

Análisis de los métodos utilizados y variables determinantes para el cálculo de la necesidad de embalajes retornables en la industria automotriz

Analysis on used methods and determining variables to calculate the need for returnable packaging in the automotive industry

Maurício de Paula Avelino^{1,*}, Alcir das Neves Gomes¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP). Campus Suzano, Av. Mogi das Cruzes, 1501-Suzano-SP. Brasil.

*Autor de correspondencia: alcir.gomes@ifsp.edu.br

Este documento posee una [licencia Creative Commons Reconocimiento/No Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Recibido: 24 junio 2021 **Aceptado:** 29 junio 2021 **Publicado:** 3 de julio 2021

Resumen

El presente trabajo es un caso de estudio con enfoque cualitativo en el que se identificaron y analizaron los principales métodos y variables determinantes para el cálculo de la necesidad de embalajes retornables en la industria automotriz. El marco teórico consultado permitió obtener las fórmulas de cálculo de acuerdo con las premisas del Sistema Kanban. El trabajo se dividió en dos fases, la primera de validación de la herramienta y la segunda de aplicación de la herramienta validada. En la fase de validación, se realizó una encuesta a través de un cuestionario elaborado en una plataforma online y posteriormente publicado de forma aleatoria en dos redes sociales, una general y otra profesional, dando como resultado cinco respuestas espontáneas de profesionales en la materia. En la fase de solicitud, se estructuró un nuevo cuestionario online en base a los datos recogidos en la encuesta realizada en la fase de validación, con el que se seleccionaron e invitaron a participar en la encuesta algunas empresas del sector de la automoción, dando como resultado cuatro respuestas. A partir de la comprensión de los métodos se encontró que las fórmulas utilizadas en la industria automotriz están de acuerdo con las encontradas en la literatura y también fue posible identificar las variables más comunes que componen *Loop Time*. Los resultados presentados contribuyeron al conocimiento científico, sin embargo se recomienda que también se realicen nuevos trabajos basados en la investigación documental para profundizar aún más en la temática.

Palabras Clave: Sistema Kanban, Embalajes Retornables, Loop Time

Abstract

This work presents a case study with a qualitative approach in which were identified and analyzed the main methods and determining variables for accomplishment of the need calculation of returnable packaging in the automotive industry. The consulted bibliography allowed the calculation formulas to be obtained according to the premises of the Kanban System. For the development of this work, the study was divided in two phases, the first of validating the tool and the second of applying the validated tool. In the validation phase, a research was conducted through a questionnaire prepared on an online platform and subsequently published randomly on two social networks, one general and the other professional, resulting in five spontaneous responses from professionals of the area. In the application phase, a new online questionnaire was structured based on the data collected in the research carried out in the validation phase, with which some companies from automotive sector were selected and invited to participate in the research, resulting in four responses. From the understanding of the methods it was found that the formulas used in the automotive industry are in accordance with those found in the literature and it was also possible to

identify the most common variables that make up Loop Time. It is considered that the results presented contributed to scientific knowledge; however, it is recommended that new works are also carried out based on documentary research to further deepening of the theme.

Keywords: Kanban System, Returnable Packaging, Loop Time

1. Introdução

Na visão de Moreira [1], o sistema Kanban é a ferramenta que garante na prática os princípios de diminuição de estoques propostos pela filosofia *Just In Time*. Nesse sistema a definição correta da quantidade de cartões e de embalagens para atendimento a todos os estágios do processo produtivo é um fator de grande importância, já que a quantidade calculada estabelece um limite máximo de estoque do material em processo de acordo com cada estágio. Na mesma linha de pensamento, Krajewski et al. [2] enfatizam que a quantidade de embalagens disponibilizada para atender o fluxo de peças entre duas estações de trabalho tem influência direta sobre o estoque de material em processo. Segundo os autores, as embalagens passam por diversos estágios do processo, demandando um determinado tempo para que o ciclo seja completado, portanto é fundamental determinar o tempo de espera para que o cálculo de necessidade de embalagens possa ser realizado.

Esse artigo apresenta um estudo de caso com abordagem qualitativa no qual foram identificados e analisados os principais métodos e variáveis determinantes para realização do cálculo de necessidade de embalagens retornáveis na indústria automotiva. O referencial teórico consultado permitiu que fossem obtidas as fórmulas do cálculo conforme as premissas do Sistema Kanban. Para desenvolvimento desse artigo, o estudo foi dividido em duas fases, a primeira de validação da ferramenta e a segunda de aplicação da ferramenta validada. Na fase de validação, foi realizada uma pesquisa por meio de um questionário elaborado em uma plataforma on-line e posteriormente publicado aleatoriamente em duas redes sociais, uma de caráter geral e outra de caráter profissional, resultando em cinco respostas espontâneas de profissionais da área, com isso foram obtidos apontamentos sobre a ferramenta permitindo seu aprimoramento e consequentemente a sua validação. Na fase de aplicação, um novo questionário on-line foi estruturado com base nos dados coletados na pesquisa realizada na fase de validação, com isso algumas empresas do setor automotivo foram selecionadas e convidadas a participar da pesquisa, resultando dessa vez em quatro respostas, com isso foram obtidos os dados necessários para o desenvolvimento do estudo.

