. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/Colunas/caminhos-da-safra/noticia/2017/05/cna-constata-baixo-uso-e-ineficiencia-de-ferrovias-hidrovias-e-rodovias.html>>. Acesso em 28 jul. 2018.

RITTNER, D.; CAMAROTTO, M. **Rumo altera plano e vai reativar trilhos no interior paulista,** 2017. Valor Econômico. Disponível em: <<https://www.valor.com.br/empresas/5062220/rumo-altera-plano-e-vai-reativar-trilhos-no-interior-paulista>>. Acesso em 28 jul. 2018.

ROGALA, F. **Governo traça plano para eliminar gargalo ferroviário em PG,** 2017. A Rede Campos Gerais. Disponível em: <<http://m.aredede.info/campos-gerais/169057/governo-traca-plano-para-eliminar-gargalo-ferroviario-em-pg>>. Acesso em 29 jul. 2018.

SELEME, R. et al; **Alternativas para melhoria de indicadores logísticos da soja brasileira com base no Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT).** Custos e @gronegócio online. V. 13. N. 4, out/dez. 2017.

SINDIRAÇÕES – Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. **Boletim Informativo do Setor de Alimentação Animal – Maio 2016,** 2016. Disponível em <[http://sindiracoes.org.br/wp-content/uploads/2016/06/boletim\\_informativo\\_do\\_setor\\_maio\\_2016\\_vs\\_final\\_port.pdf](http://sindiracoes.org.br/wp-content/uploads/2016/06/boletim_informativo_do_setor_maio_2016_vs_final_port.pdf)> Acesso em: 23 ago. 2017.

SOARES, M. M. **Multimodalidade e as Hidrovias no Brasil,** 2009. Disponível em: <[http://antag.gov.br/Portal/pdf/Palestras/ForumHidrovias2009/Painel3/MarcosSoaresCNTF\\_enavega.pdf](http://antag.gov.br/Portal/pdf/Palestras/ForumHidrovias2009/Painel3/MarcosSoaresCNTF_enavega.pdf)>. Acesso em 29 jul. 2018.

TONIN, D. **Há quase 4 anos em Rondonópolis, ferrovia muda realidade das finanças,** 2017. RD News. Cidades. Disponível em: <<http://www.rdnews.com.br/cidades/ha-quase-4-anos-em-rondonopolis-ferrovia-muda-realidade-das-financas/80926>>. Acesso em 25 jul. 2018.

USDA – United States Department of Agriculture. **Coarse Grains: World Markets and Trade,** 2016. Disponível em: <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/grain-corn-coarsegrains.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2017.

USDOT – United States Department of Transportation, Bureau of Transportation Statistics e Federal Highway Administration, Office of Freight Management and Operations, **Freight Facts and Figures,** 2015. Disponível em: <[https://www.rita.dot.gov/bts/sites/rita.dot.gov/bts/files/FF%26F\\_complete.pdf](https://www.rita.dot.gov/bts/sites/rita.dot.gov/bts/files/FF%26F_complete.pdf)>. Acesso em: 23 set. 2017.

VALEC. Engenharia, Construções e Ferrovias S.A. **Açailândia/MA - Palmas/TO.** 2010. Disponível em: <<http://www.valec.gov.br/ferrovias/ferrovia-norte-sul/trechos/acailandia-ma-palmas-to>>. Acesso em: ago/2018. 02 ago. 2018.

VALEC. Engenharia, Construções e Ferrovias S.A. **Palmas/TO - Anápolis/GO.** 2014. Disponível em: <<http://www.valec.gov.br/ferrovias/ferrovia-norte-sul/trechos/palmas-to-anapolis-go>>. Acesso em: 03 ago. 2018.

BRASIL – **Safra de grãos 2016/2017 deve chegar a 227,9 milhões de toneladas,** 2017a. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2017/04/safra-de-graos-2016-2017-deve-chegar-a-227-9-milhoes-de-toneladas>>. Acesso em: 02 jul. 2017.

>. Acesso em: 23 jul. 2018.

REVISTA MODAL. **Integração da hidrovia do Mercosul será em 2019**, 2017. Disponível em: <<http://revistamodal.com.br/hidrovias/>>. Acesso em 01 ago. 2018.

## LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS NA GERAÇÃO DE GANHOS COMPETITIVOS: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA SIDERÚRGICA BRASILEIRA<sup>4</sup>

Alexandre Gomes Nick- Centro Universitário Unihorizontes - [alexandrenick1@yahoo.com.br](mailto:alexandrenick1@yahoo.com.br)

Caissa Sousa Veloso - Centro Universitário Unihorizontes - [caissa.sousa@unihorizontes.br](mailto:caissa.sousa@unihorizontes.br)

Christienne Lopes Silva - Centro Universitário Unihorizontes - [Clopessilva21@hotmail.com](mailto:Clopessilva21@hotmail.com)

Daniela Aparecida Quintaneiro - Centro Universitário Unihorizontes - [dannyela\\_bh@hotmail.com](mailto:dannyela_bh@hotmail.com)

### Resumo

Diante da crescente necessidade de vincular o desenvolvimento econômico às questões ambientais, emergindo a sustentabilidade ambiental, social e econômica, evidencia-se, então, a importância de se estruturar uma abordagem acerca do ciclo de vida do produto, que passa a representar um ponto de atenção para as organizações, devido aos impactos que o volume de resíduos pode gerar ao meio ambiente. Nesse contexto o processo de logística reversa que volta para os negócios e tem como foco, além do retorno dos produtos na cadeia logística a disposição final de resíduos e o reaproveitamento de materiais. Este estudo teve por objetivo geral analisar as possíveis contribuições das práticas da logística reversa de resíduos para a geração de ganhos competitivos para uma empresa siderúrgica, na percepção dos empregados envolvidos nos processos de gerenciamento da cadeia de resíduos siderúrgicos e logística reversa. Se norteou por uma abordagem qualitativa e descritiva, ancorada em um estudo de caso, na empresa Betha localizada no estado de Minas Gerais. A coleta dos dados se deu por meio de entrevistas com roteiro semiestruturado, aplicado a sete funcionários da empresa. Dentre os resultados, ressalta inicialmente a valorização por parte da empresa dos processos que envolvem a logística reversa. Na sequência, identificou que a organização possui vários processos distintos de logística reversa, que por sua vez são definidos a partir da natureza do resíduo a ser tratado. Ainda destaca-se que na visão dos entrevistados, os principais benefícios potenciais da logística reversa estão relacionados a fatores econômicos, mercadológicos e sócio ambiental.

**Palavras-Chave:** Logística Reversa; Resíduos; Vantagem Competitiva; Meio Ambiente; Siderurgia.

### REVERSE LOGISTICS OF WASTE IN COMPETITIVE GAIN GENERATION: A CASE STUDY IN A BRAZILIAN STEEL COMPANY

#### Abstract

Given the growing need to link economic development to environmental issues, emerging environmental, social and economic sustainability, it is evident, then, the importance of structuring an approach to the product life cycle, which becomes a point of view. attention to organizations due to the impacts that the volume of waste can generate on the environment. In this context, we highlight the reverse logistics process, which focuses on business and focuses on the return of products in the logistics chain, the final disposal of waste and the reuse of materials. The aim of this study was to analyze the possible contributions of reverse waste logistics practices to the generation of competitive gains for a steel company, in the perception of employees involved in the management processes of the steel waste chain and reverse logistics. It was guided by a qualitative and descriptive approach, anchored in a case study, at Betha company located in the state of Minas Gerais. Data were collected through interviews with a semi-structured script, which was applied to seven company employees. Among the results, the company emphasizes initially the processes involving reverse logistics. Subsequently, it was identified that the organization has several distinct reverse logistics processes, which, in turn, are defined from the nature of the waste to be treated. It is also highlighted that, according to the interviewees, the main potential benefits of reverse logistics are related to economic, marketing and socio-environmental factors.

**Keywords:** Reverse Logistics; Waste; Competitive Advantage; Environment; Steel industry.

---

<sup>4</sup> Submetido em: 25/11/2019

Aprovado em: 18/09/2020

## 1. Introdução

A necessidade de conciliar o desenvolvimento econômico com a preservação do meio deu espaço ao surgimento da sustentabilidade ambiental e social. Neste contexto, torna importante abordar o ciclo de vida do produto, que passa a representar um ponto de atenção nas organizações, devido aos impactos que o volume desses resíduos podem gerar ao meio ambiente (SLOMSKI *et al*; 2011).

Para Rodrigues *et al*; (2012), o volume de resíduos sólidos decorrentes da produção de bens tem crescido constantemente, o que impacta o aumento de materiais descartados no ambiente. Para a Associação Brasileira de Normas e Técnicas- ABNT, resíduo sólido são todos os detritos nos estados sólidos e semissólidos resultantes de atividades industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola de serviço e de varrição (ABNT, NBR10.004/87).

No Brasil, em 10 de março de 2010, instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) por meio da Lei 12.305, com objetivo principal de proteger a saúde pública, preservar a qualidade do meio ambiente, zelar pela geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento de resíduos sólidos; orientar a destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos e incentivar o desenvolvimento de processos com alteração dos padrões de produção e o consumo sustentável de produtos e serviços (SANTOS, 2012).

A PNRS desenvolve metas e planos de gerenciamento de resíduos sólidos em nível nacional, estadual e municipal, impõe também aos particulares a conscientização e decisões para preservação do meio ambiente, visando a eliminação de lixões, além disso, coloca o Brasil em patamar de igualdade aos principais países desenvolvidos no que concerne ao marco legal e inova com a inclusão de catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis, tanto na Logística Reversa quando na Coleta Seletiva (BRASIL, 2019).

Segundo Donaire (2009), muitas empresas adotam em seu processo de gestão estratégico atividades que visam a proteção ambiental, com o objetivo de reutilizar resíduos de pós-consumo e de utilizar material reciclado. Essa atitude permite a adoção dos procedimentos de logística reversa, além de caracterizar uma gestão diferenciada dos recursos naturais o que permite a construção de uma imagem favorável no mercado e consequentemente maior lucratividade.

A logística reversa consiste na parte da gestão de meios e materiais que gerencia o retorno de matérias e embalagens ao processo produtivo principal. Pode ser visto como um tipo de atividade ecológica, conceito este que pode ser aplicado a empresas que fazem com que o retorno de materiais a cadeia produtiva proporcione um ganho significativo na preservação do meio ambiente (DONATO, 2008). Neste universo estão inseridas as empresas do ramo siderúrgico. Milanez e Porto (2009) destacam que essas empresas possuem um grande potencial na degradação ambiental, motivo pelo qual são pressionadas, tanto pela legislação como pela sociedade a adotar estratégias orientadas para minimizar os impactos ambientais produzidos pelo setor siderúrgico.

Neste contexto, investiga-se a instituição Betha do setor siderúrgico que adota a logística *inbound*, ou seja, a logística interna para operacionalizar e gerenciar o fluxo reverso interno de resíduos em seu processo produtivo, com objetivos estratégicos que visam obter vantagem competitiva e ganhos produtivos, garantir uma imagem favorável no mercado e praticar ações que permitam a preservação ambiental.

A empresa atua no mercado siderúrgico brasileiro e trabalha com a gestão de resíduos sólidos, sucatas e materiais metálicos, além da gestão de resíduos líquidos. As preocupações ambientais e aquelas associadas à competitividade empresarial dirigem os esforços de logística reversa, com a intenção de criar valor aos produtos a serem consumidos. Dessa maneira, a logística reversa pode ser entendida como uma forma de criação de valor empresarial, sendo direcionada ou motivada por diferentes objetivos estratégicos (LEITE, 2006). Dentro desse contexto, emerge a questão norteadora deste trabalho: Quais são as contribuições da logística reversa de resíduos

para a geração de ganhos competitivos para o setor siderúrgico?

Para atender ao questionamento, o estudo irá analisar as possíveis contribuições das práticas da logística reversa de resíduos para a geração de ganhos competitivos para a empresa Betha, na percepção dos empregados envolvidos nos processos de gerenciamento da cadeia de resíduos siderúrgicos e logística reversa. Busca analisar o fluxo da logística reversa interna de resíduos na empresa Betha e identificar os ganhos competitivos que a empresa pesquisada obtém com a adoção da logística reversa de resíduos. A pesquisa tem grande relevância ao meio ambiente e consequentemente para a vida de toda população e sociedade. Já no âmbito acadêmico, identifica que nos últimos dez anos, a logística reversa tem sido um tema com crescente abordagem em artigos acadêmicos.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1 Logística Reversa: conceito, aplicação e importância

A logística é responsável por prover recursos e informações para a execução de todas as atividades dentro de uma organização, ela visa suprir recursos e envolve esforços para integrar várias áreas da instituição como: suprimentos, compras, marketing e finanças, com o propósito de criar valor para o cliente com um menor custo. A logística tem entre as suas funções a de proporcionar satisfação ao cliente, buscando atender a suas necessidades, por meio de operações que facilitem os setores de Produção e Marketing nas organizações (BOWERSOX, CLOSS, 2007).

Dentre as etapas da logística podemos identificar a distribuição física e o abastecimento interno. A logística de distribuição física envolve os sistemas de distribuição, transportes e estoque que trata dos fluxos externos a organização, também chamada de logística *outbound*. Já a logística interna está envolvida com o planejamento e o controle da produção, a movimentação de materiais e o estoque de produtos acabados e em produção, a logística interna também chamada de logística *inbound* que trata os fluxos de entrada na organização (PIRES, 2014).

A logística possui uma visão integradora dos processos de gestão em uma organização, compreendendo os elos de uma cadeia produtiva, a começar do ponto de aquisição da matéria-prima, perpassando por toda a organização até o ponto de consumo final (RAZZOLINI FILHO, 2006). Dentre esses processos destaca-se a logística reversa que é constituída por objetivos estratégicos que podem ser resumidos como geradores de diferenciais de competitividade no mercado, pois visam benefícios econômicos de revalorização dos bens retornados ou mesmo têm o objetivo de gerar a satisfação dos clientes ou até a criar uma imagem favorável da empresa no mercado (LEITE, 2006).

A logística reversa é formada pelos diferentes programas desenvolvidos nas empresas que visam equacionar o retorno dos produtos. Sua origem estratégica poderá ser interna ou externa à empresa e suas razões e natureza poderão variar conforme a área de atuação de cada empresa. Na visão de Chaves (2015), é exemplo de vantagem competitiva que pode ser obtida pela adoção de políticas e instrumentos de logística reversa a adequação as questões ambientais o que se dá por meio da conscientização sobre a conservação ambiental que segundo o autor, não é só uma questão de moda, mas uma reorientação da produção e do consumo para o crescimento sustentável.

Criar razões competitivas é também uma ferramenta competitiva que a logística reversa propicia. Uma maneira de ganhar vantagem competitiva em relação aos concorrentes é oferecer políticas liberais de retorno de produtos que fidelizam os clientes. Com a exigência dos consumidores por níveis de serviços mais elevados, as empresas adotam como forma de diferenciação a fidelização de clientes. Para tanto, essas empresas têm investido na gestão do fluxo reverso de materiais, produtos e informações (CHAVES, 2015).

Para Barbosa (2018), a logística reversa possibilita a organização uma nova

visão sobre o processo produtivo, otimizando o reaproveitamento de insumos e criando condições para que tais sejam reintegrados ao ciclo produtivo, agregando valores a cadeia de suprimentos e também valores econômicos, por meio de sistemas de reuso ou reaproveitamento e reciclagem, onde os bens de pós-consumo passam a substituir a matériaprima nova.

## 2.2 Tratamento de resíduos nas siderúrgicas

Na indústria siderúrgica, a prática da logística reversa está presente nos processos industriais, por meio do tratamento de resíduos sólidos e líquidos e do uso eficiente dos recursos naturais, como água e energia (CARVALHO, 2008). Para Carvalho (2008, p. 42), “a

siderurgia é o ramo da indústria que se dedica à obtenção e ao tratamento do ferro e do aço. É uma indústria de base composta, em sua maioria, por empresas de grande porte.”

Moraes *et al.* (2006), ensinam que a indústria siderúrgica é uma indústria de base, pois fornece produtos semiacabados e equipamentos para outras indústrias. Na sociedade atual, a produção e o consumo de aço e ferro fundido são indicadores de desenvolvimento econômico de um país, pois o seu crescimento é diretamente proporcional aos investimentos em construção de edifícios, execução de obras públicas e instalação de infraestrutura, como redes de transmissão de energia, torres de telecomunicações, ferrovias, torres e plataformas de exploração de petróleo, gasodutos e implantação de parques industriais.

A indústria siderúrgica abrange todas as etapas da produção do aço (liga de ferro e carbono) com a transformação do minério de ferro ou sucatas ferrosas. O aço possui grande aplicabilidade na indústria de maneira geral, pois pode ser utilizado como matéria-prima para a fabricação da grande maioria das peças metálicas. É feito a partir de minério de ferro ou da combinação com a sucata. A sucata de aço é utilizada como insumo nas usinas semi-integradas. Neste processo, a sucata é introduzida nos fornos por meio de cestões e é fundida a altas temperaturas por eletrodos. Depois deste processo, o aço é levado a fornos- panela, onde há o refino químico, para que se atinja a especificação desejada. Nesta etapa, os processos são uniformes. Ocorre o vazamento do aço em sua forma líquida, para que se formem os tarugos. Estes são submetidos à transformação mecânica, por intermédio de laminadores, resultando em blocos, arames ou placas. No final do processo, são transformados em formas estruturais, como perfis “U”, “I” e “cantoneiras”, além de outros produtos siderúrgicos importantes, como vergalhões, trilhos, tubos, chapas e barra (CARVALHO *et al.*, 2004).

Em relação à utilização da sucata no processo produtivo, Cunha *et al.* (2006), indicam que:

[...] com a tendência das siderúrgicas buscarem o aumento de produtividade sem aumentar suas áreas de redução, as empresas têm aumentado a carga sólida nas aciarias. Muitas empresas estão optando por aciarias elétricas com eliminação de unidades de redução, por questões de custo e restrições ambientais, tornando imperativo desenvolver materiais que possam suprir estas aciarias. Na Europa e EUA, a tendência é de desativar as áreas de reduções por questões de custos e restrições ambientais, aumentando a compra de semi-acabados, placas, blocos, tarugos e pães de gusa dos países em desenvolvimento, ampliando a produção de suas aciarias elétricas a partir de sucata. Este quadro implicará na elevação do preço de sucata e produtos semi-acabados, portanto do o esforço no melhor aproveitamento de resíduos que possam vir a gerar sucata alternativa será de enorme valia na questão econômica (CUNHA *et al.* 2006, p. 2).

Segundo Reckziegel (2012), as usinas siderúrgicas mais comuns são aquelas que possuem todo o processo integrado e as semi-integradas.

Uma usina integrada é aquela cujo aço é obtido a partir de ferro primário, isto é, matéria prima de ferro, que é transformado em ferro na própria usina, nos altos fornos; o produto SOS altos fornos, chamado de ferro gusa, é transformado em aço através da operação de conversão. Usina semi-integrada é aquela cujo o aço é obtido a partir do ferro secundário, isto é, a matéria prima é a sucata de aço, não havendo necessidade da etapa de redução do minério de ferro (RECKZIEGEL, 2012, p. 4)

Diante disso, as atividades do setor siderúrgico se não for bem controlada, pode gerar grandes impactos ambientais. A produção do aço em grande volume é responsável pelo alto consumo de recursos naturais renováveis e não renováveis, como carvão, água, óleos, gases, energia e sucatas e é responsável pela geração de resíduos, como escórias, carepas e gás carbônico (RECKZIEGEL, 2012).

### **3. Metodologia**

A pesquisa caracteriza-se como descritiva de cunho qualitativo, uma vez que objetiva analisar as possíveis contribuições das práticas da logística reversa de resíduos para a geração de ganhos competitivos para a empresa Betha na percepção dos empregados envolvidos nos processos de gerenciamento da cadeia de resíduos siderúrgicos e logística reversa.

A investigação foi desenvolvida por meio de um estudo de caso, que segundo Gil (2002), consiste em um estudo profundo de um ou mais itens, permitindo o amplo conhecimento de maneira detalhada. A unidade de observação foi o fluxo da logística reversa interna de resíduos na empresa Betha, assim denominada para assegurar a confidencialidade da informação. As unidades da empresa escolhidas para a realização da pesquisa foram aquelas localizadas no estado de Minas Gerais, por apresentar maior concentração das atividades de gerenciamento e de operacionalização de resíduos, foco da pesquisa.

Na sequência, definiu-se como método de coleta de dados utilizado a entrevista com roteiro semi-estruturado. Os sujeitos de pesquisa pertencem às áreas responsáveis por realizar a gestão de resíduos metálicos e das sucatas, bem como e o reaproveitamento de recursos hídricos nas unidades da organização a serem estudadas. As áreas foram escolhidas por apresentarem condições técnicas e informações inerentes ao tema central da pesquisa.

Foram selecionados sete funcionários da organização que ocupam cargos de supervisão do pátio de metálicos, sendo responsáveis por gerir o processo de logística reversa de materiais metálicos e de sucata na unidade de Minas Gerais. Para a realização da entrevista semiestruturada, foi elaborado um roteiro constituído de 15 perguntas, que visaram obter informações delineadas nos objetivos geral e específicos desta pesquisa.

Após o levantamento dos dados coletados a partir das entrevistas semiestruturadas, realizou-se a análise de conteúdo, para a interpretação e análise do conteúdo coletado. Segundo Bardin (2006), a análise de conteúdo refere-se ao a um conjunto de instrumentos metodológicos que garante objetividade, sistematização e influência aos diversos discursos. Trata-se de um método apto a analisar pesquisas qualitativas, no intuito de assegurar maior compreensão do discurso.

A análise de conteúdo compõe-se de três fases a saber: a) Pré - análise, em que se organiza o material que será analisado, com o objetivo de operacionalizá-lo; b)

exploração do material que consiste na definição das categorias da identificação, das unidades de registro possibilitando, ou não, a riqueza das interpretações e inferências, sendo que a codificação, a classificação e a categorização dos dados são primordiais; e c) tratamento dos resultados, que compreende a inferência e a interpretação dos resultados (BARDIN, 2006).

As entrevistas que foram gravadas e, posteriormente, transcritas. As categorias apresentadas foram: Logística Reversa, Logística Reversa e Estratégia Competitiva e Resíduos nas Siderúrgicas.

#### 4. Análise e Discussão dos Resultados

Nesta seção, procede-se à descrição e discussão dos resultados da pesquisa, consistindo em caracterização do perfil sócio demográfico e ocupacional dos sujeitos pesquisados e a descrição e discussão qualitativa dos dados relativos a Logística Reversa, Logística Reversa e Estratégia Competitiva e Resíduos nas Siderúrgicas.

##### 4.1 Caracterização do perfil dos Entrevistados

No Quadro 1 a seguir, apresenta-se o perfil sócio demográfico e ocupacional dos supervisores do pátio de metálicos. Os entrevistados foram identificadas por meio de códigos que vão de E1 a E7.

| Sujeitos | Sexo | Cargo                                             | Departamento                             | Tempo de cargo na instituição |
|----------|------|---------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|
| E1       | M    | Supervisor de pátio                               | Materiais metálicos                      | 5 anos e 2 meses              |
| E2       | M    | Supervisor de corte e dobra                       | Corte e Dobra                            | 4 anos e 3 meses              |
| E3       | M    | Supervisor de planejamento e controle de produção | Corte e dobra de vergalhões              | 3 anos e 8 meses              |
| E4       | M    | Supervisor segurança do trabalho                  | Segurança do trabalho e sustentabilidade | 5 anos e 3 meses              |
| E5       | M    | Supervisor de Sustentabilidade                    | Sustentabilidade                         | 31 anos e 5 meses             |
| E6       | F    | Supervisor de comunicação e meio ambiente         | Comunicação                              | 7 anos e 4 meses              |
| E7       | M    | Supervisor administrativo                         | Unidade de recebimento de metálicos      | 2 anos                        |

**Quadro 1:** Perfil sócio demográfico e ocupacional

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

O Quadro 1 revela que todas os entrevistados possuem cargo de supervisor sendo a maioria do sexo masculino. No que se refere ao tempo serviço no cargo informado, todos os sujeitos possuem mais de dois anos. Percebe-se que todos os sujeitos são de departamentos ligados ao tema central da pesquisa.

##### 4.2 Logística Reversa

Considerando-se a evolução das práticas e da gestão da logística reversa, destacada por Pizzolato e Santos (2004), esta categoria, baseia-se na perspectiva assumida no final da década de 1990, voltada para os negócios cujo foco, além do retorno dos produtos à cadeia logística contempla a reciclagem, a reutilização de materiais, a disposição final de resíduos e o reaproveitamento, separação e remanufatura de materiais.

Inicialmente, buscou-se compreender como a logística contribui para a gestão de resíduos ao longo da cadeia produtiva, na visão dos entrevistados da empresa Betha. Sob essa perspectiva, os entrevistados ressaltaram a importância da logística na amplitude do processo e destacaram que o papel da logística nesta cadeia se inicia na coleta dos materiais, que futuramente serão tratados e/ou descartados de maneira correta, conforme relato abaixo:

Na verdade, a logística começa na parte de coleta. Quando a gente faz a coleta no fornecedor, a logística já influencia. Nesse processo, a gente já está tirando do meio ambiente materiais que levariam milhões e milhões de anos para decompor. Sem a logística, a gente não consegue fazer nenhum tipo de processo, porque a logística tem também a parte de armazenamento. Nosso espaço é muito pequeno. A logística começa na coleta. Se a gente não tiver um planejamento bem feito, quando chegar aqui a gente não tiver um espaço bem definido pra alocação do material, imagina a bagunça que vira. É presente na coleta, armazenamento e na descarga lá até na usina (E1).

No relato dos entrevistados abaixo fica nítido que a operação logística é fundamental para a fluidez e a eficácia do processo.

A logística é fundamental. A logística faz com que os produtos não sejam transportados de qualquer maneira. Usa o transporte adequado, realiza o descarte nos locais próprios (E2).

Ela é fundamental. Auxilia na destinação correta dos resíduos e, assim, a preservação ao meio ambiente. Faz a destinação certa para cada etapa do processo (E4).

Não adianta termos um processo fantástico se a logística não funciona. Sem dúvida, ela é fundamental. Sei disso porque já tive problemas por causa de uma logística não cumprida e mal planejada (E5).

No que diz respeito ao processo de logística reversa, baseando-se nos relatos dos entrevistados E1, E5 e E6, torna-se possível inferir que a empresa possui um processo sistematizado e formalizado de fluxo, conforme corrobora o relato do entrevistado E6.

Tem um processo formal que tem que ser respeitado. A gente segue ele para fazer da melhor forma. Gera o resíduo na área de Produção. A área de Sustentabilidade que faz a parte de controle ambiental e destinação os resíduos, faz o acompanhamento. Os resíduos da Produção vão para os pátios de armazenamento. Tem uma baia, sabe, para cada tipo de resíduo. Os resíduos das outras áreas, a gente conta com o trabalho da coleta seletiva (E6).

Nesse sentido, complementa E5 que o processo formal do fluxo de logística reversa dentro da empresa é baseado na natureza do resíduo (PIZZOLATO; SANTOS 2004); ou seja, resíduos de naturezas distintas possuem fluxos e processos distintos, conforme elucida o seguinte relato:

Nós temos procedimentos internos e procedimentos internos. O que eu quero dizer é que cada resíduo tem um procedimento interno diferente. Os resíduos perigosos, nós temos áreas de impermeabilização, diques de contenção e área coberta. O material de coleta seletiva, esse nós temos coletores adequados, campanhas de conscientização. O pessoal da limpeza faz esta destinação. Coloca cartazes nos pontos e passa um caminhão

recolhendo na usina e vai para Betim. O resíduo orgânico está indo para o aterro. A empresa é licenciada, chamada "Gramado". Nós temos uma caçamba alugada. Quando enche a caçamba, eles vêm, coleta e leva para o aterro. Cada resíduo tem o seu local específico. Não pode colocar resíduo espalhado pela empresa. Todo funcionário, terceiro e fixo, passa por uma integração de meio ambiente, patrimonial e coleta seletiva (E5).

Quanto aos modais utilizados no transporte de resíduos, todos os entrevistados afirmaram que são utilizados os modais rodoviário e ferroviário, sendo todo o serviço rodoviário realizado por empresas terceiras, conforme relato de E2 e E4.

Usamos aqui o modal rodoviário, sendo realizado pelas empresas terceiras que temos contratos e também é utilizado o modal ferroviário, que também é terceirizado, para retorno da sucata para as usinas localizadas no sul fluminense (E2). Todos os transportes são modal rodoviário e realizado por empresas terceiras, como é definido no ato do contrato. Tem também as outras transportadoras que fazem a parte da fábrica e do nosso pátio de metálicos. Tem também os trens, ou melhor, os vagões. Neles transportaram para outro estado os nossos resíduos (E4).

Em complemento, segundo E3, a escolha do modal de transporte é definida de acordo com a carga a ser transportada, conforme relato a seguir:

Nós utilizamos dois modais: o ferroviário e o rodoviário. A escolha de cada um é feita pelo tipo da carga. Por exemplo, as sobras de vergalhões processados vão 100% no ferroviário. As madeiras utilizadas no transporte de matéria-prima vão 100% rodoviário e a carepa, que é gerada no processo de corte e dobra, vão 100% no ferroviário (E3).

Torna-se importante ressaltar que, segundo E2, a utilização do modal de transporte ferroviário possibilitou uma economia média de 30% nos custos referentes a transporte da empresa, assim como apontado por Souza e Fonseca (2009) como um dos grandes âmbitos do processo logístico reverso.

Uma média de 30% de economia temos com a utilização do modal ferroviário, sem falar que o frete fica mais barato quando transportamos grandes quantidades (E2).

No que tange às principais dificuldades relacionadas ao processo de logística reversa na organização, na opinião de E1, E2, E5 e E6, elas estão relacionadas à indisponibilidade de equipamentos que atendam às necessidades de forma eficaz, bem como à ineficiência de processos administrativos.

As principais dificuldades que vejo são em relação à disponibilidade dos equipamentos para realizar a movimentação das sucatas nos processos de carregamentos e descargas. Isso acaba gerando um alto tempo de espera dos caminhoneiros. Eles reclamam pela demora. Estamos tentando minimizar estes transtornos. Existe também uma ineficiência no processo de geração das notas fiscais. É lento, precisa melhorar (E2).

As dificuldades maiores que eu tenho encontrado é no caso de equipamento, carga, descarga, tempo, tempo de espera de caminhoneiro, tempo de emissão de nota fiscal. Isso sempre foi os

maiores entraves. Às vezes, o caminhoneiro reclama: “Eu estou esperando duas horas. A pá mecânica não chegou!” (E5).

Segundo E3, as maiores dificuldades estão relacionadas ao espaço disponível para armazenamento.

Seguindo a sequência dos tipos de resíduos, as sobras de vergalhões processados, vejo maior dificuldade no espaço destinado à armazenagem, insuficiente e de difícil movimentação. Em relação às madeiras que usamos para transportar a prima, eu vejo como dificuldade a área destinada ao armazenamento distante da área de origem. E sobre a carepa, a maior dificuldade no processo é em relação à embalagem imprópria e à área de armazenagem, que não é bem definida. Estes pontos se melhorassem iria ajudar muito (E3).

Na opinião de E4 e E7, as principais dificuldades do processo estão relacionados à falta de conscientização dos funcionários no dia a dia, quanto a sua importância.

A maior dificuldade que percebo, em geral, é quanto à conscientização de todos: usar da forma certa, acompanhar a destinação, fazer o que precisa ser feito conforme as instruções da nossa empresa. Eu vejo que é difícil que todos cooperem na mesma intensidade (E4).

A conscientização das pessoas para fazer o descarte correto. Na coleta seletiva, quanto a papel e plástico, pois, ao misturar os resíduos, pode estar comprometendo toda a carga segregada para a cooperativa (E7).

#### 4.3 Logística Reversa e Estratégia Competitiva

Baseando-se no posicionamento de Leite (2006), a logística reversa é formada por objetivos estratégicos que podem ser resumidos como geradores de diferenciais de competitividade perante o mercado. Nesse sentido, os diferenciais competitivos oriundos do processo de logística reversa podem ser mensurados por aspectos econômicos, sociais, ambientais e mercadológicos.

Esta categoria buscou, inicialmente, compreender quais são os principais ganhos competitivos da organização oriundos da prática de logística reversa, na opinião dos entrevistados. Nesse sentido, ressalta-se como principal diferencial competitivo, na opinião da maioria dos entrevistados, fatores relacionados a aspectos mercadológicos.

De acordo com E7, apesar de se tratar de uma medida imposta pela legislação (KOPICKI *et al.*; 1993; FULLER; ALLEN; 1995), os principais ganhos da empresa Betha estão relacionados ao fortalecimento de sua imagem perante o mercado e a sociedade.

Atualmente, apesar de ser imposição normativa, as empresas que possuem uma preocupação ambiental criam uma vantagem em relação as demais: a imagem. Imagino que os clientes gostem e precisam ter fornecedores que sabem reutilizar o material. Muitas das vezes, são diferenciais para clientes potenciais. Para a comunidade, é muito bem visto e reconhecido, como é o caso da cooperativa que recebe os resíduos recicláveis; para a prefeitura da região, que reconhece este tipo de doação da empresa (E7).

Corroborando com o posicionamento de E7, fatores relacionados ao fortalecimento da marca aparecem ainda como principal diferencial competitivo da empresa nos relatos abaixo:

Contribui para a imagem de empresa consciente, evita multas e

autuações de órgãos públicos e melhora no clima organizacional (E3). A nossa marca fica fortalecida. A empresa Betha faz parte de um grupo que faz a diferença no mercado, preserva o meio ambiente. Na hora de uma venda faz a diferença ter os selos, ter as certificações (E6).

Baseando-se nesses relatos, a organização Betha utiliza-se da diferenciação da imagem corporativa como uma forma de adquirir vantagens competitivas. Ela utiliza-se da logística reversa como um processo que agrega valor à sua marca e a seu produto, conforme descrito por Chaves (2005).

Vale destacar, nesse sentido, que a utilização do processo de logística reversa na empresa Betha pode ser compreendida como um *drive* econômico (BRITO; 2004), um *drive* de marketing (FLEISCHMAN; 2001) e, ainda, como um *drive* legal (FLEISCHMAN; 2001), conforme identificado nos relatos de E3 e E2:

Em relação à imagem de empresa consciente, juntamente com demais ações estratégicas, contribui para a competitividade e o aumento no *marketshare*. Ajuda também inibir as multas e autuações dos órgãos públicos (E3). Visibilidade perante aos órgãos públicos. Nós também ganhamos respeito ao meio ambiente, valorização das pessoas e da empresa e vários ganhos financeiros (E2).

Destaca-se ainda a redução de custos no processo de produção (STOCK, 1998), oriunda da reutilização de recursos tratados, conforme E6.

Outro ganho é na produção. Ganhamos muito com nossos processos. A gente se alimenta com nossos próprios recursos. Ganhamos em todos os aspectos: financeiros, produtivos e na marca (E6).

Vale destacar que o entrevistado abaixo, vê o fator ambiental como o principal ganho oriundo das práticas de logística reversa adotadas pela empresa. Nesse sentido, segundo E1, é identificável a presença de ganhos financeiros, contudo, estes não superam os ganhos de caráter ambientais, conforme descrito a seguir:

Ambiental é o fator mais gritante que se destaca. Lógico que tem um lado financeiro também muito grande, mas acho que o lado ambiental grita mais. Dá um dinheirinho básico, dá um retorno. (E1)

De acordo com o relato de E5, todo o processo abarcado no tratamento de resíduos pela organização é pautado, principalmente, no comprometimento com a sociedade (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1999) e com os preceitos ecológicos (FULLER; ALLEN; 1995). Nesse sentido, destaca o E5 que a motivação econômica não se trata de uma causa, mas sim de uma consequência do processo, conforme descrito a seguir:

Nossa prática, primeiramente, é voltada para o meio ambiente, na prática correta para evitar todo o tipo de contaminação. Isso ganha visibilidade, porque todos os compradores estão exigindo licença ambiental da empresa. Quando você a tem, significa que você está expondo ao órgão ambiental de maneira adequada. Ou seja, gera lucro? Gera. Mas isso é a consequência do processo de preocupação com o meio ambiente (E5).

Nesse sentido, destaca-se o aumento de exigências por parte dos clientes da empresa Betha quanto à responsabilidade socioambiental, como descreve Dowlatshahi, (2000). Abaixo, o relato de E5:

Os clientes estão solicitando da empresa, pedem uma declaração ambiental do produto, para saber se você está produzindo de maneira sustentável. Tem empresas escolhendo outras que trata o meio ambiente com sustentabilidade. Hoje, você tem auditorias nas empresas para verificar seus controles ambientais. Por exemplo, hoje estamos recebendo auditoria da Renault, com quatro auditores, para ver se estamos fazendo os controles ambientais direitinho, dando destinação correta para o resíduo, para ver se a gente tem licença ambiental. Se estiver tudo direitinho, eles vão começar fornecer sucata gerada na Renault de São José dos Pinhais para ir para Barra Mansa. Já fizeram auditoria na URM e hoje estão na usina Barra Mansa (E5).

Assim, ressalta-se, na visão de Chaves (2015), a adequação às questões ambientais como uma forma de adquirir vantagens competitivas. Notavelmente, este processo é oriundo de uma reorientação da cadeia produtiva e do comportamento de consumo em prol de um crescimento sustentável.

#### **4.4 Resíduos nas Siderúrgicas**

A organização Betha, objeto de análise desta pesquisa, possui uma ampla cadeia produtiva, o que acarreta diversificada estrutura logística. Nesse sentido, o dimensionamento dessa cadeia acarreta a produção de uma grande quantidade de resíduos de naturezas distintas. Dentre estes, destacam-se os de origem metálica, produzidos em maior quantidade pela empresa, devido a sua atividade fim, conforme explicitado pelos relatos seguintes:

Aqui, sem dúvidas, os resíduos mais gerados são da natureza dos metais. Na minha área, a gente mexe com sucatas metálicas, que são enviadas para as usinas de Barra Mansa e Rezende (E1). Os tipos de resíduos tratados mais comuns são os resíduos metálicos. Tratamos também os recicláveis que chamo de papel, plástico e papelão. (E2). Nós tratamos muitos resíduos aqui na empresa. Na usina, os números são bem maiores, até porque nossa operação é bem maior. A quantidade de resíduo de origem metálica é impressionante (E7).

