

CUSTEIO ABC (*ACTIVITY BASED COSTING*) NA AFERIÇÃO DE CUSTOS LOGÍSTICOS DE ARMAZÉM PRIMÁRIO

ACTIVITY BASED COSTING (ABC) COSTING IN THE MEASUREMENT OF LOGISTICS COSTS OF PRIMARY WAREHOUSE

Ricardo Ghantous Cervi¹, Gabrielle Barreto², Paulo André de Oliveira³, Sergio Augusto Rodrigues⁴

Resumo: Este estudo teve como objetivo aferir os custos logísticos dos processos internos de um armazém primário por meio do método *Activity Based Costing* (ABC). Foi realizado um estudo observacional de caráter exploratório e descritivo, com a adoção do método de custeio ABC. O processamento dos dados foi baseado em uma adaptação da proposta de Novaes (2014). Os dados foram coletados por meio de fontes primárias em uma empresa multinacional, e foram decompostos em três partes principais: identificação de atividades e recursos; relações de causa *versus* efeito entre recursos e atividades para definição dos direcionadores de custos; e desagregação dos custos por recurso e por atividade. A atividade de maior impacto financeiro para a empresa foi a armazenagem, com R\$ 43.721,00 por mês, representando 42,1% dos custos totais das atividades, seguidos por 36,5% de expedição, 15,9% de recebimento e 5,5% de inspeção. Essas informações contribuem para a priorização de medidas gerenciais a partir das análises dos custos por recurso e por atividade.

Palavras-chave: Armazenagem, Custos Indiretos, Gestão de Estoque, Logística, Método de Custeio

Abstract: This study aimed to measure the logistical costs of the internal processes of a primary warehouse using the *Activity Based Costing* (ABC) method. An observational study was carried out with an exploratory and descriptive character, where the ABC costing method was adopted. Data processing was based on an adaptation of the proposal by Novaes (2014). Data were collected through primary sources in a multinational company, and it was decomposed into three main parts: identification of activities and resources; cause versus effect relationships between resources and activities to define cost drivers; and breakdown the costs by resource and by activity. It was found that the activity with the greatest financial impact for the company was storage, with R\$ 43.721,00 per month, representing 42.1% of the total costs of activities, followed by shipping 36.5%, 15.9% by receipt and 5.5% by inspection. This information contributes to the prioritization of managerial measures based on the analysis of costs by resource and activity.

Keywords: Storage, Indirect Costs, Inventory Management, Logistic, Costing Method

¹ Professor Doutor da UNESP, ricardo.cervi@unesp.br

² Graduada em Engenharia de Produção pela UNESP, gabrielle.barreto@outlook.com

³ Professor Doutor da FATEC-BT, paulo.oliveira108@fatec.sp.gov.br

⁴ Professor Doutor da UNESP, sergio.rodrigues@unesp.br

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho teve como objeto de estudo uma empresa multinacional que apresenta a diversificação como estratégia de crescimento e que investe continuamente em tecnologia e inovação para atender os seus clientes. Com operação em mais de 70 países e com mais de 55 mil produtos em seu portfólio, suas estratégias fundamentais estão fundadas em quatro pilares: (1) tecnologia: amplo desenvolvimento de tecnologia para produzir produtos únicos e diferenciados; (2) manufatura: eficiência na utilização de recursos para produzir seus produtos; (3) capacidade global: desenvolvimento eficaz, adaptação e comercialização em cada subsidiária; e (4) marca: valor da marca principal e das marcas estratégicas de seus produtos.

No atual cenário corporativo, onde a acirrada competição global e a crescente disputa de preços são uma realidade, além de adotar estratégias de crescimento, as empresas precisam focar as atenções no gerenciamento de suas operações logísticas, desde o recebimento dos suprimentos até a entrega do produto final aos clientes. Com isso, os gestores devem medir e avaliar o sistema logístico de suas empresas constantemente, para formular decisões com base em informações precisas (Khoury et al., 2018).

Resende et al. (2017) fizeram um estudo sobre os custos logísticos no Brasil e identificaram que a participação percentual média dos itens de custo mais relevantes, na composição do custo logístico total, foi de 40,1% com o transporte de longa distância, 23,4% com a distribuição urbana, e 17,7% com a armazenagem.

As atividades logísticas que compõe o armazenamento e a movimentação de materiais são relevantes porque os seus custos podem representar de 12 a 40% dos gastos logísticos das empresas (Ballou, 2007). Por isso, é necessário estudar formas de gerenciar esses custos devido ao impacto que causam na composição dos custos das empresas.

A armazenagem e a movimentação de materiais compreendem o conjunto de ações para manter os estoques em operação, portanto o monitoramento dos custos é essencial. “Estão inclusos nestes custos todos os movimentos associados à busca dos materiais nos almoxarifados, ao abastecimento das linhas de produção e à movimentação dos produtos de uma área para outra e para a armazenagem” (Ching, 2007, p. 198).

Conhecer a estrutura de custos do armazenamento de materiais é importante para qualquer empresa que esteja enfrentando a competitividade do mercado, pois é a partir desse conhecimento que elas podem identificar e atuar nos processos mais relevantes, possibilitando a redução de custos e, assim, obter uma vantagem competitiva sobre seus concorrentes com preços mais atrativos. Desta forma, destaca-se a necessidade de gerenciar as atividades logísticas e os custos decorrentes dessas atividades de forma eficaz (Sarihan & Marsap, 2019). Os métodos tradicionais de contabilidade não reconhecem os custos logísticos adequadamente (Baykasoğlu & Kaplanoğlu, 2008; Uskonen & Tenhiälä, 2012; Bokor & Markovits-Somogyi, 2015). A maioria dos custos com a armazenagem e movimentação de materiais são considerados indiretos, o que dificulta a alocação destes custos às atividades ou aos produtos, além de e gerar distorções, porque são normalmente classificados, conforme os métodos tradicionais, por centros de custos e atribuídos aos produtos, considerando a receita de vendas como referencial (Lima, 2000).

Dessa maneira, é plausível adotar métodos para melhorar a precisão dos custos, identificar atividades de alto custo e monitorar o desempenho da gestão dos serviços logísticos. Assim, o *Activity Based Costing* (ABC) é um dos métodos de custeio aplicáveis (Askarany et al., 2010). Souza et al. (2016) apontaram que no Brasil estudos de natureza empírica, sobre o custeio ABC, prevalecem sobre os estudos teóricos. Também são incipientes, no Brasil, estudos de campo

sobre a aplicação do custeio ABC na armazenagem de materiais. Outros autores também relataram que existem poucos estudos na literatura em que são aferidos os custos, em escala real, de prestadores de serviços de logística ou empresas semelhantes (Baykasoğlu & Kaplanoğlu, 2008; Bokor & Markovits-Somogyi, 2015).

Este estudo tem como objetivo aferir os custos logísticos dos processos internos de um armazém primário por meio do método de custeio ABC.

Neste contexto, diante da análise dos processos logísticos de uma empresa multinacional, busca-se constatar que, os custos das operações logísticas de armazenagem e movimentação de materiais são determinados diante das atividades específicas que contemplam tais operações e que o método de custeio ABC pode contribuir para uma visualização mais acurada dos processos logísticos internos de armazéns e conseqüentemente dos custos envolvidos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Custos Logísticos

Ballou (1993) destaca que, as atividades logísticas podem ser classificadas quanto a sua natureza e custos associados, sendo as atividades primárias: transporte, gestão de estoques e processamento de pedidos, as quais correspondem em maior parte no custo logístico total, bem como as secundárias, tais como: armazenagem, serviços de atendimento ao cliente, compras, logística reversa, planejamento da produção, gestão de materiais e da informação, entre outras, que são adicionais e também podem gerar custos logísticos.