Diante do exposto, a pesquisa se propõe a responder os seguintes problemas de pesquisa: Quais os principais métodos utilizados e quais as variáveis determinantes para realização do cálculo de necessidade de embalagens retornáveis na indústria automotiva? As fórmulas utilizadas pelas empresas do setor estão de acordo com as fórmulas apresentadas na literatura?

Para que o problema central do trabalho seja respondido, foram estabelecidos os objetivos específicos a seguir: i) Identificar e analisar os principais métodos utilizados pelas companhias para realização do cálculo; ii) Identificar e analisar as variáveis consideradas pelas companhias na formulação do cálculo de volume diário de peças; iii) Identificar e analisar as variáveis consideradas pelas companhias na formulação do cálculo de necessidade de embalagens retornáveis; iv) Identificar e analisar as variáveis consideradas pelas companhias na composição do *Loop Time*; v) Identificar e analisar os valores pré-definidos pelas companhias para algumas variáveis do cálculo.

Embalagens Retornáveis

No contexto de embalagem, os termos 'reutilizável' e 'retornável' são frequentemente usados de forma intercambiável na literatura [3]. Diferentemente das embalagens descartáveis, as embalagens reutilizáveis destinam-se ao uso repetido, o que reduz o volume de material de embalagem e,

portanto, o desperdício de embalagens. Embalagens reutilizáveis ou retornáveis são mais fortes que embalagens descartáveis, pois são expostas a tensões com mais frequência.

De acordo com a RPA [4], embalagens reutilizáveis englobam paletes, racks e contêineres reutilizáveis que movimentam o produto de maneira eficiente e segura em toda a cadeia de suprimentos. Geralmente são usadas pelos fabricantes, processadores, fornecedores e clientes em uma Supply Chain bem estruturada, com canais de distribuição muito bem gerenciados. Esse tipo de embalagem é construído com materiais duráveis, como metal, plástico ou madeira, e é projetado para suportar o manuseio pesado inerente ao sistema logístico. As vantagens do sistema de embalagens reutilizáveis são os benefícios econômicos, sociais e ambientais.

Embalagens Retornáveis na Indústria Automotiva

A utilização das embalagens do tipo retornáveis vem se tornando cada vez maior na indústria automotiva. De acordo com Twede e Clarke [5], tem sido observado o maior uso de embalagens retornáveis ao invés das descartáveis, no mercado industrial, com o objetivo de reduzir custos. O maior desafio, porém, é o gerenciamento no sistema de transporte e distribuição destas embalagens no que se refere ao seu rastreamento durante o fluxo de materiais. As embalagens são facilmente perdidas, extraviadas ou utilizadas para outros fins quando esta administração carece de eficiência.

Para Abreu e Pereira [6], embalagens especiais para os mais diversos tipos de peças envolvidas numa linha de produção automotiva são indispensáveis para otimizar a relação entre os fornecedores e a montadora. O planejamento e desenvolvimento são fundamentais tendo em vista a diferenciação de formatos existentes entre peças a serem transportadas. Como características principais para as embalagens, salientam-se a facilidade de manuseio, facilidade no carregamento e descarregamento, segurança e ergonomia na operação, além de não causarem danos aos componentes automotivos. Há, entretanto, grandes obstáculos a serem vencidos neste sistema de embalagens retornáveis, como por exemplo, o rastreamento e o gerenciamento de seu transporte, além do desenvolvimento de modelos bons e robustos. A gestão do fluxo de embalagens retornáveis se define por uma grande oportunidade de negócio na Cadeia de Suprimentos, pois se podem compartilhar as vantagens de um investimento, viabilizando o sistema de embalagens retornáveis. Todos os parceiros num sistema retornável devem colaborar e é necessária uma relação transparente para administração, caso contrário as embalagens são facilmente perdidas ou extraviadas.

Cálculo de Necessidade de Embalagens Retornáveis no Sistema de Produção

De acordo com Moreira [1], o sistema Kanban é considerado “puxado”, já que consiste em puxar peças para o próximo estágio produtivo somente quando essas de alguma forma são demandadas. A definição correta da quantidade de cartões e de embalagens para atendimento a todos os estágios do processo produtivo é um fator de grande importância, já que a quantidade calculada estabelece um limite máximo de estoque do material em processo de acordo com cada estágio. O sistema Kanban é a ferramenta que garante na prática os princípios de diminuição de estoques propostos pela filosofia Just In Time, a ideia é que o sistema produtivo tenha capacidade de funcionar normalmente com um nível mínimo de estoque de material em processo. A fórmula para calcular a quantidade de cartões e de embalagens pode ser vista a seguir:

$$K = \frac{V}{C} \times T$$

Onde: K = quantidade total de cartões ou embalagens; V = volume de peças por hora; T = tempo de espera entre pedidos da estação de trabalho (horas); C = capacidade da embalagem (quantidade máxima de peças).