Nas operações da empresa Betha, diariamente, são produzidas, em média, 403,33 toneladas de resíduos de várias espécies, oriundos de seus processos produtivos, o que resulta em uma produção mensal de cerca de 12.100 toneladas de resíduos.

O processo de coleta de resíduos é realizado por vários canais diferentes, podendo ser realizado por coletores específicos, conforme descreve E2.

Existem coletores identificados por tipo de resíduos fixados em locais estratégicos dentro da unidade para receber todos os resíduos. Assim, já avançamos na triagem (E2).

Os resíduos podem ser originados também de fornecedores regionais (CUNHA *et al.*, 2006), conforme destaca E1.

A gente recebe a sucata através de fornecedores da região, e aqui a gente classifica por tipo de material. Aí, a gente separa a sucata por baia em tipo de material e carrega (E1).

Segundo E6, os resíduos metálicos vêm de unidades da empresa que possuem

URM, por vagões de trem ou caminhões. Para este tipo de resíduo, a segregação é realizada pela usina que está enviando o material, conforme relato a seguir:

Os resíduos metálicos, a gente tem porque vêm das unidades da empresa que têm as URMs. Vêm de trem ou caminhão. Lá, eles separam e nós enviamos as sucatas que eles geram e que eles compram também localmente (E6).

Identificou-se, ainda, que a empresa pesquisada possui vários processos distintos que são utilizados para a segregação desses resíduos. Cada um desses processos corresponde a um tipo específico de separação, conforme relato de E7:

Quando temos materiais que precisam ser separados, a gente faz essa separação, só que cada um tem um processo específico de ser feito. Por exemplo, existem caixas de separação de água e óleo na unidade. Uma determinada empresa realiza a sucção deste resíduo e trata o mesmo, para depois disso realizar o descarte correto (E7).

Após a segregação, estes resíduos são destinados às suas áreas de tratamento específicas, como afirma Silva (2007), perceptível que é identificado nos relatos de E2 e E7.

Os resíduos considerados recicláveis são doados para uma cooperativa da cidade de Betim. Temos duas empresas que trabalham na destinação da madeira e dos resíduos não recicláveis, sendo uma delas atuando no recolhimento e outra na destinação dos resíduos, como os vidros e carepas. O óleo contaminado é vendido para uma empresa que trabalha no reaproveitamento do mesmo. A sucata gerada no processo produtivo é enviada para as usinas, sendo utilizadas como matéria-prima no processo de fabricação do aço no Rio de Janeiro, que é nosso escoamento (E2). Toda a sucata recebida na unidade é enviada para as usinas. Aqui, a gente envia para o Rio de Janeiro, Barra Mansa, e são tratadas antes de inseri-las nos fornos superaquecidos para transformar em produto acabado. Juntamente com a sucata recebida, vem terra com pedaços pequenos de sucata (impureza), que são enviados para uma empresa que faz a separação e retorna para a unidade somente a sucata limpa. A terra é descartada de forma correta por uma empresa terceira. No meio da sucata, vêm pneus, que são destinados a cooperativas que fazem a reutilização deles. O lixo, plásticos e papéis vêm da coleta seletiva da unidade e são enviados a uma cooperativa para reaproveitamento (E7).

A próxima etapa do processo refere-se ao tratamento desses resíduos. Para tanto, destaca-se que cada natureza de resíduo possui uma forma específica de ser tratada (SILVA, 2007). Nesse sentido, baseando-se no relato de E6, destaca-se a presença, nas filiais da empresa, de unidades destinadas especificamente ao tratamento de resíduos de natureza metálica, conforme descrito por Milanez e Porto (2009).

Nós tratamos muitos resíduos aqui na empresa. Na usina, os números são bem maiores, até porque nossa operação é bem maior. Do processo produtivo, nós reaproveitamos muitas coisas. Para começar, nas filiais temos as URMs, que são as unidades de resíduos metálicos, onde a gente coleta a sucata e a carepa do aço em maior representatividade (E6).

Destaca-se, ainda, a escória, resíduo produzido em maior quantidade pela

empresa. Segundo relatos de E5, parte dessa produção é reaproveitada no processo produtivo (CHAVES, 2015; SOUZA; FONSECA, 2009), parte é doada para instituições públicas e outra parte é comercializada com terceiros, o que na literatura é descrito por Shibao *et al.* (2010).

Nós tratamos da forma da destinação correta. Por exemplo, a escória, a gente passa na planta, faz a britagem da escória e nessa britagem a gente recupera alguns metálicos que a gente volta ao processo, tipo assim uns 10%. A outra parte é granulada em escória 2, escória 1 e pó de escória. Esta escória, a gente doa para as prefeituras e vende para algumas empresas licenciadas (E5).

Vale destacar que, assim como descrito por Shibao *et al.* (2010), dentre os benefícios potenciais da logística reversa destaca-se sua eficiência econômica. Tal eficiência pode ser percebida quando levado em consideração o fato de a empresa Betha comercializar e, até mesmo, exportar seus refugos do processo produtivo.

De acordo com dados disponibilizados pela empresa, juntas, a carepa e a lama correspondem a cerca de 16% de todo refugo do processo produtivo, que, por sua vez, é comercializado, por exemplo, com a indústria cimenteira, que as utiliza como matéria-prima para a produção de cimento, conforme descreve E5.

A carepa de aço, nós estamos exportando para a China, para fazer blendagem do minério, para produzir aço novamente. E parte da carepa também é destinada para cimenteira do grupo da empresa Betha, para a fabricação de cimento. Você vê que está bem interligado. A lama da ETEL, a gente também manda para a cimenteira e a parte fina a gente tem mandado para aterro licenciado, que é uma pequena quantidade (E5).

Por fim, parte dos resíduos é submetida a novos processos químicos, servindo de matéria-prima em novos processos de produção, conforme afirmam E1 e E5:

As sucatas metálicas, a gente envia para as usinas, para fazer a função e devolver para gente como forma de produto acabado. Depois, isso retorna pra cá como material acabado (E1).  
O pó de aciaria elétrica, que também é um resíduo perigoso do processo nós estamos mandado para Betha Metais, em Juiz de Fora, que tem um forno que recupera o zinco. Cerca de 20 a 22% de zinco eles fazem taruguinhos de zinco, zinco metálico. Recuperam o zinco do pó de aciaria. São os resíduos do processo (E5).

Assim como relatam Milanez e Porto (2009), o ponto final dessa cadeia de logística reversa se torna o início de uma nova cadeia produtiva, concretizando, assim, o caráter cíclico do processo.

## 5. Considerações Finais

O estudo atingiu seu objetivo ao analisar as possíveis contribuições das práticas da logística reversa de resíduos para a geração de ganhos competitivos para a empresa Betha, na percepção dos empregados envolvidos nos processos de gerenciamento da cadeia de resíduos siderúrgicos e na logística reversa. Optou-se, nesse sentido, pela realização de uma pesquisa de abordagem qualitativa.

Como fundamento teórico, este estudo embasou-se na literatura sobre logística, logística reversa, logística reversa como estratégia competitiva e tratamento de resíduos nas siderurgias. Nesse sentido, buscou-se estabelecer uma relação entre o embasamento teórico e os dados coletados na empresa Betha, explorando a

interlocução dos relatos dos entrevistados com a teoria.

Como principais resultados dessa pesquisa, identificou-se, inicialmente, a valorização por parte da empresa dos processos envolvidos na logística reversa, sendo ela, na visão dos entrevistados, importante para a fluidez do processo, bem como sua eficácia. Destaca-se que a empresa Betha possui um fluxo sistematizado e formal para a logística reversa, sendo ele delineado, principalmente, pela natureza do resíduo a ser processado, corroborando, assim, as afirmações de Pizzolato e Santos (2004).

A organização pesquisada utiliza dois modais de transporte sendo: o rodoviário e o ferroviário. A utilização de cada modal é definida pela natureza do resíduo e pela região geográfica a ser transportada. Nesse sentido, destaca-se que a utilização do modal ferroviário resultou em uma redução média de 30% nos custos de transporte.

Como principais entraves do processo logístico reverso identifica-se questões relacionadas à ineficiência dos processos administrativos e à indisponibilidade de equipamentos que atendam de forma eficaz à demanda de algumas fases do processo. Foram ainda pontuados neste quesito a falta de conscientização dos funcionários quanto à necessidade do processo, o espaço insuficiente para armazenamento e a disponibilidade de equipamentos em alguns momentos.

Em uma segunda dimensão de análise, destaca-se o papel da logística reversa como uma possibilidade de atender às novas demandas ambientais, bem como de adquirir vantagens competitivas. Nesse contexto, ao que se refere às vantagens competitivas, identificou-se que as principais estão relacionadas ao fator mercadológico, apontado pela maioria dos entrevistados diferenciais relacionados à questão da marca, fortalecimento e visibilidade.

Observa-se que a utilização do processo de logística reversa na empresa Betha pode ser compreendida com base em posicionamentos distintos: *drive* econômico (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE; 1999; LEITE; 2003; DE BRITO; 2004), um *drive* de marketing (FLEISCHMAN; 2001) *drive* legal (DOWLATSHAH; 2000; FLEISCHMAN; 2001).

No que tange a intercessão da empresa Betha com o meio ambiente, identificou-se que a maior contribuição, na opinião dos entrevistados, está diretamente relacionada ao processo correto de descarte dos resíduos gerados pelas operações da empresa. Nesse sentido, destaca-se que a organização possui processos de descarte e reutilização distintos sendo estes definidos conforme a natureza residual. Identificou-se, ainda, que a empresa possui parcerias com cooperativas, as quais realizam o recolhimento e a reutilização de resíduos oriundos da coleta seletiva, configurando uma vantagem competitiva no âmbito social.

Para o caso específico da empresa Betha, identificou-se nos relatos dos entrevistados que, dentre os benefícios potenciais da logística reversa, enfatiza-se com mais veemência sua eficiência econômica, mercadológica e ambiental, o que é descrito por Shibao *et al.* (2010) e Fleischman (2001) como *drivers* importantes.

Do ponto de vista acadêmico, esta pesquisa forneceu um relato detalhado que envolve do processo de logística reversa no ambiente siderúrgico quanto a suas contribuições sociais, ambientais, econômicas e mercadológicas. Isso pode ser visto compreendido como uma contribuição teórica para o desenvolvimento de futuros estudos inerente à área. Socialmente, a pesquisa contribuiu para o processo de conscientização dos indivíduos quanto à necessidade da adoção de práticas social e ecologicamente corretas no cotidiano.

Como principais limitações de estudo, destaca-se o público entrevistado, que por estarem vinculados ao processo produtivo de gerenciamento de resíduos, de logística reversa interna possuem uma visão vinculada as questões inerentes a suas áreas de atuação. Nesse sentido, torna-se possível destacar que se as entrevistas fossem direcionadas a outro público da empresa Betha, como exemplo se o entrevistado fosse um gerente da área financeira, entende-se que as percepções seriam voltadas para ganhos na área financeira, ou seja, o *drive* financeiro teria maior destaque no que se refere a ganhos competitivos dentro da empresa Betha, a logística reversa poderia ser

vista como uma ferramenta de ganhos competitivos por meio dos lucros que a gestão de resíduos na cadeia produtiva poderia oferecer. Ficando em segundo plano as questões ambientais e sociais. Para estudos futuros, sugere-se o desenvolvimento de pesquisas quantitativas que abordem o fluxo completo do processo de logística reversa. Outra sugestão refere-se a aplicação da metodologia utilizada por este estudo em ambiências diferentes, possibilitando a confrontação dos resultados, a fim de fornecer maior embasamento teórico ao tema abordado.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-10004**: resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 1987. 48 p.
- BARBOSA, Tailine Silva Pinheiro. A LOGÍSTICA REVERSA COMO INSTRUMENTO DE VANTAGEM COMPETITIVA. **Revista Terceiro Setor & Gestão-UNG-Ser**, v. 11, n. 1, p. 05-23, 2018.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2006. 223p.
- BOWERSOX, Donald J. ; CLOSS, David J. **Logística empresarial**: O processo de integração da cadeia de suprimento. São Paulo: Atlas, 2007. 594p.
- BRASIL. Ministerio do Meio Ambiente do Brasil. Disponível em:
- BRITO, Marisa P.. *Managing Reverse Logistics or Reversing Logistics Management*.
- CARVALHO, Carlos R. V.; et al. Otimização da logística de abastecimento em uma indústria siderúrgica- um estudo de caso. In: XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção- ENEGEP, 2004, Florianópolis/SC. **Anais...** Florianópolis, ENEGEP, 2004.
- CARVALHO, Rita. **Responsabilidade social empresarial e gestão ambiental**: O caso da CSN. 2008. 142 f. Dissertação (Mestrado em Administração) Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro, 2008.
- CHAVES, Gisele L. D. **Diagnóstico da logística reversa na cadeia de suprimentos de alimentos processados no oeste paranaense**. 2005. 124f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio) Departamento de Economia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Campus de Toledo. Toledo, 2015.
- CUNHA, Adriano F.; et al. Aspectos técnicos da utilização da carepa gerada em processos siderúrgicos e tratada por desagregação ultra-sônica. **Revista Tecnologia em Metalurgia e Materiais**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 1-5, out./ dez. 2006.
- DONAIRE, Denis. **Gestão ambiental na empresa**. São Paulo: Atlas, 2009. 169 p.
- DONATO, Vitório. **Logística verde**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008. 275 p.
- DOWLATSHAHI, Shad, Developing a theory of reverse logistics. **Interfaces**. v. 30, n. 3, p. 143-155, May / June 2000.
- DYCKHOFF, Harald, LACKES, Richard, REESE, Joachim(editors). *Supply Chain Management and Reverse Logistics*. Berlin, Springer, 2004.
- FLEISCHMANN, M.; et al. The impact of product recovery on logistics network design. *Production and Operations Management*, **Summer**, v. 10, n. 2, p. 156-173, 2001. Florianópolis, 2004.
- FULLER, Donald A., ALLEN, Jeff. **Reverse Channel Systems**. In Polonsky, Michael J., Mintu- Wimsatt, Alma T. (ed) *Environmental marketing: strategies, practice, theory and research*. London: The Haworth Press, 1995.
- GIL, Antônio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002, 176 p.
- <http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos> Acesso em: 16 mai 2019
- KOPICKY, R. J.; et al. **Reuse and Recycling**: Reverse Logistics Opportunities, Council of Logistics Management, 2803, Butterfield Road Oak Brook, IL 60521, 1993.
- LEITE, P. R. **Logística Reversa**: meio ambiente e competitividade. São Paulo. Pearson Education, 2006. 257 p.
- MILANEZ, Bruno; PORTO, Marcelo F. S. Gestão ambiental e siderurgia: Limites e desafios no contexto da globalização. **Revista de Gestão Social e Ambiental – RGSA**.

Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p.4-21, jan/abr. 2009.

PIRES, Jorge M. A.; ARAÚJO, Elvira A. S.; GOMES, José Luís S. A contribuição científica sobre o desenvolvimento sustentável no ENEGEP:Um estudo bibliométrico.

**Revista Científica On-line**, São Paulo, v.3, n.1, p.20-39, maio. 2014.

PIZZOLATO, Nélio D.; SANTOS, Vitor P. Logística Reversa do Produtos de Pós-Venda no Segmento de Lojas de Departamento. *In: XVIII CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES*, 2004, Florianópolis/SC. **Anais...**

RAZZOLINI FILHO, Edelvino. **Logística: Evolução na administração**. Curitiba: Juruá, 2006. 250p.

RECKEZIEGEL, Viviana N. **Caracterização para o aproveitamento de resíduo de um triturador de sucata em uma usina siderúrgica**. 98 f. Dissertação (Mestrado Engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul. 2012.

RODRIGUES, Déborah F.; *et al.* Logística reversa- conceitos e componentes do sistema. *In: XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção- ENEGEP*, 2012, Curitiba/SC. **Anais...** Curitiba, ENEGEP, 2012.

ROGERS, Dale S.; TIBBEN. LEMBKE, Ronald S. **Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices**. Reno, University of Nevada: 1999.

SANTOS, Jaqueline G. A logística reversa como ferramenta para a sustentabilidade: um estudo sobre a importância das cooperativas de reciclagem na gestão dos resíduos sólidos urbanos. **Revista REUNA**. Recife, v. 17, n. 2, p. 81-96, abr/jun, 2012.

SHIBAO, Fábio Y. ; MOORI, Roberto G.; SANTOS, Mario R. A logística reversa e a sustentabilidade empresarial. *In: XIII Seminários em Administração- SemeAd*, 2010, São Paulo/SP. **Anais...** São Paulo, SemeAd, 2010.

SILVA, Carlos S. W. **Avaliação ambiental decorrente do uso agrícola de resíduos do sistema de limpeza de gases de uma indústria siderúrgica a carvão vegetal**. 98 f. Trabalho de Conclusão de curso (Especialização). Universidade Viçosa, Minas Gerais. 2007.

SLOMSKI *et al.* A Sustentabilidade nas organizações: a internalização dos gastos com o descarte do produto e/ou embalagem aos custos de produção. **Revista de Administração**, São Paulo, v.47, n.2, p.275-289, abr./maio/jun. 2012.

SOUZA, Sueli F.; FONSECA, Sérgio U. L. Logística Reversa: Oportunidades para redução de custos em decorrência da evolução do fator ecológico. **Revista Terceiro Setor**, São Paulo, v.3, n.1, p.20-39, abr./maio/jun. 2009.

STOCK, James R. **Reverse Logistics Programs**. Illinois: Council of Logistics Management, 1998.247 p

## ENTENDENDO AS BARREIRAS À CONSTRUÇÃO DE REDES DE SUPRIMENTOS RESILIENTES <sup>5</sup>

Laysse Fernanda Macêdo dos Santos- Universidade Federal de Minas Gerais- [layssefernanda@hotmail.com](mailto:layssefernanda@hotmail.com)

### Resumo

A Globalização, *outsourcing* e mudanças tecnológicas são alguns fatores que podem culminar em rupturas ao longo das redes de suprimentos. Essas interrupções impactam as redes de suprimentos e exigem que as empresas desenvolvam modelos de negócios que sejam resilientes. Apesar da relevância de desenvolver redes de suprimentos, muitas empresas ainda falham ou são muito lentas em desenvolver a resiliência. Se presume que tal fato está relacionado à presença de barreiras internas e externas às organizações. Entender essas barreiras à construção de redes é indispensável para explorar todos os benefícios. No entanto, a literatura ainda carece de estudos sobre barreiras à construção de resiliência no âmbito das redes de suprimentos. Tendo em vista essa lacuna, o presente artigo visa propor um modelo teórico com os principais fatores existentes na literatura que podem ser barreiras que dificultam a construção da resiliência nas redes de suprimentos. Para alcançar o objetivo proposto foi realizado um levantamento bibliográfico através de consulta as bases de periódicos *Web of Science* e *Scopus*. As publicações identificadas nas bases de periódicos consultadas foram analisadas mediante a técnica de análise de conteúdo. Os resultados indicam sete fatores frequentemente encontrados na literatura que podem ser barreiras à construção de redes de suprimentos resilientes: falta de colaboração, falta de confiança, falta de compartilhamento de informações, falta de flexibilidade, falta de visibilidade, falta de agilidade e falta de integração.

**Palavras-chave:** Redes de suprimentos; Barreiras; Resiliência.

### *Understanding Barriers to Building Resilient Supply Networks*

### Abstract

*Globalization, outsourcing and technological changes are some factors that can culminate in disruptions along supply networks. These disruptions impact supply chains and require companies to develop business models that are resilient. Despite the relevance of developing supply chains, many companies still fail or are very slow to develop resilience. It is assumed that this fact is related to the presence of internal and external barriers to organizations. Understanding these barriers to building networks is indispensable to exploit all the benefits. However, the literature still lacks studies on barriers to building resilience within the scope of supply networks. In view of this gap, the present article aims to propose a theoretical model with the main factors in the literature that can be barriers that hinder the construction of resilience in supply networks. To achieve the proposed objective, a bibliographic survey was carried out by consulting the databases of Web of Science and Scopus journals. The publications identified in the databases of consulted journals were analyzed using the content analysis technique. The results indicate seven factors frequently found in the literature that can be barriers to building resilient supply networks: lack of collaboration, lack of trust, lack of information sharing, lack of flexibility, lack of visibility, lack of agility and lack of integration.*

**Keywords:** Supply networks; Barriers; Resilience

---

<sup>5</sup> Submetido em: 06/05/2020

Aprovado em: 12/06/2020

## 1. Introdução

Globalização, *outsourcing*, mudanças tecnológicas e o crescente foco na eficiência em um ambiente de negócios turbulento, são alguns dos fatores que expõem as organizações a uma variedade de riscos que podem culminar em rupturas ao longo das redes de suprimentos, (Ali, Nagalingam, Gurd, 2017). Essas interrupções impactam as redes de suprimentos e exigem que as empresas desenvolvam modelos de negócios que sejam resilientes para lidar com interrupções gerenciais e ambientais, (Carmeli, Dothan, Boojihawon, 2019).

Muitas empresas sofreram impactos de eventos perturbadores e foram forçadas a fechar ou reconstruir seus negócios, (Chen, Hsieh, Wee, 2016). Por exemplo, em 2011 a Intel Company alegou perdas de 1 bilhão de Dólares em suas vendas devido a inundações na Tailândia de acordo com Ivanov, Sokolov; Dolgui, 2014. Na China em 2015, uma explosão portuária atingiu gravemente o setor automotivo, impactando a maioria das empresas com escritórios em Tianjin (Shashi *et al*; 2019). De acordo com Pournader *et al*; (2016), 75% das empresas pertencentes a 71 países diferentes experimentaram pelo menos uma interrupção em suas atividades, sendo que dessas 21% relataram que sofreram prejuízos superiores a 1 milhão de Euros.

Esses exemplos mostram como interrupções podem afetar negativamente o desempenho das redes de suprimentos (Carvalho *et al*; 2012). Nesse contexto, a resiliência nas redes de suprimentos ganhou destaque entre acadêmicos e profissionais (Carmeli, Dothan, Boojihawon, 2019). Para Ali, Gölgeci (2019), a pesquisas sobre resiliência na rede de suprimentos tiveram um notável crescimento nos últimos anos e a temática da resiliência representa uma área de pesquisa em evidência no âmbito do gerenciamento das redes de suprimentos pelo o ponto de vista de Ponomarov, Holcomb (2009).

Apesar da relevância de desenvolver redes de suprimentos resilientes, muitas empresas ainda falham ou são muito lentas em desenvolver a resiliência. Pode-se presumir que tal fato está relacionado à presença de barreiras internas e externas às organizações para Fawcett; Magnan; Mccarter (2008). Já Dora; Kumar; Gellynck (2016), compreender essas barreiras à construção de redes de suprimentos é indispensável para explorar todos os benefícios de ser resiliente.

No entanto, a literatura ainda carece de estudos sobre barreiras para construção de resiliência no âmbito das redes de suprimentos. O estudo de Pereira, Christopher e Silva (2014) é pioneiro na descrição de barreiras que impactam na construção de redes de suprimentos resilientes. No entanto, o estudo limita-se a um contexto específico: as atividades de compras (Ali, Gurd, 2017). Sendo assim, faltam estudos sobre possíveis barreiras na construção resiliência em um contexto ampliado nas redes de suprimentos.

Tendo em vista essa lacuna, o presente ensaio visa propor um modelo teórico com os principais fatores existentes na literatura que podem ser barreiras que dificultam a construção da resiliência nas redes de suprimentos. Para alcançar o objetivo proposto foi realizado um levantamento bibliográfico através de consulta às bases de periódicos *Web of Science* e *Scopus*. Após a identificação dos estudos foi realizada a leitura e análise de conteúdo das publicações.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1 Resiliência em redes de suprimentos

A globalização, ciclos de vida dos produtos mais curtos, acidentes de trabalho, desastres naturais, crises político-financeiro e falhas nos fornecedores são alguns fatores que tornam as redes de suprimentos mais vulneráveis a possíveis adversidades e interrupções para Hohenstein *et al*; (2015). Dados esses diagnósticos ambientais contemporâneos, a capacidade das redes de suprimentos de fornecer uma resposta

eficaz a possíveis interrupções e recuperar seu estado original ou mesmo melhor após os eventos perturbadores é chamada de resiliência (Ponomarov; Holcomb, 2009).

Uma das definições seminais de resiliência nas redes de suprimentos é a de Christopher e Peck (2004), na qual resiliência é a capacidade de um sistema retornar ao seu estado original ou se mover para um novo estado mais desejável após ser perturbado. Além dessa definição clássica de Christopher e Peck (2004), vários pesquisadores conceituaram resiliência nas redes de suprimentos, conforme quadro 1:

| Definição                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Autoria                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Resiliência é a capacidade de um sistema retornar ao seu estado original (ou desejado) após ser perturbado.                                                                                                                                                                                                                                                      | Christopher e Rutherford (2004)     |
| Resiliência é a capacidade da rede de suprimentos de suportar e se recuperar de um incidente.                                                                                                                                                                                                                                                                    | Closs e McGarrell (2004)            |
| Resiliência é capacidade adaptativa da rede de suprimentos em se preparar para eventos inesperados, responder e se recuperar mantendo a continuidade das operações no nível desejado de conexão e controle sobre estrutura e função.                                                                                                                             | Ponomarov e Holcomb (2009)          |
| Resiliência é uma resposta a distúrbios inesperados e a capacidade de adaptar e responder a essas mudanças.                                                                                                                                                                                                                                                      | Erol, Sauser e Mansouri (2010)      |
| Resiliência é definida como a capacidade rápida de recuperação do equilíbrio após um distúrbio na rede de suprimentos.                                                                                                                                                                                                                                           | Shuai, Wang e Zhao (2011)           |
| Resiliência é a capacidade da rede de suprimentos de retornar ao <i>status</i> original ou ideal após uma interrupção e inclui as habilidades de adaptabilidade ao meio ambiente e a recuperação da perturbação.                                                                                                                                                 | Xiao, Yu e Gong (2012)              |
| Resiliência é a capacidade de um sistema retornar ao seu estado original, dentro de um período de tempo aceitável depois de ser perturbado.                                                                                                                                                                                                                      | Brandon-Jones <i>et al</i> ; (2014) |
| Resiliência é capacidade de uma rede de suprimentos para reduzir a probabilidade de enfrentar perturbações repentinas, resistir à propagação de distúrbios ao manter o controle sobre estruturas e funções, responder e recuperar-se por planos reativos imediatos e efetivos para transcender os distúrbios e restaurar-se para um estado robusto de operações. | Kamalahmadi e Parast (2015)         |
| A resiliência é uma capacidade proativa – reconhecer, antecipar e defender-se de distúrbios antes que ocorram – e uma capacidade reativa – desenvolver ações depois de experimentar uma crise.                                                                                                                                                                   | Chowdhury e Quaddus (2017)          |

**Quadro 1:** Definições de resiliência nas redes de suprimentos

**Fonte:** Elaborado pela autora (2020).

Além da definição seminal de resiliência nas redes de suprimentos, Christopher e Peck (2004) também definiram quatro princípios para a resiliência das redes de suprimentos: reengenharia da rede de suprimentos, colaboração, agilidade e cultura orientada para a gestão de riscos na rede de suprimentos.

1. Reengenharia da rede de suprimentos: as redes de suprimentos são projetadas essencialmente para otimizar custos e satisfazer os clientes, em vista os eventos

de ruptura aos quais as redes de suprimentos estão sujeitas, torna-se necessário incorporar a construção da resiliência no *design* das redes (Kamalahmadi, Parast, 2015). Nesse sentido, é preciso compreender a estrutura da rede de suprimentos, desenvolver estratégias de fornecimento e adotar princípios de *design* para a resiliência da rede de suprimentos considerando o *trade-off* entre redundância e eficiência (Christopher, Peck, 2004).

2. Colaboração: a colaboração leva a uma melhor gestão do risco nas redes de suprimentos e é base para o desenvolvimento de redes resilientes (Christopher; Peck, 2004). A colaboração pode ser definida como um processo em que as organizações compartilham responsabilidade e recursos, estabelecem metas comuns e trabalham conjuntamente para criar valor para a rede de suprimentos (Michalski; Montes-Botella; Narasimhan, 2018). Relações colaborativas ajudam os membros da rede de suprimentos a terem acesso a recursos complementares, a compartilhar riscos, a reduzir o oportunismo, a melhorar a performance financeira e a obter vantagem competitiva (LI *et al*; 2015).
3. Agilidade: a agilidade é definida como a capacidade de uma rede de suprimentos responder rapidamente às mudanças adaptando sua configuração inicial (Wieland; Wallenburg, 2013). Dois elementos são essenciais para a agilidade nas redes de suprimentos: visibilidade e velocidade. A visibilidade é a capacidade de desenvolver uma visão holística dos processos intraorganizacionais e também uma visão interorganizacional do fluxo à montante e à jusante da rede de suprimentos (Christopher, Peck, 2004). A velocidade é rapidez na resposta depois de uma perturbação na rede de suprimentos, assim, quanto maior a velocidade menor é o tempo necessário para a rede de suprimentos voltar ao seu estado original ou se mover para um estado melhor e mais desejável (Ali, Gölgeci, 2019)
4. Cultura orientada para a gestão de riscos na rede de suprimentos: é preciso adotar uma cultura orientada para a gestão de riscos a fim de criar uma rede de suprimentos resiliente. Kamalahmadi e Parast (2015), salientam que a liderança e a inovação são dois aspectos essenciais para desenvolver uma cultura organizacional focada na resiliência. Para Soni, Jain e Kumar (2014), a cultura de gerenciamento de risco juntamente com agilidade, colaboração e visibilidade são os principais antecedentes da resiliência nas redes de suprimentos.

Além dos princípios para a resiliência das redes de suprimentos, é importante resgatar as estratégias para desenvolver redes de suprimentos resilientes. Nesse sentido, Chopra e Sodhi (2004) destacam: (1) adição de capacidade, (2) aumento dos estoques, (3) múltiplos fornecedores, (4) maior capacidade de resposta, (5) flexibilidade, (6) agregar demanda e (7) múltiplos clientes. Para Tomlin (2006) existem duas estratégias para tornar as redes de suprimentos resilientes: (1) mitigação operacional, que consiste em mais fontes de fornecimento e formação de estoques antes do evento de ruptura e (2) contingência operacional, pautada na flexibilidade após a interrupção. Ainda com Chopra e Sodhi (2014) sugerem três soluções para construir a resiliência nas redes de suprimentos: (1) segmentar as redes de suprimentos, (2) evitar a centralização de recursos e (3) maximizar os investimentos em proteção.

Apesar da existência de uma extensa literatura que versa sobre conceitos, princípios e estratégias para a construção de redes de suprimentos resilientes, na prática muitas organizações ainda falham ou são muito lentas em desenvolver a resiliência. Sendo assim, presume-se que existam barreiras internas e externas às organizações que dificultam o desenvolvimento de redes de suprimentos resilientes (Fawcett; Magnan; Mccarter, 2008).

### 3. Metodologia

Com o objetivo deste estudo consiste em propor um modelo teórico com os principais fatores existentes na literatura que podem ser barreiras que dificultam a construção da resiliência nas redes de suprimentos, foi realizado um estudo bibliométrico a partir do levantamento de palavras-chave nas bases Web of Science e Scopus. O estudo permitiu coletar, conhecer, compreender, analisar, sintetizar e avaliar um conjunto de artigos científicos com o propósito de criar um embasamento teórico-científico sobre um determinado tópico ou assunto pesquisado (Conforto; Amaral; Silva, 2011).

As pesquisas nas bases de periódicos foram feitas a partir da combinação das palavras-chave “*supply chain*” and “*resilien*” e da utilização de três filtros: (1) busca pelos títulos, resumos e palavras-chave existentes nos artigos publicados e disponíveis nas bases; (2) artigos pertencentes às categorias de *Operations Research Management Science* e *Management* e (3) limite temporal compreendido entre os anos de 2009 e 2020. Foram identificados 387 estudos na base Web of Science e 422 estudos na base Scopus, removendo as entradas duplicadas, foram analisadas 215 publicações.

Após a identificação dos estudos foi realizada a leitura e análise de conteúdo das publicações. Os dados coletados foram analisados mediante a análise de conteúdo que é uma técnica de investigação que utiliza uma descrição objetiva e sistemática do conteúdo presente nas comunicações, a fim de interpretá-las (Bardin, 2011). E os resultados serão apresentados na seção a seguir.

### 4. Resultados e Discussão

Os principais fatores encontrados na literatura que podem ser barreiras à construção de redes de suprimentos resilientes são:

#### 4.1 Falta de colaboração

A colaboração pode ser definida como um processo em que as organizações compartilham responsabilidade e recursos, estabelecem metas comuns e trabalham conjuntamente para criar valor na rede de suprimentos (Michalski; Montes-Botella; Narasimhan, 2018). A colaboração na rede de suprimentos consiste em duas ou mais empresas adotando uma perspectiva de longo prazo e trabalhando juntas para criar um valor único que nenhum dos parceiros poderia alcançar sozinho (Nyaga; Whipple; Lynch, 2010). Relações colaborativas ajudam os membros da rede de suprimentos a terem acesso a recursos complementares, a compartilhar riscos, a reduzir o oportunismo, a melhorar a performance financeira e a obter vantagem competitiva (Li *et al*; 2015).

A colaboração na rede de suprimentos permite a ligação entre os parceiros, facilita o planejamento e incentiva o intercâmbio de informações em tempo real, fatores necessários para a rápida recuperação e minimização de impactos negativos por ocasião de eventos de ruptura na rede de suprimentos (Altay *et al*; 2018). A colaboração entre os parceiros da rede de suprimentos traz vários benefícios como maior visibilidade e flexibilidade antecedentes da resiliência nas redes de suprimentos e é um elemento formativo essencial que aprimora a capacidade de resposta e minimiza as consequências de uma interrupção na rede de suprimentos, e, assim, melhora a resiliência (Cao; Vonderembse; Zhang, 2011).

Corroborando com essa perspectiva o estudo de Scholten e Schilder (2015), indicou relações positivas entre colaboração e resiliência na rede de suprimentos. Nesse sentido, quanto mais as empresas se envolvem em atividades colaborativas, mais altos são os níveis de visibilidade, velocidade e flexibilidade que levam a uma cadeia de suprimentos mais resiliente (Scholten, Schilder, 2015). Esses achados também vão ao encontro dos estudos de Faisal, Banwet e Shankar (2006) e de Wieland e Wallenburg

(2013) que encontraram que relações de colaboração ajudam a rede de suprimentos a responder em tempo real a interrupções, permitindo flexibilidade, agilidade, visibilidade e velocidade, antecedentes da resiliência nas redes de suprimentos. Em vista a importância da colaboração para desenvolver redes de suprimentos resilientes, se propõe a seguinte hipótese:

H1: A falta de colaboração é uma barreira para a construção de redes de suprimentos resilientes.

#### **4.2 Falta de confiança**

A confiança é a expectativa que os parceiros não agirão de maneira oportunista, mesmo que existam incentivos de curto prazo (Chiles; McMackin, 1996). Segundo Fawcett *et al.*; (2012), a confiança ocorre quando os relacionamentos interorganizacionais vão além das obrigações contratuais e passam a incluir o compartilhamento de conhecimento, o aprimoramento de habilidades dos parceiros da rede de suprimentos e a formulação de estratégias conjuntas.

A confiança promove o planejamento colaborativo na rede de suprimentos, o que resulta em informações sobre a previsão de demanda, redução de incertezas e gerenciamento de interesses conflitantes (Chowdhury, 2012). Relações interorganizacionais pautadas na confiança geram honestidade no compartilhamento de informações, reduzem o comportamento oportunista, minimizam a exposição ao risco e promovem a inovação entre os parceiros da rede de suprimentos (Chen, Daugherty, Landry, 2009).

A confiança é um componente crítico da gestão de riscos nas redes de suprimentos (Bianchi; Saleh, 2010). É considerada um comportamento preditor do compartilhamento de riscos entre os membros de uma rede de suprimentos (Juttner, 2005). Corroborando com essa perspectiva, Li *et al.*; (2015) destacam que a confiança oferece suporte para que os membros das redes de suprimentos adotem mecanismos mais efetivos de compartilhamento de risco, o que auxilia a desenvolver redes de suprimentos mais resilientes.

Ponomarov e Holcomb (2009) estudaram os comportamentos de confiança mútua na relação comprador-fornecedor e identificou que um maior grau de confiança proporciona maior resiliência no relacionamento. Wicher e Lenort (2012) constataram que redes de suprimentos pautadas pela confiança melhoram a cooperação entre os parceiros e consequentemente, aumenta a resiliência das redes. O estudo de Soni, Jain e Kumar (2014) apontou a confiança como a sétima entre quatorze facilitadores da construção da resiliência na rede de suprimentos. A importância da confiança para desenvolver redes de suprimentos resilientes, propõe-se a seguinte hipótese:

H2: A falta de confiança é uma barreira para a construção de redes de suprimentos resilientes.

#### **4.3 Falta de compartilhamento de informações**

O compartilhamento de informações refere-se à medida que uma empresa partilha uma variedade de informações relevantes, precisas, completas e confidenciais em tempo hábil com seus parceiros da rede de suprimentos (Sheu; Yen; Chae, 2006). O compartilhamento de informações nas redes de suprimentos engloba a disseminação transparente de informações sobre compras, gerenciamento de estoques, previsão de vendas, processamento de pedidos e conhecimento técnico (Lotfi *et al.*; 2013).

Christopher e Lee (2004) sugerem que o compartilhamento de informações é um elemento chave em qualquer estratégia projetada para mitigar riscos em redes de suprimentos. Corroborando com essa perspectiva, Juttner, Peck e Christopher (2003) afirmam que os esforços conjuntos das empresas no compartilhamento de informações é uma das mais importantes estratégias de mitigação de riscos, pois, contribui para que as organizações identifiquem possíveis vulnerabilidades na rede de suprimentos e

desenvolvam planos de contingência correspondentes, tornando as redes de suprimentos mais responsivas e resilientes.