A logística se destaca como uma das etapas fundamentais no atendimento das demandas dos clientes (Stock & Lambert, 2001). Os custos logísticos geram um impacto significativo na formação de preços, além de refletirem na lucratividade dos produtos, da empresa e do cliente (Smith & Dikolli, 1995).

Essa compreensão da relevância da logística leva as empresas buscarem, em um mercado competitivo, vantagens derivadas de atividades de logística e da cadeia de suprimentos onde estão inseridas. Os gestores buscam realizar um custeio mais preciso e focado das funções de logística para garantir a lucratividade e o atendimento ao cliente. Para isso, é necessário um controle gerencial de custos mais detalhado para identificar maneiras de reduzir custos da cadeia suprimentos (Sheth & Sisodia, 1995).

A recente mudança na competição de firmas individuais para cadeias de suprimentos enfatiza a relevância das abordagens de gerenciamento de custos interorganizacionais, e para alcançar a competitividade da cadeia de suprimentos, um fator crucial é dispor de dados de custo precisos (Hofmann & Bosshard, 2017). É necessário estabelecer um moderno sistema de logística baseado na interconexão com a adoção de tecnologias como *big data*, *Internet*, *Internet of Things (IOTs)*, *cloud computing*, *blockchain* e *Artificial Intelligence (AI)*, dado que um sistema de logística moderno e eficiente pode reduzir os custos logísticos (Shi et al., 2019).

Os sistemas de armazenamento e movimentação de materiais desempenham um papel de destaque na cadeia de suprimentos, e as tecnologias para as operações de armazenamento e movimentação aumentaram significativamente nos últimos anos. Há na literatura alguns estudos que abordam questões relacionadas ao projeto de instalações de armazéns, arquitetura para depósitos, bem como para automação das operações de armazenamento (Baker & Canessa, 2009; Gu et al., 2010; Manzini et al., 2015; Yener; Yazgan, 2019; Van Geest et al., 2021).

No projeto do armazém podem ser definidos os custos com a armazenagem e movimentação de materiais, assim, destaca-se a importância estratégica dessa atividade logística, bem como das

ações definidas para o suporte operacional (Rouwenhorst et al., 2000). Os processos de armazenagem envolvem ações relacionadas ao recebimento, armazenamento, separação (*picking*) e expedição de mercadorias, em locais devidamente adaptados para essa finalidade e em determinadas condições organizacionais e tecnológicas (Kłodawski et al., 2017). Alguns estudos revelaram que, em média, o custo de separação de pedidos é estimado em 55% dos custos operacionais totais do armazém (Koster et al., 2007; Roodbergen et al., 2015).

Para Frazelle (2002), as principais atividades desenvolvidas na área de armazenagem são as seguintes: (1) recebimento - descarregar e fiscalizar as mercadorias; (2) arrumação - armazenamento das mercadorias recebidas; (3) *picking* (separação) - puxado pelos pedidos dos clientes; (4) despacho - que consiste na expedição do pedido.

A apuração dos custos das atividades logísticas demanda a identificação dos recursos utilizados, os quais se enquadram, de maneira geral, entre: mão-de-obra (salários e encargos); materiais (de consumo e serviços); equipamentos, instalação e propriedade, esses últimos na forma de depreciação, manutenção e aluguel, além dos custos de oportunidade do capital (Lin et al., 2001).

A prestação de serviços de armazenagem deve estar direcionada no nível necessário para atender a demanda. Com isso, os custos de armazenamento desempenham um papel relevante em todos os aspectos do gerenciamento da cadeia de suprimentos (Kucera, 2019).

2.2 Método de Custeio ABC e seu Uso na Logística

O método de custeio ABC, desenvolvido por Cooper e Kaplan (1988), consiste em otimizar a alocação dos custos indiretos, eliminando, se possível, custos que adicionam pouco valor ao produto ou serviço, além de fornecer melhores informações para a tomada de decisão.

O aprimoramento da alocação dos custos indiretos é um dos principais diferenciais entre o custeio baseado em atividades e os métodos convencionais de custeio (Griful-Miquela, 2001). O grande desafio para identificar os custos indiretos é lidar com as informações implícitas, ou seja, depende da apuração correta e confiável de todos os itens que compõe esses custos para que sejam corretamente declarados e alocados (Lips, 2017).

No entanto, o método de custeio ABC não substitui os sistemas tradicionais contábeis, apenas dispõe os dados de modo que facilite a tomada de decisão dos gestores (Lin et al., 2001). Para Gering (1999) o custeio baseado em atividades funciona melhor com valores estimados e uma quantidade mínima de detalhes. Isso porque os custos reais não podem ser rastreados facilmente e os dispêndios de encontrar os custos reais podem superar os benefícios de rastreá-los.

O custeio ABC, ao invés de alocar custos para unidades individuais, identifica as atividades que consomem recursos, combinando os custos com o nível de tais atividades (Themido et al., 2000).

Os direcionadores de custos são critérios que o método de custeio ABC propõe, por meio dos quais são determinados os custos que devem ser atribuídos as atividades e aos objetos de custos (Gasparetto, 1999). O uso de múltiplos direcionadores de custos no custeio ABC traz a vantagem de uma estimativa detalhada de custos. Entretanto, a seleção do direcionador de custo adequado é um desafio para uma correta aplicação do método (Baykasoğlu & Kaplanoğlu, 2008).

Faria e Costa (2007) apontam que, o método custeio ABC permite identificar os custos decorrentes dos processos logísticos, independentemente da quantidade de variáveis envolvidas. O método de identificação dos direcionadores de custos é uma parte essencial do

processo para medir o desempenho dos custos de logística de uma empresa em um nível mais específico (Van Niekerk & Bean, 2019).

O custeio ABC pode ajudar os gestores a visualizar a conexão entre o desempenho de atividades particulares, além das demandas dessas atividades sobre os recursos das empresas. A logística pode se beneficiar deste método de custeio, pois possibilita identificar oportunidades de melhoria em seus processos, bem como reduzir seus custos operacionais (Stapleton et al., 2004). A necessidade de verificar processos e seus respectivos custos com maior precisão atrai cada vez mais a atenção para a utilização desse método. Outros estudos, descritos a seguir, apresentam aplicações do método de custeio ABC.

Wernke (2005) apontou que, a aplicação do método de custeio ABC em uma empresa distribuidora de mercadorias proporcionou uma avaliação mais confiável no direcionamento dos recursos. Baykasoğlu e Kaplanoğlu (2008) realizaram uma comparação entre métodos tradicionais de contabilidade de custos e o método de custeio ABC e constataram que houve diferença significativa, uma vez que os métodos tradicionais não distribuem adequadamente os custos indiretos aos seus serviços.

Estudos de Wouters e Stecher (2017) apresentaram uma abordagem para adoção do custeio baseado em atividades, onde utiliza dados em tempo real. O sistema de custeio proposto pelos autores é inovador porque está alinhado com as necessidades da indústria 4.0, podendo processar dados em tempo real a partir de sistemas de produção altamente automatizados. Santana et al. (2017) elaboraram um modelo de custeio baseado no ABC para otimização da capacidade de produção. Esses autores discorreram também sobre a relação entre otimização de capacidade e eficiência operacional.