Já Krajewski, Malhotra e Ritzman [2] afirmam que, na forma mais simplificada do sistema Kanban, um cartão é fixado em cada embalagem de peças fabricadas. Quando essa embalagem é esvaziada, ou seja, quando todas as peças são retiradas, o cartão é removido e colocado em um quadro, na sequência a embalagem vazia é destinada a outro local. O cartão no quadro indica a necessidade de produção de mais peças para que a embalagem seja reabastecida. Após realização do reabastecimento o cartão é retirado do quadro e fixado novamente na embalagem que, após o procedimento citado, é movimentada para um local específico de armazenagem.

Ainda segundo os autores, a quantidade de embalagens disponibilizada para atender o fluxo de peças entre duas estações de trabalho tem influência direta sobre o estoque de material em processo. As embalagens passam por diversos estágios do processo, demandando um determinado tempo para que o ciclo seja completado, portanto é fundamental determinar o tempo de espera para que o cálculo de necessidade de embalagens possa ser realizado. A fórmula para calcular a quantidade de embalagens necessárias pode ser vista a seguir:

$$k = \frac{\bar{d} \times (\bar{\omega} + \bar{\rho})}{c} \times (1 + \alpha)$$

Onde: k = quantidade total de embalagens necessárias; \bar{d} = demanda diária de peças; $\bar{\omega}$ = tempo de espera produção no cliente + movimentação em geral (dias); $\bar{\rho}$ = tempo de processamento por embalagem no fornecedor (dias); c = capacidade da embalagem (quantidade máxima de peças); α = percentual de estoque de segurança.

Segundo Pereira [7], a Bosch apresenta uma solução de gestão de embalagens retornáveis em seu manual logístico. O autor enfatiza que o cálculo de necessidade de embalagens retornáveis deve ser adaptado às diferentes necessidades que surgem no processo de utilização desse tipo de embalagem. A aquisição de embalagens retornáveis é diretamente influenciada pelo *Loop Time* (Tempo de Ciclo), que deve ser mais o enxuto possível para que os investimentos necessários para compra das embalagens não atinjam valores exorbitantes. Ainda segundo o autor, o método utilizado para calcular a quantidade de embalagens para o abastecimento eficiente do sistema produtivo apresenta três etapas fundamentais.

A primeira etapa consiste na definição da quantidade de dias que a embalagem permanece no fluxo, ou seja, o *Loop Time*. As variáveis determinantes para essa definição podem ser verificadas a seguir:

- Frequência de entrega do Fornecedor;
- Dias de transporte do Fornecedor até o Cliente;
- Estoque de caixas cheias no Fornecedor;
- Estoque de caixas vazias no Fornecedor;
- Dias de limpeza;
- Estoque de caixas cheias no Cliente;
- Estoque de caixas vazias no Cliente;
- Frequência de devolução do Cliente;
- Dias de transporte do Cliente até o Fornecedor.

Já a segunda etapa corresponde a realização do cálculo do volume diário de peças, que é feito da seguinte forma:

$$\text{Volume diário} = \frac{\text{Volume Mês Pico}}{20 \text{ dias}}$$

Por fim, a terceira etapa é definida pela realização do cálculo de necessidade de embalagens retornáveis. Levando-se em conta que os pedidos dos clientes podem sofrer mudanças, é atribuído ao cálculo um valor adicional de 15% conforme pode ser visto na fórmula a seguir:

$$\text{Necessidade de embalagens} = \frac{\text{Volume Diário}}{\text{Múltiplo Embalagem}} \times \text{Loop Time} \times (1 + \% \text{ adicional})$$

2. Materiais e Métodos

A pesquisa desenvolvida tem o caráter de pesquisa exploratória. Segundo Gil [8], esse tipo de pesquisa tem por objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, de forma a torná-lo mais explícito, com isso ganhar maior familiaridade com o objeto de estudo e aprimoramento de ideias sobre o tema. Normalmente a maioria das pesquisas exploratórias assumem a forma de pesquisa bibliográfica ou estudo de caso.

Para apoiar o desenvolvimento do trabalho, foi realizada uma pesquisa bibliográfica. Segundo Fonseca [9], a pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas e publicadas por meios escritos e eletrônicos. Para início do trabalho foram consultadas diversas fontes de conhecimento como livros, trabalhos acadêmicos, internet dentre outros, com intuito de obter uma base sólida para o desenvolvimento do trabalho.

No desenvolvimento da pesquisa foi utilizado o método do estudo de caso, ou seja, um método de pesquisa que utiliza, geralmente, dados qualitativos, coletados a partir de eventos reais, com o objetivo de explicar, explorar ou descrever fenômenos atuais inseridos em seu próprio contexto. Caracteriza-se por ser um estudo detalhado e exaustivo de poucos, ou mesmo de um único objeto, fornecendo conhecimentos profundos [10,11].