Nesse sentido, Scholten e Schilder (2015) e Jain *et al*; (2017) destacam a importância do compartilhamento de informações na melhoria da resiliência nas redes de suprimentos, pois, compartilhar informações com os parceiros aumenta a visibilidade, a flexibilidade e a velocidade, antecedentes para desenvolver redes de suprimentos resilientes. Para obter resiliência nas redes de suprimentos por meio do compartilhamento de informações, as organizações precisam considerar o tipo de informação que é compartilhada (por exemplo, pedidos, previsões, interrupções futuras, tendências de mercado e cronogramas de manutenção), frequência da informação, direção da informação, bem como o modo de compartilhamento de informações (Scholten; Schilder, 2015).

A importância do compartilhamento de informações para desenvolver redes de suprimentos resilientes, indica a seguinte hipótese:

H3: A falta de compartilhamento de informações é uma barreira para a construção de redes de suprimentos resilientes.

#### 4.4 Falta de flexibilidade

A flexibilidade é definida em termos da capacidade da empresa de responder às mudanças ambientais, mudanças tecnológicas, mudanças na demanda e mudanças na oferta (Dominik *et al*; 2015). Assim, a flexibilidade é a capacidade de uma empresa responder as mudanças fundamentais no mercado ajustando a configuração da rede de suprimentos (Shekarian, Nooraie, Parast, 2019). Para Gligor (2016), a flexibilidade é a capacidade de modificar táticas e operações, na medida do necessário. A flexibilidade também pode ser definida como a capacidade de fazer alterações na quantidade de pedidos para fornecedores, mudanças no tempo dos pedidos feitos a fornecedores, mudanças no volume e no *mix* de produção (Esmaeilikia *et al*; 2014).

Shishodia, Verma e Dixit (2019) indicaram que o investimento na criação da flexibilidade é considerado mais benéfico do que investir na criação de redundância de recursos, porque ter fornecedores flexíveis ajuda uma empresa nas operações diárias, além de contribuir para mitigar interrupções. Chopra e Sodhi (2004) apontam a flexibilidade e a capacidade de resposta como duas estratégias eficazes para mitigar interrupções na rede de suprimentos. Corroborando com essa perspectiva, Gunesssee, Subramanian e Ning (2018) afirmaram que, diante de eventos de interrupções, as empresas que têm pouca flexibilidade se expõem a consequências mais desastrosas decorrentes de eventos de ruptura. Em suma, cultivar a flexibilidade é frequentemente mencionado como um componente-chave na gestão do risco de interrupções nas redes de suprimentos (Parast; Shekarian, 2019).

Diante de interrupções na rede de suprimentos, organizações com maiores níveis de flexibilidade apresentam maior capacidade de avaliar e agir mais rapidamente às necessidades do mercado, ajustando os seus processos de previsão e planejamento e adaptando melhor suas operações à montante e à jusante na rede de suprimentos (Olhager, 2013). Soluções para ameaças e eventos de ruptura têm maior probabilidade de serem criadas e efetivamente implementadas quando os membros da rede de suprimentos são mais flexíveis (SABAHI; PARAST, 2019).

Flexibilidade para agir diante de eventos de ruptura é importante para permitir a prevenção de riscos e proporcionar uma recuperação mais rápida quando esses riscos se materializam, o que torna a rede de suprimentos mais resiliente (Lavastre; Gunasekaran; Spalanzani, 2012). Worline *et al*; (2004) destacam a flexibilidade para ajustar táticas e operações como uma característica chave da resiliência. O estudo de Brusset e Teller (2017) destaca como a flexibilidade ajuda uma organização a ser mais resiliente. Nesse sentido, a resiliência pode ser aumentada através da adoção de planos mais flexíveis e versáteis para a combinação de produção local com planos de produção alternativos, para a ampliação da capacidade de atender a novas demandas, para a

decisão de fazer ou comprar um produto e para reconfigurar a rede de suprimentos à montante e à jusante (Brusset, Teller, 2017).

A flexibilidade para desenvolver redes de suprimentos resilientes, propõe-se a seguinte hipótese:

H4: A falta de flexibilidade é uma barreira para a construção de redes de suprimentos resilientes.

#### **4.5 Falta de visibilidade**

Pettit, Fiksel e Croxton (2013) definiram a visibilidade como o conhecimento do estado de funcionamento e do meio ambiente de uma rede de suprimentos. A visibilidade da rede de suprimentos é baseada na colaboração com clientes e fornecedores, e resulta no compartilhamento de informações (Christopher, Peck, 2004). A visibilidade também é definida como a precisão, a pontualidade, a prontidão e a velocidade de acesso às informações (Maghsoudi, Pazirandeh, 2016). Define visibilidade como sendo o ponto no qual todos os atores ao longo das redes de suprimentos apresentam um entendimento compartilhado e acesso às informações que solicitem, sem perda, ruído, atraso e distorção, (Hofstede, 2003).

A visibilidade gera benefícios operacionais significativos e aprimora processos-chave de negócios, como *design* de produto, previsão de demanda, planejamento de produção, processamento de pedidos, gerenciamento de estoque, fabricação, entrega, desempenho logístico e gestão da qualidade. Para contribuir com a visibilidade e reduzir o efeito chicote é minimizar a diferença entre a demanda prevista e a real (BARRATT; BARRATT, 2011). Em suma, a visibilidade na rede de suprimentos promove a melhoria na tomada de decisões, na capacidade de resposta e no desempenho operacional da rede (Christopher, Lee, 2004).

Os recursos de visibilidade das redes de suprimentos que contribui para reduzir o impacto de eventos de ruptura na rede (Christopher; Lee, 2004). Nesse sentido, Blackhurst, Dunn e Craighead (2011), salientaram a importância da visibilidade na rede de suprimentos para evitar e mitigar o efeito de perturbações, enquanto o estudo de Juttner e Maklan (2011), indicou que tornar riscos e conhecimentos visíveis ao longo da rede de suprimentos melhora a resiliência. Brandon-Jones *et al*; (2014), argumentaram que a visibilidade na rede de suprimento melhora a robustez e a resiliência na rede.

Soni, Jain e Kumar (2014) consideraram a visibilidade como um dos dez facilitadores para mitigar eventos de ruptura e promover a resiliência na rede de suprimentos. Dubey *et al*; (2017) argumentam que a visibilidade na rede de suprimentos é uma construção mediadora entre compartilhamento de informações, conectividade de dados e redução da incerteza comportamental, o que aumenta a confiança, o comprometimento e a cooperação entre os parceiros da rede e possibilita alcançar redes de suprimentos mais resilientes.

Tendo em vista a importância da visibilidade para desenvolver redes de suprimentos resilientes, segue a seguinte hipótese:

H5: A falta de visibilidade é uma barreira para a construção de redes de suprimentos resilientes.

#### **4.6 Falta de agilidade**

A capacidade de agilizar o sistema para se reconfigurar rapidamente (Bernardes & Hanna, 2009). Para Gligor (2016), a agilidade é um recurso que permite a empresa operar de maneira mais eficiente e responsiva. Complementando a afirmação anterior Gunasekaran, Laib e Cheng (2008), destacam que a agilidade é necessária para melhorar a capacidade da rede de suprimentos de reconfigurar mais rapidamente às mudanças na demanda dos clientes e, assim, melhorar a capacidade de resposta da rede. Braunscheidel e Suresh (2009), definiram a agilidade na rede de suprimentos

como a capacidade interna e externa de uma empresa para alcançar, oportunamente, uma resposta às possíveis e reais interrupções do mercado.

Agilidade e flexibilidade são conceitos intercambiáveis, mas não são sinônimos. Nesse sentido Wadhwa e Rao (2003), sustentam que a principal distinção entre flexibilidade e agilidade é o caráter das situações que requerem mudança. Nesse sentido, alterações flexíveis são respostas a situações em que os procedimentos já estão em vigor para gerenciar a mudança, ao passo que alterações ágeis estão relacionadas à capacidade de responder a mudanças imprevisíveis nas demandas dos clientes e no mercado (Wadhwa, Rao, 2003). Em outras palavras, Backhouse e Burns (1999), destacam que a agilidade é a capacidade de uma empresa em se adaptar a mudanças imprevistas no mercado externo, enquanto a flexibilidade é a capacidade da empresa de responder a uma variedade de requisitos do cliente.

A agilidade é reconhecida como um recurso capaz de ajudar empresas e redes de suprimentos a lidar com desafios como globalização, mudança constante, ciclos de vida dos produtos mais curtos, requisitos diversos dos clientes e aumento da incerteza da demanda (Christopher, 2000). Nesse sentido, a agilidade na rede de suprimentos permite o planejamento mais eficaz da rede de suprimentos e assim pode trazer benefícios na eficiência das operações (Yu; Goh, 2014). Adicionalmente, os achados de Braunscheidel e Suresh (2009) e de Qrunfleh e Tarafdar (2013) indicam que a agilidade na rede de suprimentos melhora a sua capacidade de resposta.

A agilidade se concentra na rápida reconfiguração da rede de suprimentos diante de mudanças imprevisíveis (Bernardes; Hanna, 2009). Sendo assim, a agilidade permite que situações que possam levar a interrupções na rede de suprimentos sejam identificadas mais rapidamente e tratadas antes de atingirem um estado crítico (Shekarian; Nooraie; Parast, 2019). Dessa forma, a agilidade é frequentemente apontada na literatura como componente chave para gestão de riscos de ruptura nas redes de suprimentos (Parast; Shekarian, 2019).

Ademais, Christopher e Peck (2004) afirmam que redes de suprimentos resilientes implicam agilidade e nomeiam a agilidade como um dos fatores fundamentais para a rede a tornar-se resiliente. Corroborando com essa perspectiva, Lenort e Wicher (2012) destacam que a agilidade pode ser considerada como uma das capacidades para promover a resiliência nas redes de suprimentos. Ponomarov e Holcomb (2009) também mencionam a agilidade como um elemento formativo da resiliência nas redes de suprimentos. Além disso, Wieland e Wallenburg (2012) afirmam que a resiliência nas redes de suprimentos é formada por duas dimensões: agilidade e robustez.

A importância da agilidade para desenvolver redes de suprimentos resilientes, propõe-se a seguinte hipótese:

H6: A falta de agilidade é uma barreira para a construção de redes de suprimentos resilientes.

#### **4.7 Falta de integração**

A integração na rede de suprimentos pode ser conceituada como o grau em que uma empresa pode colaborar estrategicamente com seus parceiros da rede e gerenciar de forma colaborativa os processos intra e inter organizacionais para alcançar fluxos efetivos e eficientes de produtos e serviços, informações, dinheiro e decisões com o objetivo de fornecer valor máximo aos clientes a baixo custo e alta velocidade (Zhao *et al*; 2008). A integração na rede de suprimentos apresenta duas óticas inter-relacionadas: integração interna e integração externa (Kim, 2013). A integração interna refere-se à integração entre departamentos e processos dentro de uma empresa para atender as demandas do mercado (Zsidisin *et al*; 2015). A integração externa refere-se ao grau em que uma empresa pode fazer parceria com os principais membros da rede (clientes e fornecedores) para estruturar suas estratégias, práticas, comportamentos em colaboração e gerenciamento de processos para atender aos requisitos do mercado (Stank; Keller; Closs, 2001).

A integração é um dos aspectos mais importantes do gerenciamento da rede de suprimentos (Huo, 2012) e foi identificada como um fator crítico para determinar se uma empresa pode colaborar bem com seus parceiros da rede de suprimentos, o que geralmente favorece o desempenho do serviço (Zhang; Huo, 2013). Corroborando com essa perspectiva, Zhao *et al.*; (2013) salientam que a integração pode melhorar a eficiência do serviço, o fluxo de informações, o fluxo de caixa, o gerenciamento de processos Inter organizacionais e o desempenho operacional da rede de suprimentos.

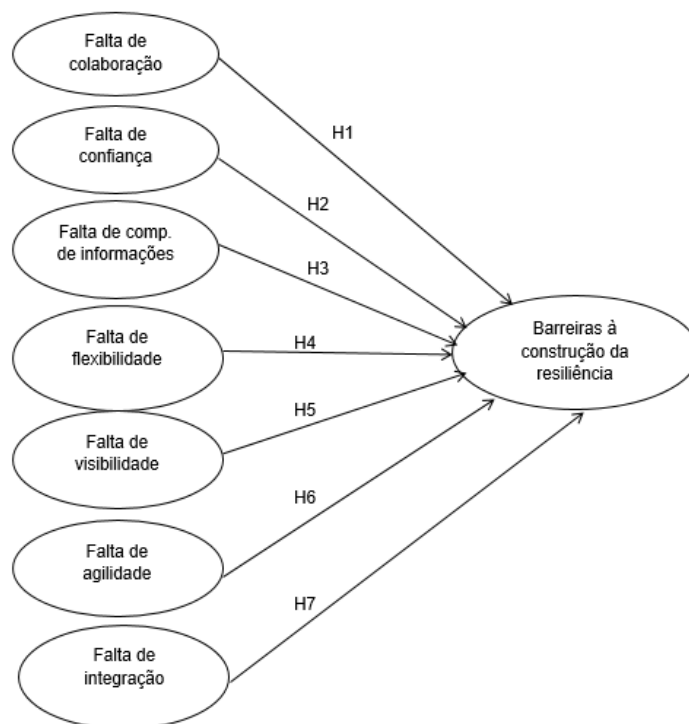
A integração influencia significativamente a resiliência nas redes de suprimentos (Christopher; Peck, 2004;). Nesse sentido, Chaudhuri *et al.*; (2020) enfatizam que a integração na rede de suprimentos pode ser usada para desenvolver competências no planejamento conjunto de riscos dentro da organização e com membros mais amplos da rede de suprimentos e, por sua vez, desenvolver recursos de gerenciamento de riscos colaborativos, melhorando a resiliência da rede. Os achados de Chunsheng *et al.*; (2019) também corroboram com essa perspectiva, pois, os resultados da pesquisa empírica validam a hipótese de que a integração melhora o desempenho financeiro das empresas por meio de esforços de resiliência na rede de suprimentos.

Tendo em vista a importância da integração para desenvolver redes de suprimentos resilientes, propõe-se a seguinte hipótese:

H7: A falta de integração é uma barreira para a construção de redes de suprimentos resilientes.

## 5. Proposta de Modelo Teórico

Para representar quais são as principais barreiras existentes na literatura que dificultam a construção da resiliência nas redes de suprimentos, propõe-se o modelo conceitual:



**Figura 1:** Modelo conceitual proposto.

**Fonte:** Elaborado pela autora (2020).

## 6. Conclusão

Nos últimos anos, acadêmicos e gestores observaram a importância da resiliência no âmbito das redes de suprimentos. A literatura que trata dessa temática

cresceu significativamente, no entanto, a maioria dos estudos concentra-se nos antecedentes ou *drivers* necessários para desenvolver redes de suprimentos resilientes. Poucos estudos, a exemplo, de Pereira, Christopher e Silva (2014), de Ali, Nagalingam e Gurd (2017) e de Shashi, Centobelli e Cerchione (2019) abordaram as barreiras à construção da resiliência nas redes de suprimentos. Tendo em vista esse *gap*, este estudo objetivou propor um modelo teórico com os principais fatores existentes na literatura que podem ser barreiras que dificultam a construção da resiliência nas redes de suprimentos. Para alcançar o objetivo proposto foi realizado um levantamento bibliográfico a partir de consulta às bases de periódicos *Web of Science* e *Scopus*.

O levantamento bibliográfico identificou sete fatores frequentemente mencionados na literatura como impulsionadores da resiliência nas redes de suprimentos, cuja ausência seriam barreiras para a construção de redes de suprimentos resilientes, sendo eles: (1) falta de colaboração, (2) falta de confiança, (3) falta de compartilhamento de informações, (4) falta de flexibilidade, (5) falta de visibilidade, (6) falta de agilidade e (7) falta de integração.

Compreender as barreiras à construção de redes de suprimentos resilientes é indispensável para explorar todos os benefícios de ser resiliente. As dificuldades para a obtenção da resiliência nas redes de suprimentos são o efeito combinado de muitas barreiras internas e externas às organizações. Nesse sentido, torna-se imperativo identificar, mensurar e traçar estratégias nos níveis estratégico, tático e operacional para mitigar as barreiras encontradas para a construção de redes de suprimentos resilientes.

Com a intenção que o imperativo de identificar, mensurar e traçar estratégias de mitigação para as barreiras ao desenvolvimento da resiliência nas redes de suprimentos, o presente ensaio ao identificar na literatura os principais fatores que seriam barreiras à construção de redes de suprimentos resilientes, contribuiu para alcançar o primeiro desses imperativos supramencionados. Para pesquisa futura a intenção é versar sobre os imperativos remanescentes não contemplados neste estudo.

Nesse sentido, sugerem-se algumas oportunidades para pesquisas futuras: (1) testar empiricamente e mensurar os fatores encontrados na literatura, a fim de verificar quais são os que exercem maior impacto na construção da resiliência, (2) identificar, a partir das contribuições dos participantes da pesquisa e com apoio da literatura quais as estratégias para mitigar as barreiras mais relevantes empiricamente identificadas.

Espera-se que com o desenvolvimento de uma pesquisa empírica futuramente sejam alcançadas as seguintes contribuições para acadêmicos e gestores: (1) ampliação da literatura existente sobre barreiras à construção de redes de suprimentos resilientes, (2) abordagem empírica das barreiras à construção da resiliência, visto que os raros estudos sobre o tema são predominantemente teóricos e (3) apresentação de estratégias de mitigação das barreiras que mais impactam o desenvolvimento da resiliência nas redes de suprimentos. Vislumbra-se que com uma futura pesquisa, acadêmicos e gestores tenham informações que subsidiem e direcionem seus esforços para elucidar as barreiras que mais impactam a construção de redes de suprimentos resilientes e suas respectivas estratégias de mitigação, a fim de ampliar a compreensão sobre essa temática.

## REFERÊNCIAS

- ALI, I.; GÖLGEÇI, I. Where is supply chain resilience research heading? A systematic and co-occurrence analysis. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 49, n. 8, p. 793-815, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-02-2019-0038>
- ALI, I; NAGALINGAM, S; GURD, B. Building resilience in SMEs of perishable product supply chains: enablers, barriers and risks. **Production Planning & Control**, v. 28, n. 15, p. 1236–1250, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1362487>

- BACKHOUSE, C.J.; BURNS, N.D. Agile value chains for manufacturing: implications for performance measures. **International Journal of Agile Management Systems**, v. 1, n. 2, p. 76-82, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1108/14654659910280893>
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo** (6a ed.). São Paulo: Edições 70, 2011.
- BARRATT, M.; BARRATT, R. Exploring internal and external supply chain linkages: evidence from the field. **Journal of Operations Management**, v.29, n. 5, p. 514-528, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jom.2010.11.006>
- BERNARDES, E.S.; HANNA, M.D. A theoretical review of flexibility, agility and responsiveness in the operations management literature toward a conceptual definition of customer responsiveness. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 29, n.2, p.30-53, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1108/01443570910925352>
- BLACKHURST, J.; DUNN, K.; CRAIGHEAD, C. W. An empirically derived framework of global supply resiliency. **Journal of Business Logistics**, v. 32, n. 4, p. 374-391, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.0000-0000.2011.01032.x>
- BRANDON-JONES, E.; SQUIRE, B.; AUTRY, C.; PETERSEN, K. A Contingent Resource-based Perspective of Supply Chain Resilience and Robustness. **Journal of Supply Chain Management**, v. 50, n.3, p. 55-73, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/jscm.12050>
- BRAUNSCHEIDEL, M.J.; SURESH, N.C. The organizational antecedents of a firm's supply chain agility for risk mitigation and response. **Journal of Operations Management**, v. 27, n.2, p. 119-140, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jom.2008.09.006>
- BRUSSET, X.; TELLER, C. Supply chain capabilities, risks, and resilience. **International Journal of Production Economic**, v. 184, n.2017, p.59-68, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.09.008>
- CAO, M.; VONDEREMBSE, M.; ZHANG, Q.; RAGU-NATHAN, T.S. Supply chain collaboration: conceptualisation and instrument development. **International Journal of Production Research**, v.48 n. 22,p. 6613-6635, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207540903349039>
- CARMELI, A.; DOTHAN, A.; BOOJIHAWON, D. K. Resilience of sustainability-oriented and financially-driven organizations. **Business Strategy and the Environment**, v.29, n.1, p.154-169, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/bse.2355>
- CARVALHO, H.; BARROSO, A.; MACHADO, V.; AZEVEDO, S.; CRUZ-MACHADO, V. Supply chain redesign for resilience using simulation. **Computers and Industrial Engineering**, v. 62, n.1, p.329-341, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2011.10.003>
- CHAUDHURI, A.; GHADGE, A.; GAUDENZI, B.;DANI, S. A conceptual framework for improving effectiveness of risk management in supply networks. **The International Journal of Logistics Management**, V. ahead-of-print, (No ahead-of-print), 2020.
- CHEN, A.; HSIEH, C.; WEE, H. M. A resilient global supplier selection strategy—A case study of an automotive company. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 87, n. 5, p.1475-1490, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00170-014-6567-z>
- CHEN, H., DAUGHERTY, P.J, & LANDRY, T.D. Supply chain process integration: a theoretical framework. **Journal of Business Logistics**, v. 30, n.2, p. 27-46, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2009.tb.00110.x>
- CHILES, T.H.; MCMACKIN, J.F. Integrating variable risk preferences, trust, and transaction cost economics. **Academy of Management Review**, v.21, n.1, p.73-99, 1996. DOI: <https://doi.org/10.5465/amr.1996.96021.61566>
- CHOPRA, S.; SODHI, M. S. **Managing Risk to Avoid Supply-Chain Breakdown**. Mit Sloan Management Review, v.46, n. 1, p.53-61, 2004.
- CHOPRA, S.; SODHI, M. S. Reducing the risk of supply chain disruption. **MIT Sloan Management Review**, v.55, n. 3, p. 72-80, 2014.

- CHOWDHURY, P.P. Antecedents and consequences of trust and commitment in B2B Relationship: A Review of Literature. **International Management Journal**, v. 4, n.2, p. 49–63, 2012.
- CHRISTOPHER, M. The agile supply chain: competing in volatile markets. **Industrial Marketing Management**, v.29, n.1, p. 37-44, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0019-8501\(99\)00110-8](https://doi.org/10.1016/S0019-8501(99)00110-8)
- CHRISTOPHER, M.; LEE, H. Mitigating supply chain risk through improved confidence. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, p. 34, v. 5, p. 388-396, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1108/09600030410545436>
- CHRISTOPHER, M.; PECK, H. Building the Resilient Supply Chain. The International Journal of Logistics Management, v. 15, n. 2, p. 1-13, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1108/09574090410700275>
- CHRISTOPHER, M.; RUTHERFORD, C. Creating Supply Chain Resilience through Agile Six Sigma. **Critical Eye Publications**, June–August, p. 24–28, 2004.
- CHUNSHENG, L., WONG, C., YANG, C., SHANG, K., & LIRN, T. Value of supply chain resilience: roles of culture, flexibility, and integration. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 50, n.1,p.80-100, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-02-2019-0041>
- CLOSS, D.; MCGARRELL, E. Enhancing Security throughout the Supply Chain. **IBM Center for the Business of Government**, Special Report Series, p. 1–52, 2004.
- CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. In: **Anais... XVIII Congresso Brasileiro de Gestão do Desenvolvimento de Produtos – CBGDP – Porto Alegre**, 2011.
- DOMINIK, E.; MATTHIAS, G.; CONSTANTIN, B.; MICHAEL, H. The performance impact of supply chain agility and supply chain adaptability: the moderating effect of product complexity. **International Journal of Production Research**, v. 53, n. 10, p. 2–44, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.970707>
- EROL, O.; SAUSER, B.; MANSOURI, M. A Framework for Investigation into Extended Enterprise Resilience. **Enterprise Information Systems**, v.4, n.2, p.111–136, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1080/17517570903474304>
- ESMAELIKIA, M.; FAHIMNIA, B.; SARKIS, J.; GOVINDAN, K.; KUMAR, A.; MO, J. Tactical supply chain planning models with inherent flexibility: definition and review. **Annals of Operations Research**, v. 244, n. 2, p. 407–427, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10479-014-1544-3>
- FAISAL, M.N.; BANWET, D.K.; SHANKAR, R. Supply chain risks mitigation: modelling the enablers. **Business Process Management Journal**, v.12, n. 4, p. 535-552, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2015.04.028>
- FAWCETT, S. E.; MAGNAN, G.; MCCARTER, M.W. Benefits, Barriers, and Bridges to Effective Supply Chain Management. **Supply Chain Management: An International Journal**, v.13, n.1, p. 35–48, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1108/13598540810850300>
- FAWCETT, S.E.; FAWCETT, A.M.; WATSON, B.J.; MAGNAN, G.M. Peeking inside the Black box: toward an understanding of supply chain collaboration dynamics. **Journal of Supply Chain Management**, v. 48, n.1, p. 44–72, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1745-493X.2011.03241.x>
- GLIGOR, D.M. The role of supply chain agility in achieving supply chain fit. **Decision Sciences Journal**, v.47, n. 3, p. 524–553, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/deci.12205>
- GUNASEKARAN, A.; LAIB, K.; CHENG, T.C. Responsive supply chain: a competitive strategy in a networked economy. **Omega**, v.36, n.0, p. 549–564, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.omega.2006.12.002>
- GUNESSEE, S.; SUBRAMANIAN, N.; NING, K. Natural disasters, PC supply chain and corporate performance. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 38, n.9, p. 1796–1814. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJOPM-12-2016-0705>

HOFSTEDE, G. J. Transparency in netchains. Presented at the EFITA Conf., Debrecen University, Debrecen, Hungary, 2003.

HOHENSTEIN, N.-O.; FEISEL, E.; HARTMANN; GIUNIPERO, L. Research on the phenomenon of supply chain resilience: a systematic review and paths for further investigation. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v.45, n.2, p. 90-117, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-05-2013-0128>

HUO, B. The impact of supply chain integration on company performance: an organizational capability perspective. **Supply Chain Management: An International Journal**, v.17, n.6, p. 596-610, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1108/13598541211269210>

IVANOV, D.; SOKOLOV, B.; DOLGUI, A. The ripple effect in supply chains: Trade-off 'efficiency flexibility-resilience' in disruption management. **International Journal of Production Research**, v. 52, n. 7, p. 2154–2172, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.858836>

JAIN, V.; KUMAR, S.; SONI, U.; CHANDRA, C. Supply chain resilience: Model development and empirical analysis. **International Journal of Production Research**, v.55, n.22, p. 6779–6800, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1349947>

KAMALAHMADI, M.; PARAST, M. M. A Review of the Literature on the Principles of Enterprise and Supply Chain Resilience: Major Findings and Directions for Future Research. **International Journal of Production Economics**, v.171, n.1, p. 116-133, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.10.023>

KIM, D.Y. Relationship between supply chain integration and performance. **Operations Management Research**, v. 6, n.1, p. 74-90, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12063-013-0079-0>

LAVASTRE, O.; GUNASEKARAN, A.; SPALANZANI, A. Effect of firm characteristics, supplier relationships and techniques used on Supply Chain Risk Management (SCRM): an empirical investigation on French industrial firms. **International Journal of Production Research**, v.52, n.11, p. 3381-3403, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.878057>

LENORT, R.; WICHER, P. Agile versus resilient supply chains: commonalities and differences. Proceedings of Carpathian Logistics Congress CLC, Jesenik, November 7-9, 2012.

LI, G.; FAN, H.; LEE, P. K.C.; CHENG, T.C.E. Joint supply chain risk management: an agency and collaboration perspective. **International Journal of Production Economics**, v. 164, p. 83-94, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.02.021>

LOTFI, Z.; MUKHTAR, M.; SAHRAN, S.; ZADEH, A.T. Information sharing in supply chain management. 4th International Conference on Electrical Engineering and Informatics, **Procedia Technology**, V.11, p. 298–304, 2013.

MAGHSOUDI, A.; PAZIRANDEH, A. Visibility, resource sharing and performance in supply chain relationships: Insights from humanitarian practitioners. **Supply Chain Management International Journal**, v. 21, n.1, p. 125–139, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1108/SCM-03-2015-0102>

MICHALSKI, M.; MONTES-BOTELLA, J.L.; NARASIMHAN, R. The impact of asymmetry on performance in different collaboration and integration environments in supply chain management. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 23, n.1, p.33-49, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1108/SCM-09-2017-0283>

NYAGA, G.N.; WHIPPLE, J.M.; LYNCH, D.F. Examining supply chain relationships: do buyer and supplier perspectives on collaborative relationships differ? **Journal of Operations Management**, v. 28, n. 2, p.101–114, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jom.2009.07.005>

OLHAGER, J. Evolution of operations planning and control: from production to supply chains. **International Journal of Production Research**, v. 51, n. 23–24, p. 6836–6843, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2012.761363>

- PARAST, M.M.; SHEKARIAN, M. The impact of supply chain disruptions on organizational performance: a literature review. **Revisiting Supply Chain Risk**, v.7, p. 367–389, 2019. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-03813-7\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-030-03813-7_21)
- PEREIRA, R.C.; CHRISTOPHER, M., & SILVA, A. L. Achieving supply chain resilience: The role of procurement. **Supply Chain Management: An International Journal**, v.19, n.5/6, p. 626–642, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1108/SCM-09-2013-0346>
- PETTIT, T.J.; FIKSEL, J.; CROXTON, K.L. Ensuring supply chain resilience: Development of a conceptual framework. **Journal of Business Logistics**, v. 31, n.1, p. 01-21, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2010.tb00125.x>
- PONOMAROV, S. Y.; HOLCOMB, M. C. Understanding the Concept of Supply Chain Resilience. **The International Journal of Logistics Management**, v. 20, n.1, p. 124–143, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1108/09574090910954873>
- POURNADER, M.; ROTARU, K.; KACH, A. P.; HAJIAGHA, S. H. R. An analytical model for system-wide and tier-specific assessment of resilience to supply chain risk. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 21, n. 5, p. 589–609, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1108/SCM-11-2015-0430>
- QRUNFLEH, S.; TARAFDAR, M. Lean and agile supply chain strategies and supply chain responsiveness: the role of strategic supplier partnership and postponement. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 18, n. 6, p. 571–582, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1108/SCM-01-2013-0015>
- SABAHI, S.; PARAST, M.M. Firm innovation and supply chain resilience: a dynamic capability perspective. **International Journal of Logistics Research and Applications**, p. 1-17, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/13675567.2019.1683522>
- SCHOLTEN, K.; SCHILDER, S. The role of collaboration in supply chain resilience. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 20, n.4, p. 471–484, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1108/SCM-11-2014-0386>
- SHASHI; CENTOBELLI, P.; CERCHIONE, R.; ERTZ, M. Managing supply chain resilience to pursue business and environmental strategies. **Business Strategy and the Environment**, v. 29, p. 1-32, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/bse.2428>
- SHEKARIAN, M.; NOORAIE, S.V.R.; PARAST, M.M. An examination of the impact of flexibility and agility on mitigating supply chain disruptions. **International Journal of Production Economic**, (220), Article 107438, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.07.011>
- SHEU, C.; YEN, H.R.; CHAE, D. Determinants of supplier-retailer collaboration: evidence from an international study. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 26, n. 1, p. 24–49, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1108/01443570610637003>
- SHISHODIA, A.; VERMA, P.; DIXIT, V. Supplier evaluation for resilient project driven supply chain. **Computers & Industrial Engineering**, v. 129, p. 465–478, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.02.006>
- SHUAI, Y.; WANG, X.; ZHAO, L. Research on Measuring Method of Supply Chain Resilience Based on Biological Cell Elasticity Theory. **Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)**, IEEE International Conference, p. 264–268, 2011.
- SONI, U.; JAIN, V.; KUMAR, S. Measuring supply chain resilience using a deterministic modeling approach. **Computer and Industrial Engineering**, v. 74, p. 11–25, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2014.04.019>
- STANK, T.P.; KELLER, S.B.; CLOSS, D.J. Performance benefits of supply chain integration. **Transportation Journal**, v. 41, n.2, 31-46, 2001.
- TOMLIN, B. On the value of mitigation and contingency strategies for managing supply chain disruption risks. **Management Science**, v. 52, n.5, p. 639-657, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1287/mnsc.1060.0515>
- WADHWA, S.; RAO, K.S. Enterprise modeling of supply chains involving multiple entity flows: role of flexibility in enhancing lead time performance. **SIC Journal**, v. 12, n. 1, p.5-20, 2003.

- WICHER, P.; LENORT, R. The ways of creating resilient supply chains In: Proceedings of CLC 2012: Carpathian Logistics Congress, p. 688–694, 2012.
- WIELAND, A.; WALLENBURG, C.M. Dealing with supply chain risks: linking risk management practices and strategies to performance. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v.42, n. 10, p. 887-905, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1108/09600031211281411>
- WIELAND, A.; WALLENBURG, C.M. The influence of relational competencies on supply chain resilience: A relational view. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 43, n. 4, p. 300-320, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-08-2012-0243>
- WORLINE, M., DUTTON, J.E., FROST, P., LILIUS, J., & KANOV, J. Fertile soil: the organizing dynamics of resilience in work organizations. Working Paper University of Michigan, Ann Arbor, MI, 2004.
- XIAO, R., YU, T., GONG, X. Modeling and Simulation of Ant Colony's Labor Division with Constraints for Task Allocation of Resilient Supply Chains. **International Journal on Artificial Intelligence Tools**, v.21, n. 3, p. 1–19, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1142/S0218213012400143>
- YU, M.C., & GOH, M. A multi-objective approach to supply chain visibility and risk. **European Journal of Operational Research**, v. 233, n.1, p. 125–130, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.12.024>
- ZHANG, M.; HUO, B. The impact of dependence and trust on supply chain integration. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 43, n.7, p. 544-563, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-10-2011-0171>
- ZHAO, L., HUO, B., SUN, L., & ZHAO, X. The impact of supply chain risk on supply chain integration and company performance: a global investigation. **Supply Chain Management: An International Journal**, v.18, n. 2, p. 115-131, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1108/13598541311318773>
- ZHAO, X.; HUO, B.; FLYNN, B.B.; YEUNG, J.H.Y. The Impact of Power and Relationship Commitment on the Integration Between Manufacturers and Customers in a Supply Chain. **Journal of Operations Management** v.26, n.3, p. 368–388, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.08.002>
- ZSIDISIN, G.A.; HARTLEY, J.L.; BERNARDES, E.S.; SAUNDERS, L.W. Examining supply market scanning and internal communication climate as facilitators of supply chain integration. **Supply Chain Management: An International Journal**, v.20, n. 5, p. 549-560, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1108/SCM-10-2014-0364>

## ESTUDO DE CASO REFERENTE A INTERMODALIDADE E GESTÃO DE QUALIDADE EM RELAÇÃO AO TRANSPORTE DE MATERIAL RADIOATIVO COMBUSTÍVEL PARA AS USINAS DE ANGRA I E II <sup>6</sup>

Ana Carolina da Silva Pimenta - Faculdade de Tecnologia de Mauá- [ana.pimenta01@fatec.sp.gov.br](mailto:ana.pimenta01@fatec.sp.gov.br)

Francielle Maria da Silva Gomes - Faculdade de Tecnologia de Mauá- [francielle.gomes@fatec.sp.gov.br](mailto:francielle.gomes@fatec.sp.gov.br)

José Valdir de Souza Junior - Faculdade de Tecnologia de Mauá- [jose.sousa31@fatec.sp.gov.br](mailto:jose.sousa31@fatec.sp.gov.br)

Luiza Santos Matias - Faculdade de Tecnologia de Mauá- [luiza.matias@fatec.sp.gov.br](mailto:luiza.matias@fatec.sp.gov.br)

Marcus Vinicius Vitoriano Almeida - Faculdade de Tecnologia de Mauá- [marcus.almeida6@fatec.sp.gov.br](mailto:marcus.almeida6@fatec.sp.gov.br)

Sara Leticia da Silva Nascimento - Faculdade de Tecnologia de Mauá- [sara.nascimento@fatec.sp.gov.br](mailto:sara.nascimento@fatec.sp.gov.br)

Paulo Henrique Lixandrão Fernando- Faculdade de Tecnologia de Mauá- [paulo.fernando@fatec.sp.gov.br](mailto:paulo.fernando@fatec.sp.gov.br)

### Resumo

A energia nuclear se mostrou uma fonte promissora ao logo de sua descoberta e hoje já é adotada por muitos países, como fonte alternativa de energia. Analisou-se a periculosidade que o transporte de materiais radioativos apresenta, tanto a sociedade quanto ao meio ambiente. O objetivo deste trabalho foi analisar as etapas de transporte e a gestão da qualidade que ocorre com o combustível radioativo de urânio-235, que são alimentadas às centrais nucleares denominada Almirante Álvaro Alberto, mais conhecidas como Usina de Angra I e II. A natureza de pesquisa deste trabalho é um estudo de caso, pois, analisou-se as etapas de processamento do minério que ficam localizadas na cidade de Caetité no interior da Bahia. Há o transporte do minério até a área de acondicionamento desse material na zona portuária de Salvador que são despachadas para o enriquecimento do produto que ocorrem na cidade de Rezende no estado do Rio de Janeiro, e após essas etapas seguem para os reatores de Angra I e II. Há presunção que o trabalho possui relevância devido aos perigos que materiais radioativos apresentam, e que se faz necessário uma operação logística estratégica para que não ocorram percalços durante o transporte desse material, seja por via rodoviária ou marítima como ocorre com o material combustível das usinas.

**Palavra-chave:** Intermodalidade; Transporte; Estratégia Logística; Material Radioativo; Urânio.

## CASE STUDY CONCERNING INTERMODALITY AND QUALITY MANAGEMENT IN RELATION TO THE TRANSPORT OF FUEL RADIOACTIVE MATERIAL TO ANGRA I AND II PLANTS

### Abstract

Nuclear power proved to be a promising source after its discovery and today it is already adopted by many countries, as an alternative source of energy. It was analyzed the danger that the transport of radioactive materials presents, both to society and to the environment. The objective of this work was to analyze the stages of transport and the quality management that occurs with the radioactive fuel of uranium-235, which feeds the nuclear power stations called Almirante Álvaro Alberto, better known as Usina de Angra I and II. The research nature of this work is a case study, as the ore processing steps that are located in the city of Caetité in the interior of Bahia were analyzed. There is the transport of the ore to the area where this material is stored in the port area of Salvador, which are dispatched to enrich the product that take place in the city of Rezende in the state of Rio de Janeiro, and after these steps go to the Angra I and II. There is a presumption that the work has relevance due to the dangers that radioactive materials present, and that a strategic logistical operation is necessary so that there are no problems during the transport of this material, either by road or by sea as with the fuel material of the plants.