Duran e Afonso (2020) desenvolveram um modelo de decisão de custeio baseado em atividades que considera o ciclo de vida de ativos físicos em particular. O modelo proposto permite estimar o impacto sobre os custos das mudanças nos parâmetros operacionais de uma determinada política de estoque, bem como comparar diferentes estratégias de reposição de estoque.

3 METODOLOGIA

Este estudo foi realizado com base em informações das operações de armazenagem cedidas por uma empresa multinacional, situada no interior do estado de São Paulo, que comercializa seus produtos em cinco grupos de negócios: consumo, industrial, eletrônicos e energia, saúde, segurança e gráficos. A coleta de dados foi previamente autorizada apenas para fins de pesquisa, assim, não foram mencionadas informações detalhadas sobre a empresa.

Foi realizado um estudo de caso, de caráter exploratório e descritivo, por meio de um estudo bibliográfico e pesquisa de campo (Gil, 2002). O estudo tem um caráter exploratório porque a aplicação do custeio ABC em armazéns, no Brasil, é incipiente e também é descritivo devido ao intuito de estabelecer as relações entre as variáveis estudadas, relacionadas as atividades logísticas, bem como os recursos utilizados, para posterior estimativa dos custos incorridos. No levantamento bibliográfico foi embasado o referencial teórico, por meio de fontes secundárias disponíveis na literatura. Já na pesquisa de campo foram obtidos dados por meio de fontes primárias, obtidos a partir de formulários para a condução de entrevistas com os gestores e funcionários da empresa em questão, além dos apontamentos obtidos pela observação direta.

O levantamento das informações foi realizado de forma retrospectiva, e como a aferição dos custos teve um caráter gerencial, não foram obtidos os custos reais, mas sim uma estimativa dos mesmos. A metodologia adotada foi baseada em uma adaptação da proposta de Novaes

(2014), para a utilização do método de custeio (ABC) em um armazém, onde o processamento dos dados foi decomposto em três etapas:

1ª etapa - Identificação de atividades e recursos.

2ª etapa - Relações de causa *versus* efeito entre recursos e atividades para definição dos direcionadores de custos.

3ª etapa - Desagregação dos custos por recurso e por atividade.

A primeira etapa consistiu em selecionar as atividades mais relevantes na operação e apresentar os recursos que foram alocados a elas. A partir dos registros, foi possível entender os processos logísticos envolvidos, identificar o modelo de organização do trabalho, além de compreender o fluxo do processo.

Para executar a segunda etapa, estimativa dos custos de cada recurso consumido, os dados quantitativos foram obtidos junto ao setor administrativo da empresa por meio de entrevistas direcionadas aos colaboradores, além de dados secundários de outras fontes. Foram obtidas informações referentes aos salários dos colaboradores de acordo com cargo que ocupam, bem como as obrigações sociais e trabalhistas.

Por meio da análise do fluxo do processo, foi possível identificar as máquinas de movimentação, que são utilizadas nas operações do armazém. Para estes, considerou-se os custos com manutenção, depreciação, oportunidade do capital e energia elétrica.

O custo de aquisição das máquinas, valor inicial dos ativos, bem como os custos mensais com manutenção foram coletados em entrevista com os colaboradores. Já as especificações técnicas das máquinas elétricas foram obtidas com os fabricantes.

Para o cálculo da depreciação fez-se uso do método linear, o qual consiste na aplicação de uma taxa fixa periódica sobre o valor inicial do ativo durante o prazo de vida útil estimado (Perez Jr. et al., 2011). Foi consultada a Instrução Normativa nº 1700 da Receita Federal Brasileira, que estabelece as taxas anuais de depreciação de ativos depreciables, de onde se obteve a taxa para veículos de movimentação de carga e semelhantes, equipados com dispositivos de elevação (Instrução Normativa n. 1700, 2017). Com isso, e sabendo o valor inicial e a vida útil das máquinas, foi possível determinar o custo com a depreciação anual e posteriormente mensal dos ativos, por meio da Equação (1):

$$DL = \frac{Vi}{Vu} \quad (1)$$

Em que: DL é a depreciação linear (R\$), Vi é o valor inicial do ativo (R\$) e Vu é o seu prazo de vida útil (anos).

Destaca-se que o valor final dos ativos não foi considerado neste estudo, uma vez que a empresa estudada não informou sua política de gestão de ativos ao término de sua vida útil, como, por exemplo, se fazem a revenda no mercado ou se redirecionam os ativos para outras unidades.

Para a obtenção do custo com a energia elétrica consumida, foram consultadas informações técnicas dos carregadores das baterias das máquinas elétricas, com base nos dados do fabricante. A partir do valor de consumo de energia elétrica das máquinas para a carga nas baterias, foi possível calcular o consumo mensal multiplicando o consumo da máquina por hora pela média do uso diário, em horas, para carregamento das baterias e pelo total de dias trabalhados no mês em análise (janeiro de 2020 - 22 dias úteis).

Posteriormente, buscou-se obter o valor pago pelo consumo de energia elétrica de acordo com as tarifas aplicadas pela concessionária de energia elétrica. A multiplicação deste valor pelo consumo mensal da máquina resultou no custo mensal de consumo de energia elétrica das máquinas.

No cálculo do custo de oportunidade do capital foi considerada a alternativa de investimento em títulos prefixados do tesouro nacional, com rendimento de 7,54% a.a. e vencimento em 2024 (Tesouro Direto, 2021). Assim, a taxa mensal equivalente, em regime de capitalização composta, foi determinada e aplicada sobre o valor inicial dos ativos para se obter o custo mensal da alternativa de investimento preterida.

Por fim, com os custos de manutenção, de depreciação e de energia elétrica foram obtidos os custos totais por máquina, além do custo total desta categoria, multiplicando o custo total de cada ativo pelo número de máquinas utilizadas nas operações.

Para a instalação fixa foram determinados os custos com depreciação, oportunidade do capital, iluminação e manutenção em geral. Para os dois últimos custos foram utilizados valores obtidos por meio de entrevistas com os colaboradores. Os custos com depreciação e oportunidade do capital foram calculados com base no mesmo método utilizado para as máquinas. O valor inicial da instalação foi estimado a partir do custo médio do m² construído na região Sudeste, disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2020).

Na terceira etapa, após alocar os custos aos recursos, foram estabelecidas as relações causa *versus* efeito entre os recursos e as atividades a partir da definição dos direcionadores de recursos com a aplicação do método de custeio ABC. E, por fim, foi feita a soma dos custos, que permitiu a elaboração da matriz de custos dos recursos *versus* atividades.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com 5.000 m² de área construída, o armazém em estudo foi planejado para atender distribuidores e atacadistas. A estrutura organizacional é composta por um supervisor, dois assistentes administrativos, três operadores de empilhadeiras e cinco auxiliares de logística, com um total de onze colaboradores.

O funcionamento do armazém tem início com o recebimento dos volumes (caixas), uma vez que o *packing* (processo de embalar) é realizado na unidade fabril da empresa. Dessa maneira, no recebimento são descarregados os veículos oriundos da fábrica e os materiais são levados para a conferência e etiquetagem de, em média, 16 paletes por hora, que são monitorados pela inspeção.

Após a paletização dos volumes, ocorre o armazenamento nas estantes porta-paletes, conforme o endereçamento gerado pelo sistema WMS (*Warehouse Management System*), que auxilia no gerenciamento do armazém. Cada operador armazena, em média, 7 paletes por minuto. Por fim, de acordo com a demanda dos clientes, na atividade de expedição, os pedidos são separados (*picking*), etiquetados e enviados para o carregamento dos caminhões. O armazém possui 9 docas de expedição, onde cada doca possui uma capacidade para 30 paletes. Verificou-se que o armazém despacha, em média, 6.000 paletes por mês.