Segundo Yin [11], para o desenvolvimento do estudo de caso, é necessário o desenvolvimento de um protocolo contendo o instrumento e os procedimentos e as regras gerais para o seu uso. Conforme o mapeamento definido na Tabela 1, a fase de validação ocorreu entre os meses de abril e maio de 2020, o protocolo contou com a estruturação de um questionário (Tabela 2) por meio da plataforma on-line “Google Forms” que posteriormente foi publicado aleatoriamente em duas redes sociais, uma de caráter geral e outro de caráter profissional. Dessa forma foram obtidas respostas validando e sugerindo correções, adições e modificações de cinco especialistas da área que aderiram espontaneamente à pesquisa. No período de setembro a outubro de 2020 a ferramenta validada foi encaminhada para empresas do setor automotivo, sendo que quatro se dispuseram a responder e fornecer dados solicitados, com a condição de sigilo sobre o nome desses respondentes.

Tabela 1. Mapeamento da pesquisa

Fase	Período	Mídia	Forma de Publicação/	Ferramenta	Objetivo	Participantes	Respostas
01	04/2020	Facebook	Grupo público	Questionário on-line	Validação da ferramenta	Profissionais da área	05
	à 05/2020	Linkedin	Feed de notícias				
02	09/2020	Linkedin	Mensagem privada	Questionário on-line	Aplicação da ferramenta	Empresas do setor automotivo	04
	à 10/2020	Whatsapp	Mensagem privada				
		Gmail	Mensagem privada				

Tabela 2. Questionário (Fase de Validação)

Perguntas	
1	Qual o recurso utilizado pela empresa para realização do cálculo de necessidade de embalagens retornáveis?
2	Se é utilizada planilha eletrônica para realização do cálculo de necessidade de embalagens retornáveis, é possível compartilhar o arquivo para maior aprofundamento da pesquisa?
3	Se é utilizado "Software ERP" ou "Outros", é possível informar os detalhes (nome, desenvolvedor, módulo etc.)?
4	É possível compartilhar algum manual técnico que contenha informações relacionadas ao cálculo de necessidade de embalagens retornáveis?
5	Quais as variáveis consideradas no cálculo de necessidade de embalagens retornáveis?
6	Quais as variáveis consideradas para determinação do Loop Time (tempo de ciclo) no cálculo de necessidade de embalagens?
7	É utilizada alguma lógica com fórmulas que garanta a definição automática dos valores (em dias) de embalagens vazias do Loop Time?
8	Qual a fórmula utilizada para determinação do volume diário de peças?
9	Qual a fórmula utilizada para realização do cálculo de necessidade de embalagens retornáveis?
10	Quantos dias de trabalho no ano e/ou no mês são considerados para determinação do volume diário de produtos?
11	É considerado algum percentual adicional no cálculo para prevenção de algumas situações inerentes ao fluxo logístico de embalagens retornáveis (manutenção, extravios etc.)? Se sim, quanto %?
12	O que poderia ser melhorado no cálculo de necessidade de embalagens retornáveis para melhor atender as necessidades dos processos logísticos da empresa?

Resultados e Discussões

Fase 01: Validação da Ferramenta de Pesquisa

De acordo com a opinião dos profissionais da área, foram estabelecidas as fórmulas e as variáveis entendidas como adequadas para estruturação definitiva da ferramenta de pesquisa (questionário on-line). As definições seguem abaixo:

Definição das fórmulas para cálculo do volume diário de peças

Fórmula 1:

$$\text{Volume Diário de Peças} = \frac{\text{Volume Anual de Peças}}{\text{Dias de Trabalho no Ano}}$$

Ou

Fórmula 2:

$$\text{Volume Diário de Peças} = \frac{\text{Volume Mensal de Peças}}{\text{Dias de Trabalho no Mês}}$$

Definição das fórmulas para cálculo da necessidade de embalagens retornáveis

Fórmula 3:

$$\text{Necessidade de Embalagens} = \frac{\text{Volume Diário de Peças}}{\text{Múltiplo Embalagem}} \times \text{Loop Time}$$

Ou

Fórmula 4:

$$\text{Necessidade de Embalagens} = \frac{\text{Volume Diário de Peças}}{\text{Múltiplo Embalagem}} \times \text{Loop Time} \times (1 + \% \text{ Adicional})$$

Definição das variáveis do cálculo de volume diário de peças

Volume Anual de Peças: Essa variável corresponde à quantidade de peças que serão produzidas anualmente.

Volume Mensal de Peças: Essa variável corresponde à quantidade de peças que serão produzidas mensalmente.

Dias de Trabalho no Ano: Essa variável corresponde à quantidade de dias de trabalho no ano, ou seja, aos dias de efetiva produção.

Dias de Trabalho no Mês: Essa variável corresponde à quantidade de dias de trabalho no mês, ou seja, aos dias de efetiva produção.