**Keywords:** Intermodality; Transport; Logistics Strategy; Radioactive Material; Uranium.

<sup>3</sup> Submetido em: 10/09/2020

Aprovado em: 17/09/2020

## 1. Introdução

Denominam-se elementos radioativos aqueles que apresentam átomos com a capacidade de eliminar espontaneamente radiação (alfa, beta ou gama) a partir de seus núcleos. Esses elementos podem ser de origem natural ou artificial. Os materiais radioativos por mais benefícios que contenham, se usados de maneira incorreta podem acarretar graves acidentes e situações irreversíveis. A explosão na usina nuclear de Chernobyl é um exemplo claro de um grave acidente, visto que atualmente a cidade de Pripjat (Ucrânia) onde se localizava é considerada uma cidade fantasma, se tornando inabitável devido os altos índices de radiação. No Brasil, o desastre “Césio - 137” foi considerado o maior acidente radiológico do mundo e o maior desastre nuclear ocorrido fora de uma usina. Ocorreu em Goiânia quando dois catadores de lixo tiveram contato com uma substância altamente radioativa ao remover peças de uma máquina de radioterapia de uma clínica médica abandonada, por falta de conhecimento do que se tratava essa substância, acabaram levando para casa e suas famílias e conhecidos tiveram contato com o objeto. Ao fim disso, centenas de pessoas foram contaminadas e quatro morreram.

Apesar dos riscos de contaminação, os elementos radioativos são necessários para o processo de geração da energia. Para que tudo ocorra adequadamente, o transporte desses materiais são uma etapa fundamental para o sucesso da operação. Segundo o Conselho Nacional de Energia Nuclear (CNEN) o transportador deve elaborar um Plano Gerenciamento de Transportes (PGT):

O PGT é essencialmente um relatório de análise segurança no qual o expedidor descreve as características do material ou materiais que pretende transportar, o número previsto de remessas ou, em caso de transporte rotineiro, a frequência com que essas remessas são realizadas. O PGT deve incluir a descrição das ações de segurança para o cumprimento das exigências regulamentares. (CNEN. P.9. 2019)

O Urânio desde sua retirada nas mineradoras até a chegada nas usinas nucleares depende de um processo logístico adequado e seguro devido sua periculosidade, o uso da intermodalidade e gestão de qualidade é algo indispensável para que esse procedimento se torne cada vez mais eficiente. Assim a justificativa deste trabalho propõem analisar toda a intermodalidade e gestão da qualidade que ocorre com o transporte de combustível radioativo, que é utilizado nas usinas de Angra I e Angra II. E por meio do estudo desta cadeia se torna possível identificar futuros problemas nas rotas utilizadas a fim de mitigar possíveis problemas devido a periculosidade no transporte e que não afete a sociedade e o meio ambiente.

Ballou (2006) determina que deve haver cuidado nos transportes e sintetiza o seguinte:

Os transportadores médios têm a obrigação de movimentar suas cargas com razoável presteza e, no processo, fazer uso de cuidados razoáveis a fim de evitar perdas e danos. Essa responsabilidade é anulada por perdas e danos de causas naturais, negligência do embarcador ou outros motivos que fogem ao controle do transportador. Embora os transportadores, desde que o embarcador faça uma acurada descrição dos fatos, incorram nos prejuízos de responsabilidade direta do embarcador, existem determinados custos imputáveis que este último deveria admitir antes de fazer a escolha do transportador. (BALLOU, 2006, P.154)

Em vista o tamanho da importância da carga de combustíveis radioativos, não há nenhum relato de acidente dele, sendo assim esse projeto tem como investigação avaliar a roteirização considerando a melhor maneira possível para a mobilização entre a extração nas jazidas do minério até a entrega nas usinas. Sendo assim, sabe-se que

a problemática deste estudo está relacionada a importância da estratégia logística no transporte de Urânio. A mobilização desse material exige um estudo e planejamento estruturado, a fim de garantir a segurança para a população e o meio ambiente, visando o procedimento de embalagens desse material, rotas para transporte entre a extração e o direcionamento até as usinas de Angra I e II e como não haverá impactos negativos no meio ambiente em casos de acidentes, tendo em vista o grau de periculosidade desse material e toda a movimentação que o processo de enriquecimento e armazenamento dos combustíveis radioativos necessita. A partir da problemática indaga-se à hipótese considerando: Será que é possível prevenir possíveis problemas e estruturar estratégias para que a intermodalidade nos processos de transporte de carga radioativas seja eficiente e segura para a sociedade e para o meio ambiente?

O objetivo geral foi de analisar a cadeia logística que envolve a intermodalidade da gestão da qualidade do processo do combustível Urânio, expondo as vertentes que envolvem todo o processo de combustível fóssil dos reatores de Angra I e Angra II. E considerou-se como objetivo específico o levantamento de dados sobre todo processo realizados pelas usinas de Angra I e Angra II para o enriquecimento do Urânio, apresentando o processo de transporte e extração de um material de alta periculosidade juntamente com suas finalidades propõe as seguintes frentes:

- I.Mitigar possíveis problemas durante o transporte;
- II.Analisar a melhor estratégia portuária e rodoviária para o transporte;
- III.Analisar melhores rotas que não comprometam a sociedade e a fauna e flora;
- IV.Gerenciar e acompanhar a cadeia de transporte, a fim de evitar percalços como: Acidentes Nucleares.

## **2. Referencial teórico**

### **2.1 A intermodalidade e a interferência de custos logísticos**

Os custos com transporte representam uma grande parcela das despesas com logística na maioria das organizações. Por essa razão, implementar estratégias que garantam que a mercadoria chegue ao destino final dentro das conformidades e no horário combinado é fundamental. Uma boa proposta para resolver esse processo complexo é o uso do transporte intermodal. A intermodalidade refere-se ao transporte que envolve mais de uma modalidade e para cada trecho é realizado um contrato no qual cada transportador assume a responsabilidade de sua prestação de serviço. No momento em que ocorre uma mudança de modal, um novo contrato para acompanhamento da carga é feito e se torna vigente, o pagamento é feito a cada transportador de acordo com o frete correspondente. Mesmo que o meio de transporte seja modificado, o modo de tração e a acomodação das mercadorias continuam inalterados. A finalidade é fazer com que os custos de cada modal sejam reduzidos, resultando um gasto total mais vantajoso para as companhias que optam por essa operação.

De acordo com o meio físico o transporte pode ser feito de diversas modalidades, como: rodoviária, ferroviária, duto viária, aeroviária ou aquaviária. A escolha do modal mais apropriado depende de um planejamento rigoroso e da avaliação da localização, das características geográficas, do tipo de produto, entre outros. Os modais de transporte representam as possíveis maneiras de transportar as mercadorias de um ponto de saída a um ponto de chegada. O gasto com transporte representa a maior parte dos custos logísticos na maioria das organizações podendo variar entre 4% e 25% do faturamento bruto, e em muitos casos, supera o lucro operacional. A utilização de mais de um modal para o trajeto de cargas vem ganhando espaço no sistema de transporte, os principais tipos de produtos transportados por mais de um modal são commodities, como minério de ferro e grãos, todos caracterizados como produtos de baixo valor agregado. Portanto, para que estes produtos sejam competitivos é

indispensável um sistema de transporte eficiente, pois o custo de transporte é uma parcela considerável do valor destes produtos.

Segundo Ballou (2006), a seleção de um modal de transporte pode ser usada para criar uma vantagem competitiva do serviço. Para tanto, destaca-se a seguir algumas características dos modais de transporte. Para se escolher o modal certo para o transporte do produto que se deseja entregar, deve-se observar as características operacionais relativas por modal de transporte. De acordo com Fleury *et al.* (2000), em relação aos modais, há cinco pontos importantes para se classificar o melhor transporte: velocidade, disponibilidade, confiabilidade, capacidade e frequência. No quadro 1 pode-se observar estas características, sendo que a pontuação menor, significa que o modal possui excelência naquela característica.

| <b>Características</b> | <b>Ferroviária</b> | <b>Rodoviário</b> | <b>Aquaviária</b> | <b>Dutoviário</b> | <b>Aéreo</b> |
|------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|
| <b>Velocidade</b>      | 3                  | 2                 | 4                 | 5                 | 1            |
| <b>Disponibilidade</b> | 2                  | 1                 | 4                 | 5                 | 3            |
| <b>Confiabilidade</b>  | 3                  | 2                 | 4                 | 1                 | 5            |
| <b>Capacidade</b>      | 2                  | 3                 | 1                 | 5                 | 4            |
| <b>Frequência</b>      | 4                  | 2                 | 5                 | 1                 | 3            |
| <b>Resultado</b>       | 14                 | 10                | 18                | 17                | 16           |

**Quadro 3:** Características Operacionais

**Fonte:** Adaptado de Fleury *et al.* (2000).

Nas características operacionais do quadro se mostra que o transporte rodoviário é o modal com melhor classificação por sua menor pontuação em relação aos demais devido sua fácil disponibilidade, posteriormente vem o modal aéreo pela sua velocidade, e depois o aquaviário pela sua capacidade de transporte. Escolher o modal mais apropriado a ser utilizado para o transporte da carga, desde a fase de matéria-prima ou já industrializada, pode elevar a margem de lucro da organização e minimizar os gastos de distribuição com produtos danificados e com logística reversa. Além da possibilidade de reduzir a necessidade de investimento com marketing, pois consequentemente a marca poderá ser reconhecida por clientes satisfeitos devido a qualidade dos serviços prestados e do respeito ao prazo das entregas.

O empenho pela redução nos custos logísticos e maior credibilidade na prestação de serviços, o uso de mais de um modal no Brasil é uma grande oportunidade para as organizações se tornarem mais competitivas, uma vez que o modal rodoviário é predominante na matriz de transporte do país. Embora as soluções logísticas que abrangem a utilização de mais de um modal, essas iniciativas ainda dependem de questões infraestruturas e de regulamentação, tais como: eficiência dos portos, terminais para integração entre os modais e regulamentação da operação de transporte por mais de um modal.

## 2.2 Materiais radioativos e suas usabilidades

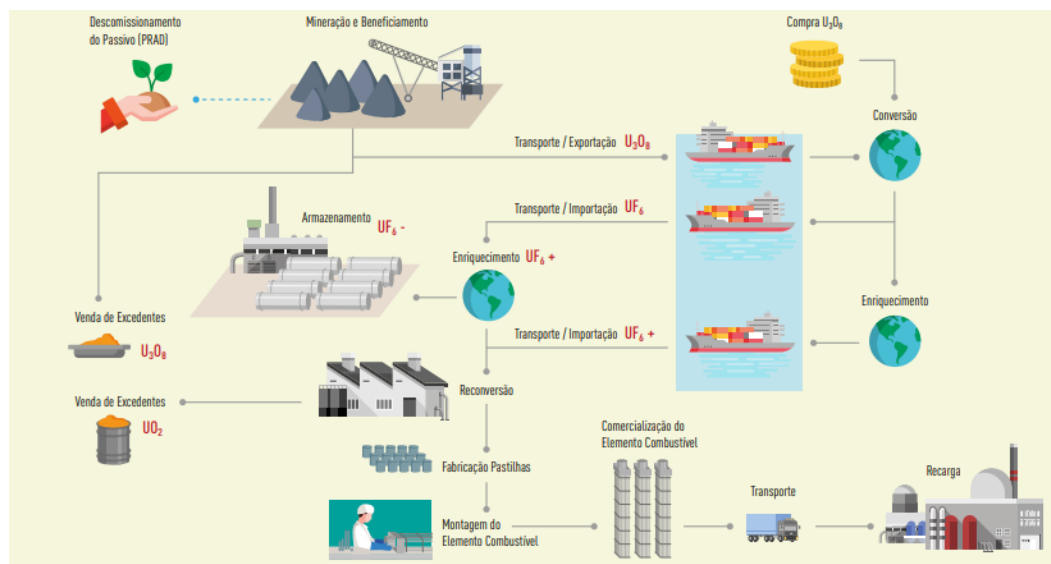
Quando fala-se de radioatividade, esse fenômeno está automaticamente relacionado a bombas ou armamentos nucleares, na maioria das vezes como uma utilização negativa dessa matéria. A radioatividade é elemento que pode ser natural ou artificial (chamados de transurânicos) que contém substâncias e elementos químicos emissores de radiação, sendo elas as partículas alfa, beta e os raios gama. Todos os átomos de um elemento químico que apresenta número atômico maior ou igual a 84 são radioativos independente de sua origem. Há alguns elementos radioativos naturais como o

Polônio (Po), Plutônio (Pu), Rádio (Ra), Tório (Th), Urânio (U), etc. Este último utilizado em grande escala nos processos de geração de energia nas usinas nucleares.

O urânio é um metal de coloração prateada, radioativo. Como um elemento químico seu número atômico é 92, e possui três isótopos principais: Urânio 234; Urânio 235 (físsil, usado como combustível nuclear) e Urânio 238. É um elemento considerado abundante na crosta terrestre, encontrado em diversas formas em vários ambientes geológicos em combinação com o oxigênio. O principal mineral de urânio é a uraninita ( $\text{UO}_2$ ). Outros minerais de urânio apresentam-se em cores variadas: amarelo (uranofano, autunita), verde (tobernita), Etc. Esse elemento em sua forma natural não apresenta um alto índice de radiação, mas seus isótopos sim. Seu nome deriva do planeta Urano e este é o último elemento natural da Tabela Periódica. As principais características deste elemento quando puras são: É sólido nas CNTP; Possui coloração acinzentado-prateada; É um metal radioativo; Possui alta dureza e alta densidade; É bastante reativo e essa característica aumenta conforme o aumento da temperatura; Possui propriedade paramagnética; Tem afinidade com elementos ametálicos; É dúctil e flexível. Podendo ser encontrado em minérios de uraninita, euxenita, carnotita, branerita, torbenite e a coffinita, sendo o primeiro o mais importante. O Brasil é o sexto país com maior reserva de Urânio sendo as principais reservas a de Caetité (BA) e a de Santa Quitéria (CE).

### **2.3 Processo de obtenção do Urânio.**

O urânio é obtido através de escavações tanto em minas de céu aberto como em minas subterrâneas, e são encontrados minérios como a Uranita  $\text{UO}_2$ , Pechblenda  $\text{U}_2\text{O}_5$ ,  $\text{UO}_3$  (65-75% de Urânio), Carnotita  $\text{K}_2(\text{UO}_2)_2(\text{VO}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  e a Autunita  $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . A mineração de urânio no Brasil é de responsabilidade das Indústrias Nucleares Brasileiras (INB) e ocorrem através da mina de céu aberto de Caetité no interior do estado da Bahia, no local ocorrem as atividades de extração do minério de urânio e o beneficiamento do minério. Segundo a INB (2020) a unidade situa-se na Província Uranífera de Lagoa Real, onde se encontra um recurso de 99,1 mil toneladas de urânio contido ( $\text{U}_3\text{O}_8$ ) distribuído em 17 depósitos. Após a extração do material ocorrem alguns processos até que ele possa ser utilizado como combustível nos reatores das usinas nucleares de Angra I e Angra II, segundo a INB (2016) nessa cadeia de processos ocorrem os processos de: Mineração do urânio; Britagem do minério escavado; Lixiviação; Filtração; Secagem; Conversão; Enriquecimento isotópico; Reconversão; Fabricação das patilhas; Fabricação do combustível nuclear. Na figura 1 observa-se o fluxograma de etapas de processo de urânio.



**Figura 4:** Fluxograma das etapas de processamento do urânio

Fonte: Adaptado de INB (2016).

A conversão é uma das etapas principais para que seja produzido o elemento combustível, o Yellow Cake que é o minério do Urânio-238 já triturado e tratado quimicamente, e passa para um processo de transformação para que seja convertido em gás, ou seja, ele é transformado em Hexafluoreto de Urânio  $UF_6$ . A Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) determina que o processo seja feito da seguinte forma:

O principal processo é o úmido que é usado pela Cameco no Canadá, Orano na França, em Lanzhou na China e Seversk na Rússia. Para o processo úmido, o concentrado é primeiro dissolvido em ácido nítrico. A solução limpa resultante de nitrato de urânio  $UO_2(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$  é alimentada a um processo de extração de solvente em contracorrente, utilizando fosfato de tributílo dissolvido em querosene ou dodecano. O urânio é coletado pelo extrator orgânico, do qual pode ser lavado com solução diluída de ácido nítrico e depois concentrado por evaporação. A solução é então calcinada em um reator de leito fluidizado para produzir  $UO_3$  ou  $UO_2$  se aquecido o suficiente. (AIEA, 2019.)

Esse processo de conversão ainda não é realizado no Brasil, segundo a INB (2016) a conversão é realizada no exterior, uma das empresas que realizam esse processo para o combustível brasileiro é a canadense Cameco, ou a Francesa Areva, ambas empresas recebem o concentrado de Urânio e o transforma em Hexafluoreto, e devolve a INB para a etapa do Enriquecimento em Resende conforme figura 2, no Estado do Rio de Janeiro.

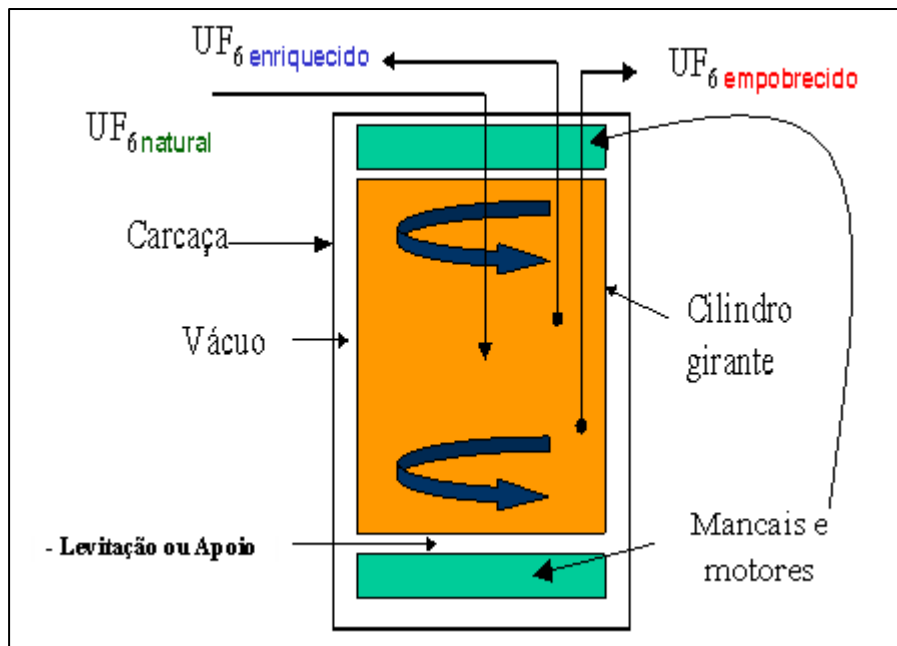


**Figura 2:** Tanque de Hexafluoreto de Urânio aguardando uso na instalação de Enriquecimento em Resende – RJ

Fonte: Adaptado de INB (2016).

Sobre o enriquecimento do urânio, na década de 70 o país começou a adotar medidas para construção de reatores nucleares que tinha como objetivo aumentar a capacidade para obtenção de combustível nuclear em consequência aumentar a matriz energética e para haver de explosão dos recursos naturais. Em 1988 então, foi criada a INB, Indústrias Nucleares do Brasil iniciou todo o processo de produção do Urânio no país. A INB foi responsável por fundir as empresas de que faziam parte da Nuclebrás na época a fábrica de construção de reatores responsável pelo tratamento de minérios no país criada para cumprimento do acordo Nuclear entre o Brasil e a Alemanha instalado em 1975, para que os dois país compartilhassem da tecnologia necessário para a fabricação do minério. As Indústrias Brasileira Nucleares impulsionou a construção das usinas de Angra I e Angra II no estado do Rio de Janeiro, pelo fato que o processo de enriquecimento do Urânio Brasileiro era realizado no exterior. No começo do acordo, o plano para enriquecimento do Urânio no Brasil era pelo processo de Ultracentrifugação. A Alemanha já utilizava essa tecnologia a anos, por haver pressões a Alemanha sugeriu ao país uma alternativa que se chamava Jet-nozzle que estava numa fase de desenvolvimento, acabaram por ceder e no final da década de 1970 foi cedido a tecnologia de ultracentrifugação sendo assim, no Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo que ajuda do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/ CNEN), possuíam planos para construção de submarinos de motores de com propulsão com tecnologia nuclear. Segundo Othon e André (2006), tendo o submarino uma maior densidade seu reator nuclear produziria mais oxigênio para tribulação e poderia manter altas velocidades por um longo período, e patrulhar grandes extensões territoriais do mar.

Há grande variedade de métodos que podem ser utilizados com que o Urânio possa ser enriquecido e aumentar a sua concentração, no Brasil atualmente utiliza-se ultra centrífuga para produzir uma fissão nos núcleo do mineiro conforme figura 3.



**Figura 3:** Esquemática do Uso das Ultra centrífugas para Enriquecimento do Urânio.  
Fonte: Adaptado de CNEN.

No processo de ultra centrífuga é realizado uma separação isotópica do Urânio-235 do átomo do Urânio-238 que é encontrado diretamente na natureza, para que aconteça uma separação que é realizada por uma ultra centrífuga essa separação ocorre pela força aplicada, o Urânio- 238 contém mais densidades que acaba se deslocando para as paredes da ultra centrífuga, ao contrário do Urânio- 235 pela menor densidade se concentra centro e assim é retirado.

A constituição Federal do Brasil, em seu artigo 21, proíbe a utilização da energia nuclear para fins que não sejam exclusivamente pacíficos. Além do Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares (TNP), firmado em 1997, o Brasil também é signatário do Acordo Quadripartite para a Aplicação de Salvaguardas, em vigor desde 1994. (Santos, 2008, pág. 39).

O Projeto de Enriquecimento no Brasil tem planos de estar completo o ano 2033 com a construção da Angra III, só então o Brasil poderá ser Autônomo na produção desse material. Segundo a INB, após os processos de enriquecimento e reconversão um dos processos pelo qual deve ser realizado, é a transformação em pastilhas, que possuem a forma de um cilindro com aproximadamente um centímetro de comprimento e de diâmetro. A INB diz que é realizada uma mistura de componentes do Urânio, o pó de  $UO_2$  é depositado em uma prensa rotativas automáticas que produzem pastilhas, que são denominadas de “Pastilhas Verdes” sendo levadas ao forno aquecido a  $1750^\circ$ , para adquirir resistência que será necessário para suportar a pressão que sofre pelo reatores conforme figura 4.



**Figura 4:** Produção das Pastilhas de Urânio.

Fonte: Adaptado de INB (2016).

Quando as pastilhas do Urânio estão prontas, é realizada a última etapa do ciclo do combustível nuclear. Assim como o ciclo de reconversão, a fabricação das pastilhas é realizada na Fabricada na Unidade I de Resende no Rio de Janeiro.

## **2.4 As centrais nucleares de Angra dos Reis – Angra I, II e III**

As centrais nucleares Almirante Álvaro Alberto mais conhecidas como usinas de Angra, são geradoras de energia elétrica através da utilização do combustível Urânio 235. O Brasil começou a desenvolver a tecnologia nuclear em 1951 sob o recém-criado Conselho Nacional de Pesquisa, mas isso acelerou sob o regime militar de 1964 a 1985. Em 1970, o governo decidiu buscar propostas para uma planta nuclear inicial tendo em vista o potencial energético que as cidades de São Paulo e Rio de Janeiro estavam em crescimento exponencial de população, tal feito fez com que a cidade de Angra dos Reis fosse a escolha adequada devido a proximidades com as duas maiores cidades do país. As três usinas são administradas pela concessionária de energia Eletrobrás – Eletronuclear.

## **2.5 Como a radiação pode afetar o meio ambiente e saúde**

A poluição radioativa é considerada o tipo mais nocivo de poluição, o negativo impacto ambiental ocasionado pela radioatividade traz consequências graves e de longa duração. Encontra-se a radiação naturalmente no meio ambiente, porém, devido as ações humanas vem sendo liberada em excesso, causando mutações em diversas espécies de seres vivos. Até o presente momento não existe maneiras efetivas para descontaminar uma área afetada por poluição radioativa, quando o local é contaminado é necessário que seja totalmente isolado. Em casos de acidentes nucleares, como o ocorrido no ano de 1986 na usina de Chernobyl, na Ucrânia, os danos foram imensuráveis. Após a explosão de um reator, ocorreu um derretimento nuclear, causando a contaminação do local a partir da liberação de uma quantidade letal de material radioativo que contaminou uma extensa área da região atmosférica, parte da Europa e afetou também indiretamente países em outros continentes, sendo assim considerado um dos piores desastres nucleares. Foi estimado que a liberação

dessa poluição radioativa era cerca de 400 vezes maior em relação ao que havia nas bombas de Hiroshima e Nagasaki. Esse acidente causou um enorme prejuízo, calculado em torno de US\$ 18 bilhões, além de gerar a contaminação da população, dos animais, da vegetação e do solo, que resultou no abandono da região, transformando Pripyat numa cidade fantasma.

O acidente nuclear de Fukushima contaminou toda a região e causou diversos danos. Fukushima é uma das províncias localizada na região de Tohoku no Japão, o estado ficou conhecido após o desastre que liberou material radioativo devido ao forte terremoto de 8,9 pontos na escala Richter, ocorrido em 11 de março de 2011. O terremoto gerou um tsunami causando muito pânico e destruição, casas e edifícios foram devastados e houve mais de 16 mil mortes. Um dos principais problemas causado pelo desastre foi a danificação da planta nuclear Daiichi, provocando uma série de explosões nos reatores de Fukushima, o que agravou ainda mais a situação. Durante o tsunami, o sistema de refrigeração da usina foi prejudicado e toda água que era utilizada nesse sistema foi contaminada com material radioativo. Aproximadamente 400 toneladas de água radioativa são retiradas diariamente e armazenadas em tanques, que agora rodeiam a planta da usina, essa é uma das complicações mais sérias de Fukushima, pois ainda não se sabe aonde descartar os resíduos nucleares. O perigo está no fato de que foram identificados vazamentos desses tanques e toneladas dessa água contaminada infiltram-se direto na terra, tendo em vista que a principal indústria de Fukushima é a agricultura e que essa água está seguindo para o Oceano Pacífico, o que coloca Fukushima em estado de emergência.

O desastre com o Césio-137 no estado de Goiás, foi considerado o maior acidente radiológico do mundo e o maior desastre nuclear ocorrido fora de uma usina, incluindo o Brasil na lista de piores acidentes radioativos. Foi em setembro de 1987, quando dois catadores de lixo na cidade de Goiânia entraram em uma clínica médica abandonada, lá encontraram uma máquina de radioterapia e ao removerem algumas peças tiveram contato direto com uma substância altamente radioativa.

Dados os fatos, a poluição radioativa prejudica o ecossistema em geral, causa desequilíbrio, afetando a fauna e a flora. Esse tipo de poluição é tão impactante por não existir processos de limpeza ou de solução, como nas outras poluições.

## **2.6 Embalagens de proteção para o transporte de materiais radioativos.**

Considerando os processos de retirada da matéria radioativa, enriquecimento e utilização entende-se que estes processos são feitos em locais distintos, por tanto para que o transporte seja feito da maneira correta deve-se considerar qual o melhor tipo de embalagem afim de evitar acidentes de percurso onde, caso haja algum acidente, não danifique o material ou contamine o solo e as pessoas ao redor dele, ou se tratando do transporte marítimo não haja contaminação das águas causando efeitos irreversíveis e perigosos.

A AIEA possui seus regulamentos de segurança no transporte de material radioativo, onde são estabelecidos os padrões regulamentares para a atividade de transporte internacional, seu conceito básico é o de que a segurança desse transporte depende diretamente das embalagens utilizadas, as quais devem fornecer uma proteção de revestimento resguardando os operadores, a população e o meio-ambiente contra os efeitos radioativos, afim de evitar uma reação em cadeia não planejada, ou possíveis danos gerados por temperaturas elevadas e também contra a desmembração do conteúdo.

As embalagens onde o Hexafluoreto de urânio é transportado incluem regulamentos específicos dados pela IAEA. E devem suportar as seguintes exigências de teste como: Resistir um teste de pressão de pelo menos 1,4MPa; Resistir um teste de queda livre – a altura da queda dependerá da massa; Resistir um teste térmico numa temperatura de 800°C por 30 minutos, na figura 5 observa-se tais embalagens.



**Figura 5:** Barris Nacionais de armazenamento de materiais nucleares.  
Fonte: Adaptado de CNEN.

## 2.7 Transporte de produtos perigosos

O transporte de cargas é algo bem consolidado dentro da logística, sem o transporte os polos consumidores não seriam integrados aos polos produtores, no transporte ocorrem diversos carregamento de vários tipos de cargas, e algumas dessa cargas são de níveis que possuem certa periculosidade à sociedade e ao meio ambiente, e devido a esse fato foi criado as normas para transporte de produtos perigosos, afim de protocolar e produzir diretrizes para que os itens sejam transportados com segurança mitigando futuros problemas que essa carga possa ter.

A Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT) determina que produto perigoso é:

É considerado produto perigoso todo aquele que representa risco à saúde das pessoas, ao meio ambiente ou à segurança pública, seja ele encontrado na natureza ou produzido por qualquer processo. Expedições contendo produtos perigosos devem atender a todas as prescrições contidas na regulamentação referentes à adequação, marcação e rotulagem de embalagens, sinalização das unidades de transporte, documentação, entre outros. (ANTT, 2012, P. 06)

Sendo assim a natureza dos perigos das cargas é determinado em classes, nessas classes são determinadas as cargas que são de natureza corrosiva, explosiva, gases tóxicos e até mesmo itens radioativos como é o caso que o trabalho engloba.

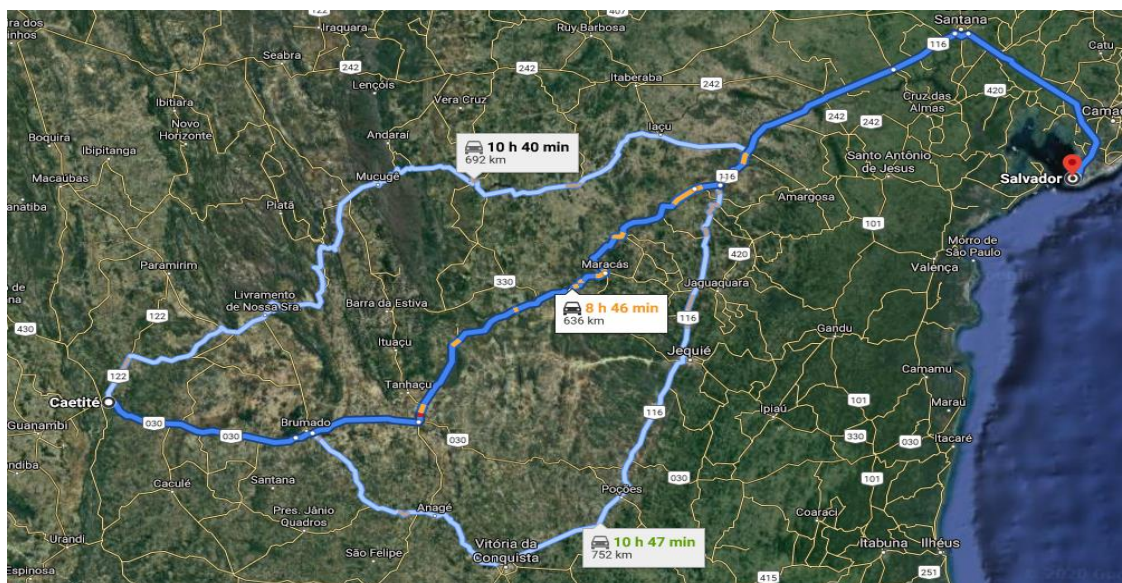
## 2.8 Transporte rodoviário de urânio

Na década de 50, houve um grande desenvolvimento da indústria nuclear e consequentemente, uma movimentação de material radioativo entre os países. Conforme isso ia acontecendo, viu-se a necessidade da elaboração de normas para garantir a segurança do transporte, armazenamento e manuseio desses materiais,

(MEZRAHI, 2005). No mundo, atualmente, segundo Mezrahi (2005), a liderança em normatização do transporte de material radioativo está com a AIEA. Os procedimentos dessa agência são os únicos que são seguidos na íntegra internacionalmente. A AIEA não é a única agência que regulamenta o transporte de material radioativo. Seja ele marítimo, rodoviário, aéreo, o transporte desses materiais ainda passa pela CNEN:

O transporte de materiais radioativos, seja por via aérea, marítima, ou terrestre, deve também cumprir as exigências das Normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear, destacadamente as Normas CNEN-NN-5.01, CNEN-NN-5.04 e CNEN-NN-5.05 e demais regulamentos nacionais para a segurança do transporte de produtos perigosos. A Norma CNEN 5.01 estabelece requisitos de segurança e proteção radiológica a serem atendidos desde a origem até o destino das remessas, de forma a assegurar o adequado nível de controle da eventual exposição de pessoas, bens e meio ambiente aos efeitos nocivos das radiações ionizantes. A Norma CNEN 5.04 dispõe sobre o rastreamento de veículos de transporte de materiais radioativos. A Norma CNEN 5.05 estabelece os requisitos de projeto e de ensaios para materiais, embalagens e volumes contendo materiais radioativos. Os requisitos normativos se aplicam às condições rotineiras, normais e acidentais que possam ocorrer durante uma operação de transporte. (CNEN, 2019.)

O transporte do urânio aqui no Brasil vai de Caetité até Salvador, e existem três rotas possíveis conforme figura 6.



**Figura 6:** Demonstração das possibilidades de percursos de Caetité até Salvador

Fonte: Adaptado de Google Maps (2020).

O percurso mais curto dura 8 horas e 46 minutos (sem trânsito, esse tempo diminui para 7 horas e 15 minutos) e tem 636 km para serem percorridos. Esse percurso tem como principal via, a BA-026. Esse percurso passa pelo meio de algumas cidades como Maracás, oferecendo riscos para os cidadãos caso ocorra algum acidente durante o trajeto. O trajeto de 10 horas e 40 minutos tem o espaço a ser percorrido de 721 km. Tem como principal via a BA-142, passando pelo meio da cidade de Itanagé, oferecendo risco aos cidadãos assim como no percurso anterior. O último percurso dura 10 horas e 47 minutos e tem 752 km a serem percorridos e tem como principal via a BA-116. Esse trajeto passa pela cidade de Jequié, e, assim como nos percursos anteriores, oferece

certo risco aos moradores dessa cidade. Todos os trajetos têm pedágios. O tempo de cada um deles pode variar conforme a velocidade que o caminhão pode atingir, pelo clima (visto que em dias mais chuvosos, o caminhão tende a ir mais devagar), por algum problema com a escolta (carga radioativa se encaixa em “cargas especiais”, e cargas especiais tem direito a escolta armada) e pelas estradas que, segundo o Jornal Correio, da Bahia, apresentam más condições. Podemos citar como exemplo a BA-026, que é a estrada do primeiro percurso apresentado. O jornal Correio, em uma das suas matérias, diz que “sem pavimentação, trecho da BA-026 expõe usuários a acidentes e assaltos”. Ainda segundo o jornal, até o dia 16 de outubro de 2019, estavam registrados 91 acidentes.

Alguns caminhões que passam por este caminho, como os da Cooperativa Agropecuária Hortifrutigranjeira de Licínio de Almeida e Região, passam por muitos problemas ao usar essa rodovia. O secretário de agricultura de Licínio de Almeida diz que:

O gasto com manutenção dos caminhões é muito alto, uns R\$ 2 mil por mês. E em época de chuva, é um terror. Tem de ter muita habilidade para dirigir. E esse ano (2018), para agravar a situação, tivemos uma praga nos maracujás que fez reduzir a produção. (LEAL, José dos Santos – Jornal Correio)

## 2.9 Transporte Marítimo de urânio

O transporte de carga no âmbito aquaviário fica responsável por levar o concentrado de urânio a países que realizam a conversão de yellow cake para o gás Hexafluoreto de urânio, tendo em vista que o Brasil não detém essa tecnologia de transformação, o porto de Salvador fica sob responsabilidade da CODEBA (Companhia de Docas do Estado da Bahia). A carga é recepcionada pela CODEBA e fica no terminal de container de Salvador, conforme figura 7.

Os containers ficam juntos com os demais e não possuem uma área demarcada dentro do terminal de containers, e ficam aguardando a chegada do navio que irá ser carregado, a carga é despachada para países da Europa ou para o Canadá. Conforme imagem abaixo do carregamento de concentrado de Urânio num navio de containers na zona portuária de Salvador.

É importante destacar que a segurança nuclear que envolva a operação aquaviária é determinada pela as normas 1. 24 da CNEN e que juntamente com a Marinha Brasileira, realizam a fiscalização e as diretrizes de recebimento de embarcações que contenham materiais radioativos para a produção nacional de combustível e da exportação de minério de Urânio excedente a países que adotam o uso do combustível nuclear como fonte geradora de energia elétrica.



**Figura 7:** Terminal de containers de Salvador  
Fonte: Adaptado de Wilson Tecon (2020).

A norma destaca o seguinte para o uso das instalações portuárias:

No processo de seleção de cais, terminais e fundeadouros normais para navio nuclear devem ser, inicialmente, analisadas as vantagens e desvantagens dos mesmos, levando-se em conta os seguintes fatores: a) fatores que influem na possibilidade relativa de um acidente devido a causas externas, tais como: rotas de navegação, intensidade do tráfego marítimo, localização de aeroportos e pistas de voo, condições meteorológicas e das marés afetando a navegabilidade, estatísticas de colisão e operações excepcionais nas docas; b) fatores que interferem na capacidade de dispersão de radionuclídeos no meio ambiente, tais como: frequências e durações de condições meteorológicas dominantes e excepcionais, dos fluxos da maré, de inundações e de correntes marítimas; e c) fatores que tenham influência nas consequências potenciais de um acidente, tais como: proximidade de terra, profundidade para facilitar o movimento do navio nuclear e facilidade de combate ao fogo, de reboque, de controle radiológico e de execução de outros serviços. (CNEN. P. 08, 1991.)