Por atender apenas distribuidores e atacadistas (clientes de primeira camada), o armazém pode ser classificado como primário (Francischini & Gurgel, 2013). Como a mercadoria despachada é acondicionada em unidades de movimentação (caixas), não foi possível verificar os custos de movimentação e armazenagem por classe de produtos ou de forma unitária.

Foi possível analisar as atividades que sustentam o manuseio e o armazenamento das mercadorias, o número de pessoas empregadas e as máquinas utilizadas nas operações. Foram observadas quatro atividades principais no processo, as quais representam o fluxo de materiais desde a chegada da mercadoria no armazém até a sua expedição, as quais foram estabelecidas como: recebimento, inspeção, armazenagem e expedição.

4.1 Custo dos Recursos Consumidos

Os resultados obtidos a respeito dos custos que envolvem os principais recursos consumidos pelas atividades foram identificados e categorizados em: mão de obra-operação, mão de obra-supervisão, máquinas e instalação fixa, os quais seguem descritos a seguir.

4.1.1 Mão de Obra

A categoria de recursos com a mão de obra para operação engloba os operadores do armazém, com jornada de trabalho de 40 horas semanais no regime da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). Na Tabela 1 estão descritos os encargos sociais e trabalhistas mais relevantes que incidem sobre os salários, tanto da mão de obra operacional como da supervisão. Os encargos sociais com entidades de classe e salário educação não foram considerados. A empresa estudada não está enquadrada no regime tributário do Simples Nacional.

Tabela 1*Encargos sociais e trabalhistas incidentes sobre os salários*

| Encargos sociais e trabalhistas | (%) |
|--|-------|
| 13º salário | 8,33 |
| Férias | 11,11 |
| INSS (Instituto Nacional do Seguro Social) | 20 |
| SAT (Seguro contra Acidentes de Trabalho) | 3 |
| FGTS (Fundo de Garantia do Tempo de Serviço) | 8 |
| FGTS/ Provisão de multa para rescisão | 3,2 |
| Previdenciário/ 13º e Férias | 7,78 |
| Total (%) | 61,42 |

Fonte: Elaborada pelos autores.

Observa-se que os encargos sociais e trabalhistas são expressivos, 61,42% (Tabela 1), os quais oneram a folha de pagamento dos funcionários e conseqüentemente são repassados aos preços pagos pelos clientes. Na Tabela 2 seguem descritos os gastos com a mão de obra operacional e de supervisão de acordo com o cargo dos colaboradores na empresa. Os valores totais do salário mensal e do custo da categoria foram calculados a partir do produto do valor mensal de cada função pelo seu respectivo número de colaboradores.

Tabela 2*Gastos mensais com mão de obra operacional e de supervisão*

| Cargo | Número | Salário Individual (R\$) | Gastos por cargo (R\$) | Encargos sociais e trabalhistas (R\$) | Total (R\$) | % | |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------------------|-------------|----------|------|
| Assistente Administrativo | 2 | 1.696,18 | 3.392,36 | 2.083,59 | 5.475,95 | 16,2 | |
| Mão de obra operacional | Operador de empilhadeira | 3 | 1.615,83 | 4.847,49 | 2.977,33 | 7.824,82 | 23,1 |

| | | | | | | | |
|-------------------------|-----------------------|---|----------|----------|----------|-----------|------|
| Auxiliar de logística | | 5 | 1.589,88 | 7.949,40 | 4.882,52 | 12.831,92 | 37,9 |
| Total operacional (R\$) | | | | | | 26.132,69 | 77,2 |
| Mão de obra supervisão | Supervisor de armazém | 1 | 4.787,49 | 4.787,49 | 2.940,48 | 7.727,97 | 22,8 |
| Total mão de obra (R\$) | | | | | | 33.860,66 | 100 |

Fonte: Elaborada pelos autores.

4.1.2 Máquinas

Na Tabela 3 estão descritas as máquinas de movimentação utilizadas no armazém, bem como suas respectivas especificações técnicas. As empilhadeiras retráteis possuem capacidade de carga de 1,4 a 2,5 toneladas e elevação dos garfos de 4,4 a 13 metros. As selecionadoras apresentam capacidade de carga de 1,2 a 2,5 toneladas e elevação dos garfos de 3,37 metros. As transpaletas possuem capacidade de carga de 14 a 2,5 toneladas, mas não possuem dispositivos de elevação (Toyota, 2020).

Tabela 3

Informações técnicas sobre as máquinas elétricas

| Descrição | Unidade | Empilhadeira | Selecionadora | Transpaleta |
|--|---------|--------------|---------------|-------------|
| Tensão ¹ | (V) | 48 | 24 | 24 |
| Bateria ² | (Ah) | 900 | 300 | 240 |
| Corrente de consumo em 220V ² | (A) | 33 | 6 | 5 |
| Consumo para cada carga ² | (kWh) | 40 | 7 | 5,5 |

Fonte: ¹Toyota (2020); ²K & M carregadores de baterias (2020).

Os custos com energia elétrica referentes às máquinas utilizadas nos processos de movimentação e armazenagem de materiais são apresentados na Tabela 4. Com base nas informações dos colaboradores, as máquinas demandam, em média, duas horas por dia para o carregamento das baterias, assim, com base nos dias trabalhados no mês em análise, 22 dias, foi possível estimar o tempo médio de 44 horas mensais para o carregamento das máquinas.

Para a determinar a energia consumida foi necessária a obtenção de dados de consumo para cada carga (kWh) dos equipamentos, em função do tempo médio de carregamento das baterias das máquinas por mês e da tarifa de energia elétrica cobrada pela concessionária de energia (Tabela 4). Observa-se que do custo mensal total com energia elétrica das máquinas, 76,2% (R\$ 110,92 por mês) foi com o uso da empilhadeira.

Tabela 4*Custo mensal com energia elétrica das máquinas*

| Descrição | Unidade | Empilhadeira | Selecionadora | Transpaleteira |
|--------------------------------------|-------------|--------------|---------------|----------------|
| ¹ Consumo para cada carga | (kWh) | 40 | 7 | 5,5 |
| ² Tarifa de energia | (R\$/kWh) | 0,06302 | 0,06302 | 0,06302 |
| ³ Tempo de carregamento | (Horas/mês) | 44 | 44 | 44 |
| Custo mensal com energia elétrica | (R\$/mês) | 110,92 | 19,41 | 15,25 |
| % | | 76,2 | 13,3 | 10,5 |

Fonte: ¹K & M carregadores de baterias (2020); ²CPFL Sul Paulista (2020); ³Dados da pesquisa (2020).

Na Tabela 5 estão descritos os custos com a manutenção mensal, fornecidos pelos colaboradores, bem como os custos com a depreciação, oportunidade do capital e com a energia elétrica consumida. O custo com a depreciação foi calculado a partir dos valores de aquisição das máquinas, sendo R\$ 105.000,00 para a empilhadeira, R\$ 32.000,00 para a selecionadora e R\$ 14.000,00 para a transpaleteira, obtidos por meio dos resultados da pesquisa, bem como o prazo de vida útil de 10 anos para as máquinas, segundo a Instrução Normativa n. 1700 (2017), e, posteriormente, dividido por 12 para se obter o valor mensal.