Definição das variáveis do cálculo de necessidade de embalagens retornáveis

Frequência de Entrega: Essa variável corresponde ao número de vezes em que as embalagens vazias ou cheias serão entregues/ coletadas dentro de um determinado período no cliente final ou no fornecedor.

Loop Time: Essa variável é definida como o tempo (em dias) de um ciclo completo da embalagem no fluxo desde a saída até o retorno ao local de origem. Na indústria são adotadas diversas nomenclaturas diferentes para essa variável, além do *Loop Time* as mais comuns são: Float, Giro, Turnover, Ciclo e Pipeline. As diversas variáveis que integram o *Loop Time* correspondem aos valores de tempo que a embalagem retornável leva para passar por cada estágio do processo logístico. Levando-se em conta que o *Loop Time* corresponde a uma variável primária do cálculo de necessidade de embalagens retornáveis, logo abaixo é apresentada sua divisão em variáveis secundárias:

- Tempo de Embalagens Vazias (Fornecedor x Cliente): (i) Disponibilidade de uso/ Disponibilidade de retorno, (ii) Limpeza, (iii) Manutenção e (iv) Setup;
- Tempo de Embalagens Cheias (Fornecedor x Cliente): (i) Processo e (ii) Estoque;
- Tempo de Transporte (Ida x Volta): Trânsito;
- Tempo de Armazenagem Externa (Ida x Volta): Centro de Distribuição/ Consolidação de carga;
- Tempo das Variáveis Não Previstas: Outros.

Volume Diário de Peças: Essa variável corresponde à quantidade de peças que será produzida diariamente.

Múltiplo da Embalagem: Essa variável corresponde à quantidade máxima de peças que a embalagem comporta, ou seja, a capacidade.

Percentual Adicional: Essa variável deve prever alguns problemas inerentes ao fluxo intenso de embalagens retornáveis entre as empresas e deve garantir uma quantidade adicional de embalagens evitando eventuais insuficiências.

Outros: Essa variável representa genericamente outras variáveis que não foram previstas na fase de validação da ferramenta de pesquisa.

Definição das variáveis que compõem o Loop Time

Tempo de Embalagens Vazias (Fornecedor x Cliente):

Disponibilidade de uso/ Disponibilidade de retorno: A variável “disponibilidade de uso” corresponde ao tempo em que a embalagem retornável (vazia) fica disponível para uso imediato nas instalações do fornecedor. Já a variável “disponibilidade de retorno” corresponde ao tempo em que a embalagem retornável (vazia) fica disponível nas instalações do cliente final para posterior retorno ao fornecedor.

Limpeza: Essa variável é definida como o tempo necessário para realização de algum tipo de serviço de limpeza da embalagem retornável (vazia) seja nas instalações do fornecedor ou do cliente final.

Manutenção: É a variável que determina o tempo de manutenção da embalagem retornável (vazia) no fornecedor ou no cliente final.

Setup: Essa variável define o tempo que é necessário para que o ajuste das embalagens retornáveis (vazias) seja realizado nas instalações do fornecedor ou do cliente final antes de sua efetiva utilização.

Tempo de Embalagens Cheias (Fornecedor x Cliente):

Processo: Essa variável corresponde ao tempo que a embalagem retornável (cheia) permanece no processo produtivo do fornecedor ou do cliente final, isso quando necessário e previamente acordado entre as partes.

Estoque: É a variável que define o tempo que a embalagem retornável (cheia) permanece no estoque de segurança do fornecedor ou do cliente final, isso quando necessário e previamente acordado entre as partes.

Tempo de Transporte (Ida x Volta):

Trânsito: Essa variável corresponde ao tempo em que a embalagem cheia ou vazia permanece em efetivo trânsito até a chegada ao seu destino, seja o cliente final (ida) ou fornecedor (volta).

Tempo de Armazenagem Externa (Ida x Volta):

Centro de Distribuição/ Consolidação de Carga: Essa variável define o tempo em que a embalagem retornável cheia ou vazia permanece nas instalações do centro logístico da transportadora para depois ser expedida para o cliente final (ida) ou fornecedor (volta).

Tempo das Variáveis Não Previstas:

Outros: Essa variável representa genericamente outras variáveis do *Loop Time* que não foram previstas na fase de validação da ferramenta de pesquisa.