Ou seja, é de responsabilidade que sejam analisados as condições de acondicionamento da carga e se há a possibilidade de acidentes e risco a sociedade no entorno e o meio ambiente, já que o carregamento desses containers de concentrado de urânio devem ser feito com o máximo de cuidado a fim que não despenquem e caiam no mar. A mesma regulamentação ocorre para o porto do Rio de Janeiro, é nesse porto que chega o material Hexafluoreto de Urânio que tem como destino a fábrica de enriquecimento de Urânio, situada em Resende no interior do estado do Rio. Abaixo há uma imagem do terminal de containers do porto do Rio de Janeiro. O material que chega através de navio de países da Europa ou do Canadá, são recepcionados no terminal de containers do próprio Porto do Rio de Janeiro e ficam aguardando serem transportados para a fábrica da INB.

## **2.10 Gestão da Qualidade nos processos de descarte de materiais radioativos**

Os materiais Radioativos que não serão mais utilizados são estritamente necessários que sejam descartados de forma adequada pois, o descarte incorreto pode colocar em risco tanto o meio ambiente quanto a sociedade. Segundo a CNEN (2014), é preciso que haja um descarte correto dessa matéria, sendo que mesmo o rejeito não estando mais em uso pode continuar liberando radiação por um longo período. Portanto se faz necessário a construção de depósitos pra que seja armazenado, esses lugares levam o nome de repositórios.

A uma forma correta de definir um material como radioativo a CNEN diz que:

Qualquer material resultante das atividades humanas, que contenha radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção especificados na norma CNEN-NE-6.02, e para o qual a utilização é imprópria ou imprevista. (CNEN, 2014).

Portanto todo material que se encaixe nos padrões definidos pela CNEN deve ser recolhido. Existem pelo menos três tipos segundo as normas nacionais e internacionais, os que produzem baixa, média e alta radioatividade sendo que é o produtor de alta radioatividade podem ficar ativos por um longo período de tempo. No último caso é preciso que sejam armazenados em repositórios que podem possuir profundidade de cerca de 500 metros, ficando completamente isolados do meio ambiente ou contato humano. No caso de rejeitos de baixa e média atividade esse sendo exemplos como: luvas, botas, roupas e peças que podem ser substituídas dos

reatores, etc. Equipamentos que de certa forma tiveram contato indiretamente com o material radioativo. Esse tipo de rejeito a CNEN (2014) diz que, são armazenados em depósitos na superfície, e monitorados e imobilizados com barreiras para que fiquem isolados.

O Brasil ainda não possui depósitos definitivos de descartes desses tipos de Materiais, parte desses resíduos após um período, podem ser reciclados e levados aos reatores novamente. O combustível (urânio), após a sua queima nos reatores ainda contém cerca de 95% de urânio e 5% de rejeitos. Assim, este material deve ser separado para reciclar o urânio e dispor dos rejeitos CNEN (2014). Esse processo requer um alto investimento, por esse motivo não é realizado com a frequência necessária. Atualmente os rejeitos de baixas e médias radioatividade, não ficam localizados em apenas um depósito, eles possuem um prazo de algumas décadas, para que possam ficar no local e logo quando esse período termina eles são transferidos para depósitos intermediários, contendo pouca ou nenhuma radioatividade. É de muita importância que isso ocorra, pois envolve uma manutenção de segurança com frequência, e economicamente é mais viável, e após esse momento podem ser descartados definitivamente, liberando espaço para futuros descartes.

Segundo Antonelli (2010), Angra I possui uma piscina para armazenagem de resíduos que podem permanecer no local por 40 anos estimados, em Angra II houve também a construção de uma piscina semelhante à Usina, onde a capacidade de armazenagem é de metade da vida útil de Angra I.

Assim como os demais tipos de descartes os rejeitos Hospitalares também são importantes para que haja os descartes de forma adequada. Antes que sejam liberados para a armazenagem precisam receber um tratamento correto, isso acontece quando o nível de radioatividade que é liberado não oferece nenhum tipo de toxicidade química. Alguns rejeitos que tiveram contato com radioatividade como: Luvas máscaras etc. São colocados em sacos tambores ou até mesmo caixas de aço, esse processo é realizado pela baixa atividade que eles liberam.

Souza, Santos e Ferreira (2015) dizem que, o processo inicial para o descarte deve ser realizado pelo próprio hospital onde foi utilizado o material, sendo colocados em recipientes adequados e vedados. E o local de armazenagem deve conter um sistema de ventilação, exaustão e filtragem. E com o passar do tempo o material tende a diminuir sua radioatividade.

Cada elemento radioativo, seja natural ou obtido artificialmente, se transmuta (se desintegra ou decai) a uma velocidade que lhe é característica. Para acompanhar a duração (ou vida) de um elemento radioativo foi preciso estabelecer um parâmetro, dado pelo tempo que leva para um elemento radioativo ter uma atividade reduzida à metade da atividade inicial. Esse tempo foi denominado meia vida do elemento. (CNEN, p.9, 2014)

Segundo a CNEN (2014), se o nível do material permanecer alto mesmo depois de todo o processo, necessita que fiquem armazenados por um período maior de tempo.

### **3. Metodologia de pesquisa**

Segundo Rampazzo (2002), a pesquisa descritiva leva em consideração a seguinte linha de pensamento:

A pesquisa descritiva procura, pois, descobrir, com a precisão possível, a frequência com que um fenômeno ocorre, sua relação e sua conexão com outros, sua natureza e suas características. Busca conhecer as diversas situações e relações que ocorre na vida social, política, econômica e demais aspectos do

comportamento humano, tanto do indivíduo tomando decisões isoladamente como de grupos e comunidades mais complexas. (RAMPAZZO, 2002, P.53)

Nesse projeto, utilizamos o método de pesquisa descritiva, que, segundo Silva, Menezes (2000, p.21), “visa descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados: questionário e observação sistemática. Assume, em geral, a forma de levantamento”.

Adaptando a citação de Silva, Menezes para o tema do nosso projeto, analisamos a cadeia de extração e enriquecimento de urânio aqui no Brasil, analisando todos os riscos que a manipulação de um produto radioativo, descrevendo suas características e levantando os dados necessários para análise e montagem de um fluxograma de transporte.

### **3.1 Procedimentos metodológicos**

A pesquisa descritiva consiste em descrever de forma coesa os processos de transporte (rodoviário e marítimo) referente ao transporte de materiais radioativos. A partir desta pesquisa os autores criaram um fluxograma das etapas do processo modal. Este fluxo não é trivial e envolve toda o estudo em relação ao tema. Então para desenvolver o fluxograma deve se investigar com detalhes as movimentações do material radioativo.

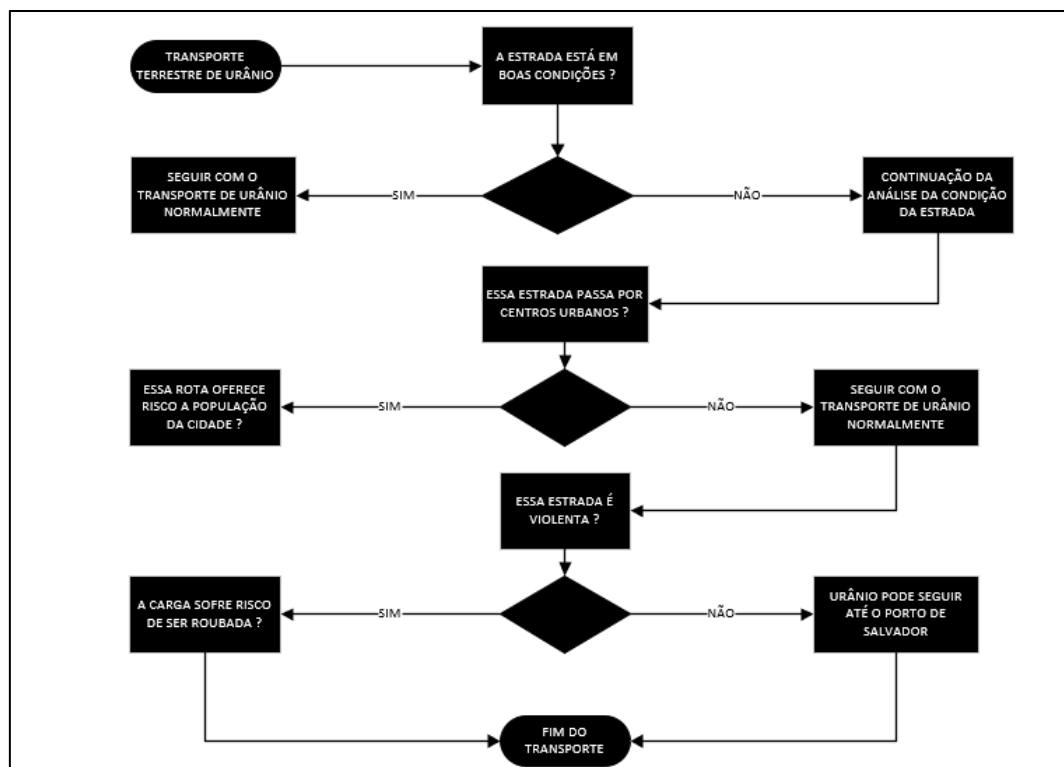
## **4. Análise e discussão de resultados**

Ao analisar as condições do transporte do urânio, podemos chegar a algumas discussões. Primeiramente a respeito do urânio na área portuária, existe pouco preparo, visto que o porto é um lugar que pode ocorrer acidentes envolvendo os funcionários e até pessoas que estão fazendo algum passeio, por exemplo. Esse é um aspecto que pode ser mudado fazendo um isolamento da área onde o material radioativo irá chegar, fornecendo assim mais segurança a todos.

Sobre as condições das estradas, pode-se observar que nenhum dos caminhos possíveis podem ser considerados totalmente seguros por vários aspectos, sendo segurança (da carga e de terceiros) ou até mesmo a condição da estrada em si. Infelizmente nenhuma das três opções de estrada oferece de fato segurança para a carga e para terceiros, mesmo com a escolta da polícia federal. O melhor a ser feito nesse caso é encontrar uma quarta opção de estrada que deve ser bem cuidada e segura, a construção de uma estrada nesse porte pode ser algo caro.

Uma questão muito importante a ser abordada também é sobre o futuro descarte desse material, que não é feito de maneira correta. O descarte mal feito de material radioativo pode acarretar em acidentes como o do Césio – 137. O descarte correto desse material é algo que colaborará e muito com a segurança no final da cadeia de enriquecimento do urânio. Com essas informações, podemos considerar que o problema pode sim ser pelo menos reduzido, para a segurança das pessoas que trabalham com o transporte do urânio e também para a segurança de pessoas que não estão inseridas dentro dessa cadeia.

Sendo assim monta-se um fluxograma considerando o requisito segurança para o transporte de materiais radioativos conforme verificado na figura 8. Neste processo há uma série de orientações que devem ser repensadas em relação ao transporte de materiais radioativos.



**Figura 8:** Fluxograma desenvolvido no projeto para o transporte de materiais radioativos  
 Fonte: Elaborado pelos autores

## 5. Conclusão

Em virtude do levantamento dos dados apresentados desse estudo de caso do ciclo do urânio no Brasil, associando as etapas do transporte de materiais radioativos e toda sua cadeia logística, os custos financeiros, o impacto da radioatividade no meio ambiente e na sociedade e a gestão da qualidade em geral. Demonstra que uma roteirização estratégica é um dos fatores principais para garantir um resultado mais satisfatório e seguro, levando em consideração a periculosidade do transporte da carga e redução dos riscos de furtos e/ou avarias.

Os resultados obtidos corroboram que as condições do transporte do urânio no trajeto marítimo necessitam de maior atenção e melhoria nos processos, para maior segurança e eficiência. E, no trajeto rodoviário mesmo com escolta policial, nenhuma das rotas utilizadas é totalmente segura devido as condições das estradas, o ideal seria um novo trajeto, porém não há nenhum planejamento público ou privado para obras de infraestrutura. O descarte adequado dos resíduos radioativos das usinas também é um aspecto relevante, pois é essencial que seja desprezado em local apropriado para evitar acidentes, tal ação contribuirá para a gestão de qualidade da cadeia de enriquecimento do urânio. Entende-se que, a tecnologia vem evoluindo para que problemas ambientais e acidentes catastróficos não ocorram mais, se equiparar com as demais fontes de energia utilizadas no Brasil.

A energia nuclear não ocupa uma posição privilegiada, ainda requer mais desenvolvimentos e aprimoramentos, mas dominar essa fonte de energia é de extrema importância para demais propósitos e efeitos futuros do país.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRE. **Dutoviário**. 2013. Disponível em: <<http://portal.antt.gov.br/index.php/content/view/4964/Dutoviario.html>>. Acesso em 16 jun. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRE. **Transporte de Produtos Perigosos**. Disponível em: < <https://www.antt.gov.br/produtos-perigosos> >. Acesso em 18 jun. 2020.

ANTONELLI, Letras Harían Lago. **Resíduos Nuclear- Preconceito, Responsabilidade Ambiental e Alternativas Para seu Destino**. Pag. 60, 2010.

ARRUDA, Felipe. **Polônio: o mais letal dos venenos**. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/quimica/15082-polonio-o-mais-letal-dos-venenos.htm>>.

Acesso em: 27 de jun. 2020

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CODEBA. **Porto de Salvador** - Disponível em: <[http://www.codeba.com.br/eficiente/sites/portalcodedeba/pt-br/porto\\_salvador.php?secao=porto\\_salvador\\_apresentacao](http://www.codeba.com.br/eficiente/sites/portalcodedeba/pt-br/porto_salvador.php?secao=porto_salvador_apresentacao)>. Acesso em 21 de jul. 2020.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Apostila educativa Radioatividade**. Disponível em:

<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.cnem.gov.br/images/cnen/documentos/educativo/apostila-educativa-aplicacoes.pdf&ved=2ahUKewiDqqijl-LqAhUUHbkGHcUcCAcQFjAAegQIARAC&usq=AOvVaw3qWEp-5qOoemNzAkoWou68>.

Acesso em: 18 jul. 2020

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Transporte de Material Radioativo**. Disponível em: <http://www.cnem.gov.br/transporte-de-material-radioativo>. Acesso em: 28 jun. 2020.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES. **O Transporte Move o Brasil**. 2020. Disponível em: <<https://cnt.org.br/propostas-cnt-transporte>>. Acesso em 16 jun. 2020.

CORREIO. **'Agradeço a Deus por estar vivo', diz morador que usa 'pior estrada da Bahia'**. Disponível em: <https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/agradeco-a-deus-por-estar-vivo-diz-morador-que-usa-pior-estrada-da-bahia/>. Acesso em: 28 jun. 2020.

CORREIO. **Bahia tem pelo menos 51 rodovias em más condições, aponta levantamento**. Disponível em: <https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/bahia-tem-pelo-menos-51-rodovias-em-mas-condicoes-aponta-levantamento-1/>. Acesso em: 28 jun. 2020.

DIAS, Marco Aurélio. 2018. **Gen.Negócios&Gestão**. Disponível em: <<https://gennegociosegestao.com.br/intermodalidade-no-brasil/>>. Acesso em: 20 jul. 2020.

ECYCLE, Equipe. 2014. **O que é poluição radioativa?** Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/2766-poluicao-radioativa>>. Acesso em: 21 jul. 2020.

ELETRONUCLEAR. **Angra I**. Disponível em: <<https://www.eletronuclear.gov.br/Nossas-Atividades/Paginas/Angra-1.aspx>>. Acesso em 12 de junho. 2020.

ELETRONUCLEAR. **Angra II**. Disponível em: <<https://www.eletronuclear.gov.br/Nossas-Atividades/Paginas/Angra-1.aspx>>. Acesso em 12 de junho. 2020.

ELETRONUCLEAR. **Angra III**. Disponível em: <<https://www.eletronuclear.gov.br/Nossas-Atividades/Paginas/Angra-1.aspx>>. Acesso em 12 de junho. 2020.

FLEURY, P. F., FIGUEIREDO, K., WANKE, P. (org). **Logística Empresarial: A Perspectiva Brasileira**. Coleção COOPEAD de Administração. São Paulo: Atlas, p. 126-138, 2000.

GUIAME. **Greenpeace demarca rota de material radioativo em Salvador 2008**. Disponível em <<https://guiame.com.br/noticias/sociedade-brasil/greenpeace-demarca-rota-de-material-radioativo-em-salvador.html>>. Acesso em 21 de jul. 2020.

INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL. **Conversão**. Disponível em: <<https://www.inb.gov.br/Nossas-Atividades/Ciclo-do-combustivel-nuclear/Minera%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em 09 de junho. 2020.

INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL. **Enriquecimento**. Disponível em: <<https://www.inb.gov.br/Nossas-Atividades/Ciclo-do-combustivel-nuclear/Minera%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em 09 de junho. 2020.

INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL. **Mineração**. Disponível em: <<https://www.inb.gov.br/Nossas-Atividades/Ciclo-do-combustivel-nuclear/Minera%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em 09 de junho. 2020.

- INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL. **O que é Urânio** - Disponível em: <https://www.inb.gov.br/Contato/Perguntas-Frequentes/Pergunta/Conteudo/o-que-e-uranio?Origem=426>. Acesso em 21 jun. 2020
- INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL. **Produção da Pastilha**. Disponível em: <https://www.inb.gov.br/Nossas-Atividades/Ciclo-do-combustivel-nuclear/Minera%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em 09 de junho. 2020.
- INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION - IMO. **Maritime security**. 2018. Disponível em: <http://www.imo.org/en/Pages/Default.aspx>. Acesso em: 18 jul. 2020.
- MAHAN, B. M. **Química: um curso universitário**. 4a ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.
- MEZHARI Arnaldo. **Avaliação crítica dos requisitos de segurança e radioproteção adotados para o transporte de minérios e concentrados que contém urânio e tório**. 2005. 104 f. Tese (Ciências em engenharia nuclear) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.
- NAZÁRIO, Paulo. 2000. **ILOS Especialistas em Logística e Supply Chain**. Disponível em: <https://www.ilos.com.br/web/intermodalidade-importancia-para-a-logistica-e-estagio-atual-no-brasil/>. Acesso em: 20 jul. 2020.
- PACIFIC NUCLEAR TRANSPORT LIMITED - **OurFleet**. - Disponível em: <https://www.pntl.co.uk/our-fleet/> Acesso em 19 de jul. 2020
- PAPPON, Thomas. 2018. **BBC News Brasil**. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-45783343>. Acesso em: 21 jul. 2020.
- PIRES, Marco Túlio. 2016. **Veja Ciência**. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/ciencia/contaminacao-a-marca-da-radiacao-no-ambiente/> Acesso em: 20 jul. 2020.
- PORTO GENTE. **Enriquecimento do urânio** - Disponível em <https://portogente.com.br/portopedia/85005-enriquecimento-de-uranio> Acesso em 27 jun. 2020.
- PORTO RIO. **Porto Rio de Janeiro** - Disponível em <http://www.portosrio.gov.br/node/show/102> 2018. Acesso em 21 de jul. 2020.
- POZO, Hamilton. **Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais**. 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- QUÍMICA NOVA NA ESCOLA. **Rádio**. Disponível em [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32\\_1/12-EQ-4909.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_1/12-EQ-4909.pdf) Acesso em 21 jun. 2020
- QUIMLAB. **Plutônio** - Disponível em <https://www.quimlab.com.br/guiadosselementos/plutonio.htm> Acesso em 21 jun. 2020
- QUIMLAB. **Urânio** - Disponível em <http://www.quimlab.com.br/guiadosselementos/uranio.htm> Acesso em 27 jun. 2020
- RAMPAZZO, Lino. **Metodologia Científica**. 1. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2002.
- RODRIGUES, Rui. 2016. **Portogente**. Disponível em: <https://portogente.com.br/portopedia/74025-intermodal-e-intermodalidade>. Acesso em: 20 jul. 2020.
- RUSSEL, J. B. **Química geral**. São Paulo: Makron Books, 2004.
- SILVA, Edna Lúcia da.; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: UFSC/ppgep/led, 2000, 118p.
- SOFT, B. 2019. **Transporte Intermodal**. Disponível em: <https://bsoft.com.br/?s=intermodalidade>. Acesso em: 20 jul. 2020.
- SOUZA Mirelly Gonçalves de, SANTOS Charlene Rodrigues Sousa, FERREIRA Thalita Lauanna Gonçalves da Silva. **Rejeitos Radioativos Hospitalares: Armazenagem e segurança de Aparelhos de Radioterapia**. Pag. 4, 2015.
- SOUZA, Líria Alves. 2020. **Mundo Educação**. Disponível em: [https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/efeitos-radiacao-no-corpo-humano.htm#:~:text=Exerc%C3%ADcios%20de%20Reda%C3%A7%C3%A3o-Efeitos%20da%20radia%C3%A7%C3%A3o%20no%20corpo%20humano,trazer%20s%C3%A9rios%20danos%20%C3%A0%20sa%C3%BAde](https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/efeitos-radiacao-no-corpo-humano.htm#:~:text=Exerc%C3%ADcios%20de%20Reda%C3%A7%C3%A3o-Efeitos%20da%20radia%C3%A7%C3%A3o%20no%20corpo%20humano,trazer%20s%C3%A9rios%20danos%20%C3%A0%20sa%C3%BAde.). Acesso em: 21 jul. 2020.
- TERRA, Equipe. 2011. **Radiação Nuclear**. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/mundo/asia/radiacao-nuclear-afeta-a-saude-e-o-meio-ambiente,632905b1738ea310VgnCLD200000bbcecb0aRCRD.html#:~:text=O%20vazame>

[nto%20de%20grande%20quantidade,radiobi%C3%B3logo%20espanhol%20Eduard%20Rodr%C3%ADguez%2DFarr%C3%A9](http://www.oxigenio.com/actinidios/elemento_quimico_torio.htm)>. Acesso em: 21 jul. 2020.

TÓRIO. **Tório** **Elemento** **Químico** - Disponível em: <[http://www.tabela.oxigenio.com/actinidios/elemento\\_quimico\\_torio.htm](http://www.tabela.oxigenio.com/actinidios/elemento_quimico_torio.htm)> Acesso em 21 jun. 2020.

URBIM, Daniel. 2015. **A Intermodalidade no Transporte de Cargas como Redução de Custos Logísticos**. Disponível em:

<[http://www.inovarse.org/sites/default/files/T\\_15\\_480\\_1.pdf](http://www.inovarse.org/sites/default/files/T_15_480_1.pdf)>. Acesso em: 20 jul. 2020.

WORLD NUCLEAR TRANSPORT INSTITUTE. **Tipos de Embalagens Usadas para o Transporte de Materiais Radioativos** - Disponível em: <<https://www.wnti.co.uk/language/portugu%C3%AAs.aspx>> Acesso em 28 de jun.2020

## **A PROPOSIÇÃO DE SERVIÇOS LOGÍSTICOS AOS CLIENTES COM O USO DO ARENA15.0: UMA ABORDAGEM SOBRE TRANSPORTES EM OPERADORES LOGÍSTICOS <sup>7</sup>**

Rodrigo dos Santos Kelch - Centro Paula Souza- [rodrigo.kelch@cpspos.sp.gov.br](mailto:rodrigo.kelch@cpspos.sp.gov.br)  
Antônio Cesar Galhardi - Centro Paula Souza- [prof.galhardi@fatec.sp.gov.br](mailto:prof.galhardi@fatec.sp.gov.br)

### **Resumo**

O presente artigo discorre sobre o uso de Simulação Computacional, mais especificamente do software de eventos discretos ARENA, como ferramenta de auxílio na venda de serviços logísticos. O software permite avaliar antecipadamente as operações, localizando e mitigando questões de otimização de processos produtivos a partir de uma visão ampla dos processos, inclusive com: a indicação dos gargalos; o grau de utilização de recursos; filas, etc. Como resultado, verificou-se a viabilidade da utilização do software, como ferramenta de apoio à decisão, na venda de serviços logísticos.

**Palavras-chaves:** Simulação computacional; Logística; Processos produtivos; Transportes

## **THE PROPOSITION OF LOGISTIC SERVICES TO CUSTOMERS WITH THE USE OF ARENA15.0: AN APPROACH ON TRANSPORT IN LOGISTIC OPERATORS**

### **Abstract**

*This article discusses the use of Computational Simulation, more specifically the ARENA discrete event software, as an aid tool in the sale of logistics services. The software allows to evaluate the operations in advance, locating mitigating issues and optimizing production processes, from a broad view of the processes, including with: the indication of bottlenecks; the degree of use of resources; queues, etc. As a result, the feasibility of using the software, as a decision support tool, in the sale of logistics services was verified.*

**Keywords:** Computer simulation; Logistics; Productive processes; Transportation

---

<sup>7</sup> Submetido em: 16/10/2020

Aprovado em: 28/10/2020

## 1 Introdução

O Brasil ainda passa por problemas consequentes de uma das maiores crises econômica, política e empregatícia de sua história. Esses problemas se tornaram variáveis restritivas no processo decisório; enquanto os gestores devem se posicionar de forma conservadora quanto ao investimento em recursos e tecnologia, (SALEMI et al., 2019). O mercado por sua vez requer que as organizações busquem a melhoria contínua de seus processos, para fazer frente a uma concorrência cada vez mais acirrada. Assim, se destacam na competição a empresa que oferecer os melhores preços e qualidade nos produtos e/ou serviços. Em ocasiões onde o aumento de receita é praticamente impossível, atua-se na contenção de custos e no aperfeiçoamento de operações; ou seja: na busca da forma mais viável de se manter competitivo.

Para Kotachi et al. (2016), o uso de ferramentas de simulação voltadas à análise e desenvolvimento de processos tem como objetivo orientar os gestores na tomada de decisão, principalmente quando as falhas não são perceptíveis. Os 5S, o Kaizen, o PDCA, o Six sigma estão entre as ferramentas mais conhecidas e utilizadas para a melhoria contínua, entretanto a simulação computacional pode ser a solução para responder questões que nem sempre são respondidas por tais ferramentas, (FANTI et al, 2015).

Este estudo aborda um Operador Logístico Internacional reconhecido por agregar valor aos clientes por meio de serviços que priorizam a inovação, a tecnologia, a otimização de recursos, o cuidado com o meio ambiente e com a segurança de seus colaboradores.

Justifica-se esta pesquisa pela oportunidade de desenvolver estudos em uma das melhores empresas em seu ramo de atuação. Assim como a possibilidade de implantar em um sistema já otimizado, uma nova ferramenta que além de servir de auxílio para a tomada de decisão, possa servir como um novo produto/serviço, ao se apresentar aos clientes: animações e relatórios de operações futuras. Caso os contratos de prestação de serviço sejam firmados, com o auxílio da simulação computacional, aliada às outras ferramentas e métodos de captação de clientes, também terão forte influência no aumento do faturamento da empresa.

Já há algum tempo a simulação computacional é utilizada como ferramenta de venda, nos showrooms de pisos, revestimentos e louças e metais sanitários; nos showrooms de móveis planejados, etc. Assim, surge a seguinte questão básica de pesquisa: é possível utilizar a simulação computacional como produto e/ou ferramenta na negociação e venda de serviços logísticos?

Para se atingir o objetivo geral desta pesquisa aplicou-se um modelo de simulação para rotas, especialmente desenvolvido para servir como ferramenta de auxílio na negociação da venda de transporte a um atual cliente de armazenagem. O modelo desenvolvido conta com recursos de animação, e levantamentos de valores reais de custos por viagem, permitindo que o modelo propicie o entendimento e otimização dos processos.

## 2. Referencial teórico

Este referencial foi desenvolvido com artigos publicados nos rodízio últimos cinco anos e somente com livros considerados clássicos. Foram utilizadas as plataformas Scopus, Google Scholar e Portal da Capes com as seguintes palavras chave: Simulation, computational modeling, Arena, logistics, fleet management and customer service. Foram extraídos os mais relevantes levando-se em consideração o número de citações e classificação do periódico.

## **2.1 Simulação, modelagem computacional e o software Arena**

A simulação computacional visa reproduzir um sistema real de forma que esse seja mais bem visualizado e que possam se fazer alterações sem interferência no plano físico (FANTI et al, 2015). Os modelos de simulação podem ser estáticos, dinâmicos, determinísticos, estocásticos, contínuos e discretos (MANISRI e LITTLE, 2016). Neste trabalho é utilizado o modelo estocástico, onde a distribuição de chegada representa variáveis aleatórias, com características dos sistemas de filas; e por evoluir conforme a alteração do estado do sistema trata-se de um sistema discreto, (KOTACHI et al, 2016).

Para Salemi et al. (2019), ainda nos dias atuais a simulação não é plenamente utilizada pelas empresas; principalmente pela necessidade de mão de obra qualificada, e de difícil capacitação.

Embora existam restrições para se trabalhar o uso dessas ferramentas, existem muitas outras vantagens como as citadas por Fanti et al. (2015), que são: analisar o sistema real; comparar resultados; aferir o comportamento do sistema; possibilidade de realização de ensaios; ou seja: melhor compreensão do processo.

Além disto para que esses objetivos sejam alcançados é preciso se atentar a integração de toda a equipe que estiver envolvida direta ou indiretamente no projeto, nivelar os conhecimentos sobre o que é simulação e os seus benefícios, usar dados e distribuições devidamente tratados, (KARA, RUGRUNGRUANG, KAEBERNICK, 2007).

A modelagem de um sistema consiste em sua reprodução parcial ou total. Isso inclui o desenvolvimento do modelo conceitual que, em se tratando de simulação computacional, nada mais é do que a representação por meio de fluxogramas e/ou imagens que representem o fluxo das entidades, (MANISRI e LITTLE, 2016). Após a correta coleta de dados e a obtenção das distribuições de frequência.

Existem diversos tipos de simuladores disponíveis cada um com alguma peculiaridade ou diferencial. Em logística se destaca o Arena.

O Arena é um software de simulação distribuído na América latina pela empresa Paragon. É um dos simuladores de eventos discretos mais utilizados no mundo, e que disponibiliza um ambiente gráfico intuitivo (PARAGON, 2019). O software possui todas as ferramentas estatísticas, de análise e animação necessárias para a modelagem de processos. Após o sistema modelado, podem ser feitas as alterações no modelo e os resultados analisados tanto nos relatórios, como na animação.

## **2.2 Logística, gestão de frotas e serviço ao cliente**

A logística é umas das ciências que chamam a atenção no mundo corporativo, pois embora Sarkar et al. (2019), a considerem como uma divisão da organização que não gera lucro para a empresa; outros autores como Poter e Kramer (2019), acreditam que uma boa gestão de atividades, como a de logística, acarreta no aumento do faturamento como consequência da manutenção e captação de novos clientes. Além disso, o comércio eletrônico ao eliminar parte das lojas físicas, faz com que o processo de separação em um centro logístico tenha como destino o cliente final em sua residência. Com base nisso é mostrada a importância de investimentos em inovação, tecnologia e aperfeiçoamento de processos.

Uma das subáreas da Logística de Distribuição é a gestão de frota. Essa atividade requer amplo conhecimento e dinamismo por parte do gestor. Com limitações de recursos, além de custos elevados. Muitas empresas têm grandes desafios diários para cumprirem os prazos estipulados em contrato (HU et al, 2016). Essas pressões aumentam proporcionalmente ao tamanho das operações; ou seja: para grandes contratos de operações, as multas por não cumprimento dos prazos representam valores elevados.

A satisfação do cliente tem sido sempre o maior alvo de qualquer empresa que queira sobreviver em sua área de atuação. Com a globalização é possível que um cliente que esteja no Brasil troque facilmente de fornecedor escolhendo outro em qualquer parte do planeta, (LAI e CHENG, 2016). O problema é que países desenvolvidos normalmente tem maior poder de barganha com os fornecedores, o que favorece na redução dos preços de seus produtos e serviços. Esse cenário obviamente impulsiona as operações brasileiras para níveis cada vez mais perto da excelência.

Nesse contexto, para Crainic e Montreuil (2016), a gestão logística eficiente é bem mais do que um diferencial competitivo, é uma ferramenta que visa à satisfação dos clientes por meio de entregas no local certo, a um preço justo de forma que se mantenham a integridade do produto e suas respectivas especificações.

### 3. Desenvolvimento

A empresa estudada é uma multinacional de gestão logística, armazenagem e transporte líder nos segmentos em que atua. Ela oferece serviços dos mais variados, dentre eles o transporte. Em um dos sites que atua, presta os serviços de armazenagem, enquanto outra operadora presta os serviços de transporte. Levando-se em consideração as necessidades do cliente, que também é uma multinacional, a empresa case desse estudo elaborou uma planilha de custos de cada viagem apresentados na Figura 1.

| Rota truck: Planta A x CD1 x CD3 x Planta A |                 |                                 |              |              |            |                                                     |                   |                       |                     |
|---------------------------------------------|-----------------|---------------------------------|--------------|--------------|------------|-----------------------------------------------------|-------------------|-----------------------|---------------------|
| TYPE OF VEHICLE                             | KM USED MONTHLY | R\$/MONTHLY VEHICLE (NET VALUE) | AD VALOREM   | GRIS         | PIS/COFINS | R\$/MONTHLY VEHICLE (WITH ADV, GRIS & PIS / COFINS) | VEHICLES QUANTITY | TRIPS/DAY PER VEHICLE | TOTAL MONTHLY VALUE |
| Truck 27 t                                  | 5.181 km        | R\$ 30.762,72                   | R\$ 2.005,58 | R\$ 4.011,15 | 9,25%      | R\$ 40.528,31                                       | 28                | 1,13                  | R\$ 1.134.792,68    |

| Rota carreta: Planta A x CD1 |                 |                                 |              |              |            |                                                     |                   |                       |                     |
|------------------------------|-----------------|---------------------------------|--------------|--------------|------------|-----------------------------------------------------|-------------------|-----------------------|---------------------|
| TYPE OF VEHICLE              | KM USED MONTHLY | R\$/MONTHLY VEHICLE (NET VALUE) | AD VALOREM   | GRIS         | PIS/COFINS | R\$/MONTHLY VEHICLE (WITH ADV, GRIS & PIS / COFINS) | VEHICLES QUANTITY | TRIPS/DAY PER VEHICLE | TOTAL MONTHLY VALUE |
| Carreta                      | 8.320 km        | R\$ 34.121,65                   | R\$ 2.005,58 | R\$ 4.011,15 | 9,25%      | R\$ 44.229,61                                       | 7                 | 2                     | R\$ 309.607,27      |

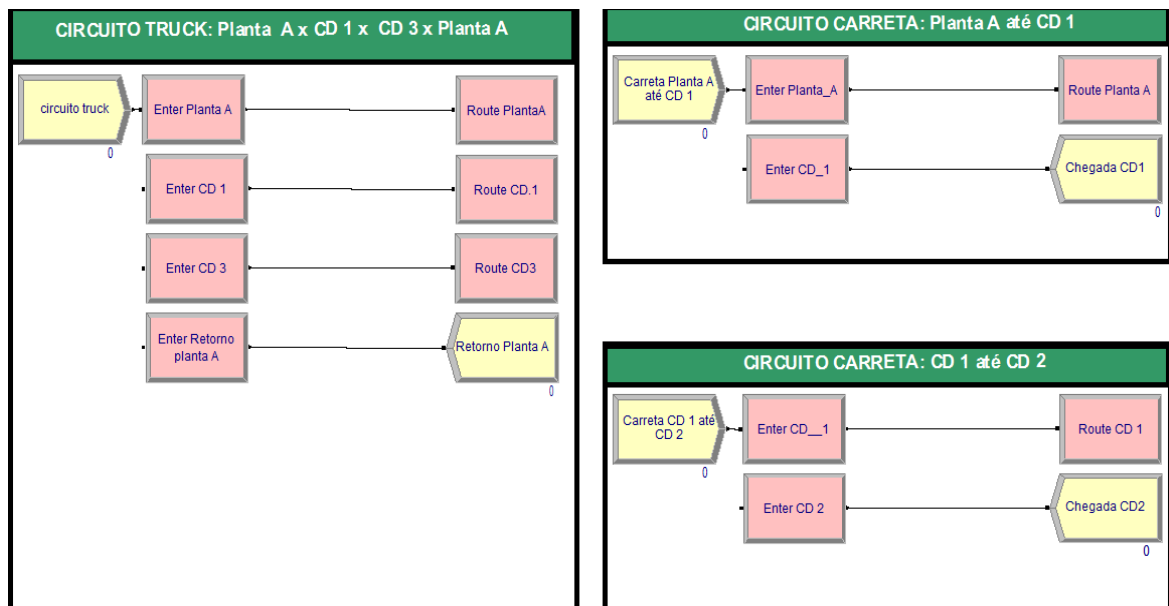
  

| Rota carreta: CD1x CD2 |                 |                                 |              |              |            |                                                     |                   |                       |                     |
|------------------------|-----------------|---------------------------------|--------------|--------------|------------|-----------------------------------------------------|-------------------|-----------------------|---------------------|
| TYPE OF VEHICLE        | KM USED MONTHLY | R\$/MONTHLY VEHICLE (NET VALUE) | AD VALOREM   | GRIS         | PIS/COFINS | R\$/MONTHLY VEHICLE (WITH ADV, GRIS & PIS / COFINS) | VEHICLES QUANTITY | TRIPS/DAY PER VEHICLE | TOTAL MONTHLY VALUE |
| Carreta                | 6.240 km        | R\$ 31.633,92                   | R\$ 2.005,58 | R\$ 4.011,15 | 9,25%      | R\$ 41.488,31                                       | 5                 | 1                     | R\$ 207.441,55      |

**Figura1:** Custos de cada viagem por tipo de veículo.

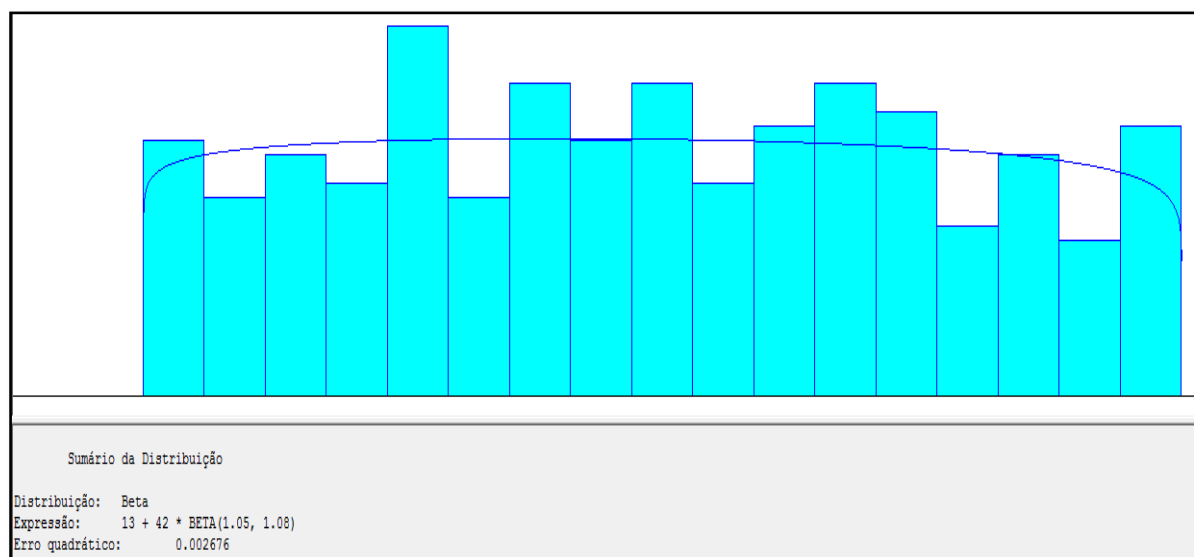
Fonte: arquivo pessoal dos autores

A partir da planilha de custos foram desenvolvidas três rotas com suas respectivas distâncias em horas. As rotas já estão modeladas no software ARENA conforme a Figura 2.