Tabela 5*Custo mensal com manutenção, depreciação e energia elétrica das máquinas*

| Descrição | Empilhadeira | Selecionadora | Transpaleteira | Total (R\$) |
|----------------------------------|--------------|---------------|----------------|-------------|
| Custo de manutenção (R\$) | 493,54 | 183,25 | 88,36 | |
| Depreciação (R\$) | 875,00 | 266,67 | 116,67 | |
| Custo de oportunidade do capital | 637,99 | 199,44 | 85,07 | |
| Energia elétrica consumida (R\$) | 110,92 | 19,41 | 15,25 | |
| Custo por máquina (R\$) | 2.117,45 | 663,77 | 305,35 | |
| Unidades | 3 | 5 | 4 | |
| Total (R\$) | 6.352,35 | 3.318,85 | 1.221,40 | 10.892,60 |
| % | 58,3 | 30,5 | 12,2 | 100,0 |

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os custos com a manutenção das máquinas (Tabela 5) representam os reparos corretivos, ou seja, foram considerados os gastos com lubrificação e substituição de componentes das máquinas, conforme os apontamentos da pesquisa no período analisado, sendo aproximadamente 58% do custo mensal total com manutenção, depreciação e energia elétrica das máquinas foi com a empilhadeira.

4.1.3 Instalação Fixa

Para a infraestrutura fixa foram identificados e registrados os custos com a depreciação e oportunidade do capital do armazém, com a eletricidade consumida e com a manutenção geral

do local (Tabela 6). Não foi considerada a depreciação das estantes porque estes ativos estavam sendo utilizados em um prazo acima do seu período depreciável. Demais mobiliários, como móveis e equipamentos utilizados em funções administrativas também não foram incluídos uma vez que neste estudo foram frisados apenas os principais custos consumidos pelas atividades. O armazém possui área total de 5.000m² e 12m de pé direito, logo, foi estimado um valor inicial de R\$ 6.165.500,00, onde foi considerado o valor de R\$ 1.233,10 por m² (IBGE, 2020). A edificação possui vida útil de 25 anos (Instrução Normativa n. 1700, 2017). O custo da depreciação foi calculado a partir da Equação (1) e, posteriormente, dividido por 12, para obter o valor mensal.

Tabela 6*Custo mensal com instalações fixas*

| Instalação fixa | Custo médio mensal (R\$) | % |
|---|--------------------------|-------|
| Depreciação | 20.551,67 | 34,8% |
| Custo de oportunidade do capital | 37.642,25 | 63,7% |
| Iluminação e manutenção geral das instalações | 1.124,43 | 1,9% |
| Total (R\$) | 59.138,35 | 100% |

Fonte: Elaborada pelos autores.

4.2 Direcionadores de custos

A atribuição dos custos de cada recurso (Tabela 7) às atividades foi feita por intermédio dos direcionadores de custos, uma vez que estes representam a maneira com que os recursos são consumidos pelas atividades.

Tabela 7*Sumário dos recursos e direcionadores de custos*

| Recursos utilizados | Direcionador de custo | Tipo de gasto | Custos mensais totais (R\$) | % |
|--------------------------|------------------------|--|-----------------------------|-------|
| Mão de obra - operação | Número de funcionários | de Salários, encargos sociais e trabalhistas | 26.132,69 | 25,2 |
| Mão de obra - supervisão | Horas de supervisão | de Salários, encargos sociais e trabalhistas | 7.727,97 | 7,4 |
| Máquinas | Número de máquinas | de Depreciação, oportunidade do capital, operação e manutenção | 10.892,60 | 10,5 |
| Instalação fixa | Área (m ²) | de Depreciação, oportunidade do capital, operação e manutenção | 59.138,35 | 56,9 |
| Total | | | 103.891,61 | 100,0 |

Fonte: Elaborada pelos autores.

Foi possível compreender os custos provenientes das principais operações de movimentação e armazenagem e interpretá-los diante da interação de um conjunto de direcionadores de custos

em ação. Na Tabela 8 está descrita a alocação dos custos do recurso mão de obra-operação às atividades de recebimento, inspeção, armazenagem e expedição. A partir do direcionador de custo (número de funcionários), foi obtida a porcentagem desse recurso, que foi utilizada para a distribuição dos custos do recurso para cada atividade.

Tabela 8*Alocação dos custos mensais de mão de obra operacional por atividade*

| Mão de obra - operação | Atividade | | | | Total |
|--|-------------|----------|-------------|-----------|-----------|
| | Recebimento | Inspeção | Armazenagem | Expedição | |
| Direcionador de custo (nº de funcionários) | 2 | 1 | 2 | 5 | 10 |
| Direcionador de custo (%) | 20% | 10% | 20% | 50% | 100% |
| Custo por atividade (R\$/mês) | 5.226,54 | 2.613,26 | 5.226,54 | 13.066,35 | 26.132,69 |

Fonte: Elaborada pelos autores.

Observa-se, portanto, que a atividade de expedição foi a que mais consumiu o recurso mão de obra-operação, com o custo de R\$ 13.066,35, representando 50% dos custos mensais total de mão de obra (Tabela 8). Isto ocorreu pelo fato do armazém possuir 9 docas de expedição, logo, existe alta demanda por mão de obra para a verificação da folha de pedido, para a organização das mercadorias em frente às docas e para o carregamento dos caminhões.

Na Tabela 9 está relacionado o recurso mão de obra – supervisão, com as atividades. O direcionador de custo utilizado foram as horas de atuação, em média, do supervisor nas atividades do armazém durante o período de sua jornada de trabalho, conforme dados da pesquisa. Destaca-se que houve uma maior dificuldade para mesurar esse direcionador em comparação com os demais, uma vez que as horas de supervisão requeridas pelas atividades podem variar de acordo com os acontecimentos cotidianos, principalmente no atendimento de imprevistos como paradas não programadas e resolução de problemas diversos, assim, para sua estimativa houve um certo grau de subjetividade.

Tabela 9*Alocação dos custos de supervisão por atividade*

| Mão de obra - supervisão | Atividades | | | | Total |
|-------------------------------|-------------|----------|-------------|-----------|----------|
| | Recebimento | Inspeção | Armazenagem | Expedição | |
| Direcionador de custo (horas) | 6 | 2 | 10 | 22 | 40 |
| Direcionador de custo (%) | 15% | 5% | 25% | 55% | 100% |
| Custo por atividade (R\$/mês) | 1.159,20 | 386,40 | 1.931,99 | 4.250,38 | 7.727,97 |

Fonte: Elaborada pelos autores.

Nota-se que houve maior concentração da supervisão na atividade de expedição, que resultou em um custo de R\$ 4.250,38, representando 55% do custo mensal total desta atividade, uma vez que tal atividade demanda de forma intensiva a mão de obra operacional, bem como as máquinas para movimentação dos materiais (Tabela 9).

Foram averiguadas quantas máquinas são demandadas para cada atividade em função do grau de utilização dos funcionários. Diante das respostas dos colaboradores, pode ser estimado que no recebimento são utilizadas: (1) empilhadeira, (1) selecionadoras e (1) transpaleteira. Na inspeção: (1) transpaleteira. Para a armazenagem são utilizadas: (2) empilhadeiras e (2) selecionadoras. Por fim, na expedição: (1) empilhadeira, (2) selecionadoras e (2) transpaleteiras (Tabela 10).