Fase 2: Aplicação da ferramenta de pesquisa

Participaram da segunda fase da pesquisa 4 empresas do setor automotivo denominadas A, B, C & D. A análise dos resultados foi dividida em 5 seções conforme abaixo:

*Análise dos principais métodos utilizados pelas companhias para realização do cálculo***Tabela 3.** Métodos utilizados para realização do cálculo

Descrição	Empresas			
	A	B	C	D
Recurso utilizado para realização do cálculo	Planilha Eletrônica	Planilha Eletrônica	Planilha Eletrônica	Planilha Eletrônica
Fórmula utilizada para cálculo de Volume Diário Peças	Ambas (Nº 1 e 2)	Nº 2	Ambas (Nº 1 e 2)	Nº 1
Fórmula utilizada para cálculo de Necessidade de Embalagens	Nº 4	Nº 4	Nº 3	Nº 3

Na Tabela 3 foram relacionados os métodos utilizados pelas companhias para realização do cálculo de necessidade de embalagens retornáveis. Observa-se que 100% das empresas avaliadas utilizam o recurso de planilha eletrônica para realização do cálculo. Também é possível verificar que as empresas A e C utilizam ambas as fórmulas Nº 1 e 2, a empresa B utiliza a fórmula 2 e a empresa D utiliza a fórmula 1 para realização do cálculo de volume diário de peças. Quanto ao cálculo de necessidade de embalagens, constata-se que as empresas A e B utilizam a fórmula 4 e as empresas C e D utilizam a fórmula 3. Considerando as fórmulas apresentadas pelos autores no referencial teórico e comparando-as com os dados obtidos no estudo, confirma-se que as empresas envolvidas no estudo utilizam fórmulas em conformidade com a literatura. Mas, apesar da similaridade, as fórmulas apresentadas pelos dois autores possuem particularidades, e os resultados podem apresentar diferenças quando comparados, já que uma é mais abrangente que a outra. A fórmula proposta por Moreira [1] não estabelece nenhuma variável que seja equivalente a variável “% Adicional”, já a fórmula apresentada por Pereira [7], estabelece o uso dessa variável. Krajewski et al. [2] consideram

a variável “ α ” que corresponde justamente a variável “% Adicional” presente na fórmula 4 da ferramenta de pesquisa. A fórmula 3 também presente na ferramenta não considera a variável “% Adicional”, portanto é equivalente à fórmula de Moreira [1]. Entende-se que essa não seja uma questão de qual é a fórmula certa ou a errada, mas sim uma questão de decisão das empresas parceiras envolvidas no processo de utilização de embalagens retornáveis.

Análise das variáveis consideradas pelas companhias na formulação do cálculo de volume diário de peças

Tabela 4. Variáveis do Cálculo de Volume Diário de Peças

Variável	Empresa			
	A	B	C	D
Volume Anual de Peças	✓	✗	✓	✓
Volume Mensal de Peças	✓	✓	✓	✗
Dias de Trabalho no Ano	✓	✗	✓	✓
Dias de Trabalho no Mês	✓	✓	✓	✗

Na Tabela 4 foram relacionadas as variáveis que integram o cálculo de volume diário de peças. Observa-se que somente a empresa B não considera as variáveis “volume anual de peças” e “dias de trabalho no ano”, ou seja, está de acordo com a fórmula apresentada por Pereira [7]. Por sua vez, a empresa D não considera as variáveis “volume mensal de peças” e “dias de trabalho no mês”. Já as empresas A e C consideram todas as variáveis no cálculo. De acordo com os dados coletados, no setor automotivo existem dois cenários distintos que determinam a forma correta de calcular o volume diário de peças. O primeiro cenário corresponde aos novos projetos em que se tem a previsão de volume anual de peças, nessas condições a variável normalmente é obtida dividindo-se a variável “volume anual de peças” pela variável “dias de trabalho no ano”. Já o segundo cenário corresponde aos projetos correntes que já apresentam produtos em escala produtiva, nessas condições as demandas podem verificadas nos softwares ERP que são alimentados por sistemas EDI. No entanto existe uma peculiaridade nesse cenário, as demandas podem ser firmes (Release) ou apenas previstas (Forecast). Geralmente são considerados apenas 3 meses à frente como pedidos firmes para evitar qualquer tipo de resultado inconsistente, desses 3 meses é obtida uma média do volume mensal de peças, esse valor é dividido pelos dias de trabalho no mês resultando no volume diário de peças. Da mesma forma que a variável “dias de trabalho no ano” a quantidade de dias no mês não é uma regra e pode variar de acordo com o critério de cada empresa.

Na Tabela 5 foram relacionadas as variáveis que integram o cálculo de necessidade de embalagens retornáveis. Verifica-se que 100% das empresas participantes consideram as variáveis “frequência de entrega”, “volume diário de peças”, “múltiplo embalagem” e “loop time” na formulação do cálculo, com isso confirma-se algumas das variáveis definidas por Pereira [7]. Porém para a variável “percentual adicional” as respostas das empresas ficaram divididas, ou seja, não existe uma fórmula padrão, reforçando o que ficou evidenciado na seção da tabela 3 já que existem duas formas distintas

de realizar o cálculo. A empresa C considerou a variável “outros” e apontou que de acordo com os padrões de cálculo essa variável corresponde à “quantidade de embalagens demandadas por dia”, no entanto destaca-se que essa não é necessariamente uma variável de influência direta no cálculo, mas sim um fragmento do valor total de necessidade de embalagens, ou seja, trata-se de um valor apenas informativo com foco em determinado estágio do processo, neste caso em específico o processo produtivo.