**Figura 2:** Rotas propostas pela empresa  
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Foram coletados 200 tempos da operação da empresa para estudar a dinâmica das saídas dos caminhões. Com esses tempos foi criado um arquivo de texto.txt. para que com a ferramenta Input Analyzer do próprio ARENA que buscou a melhor distribuição estatística, conforme a Figura 3.



**Figura 3:** Análise dos dados de chegadas pelo Input Analyser do Arena  
Fonte: Input Analyser

Esse procedimento apresentado foi para o circuito do caminhão truck, mas os outros dois seguiram o mesmo processo e o resultado das análises para criar as chegadas e as distâncias estão descritas na Figura 4.

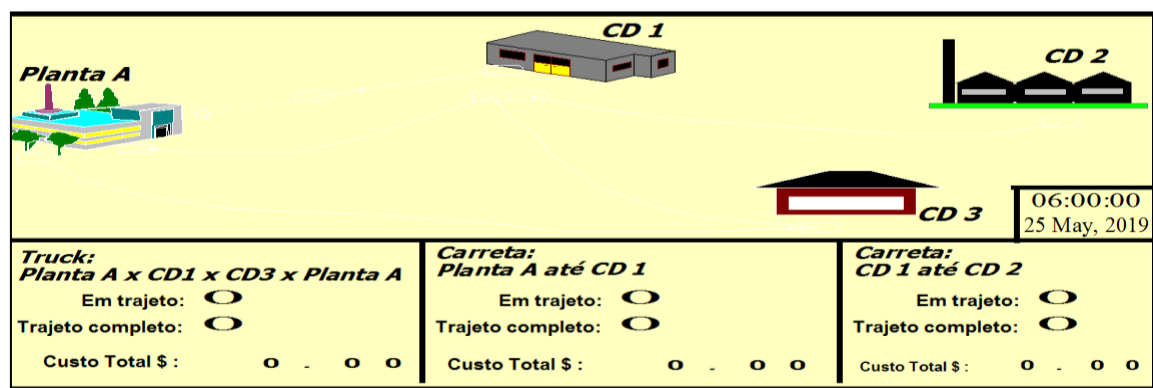
|   | Name                      | Entity Type          | Type          | Value                               | Expression                          | Units   | Entities per Arrival | Max Arrivals | First Creation |
|---|---------------------------|----------------------|---------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------|----------------------|--------------|----------------|
| 1 | circuito truck            | Truck                | Expression    | $13 + 42 * \text{BETA}(1.05, 1.08)$ | $13 + 42 * \text{BETA}(1.05, 1.08)$ | Minutes | 1                    | Infinite     | 0.0            |
| 2 | Carreta Planta A até CD 1 | Carreta Planta XxCD1 | Random (Expo) | 134.2                               | $\text{TRIA}(30, 32, 34)$           | Minutes | 1                    | Infinite     | 0.0            |
| 3 | Carreta CD 1 até CD 2     | Carreta CD1 x CD2    | Random (Expo) | 230                                 | $\text{TRIA}(30, 32, 34)$           | Minutes | 1                    | Infinite     | 0.0            |

|   | Name           | Route Time | Units | Destination Type | Station Name                   |
|---|----------------|------------|-------|------------------|--------------------------------|
| 1 | Route PlantaA  | 1.5        | Hours | Station          | Enter CD 1.Station             |
| 2 | Route CD.1     | 1.7        | Hours | Station          | Enter CD 3.Station             |
| 3 | Route Planta A | 1.5        | Hours | Station          | Enter CD_1.Station             |
| 4 | Route CD 1     | 2.4        | Hours | Station          | Enter CD 2.Station             |
| 5 | Route CD3      | 3.5        | Hours | Station          | Enter Retorno planta A.Station |

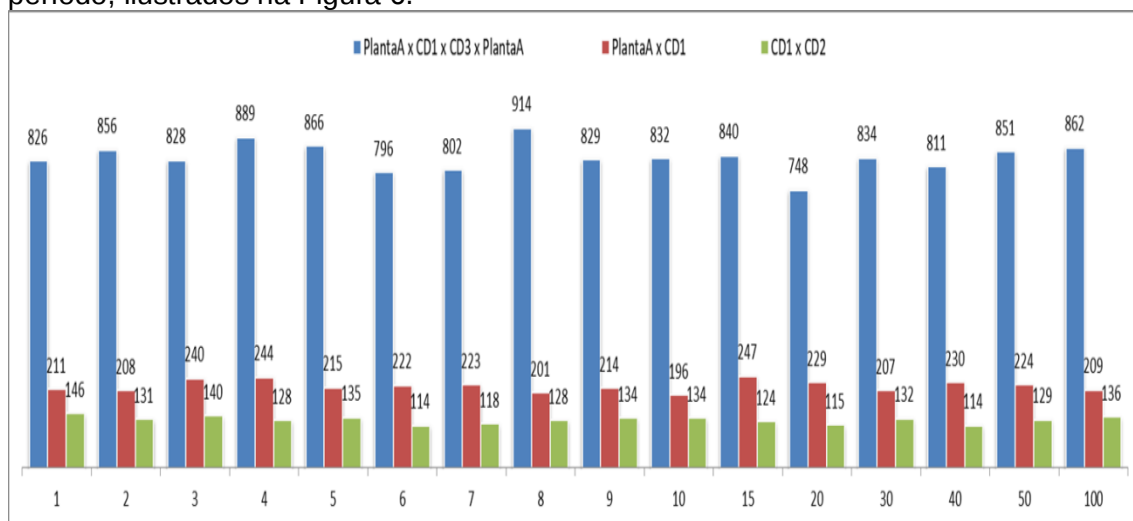
**Figura 4:** Chegadas e distâncias entre rotas  
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A Figura 5 mostra como é o layout dessa animação.



**Figura 5:** Criação da animação da simulação  
Fonte: Sistema ARENA (2020).

Cada rodada da simulação teve a duração de 1 mês, com 16 horas diárias, correspondente a dois turnos. Para entender as variações das distribuições de entrada e seus impactos na interpretação dos resultados das simulações, foram feitas diversas replicações até que fosse encontrada a estabilização dos dados que ocorreu a partir da 100ª replicação. Essa análise é baseada nos veículos que completaram o trajeto no período, ilustrados na Figura 6.



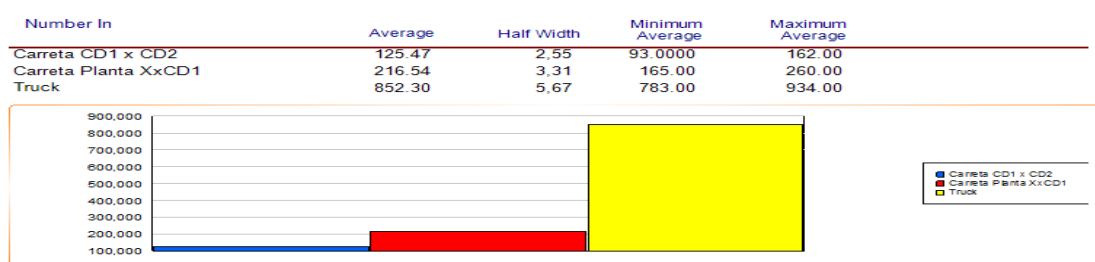
**Figura 6:** Análise das replicações.

Fonte: Sistema ARENA (2020).

O roteiro adotado para o estudo foi: levantamento dos custos de transporte e distâncias entre os pontos; concepção do modelo conceitual; tratamento de dados, criação do layout da animação, análise das replicações. As observações sobre os indicadores gerados e relatórios estão descritas no tópico Resultados e Análise.

#### 4. Resultado e Análises

Com os resultados obtidos na simulação, foi possível realizar uma série de análises. Os dados mais relevantes para este estudo são mostrados na Figura 7, onde se apresenta parte do relatório de simulação, e traz a quantidade média, máxima e mínima de trajetos iniciados pelos caminhões das três rotas, levando-se em consideração as 100 replicações realizadas. Esses valores podem ser calculados para projetar os custos em períodos específicos do ano, desgaste dos caminhões, dentre outros.



**Figura 7:** Caminhões que entraram nos circuitos conforme as replicações.

Fonte: Sistema ARENA (2020).

A Figura 8 mostra outro dado relevante que é o número de veículos que completaram o percurso; ou seja: os que entregaram as mercadorias no destino. Isso mostra a eficiência do sistema de transporte, os atrasos, além de desenvolvimento de rotas alternativas.

| Number Out           | Average | Half Width | Minimum Average | Maximum Average |
|----------------------|---------|------------|-----------------|-----------------|
| Carreta CD1 x CD2    | 125.04  | 2,55       | 93.0000         | 161.00          |
| Carreta Planta XxCD1 | 215.87  | 3,33       | 165.00          | 260.00          |
| Truck                | 840.01  | 5,65       | 768.00          | 918.00          |

**Figura 8:** Caminhões que completaram os circuitos.

Fonte: Sistema ARENA (2020).

A animação permitiu visualizar os movimentos dos caminhões de forma proporcional à realidade. Indicadores como relógio, data, somatória dos custos e quantidade de veículos fazem com que o analista tenha a percepção dos problemas, testar mudanças para que sejam efetivadas como mostrado na Figura 9.



**Figura 9:** Animação durante a rodada no Arena

Fonte: Sistema ARENA (2020).

## 5. Considerações finais

A Simulação de sistemas discretos permite uma visão ampla dos processos, inclusive porque proporciona ao tomador de decisão uma visão ampla dos processos, com indicação dos gargalos, utilização de recursos, filas, etc.

No caso específico desta pesquisa, cumpriu-se o objetivo proposto de se verificar a possibilidade de utilização do software ARENA, como ferramenta de apoio à decisão, na venda de serviços logísticos.

Embora a aquisição do software, treinamento ou contratação de profissionais e o tempo de implantação, sejam custosos à empresa, é possível se vislumbrar uma redução significativa dos custos operacionais, e/ou otimizações nos processos, a partir da utilização plena do recurso. Até mesmo operações já em marcha há algum tempo podem ser reestudadas em busca de otimizações, redução de custos, aumento do valor agregado!

## REFERÊNCIAS

- CRAINIC, T. G.; MONTREUIL, B. Physical internet enabled hyperconnected city logistics. **Transportation Research Procedia**, v. 12, p. 383-398, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146516000752>. Acesso em: 10/06/2019.
- FANTI, M; IACOBELLIS, G; UKOVICH, W; BOSCHIAN, V; GEORGOULAS, G; STYLIOU, C. A Simulation Based Decision Support System for logistics management. **Journal of Computational Science**, v. 10, p. 86-96, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877750314001239>. Acesso em: 18/06/2019.
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527306000806>. Acesso em: 28/06/2019.
- HU, J; MORAIS, H; SOUSA, T; LIND, M. Electric vehicle fleet management in smart grids: A review of services, optimization and control aspects. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 56, p. 1207-1226, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032115013970>. Acesso em: 05/07/2019.
- KARA, S; RUGRUNGRUANG, F; KAEBERNICK, H. Simulation modelling of reverse logistics networks. **International journal of production economics**, v. 106, n. 1, p. 61-69, 2007. Disponível em:
- KOTACHI, M; RABAD, G; MSAKIN, K; AL-SALEM, M; DIABATI, A. A discrete event simulation for the logistics of Hamad's container terminal of Qatar. In: **Proceedings of the 2016 Winter Simulation Conference**. IEEE Press, 2016. p. 2262-2271. Disponível em: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=3042376>. Acesso em: 05/07/2019.

- LAI, K.; CHENG, T.C. E. Just-in-time logistics. **Routledge**, 2016. Disponível em: <https://content.taylorfrancis.com/books/download?dac=C2015-0-91169-3&isbn=9781317109723&format=googlePreviewPdf>. Acesso em: 05/07/2019.
- MANISRI, C.; MANISRI, T.; LITTLE, J. Simulation approach for practical testing improvement of logistics professional qualification system level 1 in Thailand. In: **2016 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)**. IEEE, 2016. p. 370-374. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7797899>. Acesso em: 01/07/2019.
- PARAGON. 2019. **Simulador Arena**. Disponível em: <http://www.paragon.com.br/treinamentos/arena/>. Acesso em: 05/07/2019.
- PORTER, M. E.; KRAMER, M. R. Creating shared value. In: **Managing sustainable business**. Springer, Dordrecht, 2019. p. 323-346. Disponível em: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-024-1144-7\\_16](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-024-1144-7_16). Acesso em: 21/06/2019.
- SALEMI, L; SONG, E; NELSON, L; STAUM, J. Gaussian Markov random fields for discrete optimization via simulation: **Framework and algorithms**. **Operations Research**, v. 67, n. 1, p. 250-266, 2019. Disponível em: <https://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/opre.2018.1778>. Acesso em: 05/07/2019.
- SARKAR, B; SARKAR, M; GUCHHAIT, R; BARRÓN, L. How does an industry manage the optimum cash flow within a smart production system with the carbon footprint and carbon emission under logistics framework? **International Journal of Production Economics**, v. 213, p. 243-257, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527319300982>. Acesso em: 10/06/2019.

## LOGÍSTICA REVERSA, UM DIAGNÓSTICO NO ARRANJO PRODUTIVO LOCAL DO POLO DE CONFECÇÕES EM CARUARU <sup>8</sup>

Onassis Felipe da Silva- Universidade Federal Rural de Pernambuco - [onassis\\_felipe@hotmail.com](mailto:onassis_felipe@hotmail.com)

Maria Gilca Pinto Xavier- Universidade Federal Rural de Pernambuco - [gilka.xavier@gmail.com](mailto:gilka.xavier@gmail.com)

### Resumo

A constante busca por redução nos impactos ambientais é estabelecida por critérios definidos pela sociedade através das exigências dos consumidores e aparatos governamentais, novos comportamentos de consumo amplia a responsabilidade dos empresários no processo de aquisição de materiais, legislações tornaram mais rígidas nas últimas décadas, induzindo ao comportamento mais sustentável na produção de serviços e produtos no nicho empresarial. A fabricação de determinado produto e sua cadeia produtiva gera resíduos. Portanto, é necessária a utilização de materiais e embalagens reciclados no ciclo de vida do produto, com a devida destinação causada pela atividade no descarte de tecidos, a economia de água e energia no processo produtivo no Arranjo Produtivo Local do polo de confecção de Caruaru. Este estudo tem como objetivo traçar um diagnóstico de como é realizada a logística reversa e as ações utilizadas pelos empresários atuantes no setor de confecções da cidade de Caruaru.

**Palavras-chave:** Aglomerações produtivas, confecções, logística, sustentabilidade.

### **REVERSE LOGISTICS, A DIAGNOSIS IN THE LOCAL PRODUCTIVE ARRANGEMENT OF THE CLOTHING CLUB IN CARUARU**

#### **Abstract**

*The constant search for reduction in environmental impacts is established by criteria defined by society through the demands of consumers and government apparatus, new consumer behaviors increase the responsibility of entrepreneurs in the process of purchasing materials, legislation has become more rigid in recent decades, inducing the more sustainable behavior in the production of services and products in the business niche. The manufacture of a given product and its production chain generates waste. Therefore, it is necessary to use recycled materials and packaging in the product's life cycle, with the appropriate destination caused by the activity in the disposal of fabrics, the saving of water and energy in the production process in the Local Productive Arrangement of the manufacturing pole in Caruaru. This study aims to establish a diagnosis of how reverse logistics is carried out and the actions used by entrepreneurs working in the clothing sector in the city of Caruaru.*

**Key words:** Cluster; colthing; logistic; sustainability.

---

<sup>8</sup> Submetido em: 29/08/2020

Aprovado em: 14/09/2020

## 1. Introdução

Conforme Tibben-Lembke (2002) subentende-se logística reversa como um processo complementar à logística tradicional, ou seja, a logística tradicional tem o papel de levar produtos de sua origem (dos fornecedores) até os clientes intermediários ou finais; já para a logística reversa deve completar o ciclo, trazendo de volta os produtos já utilizados dos diferentes pontos de consumo a sua origem. Os produtos da logística reversa passam por uma etapa de reciclagem e voltam novamente à cadeia produtiva, suprimindo-a até ser finalmente descartado, percorrendo o ciclo de vida do produto.

O processo da logística reversa pode ser definido como o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo de produtos acabados e as respectivas informações, desde o ponto de consumo até o ponto de origem, com o propósito de recapturar valor ou adequar o seu destino (BALLOU, 2006).

Segundo Oliveira (2011) logística reversa pode, portanto, ser entendida como a área da logística empresarial que visa equacionar os aspectos logísticos do retorno dos bens ao ciclo produtivo ou de negócios através da multiplicidade de canais de distribuição reversos de pós-venda e de pós-consumo, agregando-lhes valor econômico, ecológico, legal e de localização.

Para Ballou (2006) o profissional em logística precisa ter noção do estágio do ciclo de vida dos produtos, adaptando os padrões da distribuição a cada estágio em busca da eficiência máxima; na logística reversa, o dever de reciclagem e descarte está presente no último estágio, o declínio, esse processo nesse estágio o produto pode ser revertido em matéria-prima para a fabricação de um novo produto ou ser descartado de maneira adequada.

Um retorno mais eficiente de produtos no pós-consumo gera uma vantagem competitiva para as empresas, além de contribuir na economia de energia, obter melhores práticas sustentáveis e na estratégia de marketing de produtos e serviços, portanto este presente estudo examina como a logística reversa está presente no polo de confecções e Caruaru (OLIVEIRA, 2011).

Tibben-Lembke (2002) observar de maneira eficaz esse retorno de produtos das peças confeccionadas ou de parte dessas peças, deste modo tende a observar se ocorrem práticas sustentáveis, exemplo da reciclagem e manufatura, a partir da ótica dos empresários locais diagnosticar os processos da logística reversa presentes no arranjo produtivo local do polo de confecções de Caruaru.

## 2. A Logística Reversa

Para Souza (2010) processo logístico é o tratamento do retorno de produtos, reciclagem, substituição de materiais, reúso de materiais, disposição de resíduos e reforma, reparação e remanufatura de bens retornados.

A logística reversa apresenta-se nos demais estágios do ciclo de vida dos produtos quando se trata de suporte técnico, erro de expedição, recall, produtos vencidos, entre outros. O real objetivo da logística reversa é a gestão e a distribuição do material descartado tornando possível o retorno de bens ou materiais constituintes ao ciclo produtivo; agregando valor econômico, ecológico, legal e de localização ao negócio (BALLOU, 2006).

Conforme Oliveira (2011) o processo presente na logística reversa abrange diversas etapas, entre elas; a coleta; inspeção; separação; compra e venda; por fim a devolução dos produtos, sempre buscando uma melhor recuperação sustentável. As empresas devem-se adequar às ordens legislativas e ecológicas para implantar essas etapas que fazem parte da logística reserva.

As razões ecológicas dizem respeito à preservação do meio ambiente, as empresas precisam considerar o impacto dos produtos sobre o meio ambiente durante todo o ciclo

de vida de seus produtos, precisam avaliar a utilização da logística reversa como oportunidade de adicionar valor tanto pela imagem da empresa com relação aos aspectos ambientais e sustentabilidade quanto ao agregar serviços, com isso, uma melhor gestão do ciclo de vida do produto proporcionam redução de custos o que pode gerar vantagem competitiva para a empresa (ROGERS e TIBBEN-LEMBKE, 1999).

Segundo Oliveira (2011) um problema enfrentado atualmente é a necessidade de desenvolver sistemas e bons controles para o desenvolvimento da logística reversa. Os sistemas e controles utilizados para logística e a logística reversa devem ser distintos devido à diferenciação de processos.

### **3. Arranjos produtivos locais (cluster)**

No conceito de APL vigente comenta-se que o território é um importante critério de vantagem competitiva para as empresas que fazem parte da região, essas vantagens locais não são simplesmente vantagens genéricas, mas sim de setor específico, ou seja, logística de transporte, acesso ao crédito, política industrial e serviços (PORTER, 1998).

Entende-se como APL a aglomeração de empresas que atuam numa atividade principal correlata e complementar, dentro de um mesmo espaço geográfico, com isso o local, antes promissor, passou a ser visto como um eixo orientador de promoção econômica e social. O ideal é orientar e coordenar os esforços governamentais na indução do desenvolvimento local, diretrizes estratégicas do Governo, geração de emprego, geração de renda e o estímulo às exportações (SEBRAE, 2013).

Conforme Dias (2011), uma maior interação entre a esfera social, enfatizando os processos de geração de conhecimentos, assim, as importâncias estratégicas dos Arranjos Produtivos Locais são importantes na diferenciação e competitividade, em termos econômicos e geopolíticos, como, o acesso à informação. Uma maior rede de relações sociais em uma área geográfica limitada baseada em um modelo de inovação que atenda às necessidades locais, através de um processo de aprendizado sinérgico e coletivo, não apenas às relações econômicas, mas também sociais, culturais e psicológicas.

Distritos Industriais são empresas que estão inseridas em um mesmo território, compostos por agentes econômicos, políticos e sociais que desenvolvem atividades econômicas correlatas que apresentem interação e cooperação (MARSHALL, 1982).

No Brasil, o conceito de APL surgiu no final da década de 1980, adotando políticas específicas que visavam estimular o desenvolvimento das cidades brasileiras menos desenvolvidas e exploradas, resultado de uma adaptação do conceito mundial de *clusters*, com isso atraiu indústrias de todos os setores em busca de uma melhor infraestrutura, ofertado pelo poder público, mercado consumidor, boas condições de logística, mão-de-obra especializada, incentivos fiscais, entre outros (LEITE, 2012).

Já Dias (2011) com o tempo novos estudos e pesquisas foram desenvolvidos para uma melhor compreensão desses aglomerados empresariais, no Brasil destaca-se a Redesist, onde foi desenvolvido um referencial evolucionista do conceito de Arranjo e Sistema Produtivo e Inovativo Local.

Para Cassiolato e Lastres (2004) uma aglomeração focada em estabelecer ligação econômica com diversas outras pequenas empresas originadas por uma divisão de trabalho baseada no equilíbrio entre concorrência e cooperação, motivadas com nichos empresariais baseados em inovações constantes e especializadas na produção de produtos competitivos e de alta qualidade.

Pequenas e médias empresas são as principais dependentes da localização, porque, (1) geralmente têm mais dificuldades em abrir escritórios ou filiais em outros lugares, (2) possuem dificuldades de se deslocarem por conta dos custos de investimento, (3) os proprietários precisam estar presente na empresa, gerando dificuldade nesse deslocamento empresarial, e, por último, porque (4) dependem muito

das relações que implantam no local, o capital suficiente para obter certas escalas para suprir certos serviços e externalidade que encontram facilidade e segurança no local de atuação, o que em outros locais pode ser que essa empresa não exerça (DIAS, 2011).

### **3.1 Polo de confecções do Agreste Pernambucano**

As atividades nas confecções são oriundas da oportunidade que o agrestino encontrou para escapar de períodos de estiagem, onde antes se comportavam economicamente a partir da agricultura familiar, hoje se comportam com pequenas facções (empreendimentos complementares), empresas criadas para suprir à necessidade do mercado da região, em grande parte implementadas com um pequeno investimento inicial.

O Polo de Confecções do Agreste é um Arranjo Produtivo Local de extrema importância à economia do estado de Pernambuco, formado atualmente por 10 cidades pernambucanas, Caruaru, Santa Cruz do Capibaribe, Toritama, Agrestina, Vertentes, Riacho das Almas, Brejo da Madre de Deus, Taquaritinga do Norte, Cupira e Surubim, segundo o estudo do (SEBRAE, 2013).

Para Silva & Freire (2011), essa região de Pernambuco concentra mais de 18 mil empresas do setor, com a capacidade de produção de 800 milhões de peças por ano, faturando R\$ 3,9 bilhões anuais, nas cidades que constituem o polo há mais de cem mil pessoas ocupadas, muitas em trabalhos formais e informais, essa força produtiva firma-o como um dos maiores produtores de peças de vestuário do Brasil.

O polo, segundo SEBRAE (2013) realizou transformações econômicas nas cidades que o compõem, em 2010 o produto interno bruto alcançou R\$ 3,9 bilhões na região, correspondente a 5% do PIB de Pernambuco (R\$78,4 bilhões no ano).

Na última década a população do Polo de Confecções cresceu 27%, com isso em 2010 alcançou cerca de 650 mil habitantes, número equivalente a 7% do total estadual. Caruaru, Santa Cruz do Capibaribe e Toritama representam 77% em relação ao total de postos de trabalho do polo, essas três cidades produzem por ano mais de 842 milhões de peças.

Segundo o SEBRAE (2013), a grande maioria dos compradores do Polo de Confecções adquire os produtos dos Centros de Compras para consumo próprio ou da família 72,6%. Esse levantamento teve uma maior participação em Caruaru, onde 95,3% dos compradores adquirem os produtos para consumir. Se repetindo com os compradores do Parque das Feiras em Toritama, com 83,6% dos consumidores procurando esse Centro de Compras para atender principalmente ao próprio consumo.

Segundo Silva (2019), as empresas estão investindo em seus planejamentos estratégicos para fazer um ambiente inovador de negócios para a moda, para isso, um esforço por parte de entidades como a Agência de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco (AD/Diper), SEBRAE e SINDIVEST é realizado com o intuito de estimular, entre outras coisas, a pesquisa tecnológica e proporcionar alternativas para desenvolvimento sustentável, peças-chave no caminho do progresso.

### **3.2 Caruaru**

Conhecida como a princesa do Agreste, Caruaru representa a quinta posição no PIB pernambucano, aproximadamente 361.118 mil habitantes (estimativas IBGE, 2010), a principal fonte de renda da região é o comércio, além da própria indústria, com destaque para a indústria de confecções, a cidade surgiu a partir da Feira de Caruaru, a notoriedade da feira foi crescendo ficando nacionalmente conhecida, transformando Caruaru em um ponto de apoio para o comércio nordestino, nos limítrofes da Região Nordeste, o Município de Caruaru se localiza estrategicamente num eixo comercial bastante favorável: a 130 quilômetros da capital pernambucana, a 216 quilômetros da capital alagoana, a 404 da cidade de Aracajú, a 740 quilômetros de Salvador, a 241

quilômetros de João Pessoa, a 850 de Fortaleza e 418 de Natal. Nesse contexto, com privilegiada localização.

Caruaru é o mais populoso município do interior de Pernambuco, graças à sua pujança e destaque regional a cidade ganhou o título de Capital do Agreste. Segundo o censo do IBGE (2010), moram na cidade 361.118 habitantes, uma área de ocupação de 920,6 km<sup>2</sup>, a cidade é uma das mais importantes da região Nordeste, apresenta uma localização estratégica privilegiada e exerce uma influência sobre mais de 50 municípios vizinhos, sendo área de convergência para cerca de 1,5 milhão de pessoas. A economia da cidade de Caruaru é composta por setores contribuindo para o PIB, como: comércio e serviços com 2.234.689 bilhões, indústria 362.429 milhões, agropecuária 21.275 milhões segundo o IBGE (2010) no valor adicionado do PIB (PREFEITURA DE CARUARU, 2019).

#### **4. Metodologia**

##### **4.1 Caracterização da pesquisa**

Partindo do pensamento de Vergara (2009), que aponta duas visões com relação à pesquisa: quanto aos fins e quanto aos meios. Quanto aos fins esta pesquisa pode ser considerada como exploratória e descritiva. Exploratória, pois tem função de criar uma investigação bibliográfica sobre o conteúdo buscando um maior entendimento e certificar o estudo sobre a cultura regional que incide no APL do polo de Caruaru.

A abordagem adotada foi a qualitativa e quantitativa. A estratégia de pesquisa escolhida foi a de estudo de caso, mais especificamente, trata-se de um estudo de multicasos, pois estes possibilitam um aprofundamento no estudo dos dados e a previsão de resultados semelhantes ou contrastantes com base no que foi esperado no início da pesquisa (YIN, 2005).

##### **4.2 Tipos de fontes**

Classifica-se como fonte primária ou direta e secundária, primária, porque serão coletados dados de forma direta, aos empresários do APL do Polo de Confecções e Caruaru, através de questionários e documentos em arquivos institucionais, ou seja, pode-se dizer documental, e secundária, devido à utilização de material, livros e artigos já publicados.

##### **4.3 Universo e amostra**

A seleção dos entrevistados foi não probabilística, por conveniência, acessibilidade e proximidade, pois se considerou a disponibilidade dos empreendedores em participar das entrevistas.

Os sujeitos dessa pesquisa foram 15 empresários de micro e pequenas empresas do setor de confecções do município de Caruaru, que foram resguardados pelos critérios de participação voluntária e confidencial, deste modo participaram quinze pessoas, empreendedores com atuação no polo comercial de Caruaru, sendo esse um dos critérios para a escolha do grupo de respondentes.

##### **4.4 Estratégia de coleta de dados**

Os questionários foram entregues pessoalmente pelo pesquisador em novembro de 2019, que na ocasião explicou a finalidade da pesquisa como deveriam ser respondidos; os dados foram analisados segundo as técnicas de análise de conteúdo que foi resgatando, por meio da entrevista fatores que de inovação entre os entrevistados.

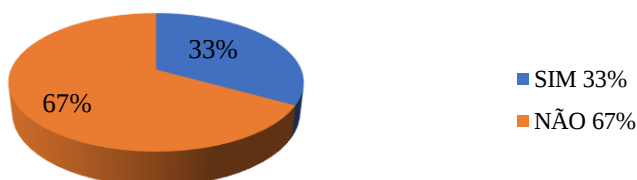
Classifica-se como fonte primária ou direta e secundária, primária, porque serão coletados dados de forma direta, aos empresários do APL do Polo de Confeções de Caruaru, através de um questionário estruturado de acordo com os seguintes tópicos:

- Se os empresários locais realizam a logística reversa;
- Quais os tipos de logística reversa no polo de confecções de Caruaru;
- Quais operações da logística reversa realizadas no APL de confecções;
- Quais fatores para implementação da logística reversa no polo;
- Se ocorre a reutilização de produtos no polo de confecções de Caruaru.

A seguir, considerando o delineamento da pesquisa e os dados tratados, apresentam-se os resultados.

## 5. Caracterização das empresas

Os resultados aqui apresentados derivam das respostas encontradas em quinze casos que foram previamente analisados individualmente, segundo as questões norteadoras. Entretanto, por questões de limitação de espaço, serão apresentados os resultados finais.

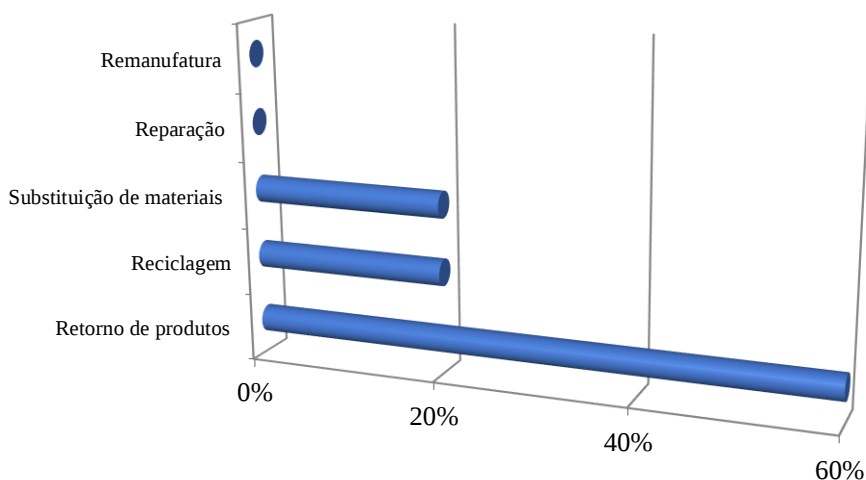


**Gráfico 1 – Logística reversa no polo de confecções de Caruaru**

Fonte: Pesquisa de campo (2019)

Dos empreendedores entrevistados no polo de confecções do Caruaru 67% deles afirmaram que não realizam a logística reversa enquanto 33% implantam no sistema produtivo algum tipo de logística reversa.

De acordo Ballou (2006) com a logística implanta um conjunto de técnicas de gestão da distribuição e transporte dos produtos finais, assim utilizada da maneira correta é uma vantagem competitiva para o polo de confecções de Caruaru.

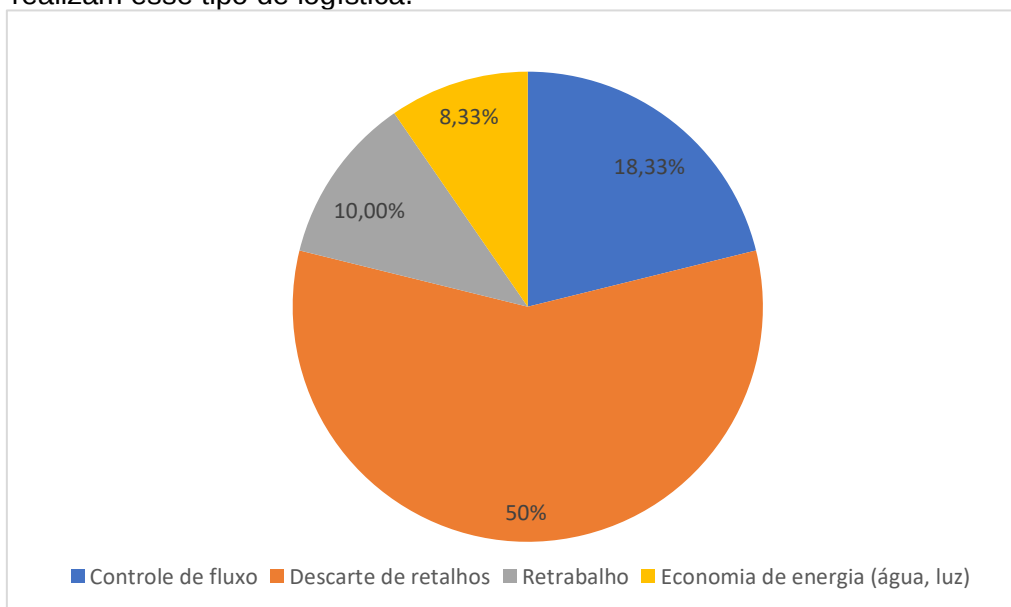


**Gráfico 2 – Tipos de logística reversa.**

Fonte: Pesquisa de campo (2019)

Esse processo logístico trata do retorno de produtos, reciclagem, substituição de materiais, reuso de materiais, disposição de resíduos e reforma, reparação e remanufatura de bens retornados, conforme Souza (2010).

Na resposta em questão 60% dos entrevistados que implementam a logística reversa revelaram que o retorno de produtos é bastante aplicado em seu processo produtivo das peças de confecções, em certas situações sendo revendido em “brechós” ou sendo reutilizada parte das peças para confecção de novos produtos, já a reciclagem de matérias e substituição de matérias foi computada que 20% dos entrevistados realizam esse tipo de logística.



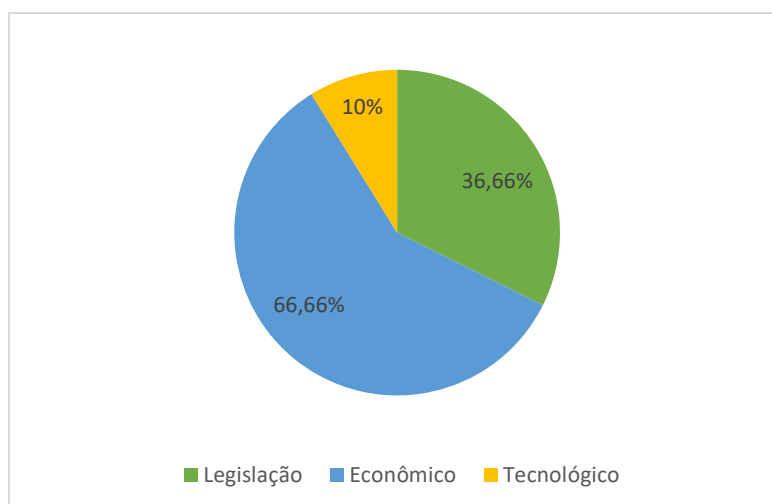
**Gráfico 3 – Quais operações da logística reversa realizadas no APL de confecções?**

Fonte: Pesquisa de campo (2019)

Como o processo da logística pode ser definido através do processo de planejamento, implementação e controle do fluxo de produtos acabados e as respectivas informações, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de recapturar valor ou adequar o seu destino (ROGERS e TIBBEN-LEMBKE, 1999). Nesta questão tenta-se compreender quais operações realizadas no APL de confecções. Assim visto que 64% têm um alto número de retrabalho e controle de fluxo em seguida com 56,66% dos entrevistados.

### 5.1 Logística reversa no APL polo de confecções

Na pergunta em relação aos fatores para implementação logística reversa no polo do Agreste foi visto que 66,66% dos empresários alegam o fator econômico como uma péssima questão para a implantação da logística reversa no polo do Agreste, já a tecnologia, os entrevistados alegaram que não é um embate, existem instrumentos tecnológico para a realização da logística, mas não há aporte econômico para a realização de tal.