Tabela 10*Custos com as máquinas por atividade*

| Máquinas | Atividades | | | | Total |
|--|-------------|----------|-------------|-----------|-----------|
| | Recebimento | Inspeção | Armazenagem | Expedição | |
| Direcionador de custo (nº de máquinas) | 3 | 1 | 3 | 5 | 12 |
| Direcionador de custo (%) | 25% | 8,3% | 25% | 41,7% | 100% |
| Empilhadeira (R\$) | 2.117,45 | | 2.117,45 | 2.117,45 | |
| Selecionadora (R\$) | 663,77 | | 1.327,54 | 1.327,54 | |
| Transpaleteira (R\$) | 305,35 | 305,35 | | 610,70 | |
| Custo por atividade (R\$) | 3.086,57 | 305,35 | 3.444,99 | 4.055,69 | 10.892,60 |

Fonte: Elaborada pelos autores.

A atividade de expedição demanda a maior quantidade deste recurso (Tabela 10), uma vez que consome R\$ 4.055,69 reais, representando 37,2% dos custos totais com a maquinaria utilizada. Isso ocorre devido ao grande número de máquinas utilizadas nessa etapa.

Por fim, a área ocupada (m²) foi o direcionador de custo associado à instalação fixa do armazém. Com base nos dados coletados, foi estimada a proporção utilizada em cada atividade. Pode-se observar (Tabela 11), que a armazenagem é a atividade que mais consome este recurso, uma vez que ocupa uma maior área, representando 56% do total.

Tabela 11*Alocação dos custos de depreciação e manutenção do prédio por atividade*

| Instalações fixas | Atividades | | | | Total |
|--|-------------|----------|-------------|-----------|-----------|
| | Recebimento | Inspeção | Armazenagem | Expedição | |
| Direcionador de custo (área ocupada m ²) | 600 | 200 | 2.800 | 1.400 | 5.000 |
| Direcionador de custo (%) | 12% | 4% | 56% | 28% | 100% |
| Custo por atividade (R\$/mês) | 7.096,60 | 2.365,53 | 33.117,48 | 16.558,74 | 59.138,35 |

Fonte: Elaborada pelos autores.

4.3 Matriz de Custos Recurso *versus* Atividade

A etapa final da aplicação do custeio ABC consistiu na elaboração da matriz dos custos dos recursos por atividade.

Tabela 12*Matriz de custos recurso versus atividade*

| Recursos (R\$/mês) | Atividades (R\$/mês) | | | | Total | % |
|------------------------|----------------------|----------|-------------|-----------|------------|------|
| | Recebimento | Inspeção | Armazenagem | Expedição | | |
| Mão de obra-operação | 5.226,54 | 2.613,26 | 5.226,54 | 13.066,35 | 26.132,69 | 25,2 |
| Mão de obra-supervisão | 1.159,20 | 386,40 | 1.931,99 | 4.250,38 | 7.727,97 | 7,4 |
| Máquinas | 3.086,57 | 305,35 | 3.444,99 | 4.055,69 | 10.892,60 | 10,5 |
| Instalações fixas | 7.096,60 | 2.365,53 | 33.117,48 | 16.558,74 | 59.138,35 | 56,9 |
| Total | 16.568,91 | 5.670,54 | 43.721,00 | 37.931,16 | 103.891,61 | 100 |
| % | 15,9 | 5,5 | 42,1 | 36,5 | 100 | |

Fonte: Elaborada pelos autores.

A aplicação do método de custeio ABC resultou em uma melhor visualização das atividades, bem como dos recursos que elas consomem de forma detalhada. Os recursos instalações fixas e mão de obra – operação, foram os mais consumidos na atividade de armazenagem, com custos de R\$ 33.117,48 (75,8%) e R\$ 5.226,54 (12,0%), respectivamente (Tabela 12). Na atividade de expedição os destaques também foram as instalações fixas, com um custo de R\$ 16.558,54 (43,7%), seguida pela mão de obra - operação, com custo de R\$ 13.066,35 (34,4%).

Dentre os quatro recursos especificados, as instalações fixas foram as mais consumidas pelas atividades (Tabela 12), com custo mensal de R\$ 59.138,35, isso representou 56,9% dos recursos totais consumidos, seguido pela mão de obra-operação com 25,2%, máquinas com 10,48% e mão de obra - supervisão com 7,45%.

A atividade de maior custo foi a armazenagem (Tabela 12), a qual representou 42,1% dos custos totais das atividades, seguidos por 36,5% de expedição, 16,0% de recebimento e 5,5% de inspeção. A atividade de armazenagem também consumiu 56% das instalações fixas e 31,6% das máquinas, devido a demanda por espaço físico na estocagem de materiais. Já a atividade de expedição consumiu aproximadamente 50% da mão de obra – operação e 55% da mão de obra – supervisão e 37,2% das máquinas, uma vez que é a atividade que requer maior movimentação de materiais.

4.4 Discussão dos Resultados

Por meio do custeio ABC foi possível conhecer as atividades que mais consumiram recursos, como a expedição e a armazenagem. Isso corrobora com os resultados de Fernandes (2016), que após apresentação dos resultados do método ABC aplicado em uma multinacional de distribuição, concluiu que as atividades com maiores custos envolvem o espaço ocupado para o armazenamento de materiais. Ferreira (2008) concluiu que a atividade que consome mais recurso é a de expedição, principalmente devido aos custos de deslocamento de materiais associados, o que também foi constatado nos resultados do presente estudo.

Essas são informações contribuem tanto para o controle estratégico da utilização dos recursos empresariais, como para medir o nível de eficiência das atividades. Jin e Li (2020) relataram que, quando comparado com o método de custo tradicional, o método de custeio baseado em atividades torna o custo logístico mais preciso e ajuda as empresas a descobrirem os problemas. Isso foi observado neste trabalho, uma vez que o posicionamento estratégico dos gestores pode ser redefinido na realização de futuros investimentos, com a opção de pagamento de aluguel do

armazém de até R\$58.193,92, ao invés da construção de um novo local. Isso eliminaria os custos de propriedade, com a depreciação e a oportunidade do capital, além de acrescentar um possível benefício com a redução do imposto de renda e contribuição social sobre o lucro líquido.

Duran e Randaelli (2000) em estudo sobre a implantação do custeio ABC constataram que, a aplicação desse método de custeio faz com que as proporções entre custo e lucro das atividades se tornem mais acuradas e, com isso, podem tomar decisões estratégicas com maior conhecimento de causa. Isso condiz com os resultados obtidos no presente estudo porque foram identificados os recursos críticos, que foram as instalações fixas e a mão de obra-operação, ou seja, aqueles mais consumidos pelas atividades, e que possuem maior representatividade nos custos totais.

A utilização plena das instalações fixas, com a mitigação de espaços ociosos, bem como o gerenciamento da produtividade da mão de obra empregada, com a redução do absentismo e de paradas não programadas também podem resultar em maior retorno financeiro no uso dos recursos produtivos. Isto condiz com os resultados de Almeida e Cunha (2017), os quais constataram que, o sistema de custeio ABC fornece informações relevantes e úteis para o processo de tomada de decisão em vários domínios, como na definição de custos e preços de venda de produtos, além da otimização de processos.

Outros autores que adotaram o custeio ABC relataram suas perspectivas sobre o método. Para Miranda et al., (2008), com o custeio ABC é possível obter especificações que os métodos tradicionais não são capazes de apurar, e que isso colabora para a geração de informações mais detalhadas para decisões. Caiado e Amaro (2008) apontaram que o custeio ABC contribui tanto para a especialização da informação como para a gestão estratégica de custos de custos. Braga et al. (2020) destacaram que a aplicação dos direcionadores de custos, por meio do custeio ABC, a base de rateio se torna mais precisa.