Análise das variáveis consideradas pelas companhias na formulação do cálculo de necessidade de embalagens retornáveis

Tabela 5. Variáveis do Cálculo de Necessidade de Embalagens Retornáveis

Variável	Empresa			
	A	B	C	D
Frequência de Entrega	✓	✓	✓	✓
Loop Time	✓	✓	✓	✓
Volume Diário de Peças	✓	✓	✓	✓
Múltiplo Embalagem	✓	✓	✓	✓
Percentual Adicional	✓	✓	✗	✗
Outros	✗	✗	✓	✗

Na tabela 6 foram relacionadas as variáveis do cálculo que integram o *Loop Time*. Essas variáveis correspondem ao tempo (em dias) que a embalagem leva para passar por cada estágio do processo logístico até completar um ciclo. Foi constatado que 100% das empresas envolvidas consideram as variáveis “processo (no fornecedor)”, “disponibilidade de retorno (no cliente)”, “processo (no cliente)”, “trânsito (na ida)” e “trânsito (na volta)” na composição do *Loop Time*. Já para as demais variáveis as respostas das empresas não foram iguais, ou seja, não existe um padrão, evidenciando que a composição do *Loop Time* depende muito das necessidades de cada empresa. Tanto Moreira [1] como Krajewski [2] não especificam detalhadamente em suas obras as variáveis secundárias que compõem a variável primária *Loop Time*, ou “tempo de espera”, como assim a chamam. Já Pereira [7], menciona em sua obra boa parte das variáveis do *Loop Time* identificada na pesquisa junto às empresas do setor automotivo, o que de certa forma valida os dados coletados e também reforça a afirmação do autor de que as necessidades de uma empresa pra outra podem ser diferentes interferindo na definição das variáveis e consequentemente na composição do *Loop Time*. De acordo com os dados levantados, essa é a variável do cálculo que apresenta maior probabilidade de falhas, pois é composta por diversas outras variáveis que nem sempre são consideradas ou até mesmo conhecidas por quem executa o cálculo de embalagens retornáveis dentro das companhias. Os valores utilizados muitas vezes não representam a real condição do processo logístico, sendo que

essas falhas podem acarretar a falta de embalagens no fluxo e consequentemente o não atendimento das demandas de produção de um determinado produto.

Análise das variáveis consideradas pelas companhias na composição do Loop Time

Tabela 6. Variáveis que integram o Loop Time

			Empresa					
		Variável	A	B	C	D		
Fornecedor	Embalagens Vazias	Disponibilidade Uso	✗	✓	✓	✓		
		Limpeza	✗	✓	✗	✗		
		Manutenção	✗	✓	✗	✗		
		Setup	✗	✓	✓	✗		
	Embalagens Cheias	Processo	✓	✓	✓	✓		
		Estoque	✗	✗	✗	✗		
		Cliente	Embalagens Vazias	Disponibilidade Retorno	✓	✓	✓	✓
				Limpeza	✗	✓	✗	✗
Manutenção	✗			✓	✓	✗		
Setup	✗			✓	✓	✗		
Embalagens Cheias	Processo		✓	✓	✓	✓		
	Estoque		✗	✗	✗	✓		
	Transporte		Ida	Trânsito	✓	✓	✓	✓
				Trânsito	✓	✓	✓	✓
Volta		Trânsito	✓	✓	✓	✓		
		Armazenagem Externa	Ida	CD/ Consolidação Carga	✓	✗	✗	✗
Volta	CD/ Consolidação Carga			✗	✗	✗	✗	
	Variáveis Não Previstas		Outros		✗	✗	✗	✗

Análise dos valores pré-definidos pelas companhias para algumas variáveis do cálculo

Tabela 7. Valores pré-definidos para algumas variáveis do cálculo

Descrição	Empresa			
	A	B	C	D
Valor considerado para a variável “Dias de Trabalho no Mês”	20	Nenhum	21	21
Valor considerado para a variável “Dias de Trabalho no Ano”	240	264	252	250
Valor considerado para a variável “Percentual Adicional”	15%	5%	Nenhum	Nenhum
Valor das variáveis de embalagem vazia (Disponibilidade de Uso/ Retorno) do Loop Time	Definição Automática (Fórmulas)	Definição Automática (Fórmulas)	Definição Automática (Fórmulas)	Definição Automática (Fórmulas)

Na Tabela 7 foram relacionados os valores pré-definidos pelas empresas para algumas variáveis específicas do cálculo de necessidade de embalagens retornáveis. Com base na análise realizada verificou-se que 100% das empresas estudadas determinam os valores das variáveis de embalagem vazia (disponibilidade uso/ disponibilidade retorno) de forma automática através de fórmulas na planilha eletrônica em que o cálculo de necessidade de embalagens é configurado. Já para a variável “dias de trabalho no mês” o valor definido pelas empresas C e D foi de 21 dias, pela empresa A foi de 20 dias e a empresa B não definiu nenhum valor. Para a variável “dias de trabalho no ano” os valores definidos pelas empresas foram todos diferentes, a empresa A apontou 240 dias, a empresa B 264 dias, a empresa C 252 dias e a empresa D 250 dias. Para a variável “percentual adicional” o valor definido pelas empresas A e B foi de 15%, já as empresas C e D não definiram nenhum valor. Segundo Krajewski [2], a Toyota normalmente não considera valores acima de 10% para essa variável do cálculo de necessidade de embalagens. Já Pereira [7], afirma que por padrão a Bosch determina o valor de 15% para essa variável.