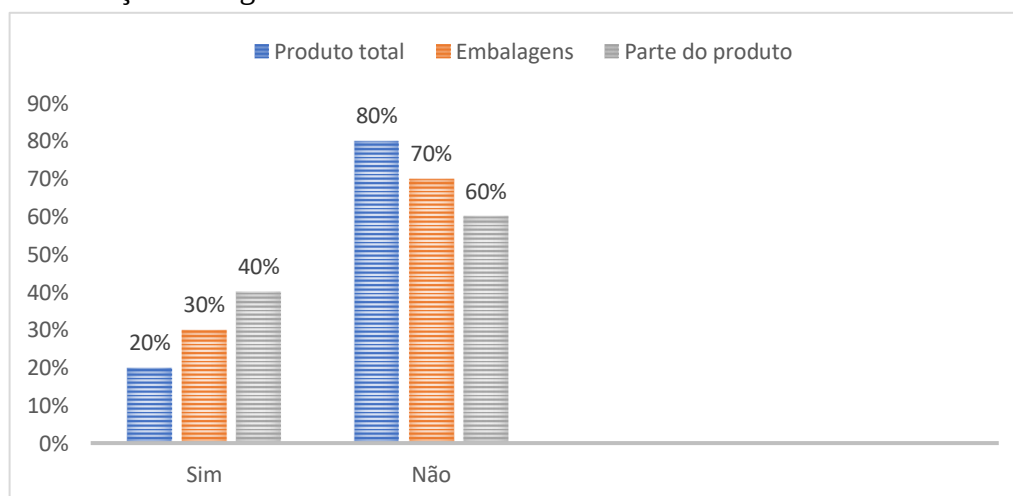


**Gráfico 4 – Quanto fatores para implementação da logística reversa no polo do agreste.**  
 Fonte: Pesquisa de campo (2019)

Quanto a legislação conforme Tibben-Lembke (2002) dispõe sobre os princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis, nesse fator 40% definiram como regular, uma vez que boa parte dos entrevistados alegaram que o Governo (órgão regulador) não oferece estrutura adequada para a aplicação da logística reversa.

## 5.2 Identificação da sustentabilidade

Na questão em vigência sobre a reutilização de produtos no polo de confecções de Caruaru, foi relatado que os empresários entrevistados do polo 40% reutilizam parte do produto, enquanto 30% afirmam que reutilizam as embalagens do produto e apenas 20% dos empresários da região do polo de Caruaru reutilizam os produtos em sua totalidade, com isso conforme dito por Ballou (2006) o real objetivo da logística reversa é a gestão e a distribuição do material descartado tornando possível o retorno de bens ou materiais constituintes ao ciclo produtivo agregando valor econômico, ecológico, legal e de localização ao negócio.



**Gráfico 5 – Reutilização de produtos no polo de confecções de Caruaru.**  
 Fonte: Pesquisa de campo (2019)

## 6. Considerações

O presente estudo visou identificar a presença da logística reversa na região do polo de confecções de Caruaru, evidenciou a importância da logística reversa (suas atividades) assim devidamente implementada, pode apresentar impactos positivos para a empresa, tanto em aspectos econômicos quanto aspectos ecológicos e legais.

Com isso logística reversa é uma ferramenta indispensável na busca de vantagem competitiva e controle operacional das empresas, além de atender a requisitos legais. Porém, ainda necessita de reestruturação para adequar os procedimentos e aplicações de sistemas necessários ao fluxo do processo, visto que boa parte da população não aplica a logística reversa, 65% afirmam que não utilizam a logística reversa por questões econômicas e o investimento como principal barreira para implementar a logística reversa no sistema produtivo.

A economia de energia é presente na região, o semiárido pernambucano tem uma certa carência de água, com isso a cultura empresarial é moldada para evitar certos desperdícios.

Visto que boa parte dos entrevistados utilizam os retrabalhos de peças, pois 65% dos empresários utilizam para não como um método da logística reversa, mas sim para consertar eventuais defeitos de peças produzida.

Já na questão sobre o descarte de materiais, a metade dos empresários entrevistados alegaram que não realizam um sistema de descarte de produtos, retalho e materiais eficientes, algum deles alegando que descara em lixo comum (lixo residencial) ou até mesmos em lixões aplicados em terrenos baldios.

O controle de fluxo é aplicado por quase 57% dos entrevistados, boa parte dos entrevistados vendem em atacado, tentam atender o prazo, assim como as vendas saem em quantidade (várias peças, modelos) tende a ter um o controle de fluxo eficiente, escolher o melhor sistema de modal é uma necessidade para o polo de confecções é geograficamente cortado por diversas rodovias.

O número mais elevado entre os empresários em comparação a reutilização de embalagem e do produto total foi o de reutilização de parte de produtos, 40% responderam que utilizam parte de produto citando que o polo começou a partir da confecção da "Sulanca" (Helanca do Sul do país) termo utilizado para denominar retalhos de tecidos que vinham do sudeste do Brasil para a região do agreste pernambucano.

## REFERÊNCIAS

- BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. São Paulo: Bookman, 2006.
- CARUARU (PE), **Prefeitura**. 2019. Disponível em: <http://www.Caruaru.pe.gov.br> Acesso em: novembro 2019 Data de atualização: 21/11/2019.
- CASSIOLATO, JOSÉ EDUARDO; LASTRES, HELENA M.M. **O foco em arranjo produtivo e inovativos locais de micro e pequenas empresas**. Relatório de atividades do referencial conceitual, metodológico, analítico e propositivo, 2004.
- DIAS, CLEIDSON NOGUEIRA, **Arranjos produtivos locais (apls) como estratégia de desenvolvimento**, 2011.
- FIEPE-Federação das Indústrias do Estado de Pernambuco Acesso em: novembro 2019 <http://www.fiepe.org.br/noticia/178-noticia.html>.
- Folha de São Paulo (2012). <http://www1.folha.uol.com.br/mercado/1068168-importacao-de-vestuario-no-brasil-bate-recorde.shtml> último acesso: 22 de novembro de 2019.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Disponível em [www.ibge.gov.br/home/pesquisa/](http://www.ibge.gov.br/home/pesquisa/) 2010, último acesso novembro de 2019.
- IEMI. BRASIL TÊXTIL 2005 – Relatório Setorial da Cadeia Têxtil Brasileira. 2005.
- INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO – ITEP, 2016, ITEP <http://www.itep.br/index.php/proapl/apl> Último acesso: novembro 2019.
- LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. Ganho econômico e ambiental. **CNT Transporte Atual**,

Brasília, n. 188, abr. 2011. Páginas 08 a 11. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/Paginas/Revista-CNTTransporte-Atual.aspx?r=101>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

MARSHALL Alfred. Princípios de Economia. Volume I. Tradução revista de Rômulo Almeida e Ottolmy Strauch. São Paulo: Victor Civita; 1982.

ROGERS, D.S., TIBBEN-LEMBKE, R.S. Going Backwards: Reverse Logistics Practice. In: Reverse Logistics Executive Council. 1999.

SEBRAE 2013, **Estudo econômico do arranjo produtivo local de confecções do agreste pernambucano**, Relatório final - 2012. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Estado de Pernambuco, Sebrae / Pernambuco, Recife, maio de 2013.

SILVA, *Análise sobre a informalidade no arranjo produtivo local do polo de confecções do agreste de pernambucano*. SOBER NE, 2019.

SILVA, FRANCISCO C.L. DA, FREIRE, CLAUDIA. **Pólo caruaru: expansão do mercado de trabalho formal em parceria com atividades do setor informal**. I ENDAP.UFPE, 2011.

SILVA, ONASSIS FELIPE DA. **Empreendedorismo e inovação, ferramentas para o desenvolvimento do Polo de Confecções de Caruaru**. Entrepreneurship and innovation tools for the development of polo making Caruaru. SOBER NE, 2014.

SOUZA, Sueli Ferreira de; FONSECA, Sérgio Ulisses Lage da. Logística reversa: Oportunidades para redução de custos em decorrência da evolução do fator ecológico. Revista Terceiro Setor & Gestão - UnG, v. 3, n. 1, p. 29-39, 2010.

TIBBEN-LEMBKE, R. S. Life after death – reverse logistics and the product life cycle. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management v. 32, n. 3, pp. 223-244. 2002.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2001. Pág.178.

## O USO DA TECNOLOGIA *BLOCKCHAIN* NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS.<sup>9</sup>

Marcelo Pereira da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie- [mpsilva1@uol.com.br](mailto:mpsilva1@uol.com.br)

Roberto Giro Moori – Universidade Presbiteriana Mackenzie- [roberto.moori@mackenzie.br](mailto:roberto.moori@mackenzie.br)

Roberto Ramos de Moraes – Universidade Presbiteriana Mackenzie- [rrmoraes@uol.com.br](mailto:rrmoraes@uol.com.br)

### Resumo

O objetivo do estudo foi de avaliar como a gestão da cadeia de suprimentos tem se utilizado da tecnologia *blockchain* como meio de alcançar o melhor desempenho da cadeia. Nesse sentido, aspectos importantes da tecnologia são abordados e relacionados a sua utilização na gestão da cadeia de suprimentos com o objetivo de aumentar a eficiência da cadeia. Para tanto, realizou-se uma pesquisa exploratória qualitativa e para coleta de dados, utilizou-se de entrevistas em profundidade junto a três gestores da área de gestão da cadeia de suprimentos de empresas que atuam no segmento de saúde humana e que utilizavam a tecnologia *blockchain*. Os dados, tratados pela análise de conteúdo, revelaram que as empresas por meio da gestão da cadeia de suprimentos utilizavam a tecnologia *blockchain* para rastreabilidade de produtos. Por se tratarem de empresas que atuam no segmento de saúde humana, o aspecto da rastreabilidade é um fator importante para o negócio, porém pode-se concluir que embora a utilização da tecnologia encontra-se em fase embrionária e apresente algumas incertezas, os fatores principais subjacentes para o emprego da tecnologia *blockchain* e que estão atreladas a rastreabilidade são: confiabilidade, transparência e velocidade da informação entre os elos da cadeia.

**Palavras-chave:** *Blockchain*. Gestão Cadeia de Suprimentos. Contratos inteligentes

## THE USE OF *BLOCKCHAIN* TECHNOLOGY IN THE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT.

### Abstract

The aim of the study was to assess how supply chain management has used the blockchain technology as a means of achieving the best performance in the chain. In this sense, important aspects of technology are addressed and related to their use in supply chain management in order to increase chain efficiency. To this end, a qualitative exploratory research and data collection was carried out, using in-depth interviews with three managers in the area of supply chain management of companies that operate in the human health segment and that used blockchain technology. The data, handled by content analysis, revealed that companies through supply chain management used blockchain technology for product traceability. As these are companies operating in the human health segment, the aspect of traceability is an important factor for the business, but it can be concluded that although the use of technology is in its embryonic stage and presents some uncertainties, the main factors underlying to the use of blockchain technology and which are linked to traceability are: reliability, transparency and speed of information between the links in the chain.

**Keywords:** *Blockchain*. Supply Chain Management. Smart Contracts

---

<sup>9</sup> Submetido em: 20/09/2020

Aprovado em: 15/10/2020

## 1. Introdução

Com o advento da indústria 4.0 em um mercado global altamente competitivo o uso de tecnologia na gestão da cadeia de suprimentos está se tornando cada vez mais importante à medida que as empresas buscam adquirir vantagens competitivas. Nesse cenário surge a tecnologia disruptiva, o *blockchain*. A sua utilização remonta primeiramente em transações financeiras especificamente pela moeda virtual nomeada por *bitcoin* (NAKAMOTO, 2008).

Tapscott e Tapscott (2016) afirmam que a *blockchain* é tão disruptiva quanto a criação da internet devido à quantidade de aplicações propostas e substanciais otimização, bem como novos modelos de negócios que podem proporcionar.

Segundo Schmidt e Wagner (2019), a tecnologia *blockchain* foi projetada para ser a mais recente inovação transformadora e está cada vez mais recebendo atenção de acadêmicos, profissionais e órgãos reguladores de diversos setores.

De acordo com Nakamoto (2008), o uso da tecnologia *blockchain* oferece confiabilidade nas transações, além da eliminação de intermediários. Trata-se de uma plataforma *peer-to-peer*, ou seja, as transações são realizadas diretamente entre os interessados. Posteriormente, a tecnologia *blockchain* passou a ser utilizada em outras áreas além da financeira. Destaca-se a utilização na gestão da cadeia de suprimentos.

A gestão da cadeia de suprimentos tem se tornado cada vez mais digitalizada e o emprego da *blockchain* está relacionado à confiabilidade e segurança na troca de informações. Nesse sentido, para exemplificar a importância do tema, a gestão da cadeia de suprimentos da indústria de alimentos e farmacêutica tem realizado projetos de utilização da tecnologia com objetivo de obter rastreabilidade e monitoramento de produtos e evitar falsificação. Além disso, órgãos como o FDA (*The Food and Drugs Administration*), agência sanitária dos Estados Unidos, tem apoiado iniciativas da indústria farmacêutica no uso da tecnologia.

De acordo com o estudo realizado no Fórum Econômico Mundial (WEF, 2015) e posteriormente em Davos, até 2027, 10% do PIB mundial estará armazenado em *blockchain*. Apesar do interesse pela tecnologia *blockchain*, a taxa de utilização por parte das empresas ainda é baixa (SCHMIDT; WAGNER, 2019). Além disso, o conhecimento sobre a tecnologia nesse ambiente é fragmentado e as possibilidades gerais pouco claro. Nesse contexto, a pesquisa buscou compreender as principais aplicações da tecnologia *blockchain* na gestão da cadeia de suprimentos em termos de casos de uso e características relacionadas.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1 Gestão da Cadeia de Suprimentos

Para Christopher (2016), a gestão da cadeia de suprimentos representa uma rede de organizações por meio de ligações nos dois sentidos, dos diferentes processos e atividades que produzem valor na forma de produtos e serviços que são colocados nas mãos do consumidor final. Dessa forma, a gestão da cadeia de suprimentos abrange o fluxo de mercadorias do fornecedor até o cliente final.

Segundo Ballou (2006), a gestão da cadeia de suprimentos (GCS) configura a logística integrada pelas interações das funções de marketing, logística e produção no âmbito da empresa, e dessas mesmas interações entre as empresas legalmente separadas do âmbito de canal de fluxo de produtos.

Nesse sentido, Mentzer et al; (2001 p.4) definem a gestão da cadeia de suprimentos como:

A coordenação estratégica sistemática das tradicionais funções de negócios e das táticas ao longo dessas funções de negócios no âmbito de uma determinada empresa e ao longo dos negócios no âmbito da cadeia de suprimentos, com o objetivo de aperfeiçoar o

desempenho a longo prazo das empresas isoladamente e da cadeia de suprimentos como um todo.

Bowersox et al; (2008) inclui o fluxo de informação no contexto de cadeia de suprimentos além dos fluxos de produto, serviços, financeiros e de conhecimento que resultam em sinergia entre as empresas que atuam na cadeia.

O conceito de cadeia de abastecimento é teorizado a partir da formação de uma rede de cadeia de valor consistindo em entidades funcionais individuais comprometidas em fornecer recursos e informações para atingir os objetivos de gestão eficiente de fornecedores, bem como o fluxo de peças (LAU; LEE, 2000).

Pires (2016) define a GCS como:

Um modelo gerencial que busca obter sinergias através da integração dos processos de negócios chaves ao longo da cadeia de suprimentos. O objetivo principal é atender ao consumidor final e outros *stakeholders* da forma mais eficaz e eficiente possível, ou seja, com produtos e/ou serviços de maior valor percebido pelo cliente final e obtido através do menor custo possível.

### **2.1.1 Desempenho da Gestão da Cadeia de Suprimentos**

Grunfleh e Tarafdar (2014) definem o desempenho da cadeia de suprimentos como sua flexibilidade, integração e capacidade de resposta ao cliente. Beamon (1999) define o desempenho da cadeia por meio da medição de sua eficiência e eficácia geral.

O desempenho da cadeia de suprimentos deve ser avaliado em termos de custos de fabricação e estoque, capacidade de resposta às mudanças nos requisitos de entrega e integração com os parceiros. (GUNASEKARAN, A; PATEL; TIRTIROGLU, 2001).

Nesse sentido, a melhoria do desempenho da cadeia de abastecimento é considerado um meio eficaz para melhorar o desempenho da firma (GUNASEKARAN, Angappa; LAI; EDWIN CHENG, 2008).

Grunfleh e Tarafdar (2014), sugere que a estratégia de utilização de sistema de informação (SI) influencia positivamente no relacionamento entre a orientação estratégia da cadeia de suprimentos e o seu desempenho.

De acordo com Chopra e Meindl (2004), a informação é o fator de maior importância para o desempenho da cadeia de suprimento, pois influencia diretamente os demais fatores. Além disso, destaca que o desempenho da cadeia de suprimentos é otimizado apenas quando um sistema interorganizacional e interfuncional é adotado por toda a cadeia.

Segundo Lau e Lee (2000), as empresas para se manterem competitivas devem criar um ambiente no qual haja um compartilhamento controlado de dados e processos de negócios, melhorando assim a eficácia do intercâmbio de informações entre os parceiros de negócios e fornecedores.

Nesse contexto para sobreviver a este ambiente, as empresas precisam melhorar o fluxo de informações com acesso rápido e fácil aos dados. Dessa forma, o que define se a empresa pode competir ou não depende fortemente da implementação e no funcionamento real de um sistema eficiente e eficaz do fluxo de informações, não apenas dentro da própria empresa, mas também abrangendo seus parceiros de negócios e fornecedores.(LAU; LEE, 2000).

### **2.2 Entendendo a tecnologia *blockchain***

A *blockchain* é, em essência, uma tecnologia para armazenar e acessar dados. Como tal, cada bloco armazena um conjunto finito de dados e transações, enquanto a cadeia conecta todos os blocos em uma ordem fixa. O presente conjunto de dados é

determinado seguindo a cadeia do primeiro até o último bloco (atual) e resolvendo as transações em cada bloco (NAKAMOTO, 2008).

A *blockchain* cresce cada vez que uma nova transação é executada, adicionando os novos blocos a *blockchain* de forma linear e em ordem cronológica. Cada nó que está conectado a *blockchain* imediatamente baixa uma cópia para todos os nós, do bloco gênese (início) ao último. (SWAN, 2015)

Segundo Crosby et al. (2016), a tecnologia *blockchain* é um banco de dados distribuído de registros ou livros compartilhados públicos e privados de todos os eventos realizados entre os agentes participantes da *blockchain*.

A tecnologia *blockchain* é muitas vezes referida como uma tecnologia "descentralizada" o que significa que não depende de intermediários como bancos, câmaras de compensação ou instituições de custódia para enviar, registrar e armazenar informações (SABERI et al., 2019).

### 2.2.1 Características gerais da tecnologia *blockchain*

#### 1) Descentralização

Os participantes não tem o controle total das informações, mas cada participante da rede tem o acesso a todo o banco de dados e seu histórico. Além disso, a rede tem o poder de verificar os registros armazenados na *blockchain* diretamente, sem a necessidade de intermediários (MUDLIAR; PAREKH, 2018).

#### 2) Transmissão ponto a ponto (*Peer-to-Peer*)

A comunicação é realizada diretamente entre pares, em vez de usar um nó central como orquestrador. Cada nó da rede armazena e encaminha informações para todos os outros nós (MUDLIAR; PAREKH, 2018).

#### 3) Segurança

A *blockchain* explora as potencialidades da criptografia de chave pública, a fim de salvaguardar a segurança das operações (ABEYRATNE; MONFARED, 2016). Portanto, para realizar qualquer tipo de troca, o usuário precisa ser atribuído uma chave pública e uma chave privada. Toda a rede conhece a chave pública, que identifica exclusivamente o usuário na rede. A chave privada é usada para assinar transações digitalmente e deve ser mantida em segredo pelo usuário. Desta forma, apenas o usuário que é capaz de gerar uma assinatura válida com sua chave privada pode reivindicar a propriedade da transação (MUDLIAR; PAREKH, 2018).

#### 4) Lógica computacional (contratos inteligentes)

Outra propriedade importante da *blockchain* está em sua natureza digital. Essa natureza do livro razão vincula as transações a uma lógica computacional que permite sua programação. Desta forma, é possível criar regras e algoritmos que acionam transações entre nós de forma automática (MUDLIAR; PAREKH, 2018). Um exemplo dessa característica são os contratos inteligentes. Contratos inteligentes são representados por código de computador que é implementado na *blockchain*. Os contratos inteligentes trabalham executando um conjunto de regras predefinidas por meio de uma série de comandos. Desta forma, garantem o cumprimento das regras estabelecidas pelos participantes da rede, sem a necessidade de intermediário (CASADO-VARA et al; 2018).

Nesse sentido, contratos inteligentes podem trazer proteção de privacidade, automação e inteligência em um sistema baseado em *blockchain* (CROSBY et al; 2016). Como os contratos inteligentes são implementados na *blockchain*, eles herdam todas as propriedades da *blockchain*: eles operam de forma totalmente automatizada, são distribuídos pela rede e são permanentes e à prova de violação (CASADO-VARA et al; 2018).

A tecnologia *blockchain* apresenta vantagens e desafios. Segundo Schmidt e Wagner (2019), as principais vantagens em relação aos dados são: permanente,

imutável, confiável e transparente. Entretanto, há alguns desafios como: privacidade, qualidade da informação, efeito da rede e incerteza.

O Quadro 1 abaixo apresenta em detalhes a relação das vantagens e desafios da tecnologia *blockchain*.

| VANTAGENS               | DESCRIÇÃO                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Permanente              | A <i>Blockchain</i> sempre mantém todo o histórico de transações (difere em outros DLTs). Toda transação, uma vez verificada, é sempre recuperável.                                        |
| Imutável                | As transações na <i>blockchain</i> não podem ser adulteradas, uma vez que a rede as tenha validado.                                                                                        |
| Confiável               | As transações podem ser realizadas sem confiança pessoal entre os participantes, pois o <i>blockchain</i> fornece mecanismos de consenso para estabelecer um estado de uma verdade válida. |
| Transparente            | Todo participante da rede <i>blockchain</i> pode acessar e visualizar todas as transações anteriores (em uma configuração sem permissão).                                                  |
|                         |                                                                                                                                                                                            |
| DESAFIOS                | DESCRIÇÃO                                                                                                                                                                                  |
| Privacidade             | A <i>Blockchain</i> exige que todos os participantes compartilhem informações sobre transações (pelo menos até certo ponto), mesmo em configurações privadas.                              |
| Qualidade da informação | A <i>Blockchain</i> é essencialmente um banco de dados e seu valor é altamente dependente da qualidade dos dados de entrada.                                                               |
| Efeito da rede          | A <i>Blockchain</i> apenas cria valor para os participantes, dada a difusão suficiente da tecnologia.                                                                                      |
| Incerteza               | A tecnologia ainda não atingiu um estado maduro e a incerteza tecnológica é alta.                                                                                                          |

**Quadro 8** - Vantagens e desafios da tecnologia *blockchain*

Fonte: Adaptado de Schmidt & Wagner (2019)

Observa-se pelo Quadro 1, que embora a tecnologia tenha aspectos bastante positivos, existem algumas incertezas relativas a sua utilização. De qualquer forma, há um campo amplo de pesquisa nesse sentido.

### 2.2.2 Tipos de *Blockchain*

Os sistemas de *blockchain* contemporâneos são divididos em três variações: pública, cadeias de blocos privada e de consórcio (CPQD, 2017).

A *blockchain* pública é aquela que está disponível para todos que têm acesso à internet. Não há autoridade central e frequentemente usam o método de consenso que requer muito esforço para impedir que usuários violem o sistema. Na maioria das vezes, eles utilizam prova de trabalho (*PoW*) ou mecanismos de consenso de prova de participação (*PoS*) para validar transações (SWANSON, 2015).

A *blockchain* privada é utilizada por empresas que querem cooperar entre si, mas não confiam uma nas outras e nesse caso podem estabelecer uma *blockchain* com permissão e convidar as contrapartes para registrar suas transações em um livro razão distribuído compartilhado. Os participantes da *blockchain* privada decidem por si próprios que tipo de mecanismo de consenso será utilizado e qual é o nível de confiança. (LIM et al., 2018)

Já a *blockchain* de consórcio fica entre a pública e a privada. É um modelo em que um grupo de empresas entra em consenso e a decisão da produção é distribuída

uniformemente entre eles, porém surge um problema que reside exatamente na governança, quando negligenciada, a rede de consórcios se torna uma rede privada. Isso pode ser evitado se desde o início as empresas definem padrões de comunicação e os executam na *blockchain* (ZHENG et al., 2018).

### 2.2.3 Plataformas de *Blockchain*

Um aspecto importante da tecnologia *blockchain* está relacionado ao tipo de plataforma a ser considerado. Cada plataforma de *blockchain* possui suas características em termos de segurança de dados de transação e anonimato do usuário. Nesse sentido, pode-se destacar quatro plataforma da tecnologia *blockchain*:

1) *Hyperledger* é um projeto iniciado em 2015 pela Linux Foundation para fornecer um nível empresarial, estrutura de contabilidade distribuída de código aberto e uma base de código, sobre a qual os usuários podem construir e executar aplicativos, plataformas e sistemas de *hardware* robustos e específicos da indústria para apoiar as transações de negócios. O projeto é apoiado pela Linux Foundation tem membros como IBM, Intel, Fujitsu e J.P. Morgan. O ecossistema *Hyperledger* é constituído por 12 projetos separados. Todas as estruturas são implementações diferentes servindo a propósitos diferentes. Algumas das estruturas foram desenvolvidas por uma ou várias empresas. A principal diferença em relação as estruturas *Hyperledger* em comparação com Bitcoin e Ethereum é sua natureza autorizada, o que os torna mais apropriado no contexto de aplicativos de negócios. As diferentes partes participantes da *blockchain* pode ser facilmente identificado e responsabilizado por suas ações. Além disso, diferentes ferramentas são projetadas para serem usadas em uma estrutura específica e servem como complementos para o sistema. O papel das ferramentas no projeto *Hyperledger* é apoiar a implantação da *blockchain* e a manutenção, entre outros (COPIGNEAUX et al., 2020).

2) *Ripple* é uma plataforma de *blockchain* corporativo com permissão. A plataforma foi formalmente estabelecida em 2012. A *Ripple* visa conectar provedores de pagamento, trocas de ativos digitais, bancos e empresas por meio da rede *blockchain*. Além disso, permite pagamentos globais por meio de um ativo digital chamado “XRP ou Ripple”, que é uma das criptomoedas populares como *Ether* e *Bitcoin* (CPQD, 2017).

3) *Corda* é uma plataforma de *blockchain* de código aberto lançada em 2016 pela empresa R3 e por seus mais de 300 membros do consórcio (instituições financeiras) como uma solução vertical e oferece recursos de desenvolvimento de *blockchain* para empresas. A plataforma está disponível em duas versões: *Corda* código aberto e *Corda* empresarial. Esse último é uma distribuição comercial da versão de código aberto e permite fácil implantação dentro *firewalls* e ambientes corporativos, oferecendo assim alguns serviços adicionais, como suporte ao cliente. Os contratos inteligentes são escritos em *Kotlin* ou Java. *Corda* foi explicitamente projetado para o ambiente altamente regulamentado do setor de serviços financeiros (COPIGNEAUX et al., 2020).

4) *Ethereum* foi introduzido em 2013 como uma criptomoeda e uma plataforma descentralizada projetada para executar contratos inteligentes. São programas de computador executados automaticamente assim que certas condições forem atendidas. Como plataforma, o *Ethereum* permite desenvolver aplicativos descentralizados para necessidades específicas, independentemente do caso de uso. Cresceu para se tornar uma das criptomoedas mais valorizadas e reconhecidas além do Bitcoin. (COPIGNEAUX et al., 2020). A *Ethereum* segue uma rede “sem permissão”, pois todos os participantes da rede devem concordar para chegar a um consenso. O consenso é alcançado pelo mecanismo de Prova de Trabalho (POW). As consequências são que isso afeta o desempenho do processamento da transação, pois o número de participantes pode ser alto. A estrutura do sistema da *Ethereum* paga os nós na forma da moeda virtual “*Ether*”, que auxilia no processo de mineração de blocos para chegar a um consenso. Além disso, *Ethereum* como uma estrutura é uma plataforma *blockchain*

genérica e, portanto, pode ser aplicável em diferentes cenários de indústrias. Os contratos inteligentes em *Ethereum* são escritos em Solidity (CPQD, 2017).

#### 2.2.4 O uso da tecnologia *blockchain* na Gestão da Cadeia de Suprimentos.

De acordo com Kshetri (2018), a tecnologia *blockchain* facilita a medição válida e eficaz de resultados e desempenho dos principais processos da gestão da cadeia de suprimentos. Uma vez que as entradas de dados de rastreamento estão em um livro razão da *blockchain*, eles são imutáveis. Os demais fornecedores na cadeia também podem rastrear remessas, entregas e o andamento dos processos. Nesse sentido, a *blockchain* gera confiança entre os parceiros.

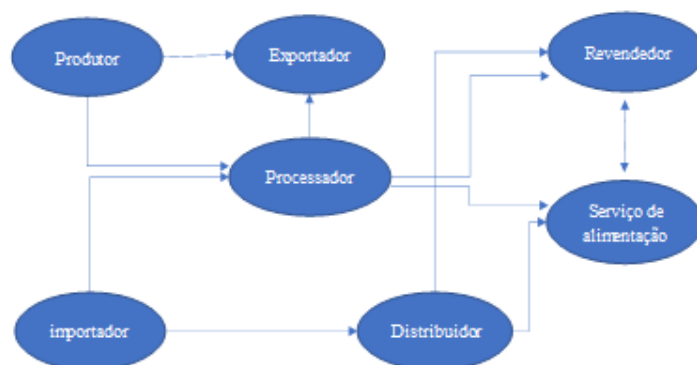
A tecnologia *blockchain* também fornece uma maneira precisa de medir a qualidade do produto durante o transporte. Por exemplo, analisando dados no percurso e duração da viagem, as partes interessadas em uma cadeia de suprimentos podem saber se o produto estava em um lugar não apropriado ou permaneceu em um local por muito tempo. Isso é especialmente importante para produtos refrigerados que não podem ser deixados em ambientes com temperatura elevadas (KSHETRI, 2018).

Segundo Tse et al. (2018), destacam duas principais vantagens no uso da tecnologia *blockchain* na gestão da cadeia de suprimentos. De uma perspectiva de dados, a tecnologia fornece registros permanentes que não podem ser alterados. De uma perspectiva de negócios, seu uso pode substituir os sistemas de rastreamento e monitoramento manuais, evitando o impacto impreciso causado pelo trabalho humano.

Nesse sentido, com o uso da tecnologia *blockchain* a verificação de documentos pode ser realizada de forma automática eliminando também a necessidade de autoridades centralizadas (TSE et al., 2018).

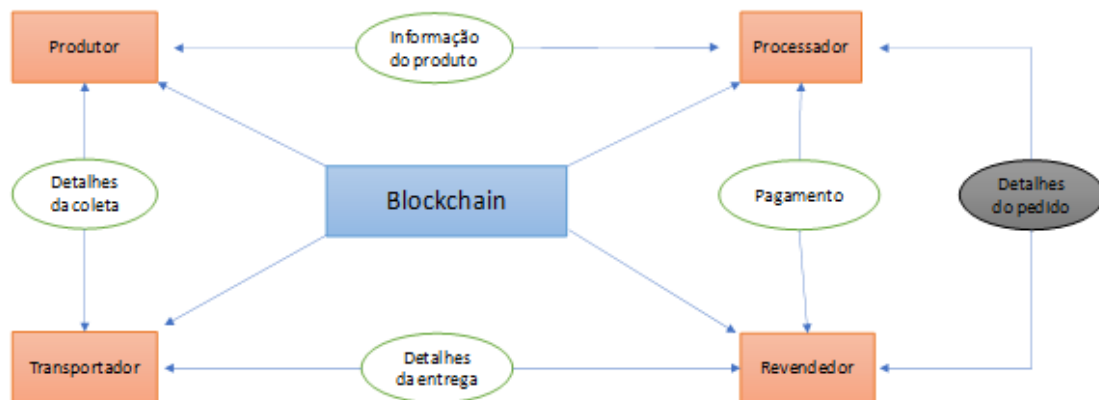
De acordo com Casado-Vara et al., (2018), o aumento da quantidade de dados digitalizados e a expansão das empresas na *internet* significam que o risco de ataques a seus bancos de dados também são maiores. Os *hackers* podem ter a intenção de modificar, roubar ou excluir dados. Dessa forma, o uso da tecnologia *blockchain* oferece maior segurança. A Fedex, empresa que atua no mercado de logística, sofreu um ataque cibernético em 2017 paralisando a suas operações de entregas. Devido a esse ataque, a empresa teve queda em suas ações afetando o resultado do ano fiscal de 2018 (AJMERA, 2017).

Nesse sentido, Casado-Vara et al. (2018) propõem um modelo que envolve o uso da tecnologia *blockchain* e contratos inteligentes para coordenar o rastreamento de alimentos na cadeia de abastecimento agrícola. Através da implementação, como pode-se observar na comparação da figura 3 (cadeia de suprimentos atual) e a figura 4 (novo modelo), sugere que o modelo com uso da tecnologia *blockchain* apresenta uma melhoria na cadeia de suprimentos.



**Figura 4 – Cadeia de suprimentos atual**

Fonte: Adaptado de Casado-Vara et al. (2018).



**Figura 5 – Novo Modelo com uso da tecnologia blockchain**  
 Fonte: Adaptado de Casado-Vara et al. (2018)

Como o processo de aquisição envolve muitas partes interessadas, há um verdadeiro benefício de solução baseada na transparência oferecida pela tecnologia *blockchain*, onde gerenciamento de portfólio de fornecedores e administração, bem como gestão de reclamações podem ser feitas de forma mais eficaz (SABERI et al., 2019).

### 2.2.5 Exemplos de Aplicações da tecnologia na GCS

Com o objetivo de aprofundar e identificar os benefícios do uso da tecnologia *blockchain* serão apresentados alguns casos relacionados a Gestão da Cadeia de Suprimentos que operam com alguma escala no uso da tecnologia. Esses casos foram selecionados por meio de pesquisas e artigos publicados.

- A empresa de navegação dinamarquesa Maersk é a maior transportadora de contêineres do mundo e responde por 18% a 20% do mercado (GRONDEFELT, 2017). A Maersk testou com sucesso o uso de aplicativos de *blockchain* em logística. A Maersk utiliza solução para rastrear seus contêineres em todo o mundo com atributos como localização GPS, temperatura e outras condições (ALICKE et al., 2017).
- A *start-up* suíça Modum se uniu à Universidade de Zurique para projetar um sistema para garantir a entrega segura de medicamentos. A maioria dos medicamentos precisa ser transportada sob condições exatas de temperatura e umidade para garantir a usabilidade. Os sensores do Modum medem constantemente essas condições em drogas que estão sendo transportado. No sistema atual, as cargas envolvem muitas pessoas e muita papelada, que pode ser adulterada (BOCEK et al., 2017).
- A rede de supermercados Walmart no Canadá lançou uma rede de frete com pagamento baseada em *blockchain* do Walmart. Projetada e construída pelo Walmart Canada e DLT Labs, estabelece colaboração e compartilhamento de informações de última geração com 70 empresas de transportes terceirizadas que transportam estoques para o Walmart Canadá nacionalmente (VITASEK, 2020).
- A empresa de comércio eletrônico de importação Alibaba implantou o sistema de rastreabilidade utilizando a tecnologia *blockchain* para tornar os bens de consumo transparentes e rastreáveis. A sua unidade de comércio eletrônico internacional Kaola atualizou seu sistema de rastreabilidade de produtos para utilizar a tecnologia *blockchain*. A plataforma de compras está usando a tecnologia *blockchain* da empresa chinesa de serviços financeiros, a Ant

Financeira, para registrar as operações de logística, liberação alfandegária e registro de produto (PENG, 2020).

O segmento farmacêutico tem realizado iniciativas com o uso na tecnologia *blockchain*. Mais recentemente, de acordo com Mccayley (2020), por conta da pandemia da Covid-19 alguns hospitais nos Estados Unidos necessitaram buscar novos fornecedores e realocar suprimentos rapidamente. Funcionários da agência sanitária americana (FDA) alertaram que respiradores fraudulentos estavam sendo distribuídos e kits de teste fraudulentos para Covid-19 estavam sendo vendidos online.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2017) estima-se que um em cada dez produtos médicos incluindo pílulas, vacinas e kits de diagnóstico são abaixo do padrão ou são falsificados em países de baixa e média renda. Em outras regiões, o roubo é o maior problema.

Esse cenário trouxe uma nova visibilidade para problemas de longa duração relacionados a gestão da cadeia de suprimentos no segmento de saúde humana. As questões envolvendo a segurança de medicamentos é muito sensível nesse segmento (MCCAULEY, 2020).

Nesse contexto, para corrigir algumas dessas vulnerabilidades da cadeia de suprimentos, a indústria do segmento de saúde humana tem se voltado para a tecnologia *blockchain*. Com a utilização da tecnologia *blockchain*, a confirmação da veracidade das informações torna-se mais barato, fácil e rápido quando um processo de negócios abrange organizações com interesses conflitantes. As empresas podem trabalhar juntas com segurança em um livro razão compartilhado (DLT) e permanente. Dessa forma, podem fazer isso sem abrir mão do controle ou até mesmo revelar seus dados. A primeira solução em produção é a plataforma *MediLedger* que é um sistema de verificação de produto que torna mais fácil verificar se um medicamento devolvido é autêntico, sendo um processo comum, porém complexo (MCCAULEY, 2020).

### **3. Procedimentos Metodológicos**

#### **3.1 Natureza e tipo de pesquisa**

A pesquisa que fundamentará o trabalho será de caráter exploratório-descritiva de natureza qualitativa. Dado que o caráter descritivo é característico da pesquisa qualitativa, buscará prover detalhes a respeito do contexto pesquisado (CRESWELL, 2010).

Serão realizadas entrevistas em profundidade com gestores das áreas da Gestão da Cadeia de Suprimentos de empresas sediadas no Brasil orientadas por um roteiro padrão semi-estruturado com perguntas abertas (AAKER; KURMAR; DAY, 2001).