As constatações encontradas na literatura corroboram com os resultados obtidos no presente estudo, uma vez que explorou com maior detalhamento os custos das atividades logísticas no armazém estudado, as quais são passíveis de serem otimizadas diante das informações geradas com a aplicação do custeio ABC.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método de custeio aplicado neste trabalho permitiu uma visualização apurada dos custos logísticos internos do armazém estudado, onde as principais atividades que consomem recursos foram averiguadas. Foram geradas informações que podem contribuir para ações gerenciais corretivas e preventivas, a partir das análises dos custos por recurso e por atividade.

A atividade de maior impacto financeiro para a empresa foi a armazenagem porque teve uma representatividade de 42,1% nos custos totais das atividades. Já o recurso mais consumido e, conseqüentemente, de maior custo foram as instalações fixas, com 56,9% dos custos totais dos recursos. Destaca-se que os encargos sociais e trabalhistas se mostraram expressivos, com a incidência de 61,42%, na constituição dos custos com a mão de obra. Isso pode interferir negativamente na competitividade da empresa porque impacta na formação de preços dos produtos para o mercado consumidor.

O método foi adaptado para empresa estudada, e devido a simplicidade dos processos não foram encontradas dificuldades relevantes para sua aplicação de maneira geral. No entanto, houve relativa dificuldade na mensuração do direcionador de custos da mão de obra de supervisão, uma vez que as horas de supervisão requeridas pelas atividades podem variar de acordo com os

acontecimentos cotidianos, principalmente no atendimento de imprevistos, assim, para sua estimativa houve um certo grau de subjetividade.

Outra limitação encontrada nesse estudo foi a impossibilidade de desagregação dos recursos consumidos pelas atividades sobre a ótica dos produtos de forma unitária, ou por classe de produtos, devido à natureza das operações do armazém, que se restringem a movimentação e armazenamento dos produtos já embalados em caixas de forma padronizada.

Recomenda-se, em estudos futuros, uma apuração mais específica dos direcionadores de custos que envolvem a manutenção dos ativos utilizados nas operações de movimentação e armazenagem de materiais. Isto porque a crescente utilização de ativos de alta tecnologia e, conseqüentemente, de maior custo fixo nas operações de armazenagem demandam uma maior atenção para que esses ativos operem de maneira eficiente e que compensem o investimento realizado.

Outra recomendação seria a aplicação do custeio ABC com a apuração dos custos indiretos das atividades de produção desagregadas por classe de produtos, ou de forma unitária, além dos custos com a distribuição física.

O presente trabalho reforçou que a aplicação do custeio ABC é viável e adequada para o custeio de operações logísticas de armazenagem sob uma ótica gerencial.

REFERÊNCIAS

- Almeida, A., & Cunha J. (2017). The implementation of an activity-based costing (ABC) system in a manufacturing company. *Procedia Manufacturing*, 13, 932-939.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.162>
- Askarany, D., Yazdifar, H., & Askary, S. (2010). Supply chain management, activity-based costing and organizacional factors. *International Journal Production Economics*, 127(2), 238-248.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.08.004>
- Ballou, R. H. (2007). The evolution and future of logistics and supply chain management. *European Business Review*, 19(4), 332-348. <https://doi.org/10.1108/09555340710760152>
- Ballou, R. H. (1993). *Logística Empresarial, transporte, administração de materiais, e distribuição física*. São Paulo, SP: Atlas.
- Baker, P., & Canessa, M. (2009). Warehouse design: a structured approach. *European Journal of Operational Research*, 193(2), 425-436. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.11.045>
- Baykasoğlu, A., & Kaplanoğlu, V. (2008). Application of activity-based costing to a land transportation company: a case study. *International Journal of Production Economics*, 116(2), 308-324. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.08.049>
- Braga, G. H. R., Cervi, R. G., Oliveira, P. A., & Rodrigues, S. A. (2020). Aferição dos custos da qualidade na produção de compensados de madeira pelo método de custeio ABC (*Activity Based Costing*) e por Absorção. *Custos e @gronegocio on line*, 16(3), 382-410.
- Bokor, Z., & Markovits-Somogyi, R. (2015). Applying activity-based costing at logistics service providers. *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*, 43(2), 98-105.
<https://doi.org/10.3311/PPtr.7700>
- Caiado, A. C. P., & Amaro, S. F. (2008). Aplicação de um modelo de custeio baseado em atividades (ABC) ao setor vitivinícola. *Revista Contemporânea de Contabilidade*, 3(5), 11-40.
<https://doi.org/10.5007/%25x>
- Ching, H. Y. (2007). *Gestão de estoques na cadeia de logística integrada*. 3 ed. São Paulo, SP: Atlas.
- Cooper, R., & Kaplan, R. S. (1988). Measure costs right: make the right decisions. *Harvard Business Review*, 66(5), 96-103.
- CPFL Sul Paulista. (2020, 15 de maio). *Tarifas*. São Paulo. Recuperado de <https://www.cpflempresas.com.br/institucional/tarifas.aspx?emp=D005>

- Duran, O., & Afonso, P. S. L. P. (2019). An activity based costing decision model for life cycle economic assessment in spare parts logistic management. *International Journal of Production Economics*, 222, 107499. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.09.020>
- Duran, O., & Radaelli, L. (2000). Metodologia ABC: implantação numa microempresa. *Gestão & Produção*, 7(2), 118-135. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2000000200003>
- Faria, A. C., & Costa, M. F. G. (2007). *Gestão de custos logísticos*. São Paulo, SP: Atlas.
- Fernandes, P. M. R. C. (2016). *Desenvolvimento de um modelo de custeio ABC para a aplicação em cadeias de distribuição: o caso do AKI Portugal*. (Dissertação de Mestrado). Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal.
- Ferreira, R. J. C. L. (2008). *Análise do método ABC aplicado à logística de distribuição*. (Dissertação de Mestrado). Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal.
- Francischini, P. G., & Gurgel, F. A. (2013). *Administração de materiais e do patrimônio*. 2 ed. São Paulo, SP: Cengage Learning.
- Frazelle, E. H. (2002). *Supply chain strategy: the logistics of supply chain management*. New York: McGraw-Hill.
- Gasparetto, V. (1999). *Uma discussão sobre a seleção de direcionadores de custos na implantação do custeio baseado em atividades* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.
- Gering, M. (1999). Activity-based costing lessons learned implementing ABC. *Management Accounting*, 26 – 27.
- Gil, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4 ed. São Paulo, SP: Atlas.
- Griful-Miquela, C. (2001). Activity-based costing methodology for third-party logistics companies. *International Advances in Economic Research*, 7(1), 133-146. <https://doi.org/10.1007/BF02296598>
- Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2010). Research on warehouse design and performance evaluation: a comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 203(3), 539-549. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.07.031>
- Hofmann, E., & Bosshard, J. (2017). Supply chain management and activity-based costing: current status and directions for the future. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 47(8), 712-735. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-04-2017-0158>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. (2021, 20 de março). *Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI: Custos médios e índices, segundo as áreas geográficas*. Brasília. Recuperado de <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/pre%C3%A7os-e-custos/9270-sistema-nacional-de-pesquisa-de-custos-e-indices-da-construcao-civil.html?t=resultados>
- Instrução Normativa n. 1700, de 14 de março de 2017. (2017). *Taxas anuais de depreciação (anexo III)*. Brasília, DF, Secretaria da Receita Federal. Recuperado de http://portal.imprensanacional.gov.br/web/guest/materia/-/asset_publisher/KujrW0TZC2Mb/content/id/20480570/do1-2017-03-16-instrucao-normativa-n-1-700-de-14-de-marco-de-2017-20479996
- Jin, Q., & Li, T. T. (2020, janeiro). Operation improvement of third-party logistics enterprise based on activity-based costing method. In *Anais do 4º International Conference on Management Engineering, Software Engineering and Service Sciences* (250-254), University of Geosciences, Wuhan, China. <https://doi.org/10.1145/3380625.3380655>
- Khoury, S., Rosova, A., Straka, M., & Behun, M. (2018). Logistics performance and corporate logistic costs, their interconnections and consequences. *Transformations in Business & Economics*, 17(2), 426-446.
- Kłodawski, M., Jacyna, M., Lewczuk, K., & Wasiak, M. (2017). *The issues of selection warehouse process strategies*. *Procedia Engineering*, 187, 451-457. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.399>

- Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: a literature review. *European Journal of Operational Research*, 182(2), 481-501. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.009>
- K & M carregadores de baterias (2020, 19 de fevereiro). *Tabela de consumo carregadores*. Recuperado de <http://www.tratorprima.com.br/innovaeditor/assets/tabela%20de%20consumo%20de%20energia.pdf>
- Kucera, T. (2019). Application of the activity-based costing to the logistics cost calculation for warehousing in the automotive industry. *Communications Scientific Letters of the University of Zilina*, 21(4), 35-42. <https://doi.org/10.26552/com.C.2019.4.35-42>
- Lima, M. (2020, 12 de março). *Os custos de armazenagem na logística moderna*. São Paulo, Ilos Especialistas em Logística e Supply Chain. Recuperado de <http://www.ilos.com.br/web/os-custos-de-armazenagem-na-logistica-moderna/>
- Lin, B., Collins, J., & Su, R. K. (2001). Supply chain costing: an activity-based perspective. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 31(10), 702-713. <https://doi.org/10.1108/EUM0000000006286>
- Lips, M. (2017). Disproportionate allocation of indirect costs at individual-farm level using maximum entropy. *Entropy*, 19(9), 453. <https://doi.org/10.3390/e19090453>
- Manzini, R., Bozer, T., & Heragu, S. (2015). Decision models for the design, optimization and management of warehousing and material handling systems. *International Journal of Production Economics*, 170(Part C), 711-716. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.08.007>
- Miranda, G. J., Carvalho, C. E., Martins, V. F., & Faria, A. F. (2007). Custeio ABC no ambiente hospitalar: um estudo nos hospitais universitários e de ensino brasileiros. *Revista Contabilidade & Finanças*, 18(44), 33-43. <https://doi.org/10.1590/S1519-70772007000200004>
- Perez Jr., J. H., Oliveira, L. M., & Costa, R. G. (2011). *Gestão estratégica de custos: textos e teste com as respostas*. 7 ed. São Paulo, SP: Atlas.
- Novaes, A. G. (2014). *Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição*. 4 ed. São Paulo, SP: GEN Atlas.
- Resende, P. T. V., Sousa, P. R., Cesar, R. V., & Quintão, A. (2017, 25 de agosto). *Custos logísticos no Brasil 2017*. São Paulo, Fundação Dom Cabral. Recuperado de <https://www.fdc.org.br/conhecimento-site/nucleos-de-pesquisa-site/Materiais/pesquisa-custos-logisticos2017.pdf>
- Roodbergen, K. J., Vis, I., & Don Taylor Junior, G. (2015). Simultaneous determination of warehouse layout and control policies. *International Journal of Production Research*, 53(11), 3306–3326, <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.978029>
- Rouwenhorst, B.; Reuter, B.; Stockrahm, V.; Van Houtum, G. J.; Mantel, R.J., & Zijm, W. H. M. (2000). Warehouse design and control: framework and literature review. *European Journal of Operational Research*, 122(3), 515-533. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00020-X](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00020-X)
- Santana, A., Afonso, P., Zanin, A.; Wernke, R. (2017). Costing models for capacity optimization in Industry 4.0: trade-off between used capacity and operational efficiency. *Procedia Manufacturing*, 13, 1183–1190. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.193>
- Sarihan, A., & Marsap, B. (2019). Costing logistics activities of logistics service companies: a case study and a model proposal. *Journal of Accounting & Finance*, 301–312. <http://dx.doi.org/10.25095/mufad.607144>
- Sheth, J. N., & Sisodia, R. S. (1995). Feeling the heat: making marketing more productive. *Marketing Management*, 4(2), 8-23.
- Shi, N., Li, Z., & Zhou, L. (2019). The construction elements of modern logistics system. *Journal of Physics: Conference Series*, 1176. <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1176/4/042060>
- Smith, M., & Dikolli, S. (1995). Customer profitability analysis: an activity-based costing approach. *Managerial Auditing Journal*, 10(7), 3-7. <https://doi.org/10.1108/02686909510090276>

- Souza, A. A., Avelar, E. A., & Boina, T. M. (2016). Custeio baseado em atividades: uma análise das pesquisas brasileiras desenvolvidas na primeira década do século XXI. *Revista de Informação Contábil*, 10(2), 1-19.
- Stapleton, D., Pati, S., Beach, E., & Julmanichoti, P. (2004). Activity-based costing for logistics and marketing. *Business Process Management Journal*, 10(5), 584-597.
<https://doi.org/10.1108/14637150410559243>
- Stock, J. R., & Lambert, D. M. (2001). *Strategic logistics management*. Nova York: McGraw-Hill.
- Tesouro direto. (2021, 25 de junho). *Títulos – Preços e taxas dos títulos IPCA, pré e pós fixados*. Brasília, Tesouro Nacional. Recuperado de <https://www.tesourodireto.com.br/titulos/precos-e-taxas.htm>
- Themido, I., Arantes, A., Fernandes, C., & Guedes, A.P. (2000). Logistic costs case study-an ABC approach. *Journal of the Operational Research Society*, 51(10), 1148–1157.
<https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2601031>
- Toyota. (2020, 10 de março). *Empilhadeiras warehouse*. São Paulo. Recuperado de <https://www.toyotaempilhadeiras.com.br/>
- Uskonen, J., & Tenhiälä, A. (2012). The price of responsiveness: cost analysis of change orders in make-to-order manufacturing. *International Journal of Production Economics*, 135(1), 420-429.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.08.016>
- Van Geest, M., Tekinerdogan, B., & Catal, C. (2021). Design of a reference architecture for developing smart warehouses in industry 4.0. *Computers in Industry*, 124.
<https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103343>
- Van Niekerk, H. J., & Bean, W. L. (2019). Evaluation of the cost drivers and allocation framework in outbound logistics of the fast-moving consumer goods industry. *South African Journal of Industrial Engineering*, 30(2), 115-130. <https://dx.doi.org/10.7166/30-2-1943>
- Wernke, R. (2005). Custeio baseado em atividades (ABC) aplicado aos processos de compra e venda de distribuidora de mercadorias. *Revista Contabilidade & Finanças*, 16(38), 74-89.
<https://doi.org/10.1590/S1519-70772005000200007>
- Wouters, M., & Stecher, J. (2017). Development of real-time product cost measurement: a case study in a medium-sized manufacturing company. *International Journal of Production Economics*, 183 (Part A), 235–244. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.10.018>
- Yener, F., & Yazgan, H. R. (2019). Optimal warehouse design: literature review and case study application. *Computers & Industrial Engineering*, 129, 1-13.
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.01.006>