4. Considerações Finais

Os resultados obtidos com a realização da pesquisa junto às empresas do setor automotivo mostraram claramente que o objetivo geral do artigo foi atingido. Os dados coletados por meio do questionário on-line foram tabulados, o que permitiu a realização das análises e discussões pertinentes. A partir dos resultados apresentados foi confirmado que as fórmulas utilizadas pelas empresas para realização do cálculo estavam de acordo com as fórmulas encontradas na literatura. Porém foi constatado que a literatura é carente de trabalhos que abordem de forma detalhada a composição da variável *Loop Time*, também chamada de “tempo de espera” por alguns autores citados no referencial teórico. Essa

é a variável do cálculo que apresenta maior probabilidade de inconsistências, pois é composta por diversas outras variáveis secundárias que nem sempre são consideradas ou até mesmo conhecidas por quem executa o cálculo de embalagens retornáveis dentro das companhias. Os valores utilizados muitas vezes não representam a real condição do processo logístico, sendo que essas inconsistências podem acarretar a falta de embalagens no fluxo e consequentemente o não atendimento das demandas de produção de um determinado produto. A pesquisa teve como limitação a impossibilidade de acesso às planilhas eletrônicas utilizadas pelas empresas do setor automotivo para cálculo de necessidade de embalagens. Não houve o aceite para que o arquivo eletrônico fosse compartilhado por e-mail, o que de certa forma impediu uma maior abrangência do processo de coleta de dados. Acredita-se que os resultados deste trabalho tenham colaborado para a melhor compreensão do cálculo de necessidade de embalagens retornáveis na indústria automotiva, fornecendo dados relevantes aos gestores para a melhoria dos processos de gerenciamento de embalagens. É recomendado que novas pesquisas sobre o tema sejam realizadas preferencialmente com acesso às planilhas de cálculo das empresas, possibilitando dessa forma um maior aprofundamento do estudo.

Referências

1. Moreira, D.A., *Administração da Produção e Operações*, 2015. 2 Ed. Cengage Learning: São Paulo. ISBN: 978-85-221-0587-8.
2. Krajewski, L.J., Malhotra, M.K., Ritzman, L.P., *Administração de Produção e Operações*, 2017. 11. Ed. Pearson Education: São Paulo. ISBN: 978-85-430-0465-5.
3. Soroka, W., *Illustrated Glossary of Packaging Terminology*, 2008. DEStech Publications: Lancaster. ISBN: 978-1-930268-27-2.
4. RPA. Reusable Packaging Association, *What is Reusable Packaging?*. Available at: <http://reusables.org/choose-reusables/what-is-reusable-packaging>.
5. Twede, D., Clarke, R., *Supply chain issues in reusable packaging*. Journal of Marketing Channels, 2004. 12(1). DOI: https://doi-org.ez338.periodicos.capes.gov.br/10.1300/J049v12n01_02.
6. Abreu, F. R., Pereira, M.A.C., *Aplicação de QFD na Fabricação de Embalagens Especiais para a Indústria Automobilística*. XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção, 2004. Florianópolis, SC.
7. Pereira, R.N.A.A.S., *Implementação de uma plataforma online partilhada para a gestão de um sistema de embalagens retornáveis*, 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial). Universidade do Minho. Escola de Engenharia.
8. Gil, A.C., *Como elaborar projetos de pesquisa*, 2002. 4 Ed. Atlas: São Paulo. ISBN: 85-224-3169-8.
9. Fonseca, J.J.S., *Metodologia da pesquisa científica*, 2002. Fortaleza: UEC.
10. Eisenhardt, K.M., *Building theories from case study research*. Academy of Management Review, 1989. 14(4). DOI: <https://doi.org/10.2307/258557>.
11. Yin, R.K., *Estudo de caso: planejamento e métodos*, 2010. 4 Ed. Bookman: Porto Alegre. ISBN: 978-85-7780-655-3.

Conflito de Interesses

Declaramos para os devidos fins que não há conflito de interesses na publicação dos conteúdos desse artigo pela Revista Cubana de Ingeniería.

Contribuição dos autores

Maurício de Paula Avelino

Participou da concepção e desenvolvimento da pesquisa de campo; tabulação, análise e discussão de dados, elaboração do texto e diagramação.

Alcir das Neves Gomes

Participou na orientação do desenvolvimento da metodologia da pesquisa; indicação e revisão do referencial teórico; análise e discussão de dados; revisão da diagramação e estruturação.