#### **3.2 Caracterização do local de pesquisa**

A pesquisa foi realizada com empresas dos segmentos econômicos relacionados na seção C e H da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE). A primeira compreende as atividades de fabricação de medicamentos. A segunda e a terceira compreende as atividades de logística e transportes nas modalidades ferroviária, rodoviária, aquaviária, aérea e dutoviária, as atividades de armazenamento e carga e descarga e as atividades de correio, de malote e de entrega, foram entrevistados, por conveniência, três gestores logísticos, especialistas, de empresas diferentes. Por compromisso de confidencialidade não estão identificados os nomes dos entrevistados e o nome das empresas respectivas. O quadro abaixo fornece os dados principais fornecidos pelos entrevistados antes das entrevistas:

Dada a obrigatoriedade das empresas a serem estudadas já adotarem a tecnologia *blockchain* como ferramenta da gestão da cadeia de suprimentos, foram entrevistados, por conveniência, três gestores logísticos, especialistas, de empresas diferentes. Por compromisso de confidencialidade não estão identificados os nomes dos entrevistados e o nome das empresas respectivas. O quadro abaixo fornece os dados principais fornecidos pelos entrevistados antes das entrevistas:

| Entrevistado | Função  | Tempo na empresa | Ramo de atividade      | Uso da <i>blockchain</i> |
|--------------|---------|------------------|------------------------|--------------------------|
| E1           | Diretor | Entre 2 e 5 anos | Transporte e Logística | Rastreabilidade          |
| E2           | Gerente | Acima de 5 anos  | Indústria              | Rastreabilidade          |
| E3           | Gerente | Entre 2 e 5 anos | Transporte e Logística | Rastreabilidade          |

**Quadro 2:** Dados dos entrevistados

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

### 3.3 Construção e análise dos dados

De acordo com Flick (2009), a variedade de informações que são fornecidas por entrevistados especialistas é potencialmente relevante e restrita, por esta razão, a entrevista com especialista, possui uma função diretiva muito mais forte no que se refere à exclusão de tópicos improdutivos. A entrevista foi conduzida por meio de um roteiro, preparado previamente com base no referencial teórico, que para o autor é essencial para excluir os tópicos improdutivos em relação ao domínio de interesse. O roteiro utilizado é do tipo semiestruturado porque foi utilizado como um guia para a condução das entrevistas e não como um limitador da compreensão da realidade, que é o caso do roteiro estruturado (TAKAHASHI, 2013, p.63). Quanto a condução das entrevistas, foram tomados alguns cuidados éticos foram tomados, tais como: explicação prévia do tema da pesquisa aos entrevistados no momento em que foram convidados a participar, solicitação de permissão para gravação da entrevista e autorização para utilização dos dados para publicação. Os dados coletados foram analisados pelo método de Bardin (1977), isto é, codificados levando em consideração a frequência das palavras chaves para posterior categorização.

## 4. Análise das Entrevistas

### 4.1 Desempenho da Gestão da Cadeia de Suprimentos

A pergunta relacionada ao desempenho da gestão da cadeia de suprimentos buscou identificar quais as melhorias os entrevistados identificam na gestão da cadeia de suprimentos das empresas em que atuam.

Os entrevistados convergem e sugerem que o uso de sistema de informação por meio do uso tecnologia na gestão da cadeia de suprimentos melhora o desempenho da cadeia. O entrevistado (E1) destaca que a disponibilidade da informação é essencial para o melhorar desempenho da cadeia.

[...] Acho que o primeiro ponto é a disponibilidade de informação é um dos principais pontos que eu posso colocar [...] então a **velocidade** do negócio é diferente, agora quando você tem **informação em tempo real confiante** e disponível para diversas

peças desse elo você gera uma alavancagem dos resultados assim de forma estrondosa (E1).

O E2 também menciona a questão da disponibilidade da informação e destaca que precisa ser confiável e rápida.

[...] ter a informação **confiável** e **rápida** né, para que você consiga, ou seja quando você tem bastante informação e essa informação é confiável e rápida você consegue gerar mais projetos de melhorias[...].você consegue gerar melhorias em várias etapas do seu processo, desde a transformação, ou seja, além do seu custo de transformação, então a gente tem a redução do custo de transformação com melhorias sendo mais específico, tempo de *set up* na linha de produção, redução de rejeitos né dentro da produção, quando você passa uma pós fabricação também, você tem uma redução na sua distribuição, por exemplo seu custo de frete, você consegue ter uma visualização melhor. (E2)

Já o E3 destaca que a digitalização da cadeia de suprimentos é uma tendência e a empresa tem buscado desburocratizar processos com o objetivo em eficiência.

Nós notamos recentemente que os processos logísticos eles têm tido uma tendência a digitalização, nós estamos se transformando muito rapidamente [...] (E3).

Em relação ao desempenho da cadeia, o E3 considera que os clientes e fornecedores estão em busca de processos com menos geração de “papel” e isso gera uma comunicação mais rápida e confiável e como resultado gera maior valor ao processo.

[...] Quando a gente digitaliza o processo nosso **tempo de resposta** e a comunicação com nossos clientes e também a desburocratização né dos processos acho que são exemplos que eu posso te citar que são de muito valor para o nosso processo e dá mais **confiabilidade** ao nosso serviço. (E3)

Nesse sentido, as respostas convergem para os argumentos de que o uso de tecnologia de informação na Gestão da Cadeia de Suprimentos colabora para o melhor desempenho da cadeia devido ao compartilhamento de informações com os elos dessa cadeia (LAU; LEE, 2000; QRUNFLEH; TARAFDAR, 2014).

#### 4.2 O uso da tecnologia *blockchain* na Gestão da Cadeia de Suprimentos.

Em relação ao uso da tecnologia *blockchain*, como entrevistados são gestores de empresas que atuam no segmento de saúde humana, pode-se destacar que embora todos considerem que o uso da tecnologia está na fase inicial, ou seja, ainda não atingiu a maturidade, nota-se que o uso da tecnologia está focado na rastreabilidade de produtos, ou seja, informação.

O E1 considera que ainda há algumas dúvidas sobre o uso da tecnologia, principalmente em relação a gestão, ou seja, a governança do sistema, porém entende que a consequência da adoção da tecnologia será a transformação do modelo de negócio. Nesse aspecto, parte desse argumento encontra-se respaldo no que mencionam (SCHMIDT; WAGNER, 2019) sobre a incerteza tecnologia que ainda envolve a *blockchain*, devido ao fato de não ter atingido ainda escalabilidade de uso pelas empresas.

É um controle maior, é maior **disponibilidade** da **informação permanente** e ainda há dúvidas do que a gente vai fazer com isso e como que vai ser a gestão disso tudo. Eu acho que a consequência de fato é a transformação do modelo de negócio que nós temos hoje[...]

O E2 aponta a questão da rastreabilidade como consequência para adoção da tecnologia *blockchain*, porém reforça que não é apenas do produto físico, mas a informação. Nesse caso específico a empresa atua no segmento farmacêutico no qual é altamente regulado a confiabilidade das informações é essencial para o negócio.

Hoje, seria ainda está embrionário o processo [...], seria basicamente você ter a rastreabilidade, não só do produto ou meio físico mais também da informação de como está sendo tratado o produto/mercadoria dentro da rede de informações e também na rede de abastecimento.

Entre as consequências para adoção da tecnologia *blockchain*, o E3 também destaca a velocidade da informação de forma confiável.

[...] Se você olhar as cadeias de fornecimento de transporte faz tempo que elas concentram a simplificação do processo por meio de inovação. Isso graças a tecnologia do *blockchain*, isso nos possibilita altamente utilizar nesse sentido. Nós usamos o *blockchain* como um grande processo de transformação que vai muito em linha com que a empresa busca hoje. Hoje nós operamos dentro de uma plataforma que é utilizada pela IBM e [...] e ela busca diminuição de custos, **rapidez** nas **informações**, obviamente de uma maneira **confiável** [...]. (E3)

Pode-se observar pelas respostas dos entrevistados que a tecnologia *blockchain* é utilizada com objetivo de melhorar o desempenho da gestão da cadeia de suprimentos. Os aspectos relacionados a rastreabilidade são destacados, porém fica subjacente as características relacionadas a confiabilidade, transparência e velocidade da informação como fatores intrínsecos da tecnologia *blockchain*. Todos os entrevistados ressaltam essas características.

## 5. Considerações Finais

A pesquisa revelou que uso da tecnologia *blockchain* tem se difundido em diversas áreas, especialmente na gestão da cadeia de suprimentos. Embora, alguns desafios se apresentem para que as empresas utilizem a tecnologia, principalmente em relação a sua escalabilidade, pode-se evidenciar que algumas iniciativas bem sucedidas de que os benefícios e o impacto do uso da tecnologia *blockchain* é positivo e afeta diretamente o desempenho de processos da gestão da cadeia de suprimentos.

As empresas que atuam no segmento de saúde humana e seus prestadores de serviços de transporte e armazenagem tem lançado mão do uso da tecnologia a fim de buscar maior confiabilidade na cadeia por meio da rastreabilidade, monitoramento, eliminação de intermediários e processos desnecessários.

Nesse cenário altamente vulnerável, como por exemplo durante a pandemia da Covid-19 no ano de 2020 que afetou diversos países e setores da economia mundial, algumas questões sobre o uso de tecnologias vieram à tona como aumentar a interoperabilidade dos sistemas de saúde e garantir o anonimato do paciente, segurança contra contágio e contra fraudes e inconsistências.

Entende-se que a tecnologia *blockchain* é totalmente aderente as necessidades das empresas e também dos consumidores que cada vez mais buscam segurança,

velocidade, confiabilidade de informações e produtos, pois de acordo com a pesquisas conclui-se que a tecnologia *blockchain* atua diretamente nas questões envolvendo segurança, transparência e confiabilidade de informações.

A tecnologia *blockchain* pode trazer a transparência da cadeia de suprimentos para um novo patamar, mas para acadêmico e gestores, o emprego da tecnologias *blockchain*, atualmente ainda é limitada (FRANCISCO; SWANSON, 2018).

As possibilidades de uso da tecnologia *blockchain* para profissionais são diversos e impactantes, incluindo aplicativos como rastreabilidade, verificação de segurança, segurança transações e processamento rápido via contratos inteligentes. Cada uma dessas áreas oferece potencial para as empresas para obter vantagens competitivas e melhorar o desempenho da cadeia.

Embora existam questões de pesquisa relativas aos estágios iniciais do emprego da tecnologia e barreiras, existe também uma necessária agenda de pesquisa sobre a utilização e difusão, enfocando as preocupações e questões relacionadas aos aspectos pós-adoção. A tecnologia *blockchain* não fornece proteção contra dados de entrada manipulados intencionalmente, até mesmo de sensores ou etiquetas RFID. A tecnologia *blockchain* somente cria valor para os seus participantes se receberem difusão suficiente da tecnologia para criar uma rede eficiente. Rede eficiente significa que quanto mais entidades participarem, mais valioso é um sistema (SCHMIDT; WAGNER, 2019). Finalmente, a utilização e o processo de difusão contínua a gerar a necessidade de políticas, padrões e processos quanto ao uso da *blockchain*, caminhando para a institucionalização tecnológica (DIMAGGIO; POWELL, 2005). Nesse sentido, o que é importante não são as tecnologias que cercam as grandes tecnologias, mas, sim, a difusão organizacional de tais tecnologias.

Portanto, há ainda um amplo espaço de pesquisa nesse campo e se faz necessário novas abordagens principalmente no campo da pesquisa quantitativa para confirmar os benefícios do uso da tecnologia.

## REFERÊNCIAS

- AAKER, David A; KURMAR, V; DAY, George S. **Pesquisa de Marketing**. São Paulo: Atlas, 2001.
- ABEYRATNE, Saveen A.; MONFARED, Radmehr P. Blockchain Ready Manufacturing Supply Chain Using Distributed Ledger. **International Journal of Research in Engineering and Technology**, v. 05, n. 09, p. 1–10, 2016. Disponível em: <<http://esatjournals.net/ijret/2016v05/i09/IJRET20160509001.pdf>>.
- AJMERA, Ankit. FedEx diz que ataque cibernético vai afetar seus resultados no ano fiscal 2018. 17 jul. 2017. Disponível em: <<https://br.reuters.com/article/internetNews/idBRKBN1A21JN-OBRIN>>.
- ALICKE, Knut et al. **Blockchain technology for supply chains — A must or a maybe?** Disponível em: <<https://operations-extranet.mckinsey.com>>. Acesso em: 25 fev. 2020.
- BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 1 ed ed. Lisboa: Almedina, 1977.
- BEAMON, Benita M. **Measuring Supply Chain Performance**. [S.l: s.n.], 1999. v. 19.
- BOCEK, Thomas et al. Blockchains Everywhere -A Use Case of Blockchains in the Pharma Supply-Chain. 2017.
- BOWERSOX, Donald J. et al. **Supply Chain Logistics Management**. 4. ed. New York: Bookman, 2008.
- CASADO-VARA, Roberto et al. Smart Contract for Monitoring and Control of Logistics Activities: Pharmaceutical Utilities Case Study. **Advances in Intelligent Systems and Computing**, v. 771, n. June, p. 90–99, 2018. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-94120-2>>.
- CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos – Estratégia, Planejamento e operação**. [S.l.]: Pearson Education do Brasil, 2004.

- CHRISTOPHER, Martin. **Logistics & Supply Chain Management**. 5. ed. New York: Pearson, 2016.
- COPIGNEAUX, Bertrand et al. **Blockchain for supply chains and international trade**. [S.l: s.n.], 2020.
- CPQD. **Tecnologia Blockchain: uma visão geral**. **Harvard business review**. [S.l: s.n.], 2017. Disponível em: <<http://scet.berkeley.edu/wp-content/uploads/AIR-2016-Blockchain.pdf>><<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bsu&AN=126602444&lang=de&site=eds-live&authtype=ip,uid>><<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.5607778>><[www.cpqd.com.br](http://www.cpqd.com.br)><<https://www.cpqd.com.br>>.
- CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Penso, 2010.
- CROSBY, Michael et al. **Blockchain Technology: Beyond Bitcoin**. **Applied Innovation Review**, v. 2, 2016.
- DIMAGGIO, Paul Joseph; POWELL, Walter W. A gaiola de ferro revisitada: isomorfismo institucional e racionalidade coletiva nos campos organizacionais. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, v. 45, n. 2, p. 74–89, 2005.
- FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3 ed. trad ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- GRONDEFELT, Tom. **IBM And Maersk Apply Blockchain To Container Shipping**. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/tomgroenfeldt/2017/03/05/ibm-and-maersk-apply-blockchain-to-container-shipping/#ef999b83f05e>>. Acesso em: 25 set. 2020.
- GUNASEKARAN, A; PATEL, C; TIRTIROGLU, E. **Performance measures and metrics in a supply chain environment**. [S.l: s.n.], 2001. v. 21.
- GUNASEKARAN, Angappa; LAI, Kee hung; EDWIN CHENG, T. C. Responsive supply chain: A competitive strategy in a networked economy. **Omega**, v. 36, n. 4, p. 549–564, 2008.
- KSHETRI, Nir. 1 Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. **International Journal of Information Management**, v. 39, n. June 2017, p. 80–89, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.005>>.
- LAU, H. C.W.; LEE, W. B. On a responsive supply chain information system. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, v. 30, n. 7, p. 598–610, 2000.
- LIM, Shu Yun et al. Blockchain technology the identity management and authentication service disruptor: A survey. **International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology**, v. 8, n. 4–2, p. 1735–1745, 2018.
- MCCAULEY, Alison. **Why Big Pharma Is Betting on Blockchain**. Disponível em: <<https://hbr.org/2020/05/why-big-pharma-is-betting-on-blockchain>>. Acesso em: 25 set. 2020.
- MENTZER, John T. et al. DEFINING SUPPLYCHAIN MANAGEMENT. **Journal of Business Logistics**, v. 22, n. 2, p. 1–25, 2001.
- MUDLIAR, Kumaresan; PAREKH, Harshal. A comprehensive integration of national identity with blockchain technology. **Proceedings - 2018 International Conference on Communication, Information and Computing Technology, ICCICT 2018**, v. 2018-Janua, p. 1–6, 2018.
- NAKAMOTO, Satoshi. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Consulted, 1–9. **Journal for General Philosophy of Science**, n. 1, p. 1–9, 2008.
- OMS. **1 in 10 medical products in developing countries is substandard or falsified**. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/detail/28-11-2017-1-in-10-medical-products-in-developing-countries-is-substandard-or-falsified>>. Acesso em: 25 set. 2020.
- PENG, Ting. **Alibaba integra blockchain para rastrear origem e logística dos itens comprados**. Disponível em: <<https://cointelegraph.com.br/news/alibaba-imports-e-commerce-platform-adopts-blockchain-traceability-system>>. Acesso em: 26 set. 2020.
- PIRES, Silvio. **Gestão da Cadeia de Suprimentos (Supply Chain**

**Management): conceitos, estratégias, práticas e casos.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

QRUNFLEH, Sufian; TARAFDAR, Monideepa. Supply chain information systems strategy: Impacts on supply chain performance and firm performance. **International Journal of Production Economics**, v. 147, n. PART B, p. 340–350, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.09.018>>.

SABERI, Sara et al. Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. v. 7543, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1533261>>.

SCHMIDT, Christoph G.; WAGNER, Stephan M. Blockchain and supply chain relations: A transaction cost theory perspective. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 25, n. 4, p. 100552, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.pursup.2019.100552>>.

SWAN, Melanie. **Blockchain: Blueprint for a New Economy.** [S.l.]: “O’Reilly Media, Inc.”, 2015.

SWANSON, Tim. Consensus-as-a-service: a brief report on the emergence of permissioned, distributed ledger systems By. **Biomass Chem Eng**, v. 49, n. 23–6, p. 1–66, 2015.

TAKAHASHI, Adriana. **Pesquisa Qualitativa Em Administração: Fundamentos, Métodos E Usos No Brasil.** São Paulo: Atlas, 2013.

TAPSCOTT, Don; TAPSCOTT, Alex. **Blockchain Revolution: How the tecnologia behind bitcoin and other Cryptocurrencies is changing the world.** New York: Portfolio / Penguin, 2016.

TSE, Daniel et al. Blockchain application in food supply information security. **IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management**, v. 2017- Decem, p. 1357–1361, 2018.

VITASEK, Katia. **Walmart Canada And DLT Labs Launch World’s Largest Industrial Blockchain Application.** Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/katevitasek/2020/01/31/walmart-canada-and-dlt-labs-launch-worlds-largest-industrial-blockchain-application/#45572fc13d2e>>. Acesso em: 26 set. 2020.

WEF. Deep shift: technology tipping points and societal impact. **World Economic Forum**, n. September, p. 1–44, 2015. Disponível em: <[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GAC15\\_Technological\\_Tipping\\_Points\\_report\\_2015.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf)>.

ZHENG, Zibin et al. Blockchain challenges and opportunities: A survey. **International Journal of Web and Grid Services**, v. 14, n. 4, p. 352–375, 2018.

## CRITÉRIOS PARA POSICIONAMENTO DE UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO ATRAVÉS DO MÉTODO DO CENTRO DE GRAVIDADE<sup>10</sup>

Marcos Vinicius Pacheco de Oliveira – CEFET-RJ - [marcospacheco154@hotmail.com](mailto:marcospacheco154@hotmail.com)

### Resumo

As empresas têm buscado desenvolver estratégias competitivas que auxiliem na qualidade do atendimento ao cliente e na redução de custo. E um dos processos mais significativos em questão de custo e atendimento é o processo logístico. Como estratégia logística, muitas empresas têm desenvolvido Centros de Distribuição (CD) para diminuir a distância entre elas e seu mercado consumidor. Entretanto, a escolha do local de instalação de um CD não se trata de uma tarefa simples, pois envolve diversas variáveis. Por isso, as empresas utilizam de diversos métodos matemáticos para solucionar problemas de localização e este trabalho visa apresentar para o leitor o método do centro de gravidade na resolução de problemas de localização.

**Palavras-chave:** Logística, Centro de distribuição e localização.

## CRITERIOS FOR POSICIATION OF A DISTRIBUTION CENTER THROUGH GRAVITY CENTER METHOD

### Abstract

*Companies have sought to develop competitive strategies that assist in the quality of customer service and cost reduction. And one of the most significant processes in terms of cost and service is the logistics process. As a logistics strategy, many companies have developed Distribution Centers (CD) to reduce the distance between them and their consumer market. However, choosing a CD installation location is not a simple task because it involves several variables. Therefore, companies use several mathematical methods to solve localization problems and this work aims to verify the application of operational research tools in the resolution of localization problems.*

**Keyword:** Logistics, Distribution Centers and localization

---

<sup>10</sup> Submetido em: 18/11/2020

Aprovado em: 20/11/2020

## **1. Introdução**

O atual cenário econômico tem demonstrado cada vez mais a importância do desenvolvimento de estratégias logísticas para o ganho de competitividade e eficiência no atendimento ao cliente. Pois, muitas vezes, a decisão de compra está diretamente associada ao nível de serviço logístico oferecido pelas organizações.

Segundo o Fundo Monetário Internacional (FMI) apud Ballou (2010), o custo logístico representa em média 12% do produto interno bruto mundial e segundo a Fundação Dom Cabral (2015), no Brasil, o gasto logístico representou 11,19% da receita das empresas no ano de 2014 e em destaque encontra-se a despesa com transporte. Ou seja, a maior parte do custo logístico brasileiro está associado a movimentação e armazenamento de cargas.

Com objetivo de reduzir o custo logístico e aumentar o nível de serviço, muitas organizações têm investido em Centros de Distribuição (CDs). Centros de distribuição ou CDs são armazéns com objetivo de atender aos clientes com maior agilidade e flexibilidade. Eles buscam reduzir a distância entre as fábricas e o mercado consumidor, garantindo o abastecimento e disponibilidade dos produtos.

As decisões quanto ao local, a quantidade e o tamanho dos CDs estão entre as mais importantes decisões logísticas. Uma decisão incorreta pode ter impacto significativo nos lucros, receitas e serviços ao cliente. Por esse motivo, as organizações necessitam estudar a viabilidade econômica de suas futuras instalações (SLACK et al, 2008).

A proposta de pesquisa tem como objetivo estudar os métodos de instalações logísticas existente e apresentar mais detalhadamente o método de centro de gravidade na análise econômica da localização de um centro de distribuição (CD). Como resultado, espera-se identificar as funcionalidades e características do método do centro de gravidade na determinação do local de um Centro de distribuição (CD).

Como desdobramento, a pesquisa contextualizará o conceito de CD e seu impacto no processo logístico. Permitindo ao leitor uma maior compreensão da complexidade e importância das decisões logísticas. Definir através de uma revisão bibliográfica o conceito de logística e centro de distribuição, além de estudar as dimensões de um centro de distribuição e apresentar o método do centro de gravidade.

As empresas, devido à competitividade em seus mercados, encontram o desafio de melhorar seus sistemas logísticos, e uma das soluções é o desenvolvimento de CDs que facilitem o atendimento, disponibilidade de produtos e redução de custos.

Entretanto, como mencionado, a escolha do local de um CD não se trata de uma tarefa simples, pois fatores econômicos, políticos, ambientais e sociais envolvidos na operação dificultam a análise. Uma vez tomada a decisão por um local, torna-se difícil desfazer, porque os custos de mover a operação podem ser extremamente caros e impactar outros clientes (SLACK, 2008).

Por esse motivo, as organizações utilizam de diversos métodos matemáticos que auxiliam no processo de escolha da localização do CD e num desses é o método de centro de gravidade.

Como cada organização tem suas peculiaridades e necessidades, esse estudo apresentará os métodos existentes para tomada de decisão acerca da localização de um CD e avaliará os fatores que influenciam a escolha do método de centro de gravidade no processo de decisão logística. Dessa forma, será possível analisar mais detalhadamente o método de centro de gravidade e as variáveis que impactam sua escolha.

## **2. Revisão da literatura**

### **2.1 Logística**

Uma das primeiras tentativas de definição do termo logística se deu por Antoine Henri Jomini que foi um dos principais estrategistas militares do século XIX. Em seu livro “Précis de l’art de la guerre” traduzido para o português como: Sumário da Arte da Guerra ou Compêndio da Arte da Guerra, Jomini divide a arte de guerrear em cinco

ramos: estratégia, grande tática, pequena tática engenharia e logística (COSTA, 2011). Podemos entender a área militar como uma das percussoras do estudo e emprego do vocábulo logística. Corroborando com entendimento anterior, Ballou (2010) define logística como: “o ramo da ciência militar que lida com a obtenção, manutenção e transporte de material, pessoal e instalações”.

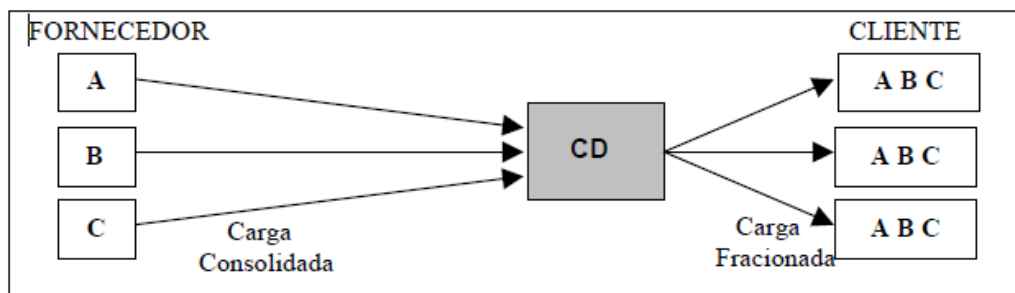
No pós segunda guerra, o campo empresarial, vendo os benefícios do estudo da logística, passou a investir esforços e recursos no estudo dessa área de conhecimento, pois percebeu as vantagens competitivas, econômicas e comerciais que poderiam vir oriundas as logística. A missão da logística deixou de ser meramente militar para tornar-se comercial. A missão da logística é dispor a mercadoria ou o serviço certo, no lugar certo, no tempo certo e nas condições desejadas, ao mesmo tempo em que fornece a maior contribuição (BALLOU, 2010)

## 2.2 Centro de distribuição

Os centros de distribuições (CDs) surgem da necessidade de um local que pudesse otimizar a distribuição dos produtos ao mercado consumidor. Segundo Albemaz et al (2014), os centros de distribuições não podem ser considerados simplesmente como armazéns, pois obedecem a funções estratégicas no recebimento, separação e envio de mercadorias. Os centros de distribuição apresentam diversas vantagens estratégicas para organizações, mas a principal vantagem é poder atender os clientes com mais agilidade e flexionando os lotes conforme as necessidades dos clientes.

Uma outra vantagem, deve-se ao facto deste mecanismo de ligação entre a fábrica e o cliente permitir o atendimento adequado a diversos pontos de venda menores, como quiosques, cafeterias ou restaurantes. (PORTOPEDIA 2019 *apud* FARAH, 2002, p. 45)

Os CDs têm a finalidade de concentrar cargas oriundas de diversos locais e encaminhá-las para seus respectivos compradores com agilidade, qualidade, confiança e baixo custo. Os CDs tornam o mercado consumidor mais próximo das industriais, pois possibilitam um melhor atendimento por parte das indústrias a seus clientes.



**Figura 1:** Centro de distribuição

Fonte: Adaptado de Bowersox & Closs, 2001

A localização do centro de distribuição varia de acordo com o tipo de indústria e público alvo, pois cada indústria tem as suas particularidades e demandas específicas. Por exemplo, indústrias como foco no mercado internacional devem posicionar seus CDs em locais de ligação intermodal para facilitar o envio das mercadorias o mais rápido possível, indústrias de varejo devem posicionar seus CDs próximo a grandes centros urbanos.

## 3. Método de Pesquisa

A palavra método advém do termo grego *methodos* que significa “caminho para se chegar a um fim”. Segundo Cervo et al. (2007), o método não se trata de uma fórmula ou modelo para alcançar os resultados previstos sem uma margem de erro, pois os

resultados alcançados dependem das reflexões e ideias do observador. Para classificar a pesquisa científica, foi adotado como referência o critério sugerido por Vergara (2010) que classifica em dois tipos distintos: quanto aos fins e quanto aos meios.

Com base em Gil (2008) e Vergara (2010), a pesquisa quanto aos fins, ou seja, quanto ao seu objetivo, pode ser classificada de três maneiras: exploratória, descritiva ou explicativa. O presente trabalho trata-se de um estudo descritivo, pois pretende descrever o processo decisório acerca da localização de um centro de distribuição. Quanto aos meios, trata-se de uma pesquisa bibliográfica que irá apresentar por meio de literaturas as ferramentas existentes para os critérios de escolha da localização de um centro de distribuição e o funcionamento do método de centro de gravidade.

#### 4. Métodos para localização de um centro de distribuição

Os problemas de localização de instalações podem ser classificados como problemas de instalação única ou instalações múltiplas, e os métodos para resolução desses problemas variam de acordo com suas especificidades. Segundo Ballou (2010), os métodos de matemática para resolução de problemas de localização podem ser classificados como: métodos exatos, métodos de simulação e heurístico.

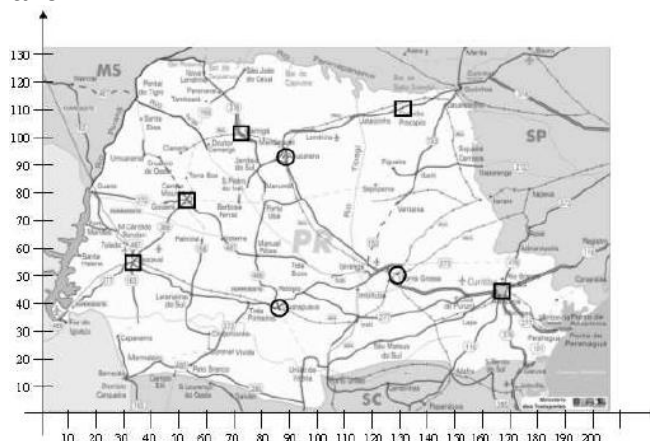
Os métodos exatos são utilizados em problemas de menor complexidade e tem como resultado uma solução ótima, e o métodos heurístico e de simulação estão relacionados com problemas mais complexos, que envolvam diversas variáveis, e tem como resultado soluções satisfatórias, que podem ser ou não a melhor solução.

Existem diversos métodos entre exatos, simulação e heurísticos que auxiliam a tomada de decisão quando a localização de um centro de distribuição. Esse artigo abordará mais detalhadamente o método do centro de gravidade que se trata de um método que busca localizar uma região única que atenda um conjunto de locais e minimizando as distâncias entre os diversos fornecedores e o mercado consumidor.

##### 4.1 Método do centro de gravidade

No modelo de centro de gravidade, busca-se encontrar um local com menor custo de transporte analisando toda cadeia de suprimento e mercado consumidor. Identifica-se os principais fornecedores e clientes, suas respectivas regiões geográficas, visando otimizar a operação logística da organização. Durante o processo de levantamento dos fornecedores e clientes, é necessário levantar o fluxo de carga entre as instalações envolvidas na cadeia suprimentos e consumo (PEIRANDO E GRAEML,2007).

Em seguida, aplica-se uma grade sobre o mapa afim de criar um sistema cartesiano, com as coordenadas x e y dos fornecedores e clientes permitindo localiza-los sobre o plano.



**Figura 2:** Malha cartesiana

**Fonte:** Peirando e Graeml (2007)

Conforme Peirando e Graeml (2007), o centro de gravidade indica a localização ideal procurada, e tem duas coordenadas, uma horizontal e outra vertical. Ele é o local que proporciona menores custos logísticos com transporte e movimentação de cargas. O cálculo do centro de gravidade consiste do somatório do produto da distância, custo do frete e volume transportado.

$$G_x = \frac{\sum X_i V_i P_i}{\sum V_i P_i}; G_y = \frac{\sum Y_i V_i P_i}{\sum V_i P_i}$$

Onde:

$G_x$ — coordenada horizontal do centro de gravidade

$G_y$ — coordenada vertical do centro de gravidade

$X_i$ — coordenada horizontal do fornecedor ou cliente

$Y_i$ — coordenada vertical do fornecedor ou cliente

$V_i$ — volume transportado do fornecedor ou cliente

$P_i$ — custo do transporte do fornecedor ou cliente

Exemplificando o método, pode-se separar os fornecedores e clientes numa planilha identificando as suas coordenadas cartesianas.

| Localização       |          | Cidade            | Toneladas transportadas | Coordenadas no mapa |
|-------------------|----------|-------------------|-------------------------|---------------------|
| <b>Fabricante</b> | <b>A</b> | Apucarana         | 35                      | (89,92)             |
|                   | <b>B</b> | Guarapuava        | 27                      | (85,40)             |
|                   | <b>C</b> | Ponta Grossa      | 14                      | (130,50)            |
| <b>Varejista</b>  | <b>1</b> | Cascavel          | 8                       | (32,55)             |
|                   | <b>2</b> | Campo Mourão      | 12                      | (51,78)             |
|                   | <b>3</b> | Curitiba          | 29                      | (165,45)            |
|                   | <b>4</b> | Cornélio Procopio | 9                       | (131,111)           |
|                   | <b>5</b> | Maringá           | 18                      | (70,102)            |

**Tabela 1:** distância nas coordenadas

**Fonte:** Peirando e Graeml (2007)

Desse exemplo, não houve distinção quando ao custo de transporte entre as regiões. Por esse motivo, o preço dos fretes de não foram levados em conta na hora da realização dos cálculos.

$$G_x = \frac{(89 \times 35) + (85 \times 27) + (130 \times 14) + (32 \times 8) + (51 \times 12) + (165 \times 29) + (131 \times 9) + (70 \times 18)}{35 + 27 + 14 + 8 + 12 + 29 + 9 + 18} = 100,8$$

$$G_y = \frac{(92 \times 35) + (40 \times 27) + (50 \times 14) + (55 \times 8) + (78 \times 12) + (45 \times 29) + (111 \times 9) + (102 \times 18)}{35 + 27 + 14 + 8 + 12 + 29 + 9 + 18} = 69,18$$

Sendo assim, pode encontrar as coordenadas  $x = 100,8$  e  $y = 69,18$  como ponto ótimo para instalação do centro de distribuição.

Compete salientar que esse método leva em consideração apenas os aspectos logísticos, pois há diversas variáveis relacionadas com a tomada quanto a instalação de um centro de distribuição que são: incentivos fiscais, disponibilidade de mão de obra, custo de instalação, restrições ambientais, clima, facilidades de acesso a modais de transporte e outros (DUBKE, 2006).

Peirando e Graeml (2007), apresenta uma tabela com vantagens e desvantagens da utilização do método do centro de gravidade.

| Vantagens                                                                                                     | Desvantagens                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a. Permite considerar os custos de transporte na decisão da localização.                                      | d. Nem sempre é fácil levantar os custos reais de transporte <i>a priori</i> , principalmente os custos de transporte de matéria-prima, uma vez que o frete está, normalmente, embutido no preço da própria matéria-prima. |
| b. O estudo detalhado e comparativo dos valores de fretes praticados pode servir para renegociação de preços. | e. O sistema de coordenadas não considera a distância real a ser percorrida entre os diversos pontos.                                                                                                                      |
| c. A metodologia é simples de ser entendida.                                                                  | f. O modelo não considera a eventual mudança de fornecedores ou clientes, em um momento posterior.                                                                                                                         |
|                                                                                                               | g. O local do centro de gravidade pode coincidir com uma região inviável.                                                                                                                                                  |

**Tabela 2:** Vantagens e desvantagens do modelo de centro de gravidade

**Fonte:** Peirando e Graeml (2007)

## 5. Considerações finais

Esse artigo buscou através de um estudo bibliográfico, apresentar ao leitor os métodos existentes para localização de instalações logística (CD) e a aplicabilidade do método de centro de gravidade. Além disso, no processo de desenvolvimento do estudo, realizou-se uma pesquisa sobre a origem do termo logística, importância dos centros de distribuições, as funções do centro de distribuição e fatores que influenciam a tomada de decisão quanto a sua localização. Quanto ao método de centro de gravidade, foram apresentadas as vantagens, desvantagens da aplicação desse método.

Como visto no estudo, as decisões logísticas têm de grande importância na competitividade das organizações e no atendimento ao cliente. E dentre as decisões de grande impacto está a localização dos centros de distribuição (CD), pois os custos de logísticos e operacionais afetam diretamente a concorrência entre as organizações.

Dessa forma, o presente artigo proporcionou, mais detalhadamente, um estudo sobre o método de centro de gravidade que tem como objetivo localizar um ponto que otimize os custos de transporte. Verificou-se que essa ferramenta tem grande valor nas decisões estratégicas onde o custo com transporte é a variável que mais impacta a operação. Por isso, organizações que tenham esse perfil podem utilizar essa técnica na escolha da melhor localização do seu centro de distribuição.

## REFERÊNCIAS

- ARENALES, Marcos; *et. al.* **Pesquisa Operacional: para cursos de engenharia**. 6ªed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: logística empresarial**. 5ªed. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. São Paulo: Atlas, 2001, 594p
- CERVO, A. L. *et al.* **Metodologia científica**. 6ª ed. São Paulo: Pearson, 2007.
- COSTA, Marcos A. **Conhecendo a logística: De Jomini, Thorpe e Eccles até os dias de hoje**. Logweb, 2011. Disponível em <<http://www.logweb.com.br/colunas/conhecendo-a-logistica-de-jomini-thorpe-e-eccles-ate-os-dias-de-hoje/>> Acesso em: 20 de Maio de 2019.
- DUBKE, Alessandra F. **Modelo de localização de terminais especializados: um estudo de caso em corredores de exportação da soja**. 2006. 177 f. Tese (Doutorado

em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

PEIRANDO, Jurandir; GRAEML, Alexandre R. **Administração da produção: Operações industriais e serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007, 750p.

PORTOPEDIA. **Centro de Distribuição**. Portogente, 2016. Disponível em <<https://portogente.com.br/portopedia/75150-centro-de-distribuicao>> Acesso em: 20 maio de 2019.

RESENDE, P. T.V.; SOUZA, P. R. **Custo logística no Brasil 2014**. Fundação Dom Cabral. Belo Horizonte, FDC, 2014. Disponível em <<http://www.fdc.org.br/professorespesquisa/publicacoes/>> Acesso em: 12 Maio. 2019.

SIMCHI-LEVI, David; *et. al.* **Cadeia de suprimentos: Projeto e gestão**. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

SLACK, Nigel; *et. al.* **Gerenciamento de Operações e de Processos**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 12ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.