DIMENSIONAMENTO LOGÍSTICO NO TRANSPORTE DE CARGAS PERIGOSAS: ESTUDO DE CASO NO SETOR FARMACÊUTICO-VETERINÁRIO

Logistics Sizing for Hazardous Cargo Transport: A Case Study in the Veterinary-Pharmaceutical Sector

JOSILENE EVANGELISTA DA SILVA

RAFAEL DOS SANTOS GALEGO DA SILVA

SEBASTIÃO KLÉCYTON DE MENEZES LIMA

ELEANDRO CLAUDEMIR FRANCO
FACULDADE DE TECNOLOGIA FATEC BRAGANÇA PAULISTA

Comunicação:
O XIV SINGEP foi realizado em conjunto com a 14th Conferência Internacional do CIK (CYRUS Institute of Knowledge) e com a SPARK (Society for Promoting Academic Research and Knowledge), em formato híbrido, com sede presencial na UNINOVE - Universidade Nove de Julho, no Brasil.

DIMENSIONAMENTO LOGÍSTICO NO TRANSPORTE DE CARGAS PERIGOSAS: ESTUDO DE CASO NO SETOR FARMACÊUTICO-VETERINÁRIO

Objetivo do estudo
Analisar o dimensionamento das operações de transporte de cargas perigosas na cadeia logística do setor farmacêutico - veterinário A pesquisa foi desenvolvida a partir de um estudo de caso realizado na empresa PALVET (nome fictício), multinacional do setor de saúde animal.

Relevância/originalidade
Esta pesquisa é fundamental ao investigar o dimensionamento logístico de cargas perigosas na empresa, o estudo otimiza processos críticos no setor farmacêutico -veterinário, garantindo conformidade regulatória, segurança no transporte e eficiência operacional, contribuindo para a excelência na gestão da cadeia.

Metodologia/abordagem
Esta pesquisa qualitativa, estruturada como estudo de caso, investiga o transporte de cargas perigosas no setor utilizando revisão bibliográfica, análise documental e entrevistas, o estudo examina aspectos técnicos e regulatórios, oferecendo uma compreensão aprofundada das práticas logísticas operacionais aplicadas pela empresa.

Principais resultados
A pesquisa revelou que o uso de empresas especializadas em gestão de crises e a correta identificação dos veículos otimizam a resposta emergencial Essas práticas reduzem significativamente os impactos ambientais e riscos à segurança, assegurando maior eficiência e prevenção na logística.

Contribuições teóricas/metodológicas
Este estudo contribui ao integrar conceitos de logística empresarial com normas internacionais de transporte de produtos perigosos Metodologicamente, a triangulação entre revisão teórica, análise documental e observação empírica oferece um modelo robusto para avaliar a eficiência operacional e a gestão de riscos

Contribuições sociais/para a gestão
O estudo beneficia a gestão ao validar protocolos de segurança e mitigação de riscos, elevando a conformidade operacional Socialmente, promove a responsabilidade ambiental e a proteção pública, ao garantir que o transporte de cargas perigosas ocorra com máxima eficiência, prevenindo acidentes e

Palavras-chave: Logística, Transporte de cargas perigosas, Dimensionamento logístico, Segurança.

Logistics Sizing for Hazardous Cargo Transport: A Case Study in the Veterinary-Pharmaceutical Sector

Study purpose
To analyze the sizing of hazardous cargo transport operations within the logistics chain of the pharmaceutical-veterinary sector. The research was based on a case study conducted at PALVET (a fictitious name), a multinational company in the animal health sector.

Relevance / originality
This research is fundamental to investigating the logistics planning for hazardous materials within the company; the study optimizes critical processes in the pharmaceutical-veterinary sector, ensuring regulatory compliance, transport safety, and operational efficiency, thereby contributing to excellence in supply chain management.

Methodology / approach
This qualitative research, structured as a case study, investigates the transport of hazardous materials within the sector; employing a literature review, document analysis, and interviews, the study examines technical and regulatory aspects, offering an in-depth understanding of the operational logistics practices implemented

Main results
Research has revealed that utilizing specialized crisis management firms and correctly identifying vehicles optimizes emergency response. These practices significantly reduce environmental impacts and safety risks, ensuring greater efficiency and prevention in logistics.

Theoretical / methodological contributions
This study contributes by integrating business logistics concepts with international standards for the transport of hazardous materials. Methodologically, the triangulation of a theoretical review, document analysis, and empirical observation offers a robust model for evaluating operational efficiency and critical risk management.

Social / management contributions
The study benefits management by validating safety and risk mitigation protocols, thereby enhancing operational compliance. From a social perspective, it promotes environmental responsibility and public protection by ensuring the highly efficient transport of hazardous materials, preventing accidents and damage.

Keywords: Logistics, Hazardous materials transportation, Logistics dimensioning, Transportation safety

DIMENSIONAMENTO LOGÍSTICO NO TRANSPORTE DE CARGAS PERIGOSAS: ESTUDO DE CASO NO SETOR FARMACÊUTICO-VETERINÁRIO

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a logística se tornou essencial para as organizações, sendo responsável pela coordenação eficiente do fluxo de materiais, informações e recursos ao longo da cadeia de suprimentos (Santos, 2021). No setor farmacêutico-veterinário, essa importância torna-se ainda mais evidente, uma vez que os produtos movimentados exigem elevados níveis de controle, rastreabilidade e conformidade regulatória, garantindo a segurança e a integridade dos insumos desde a origem até o consumidor final (Santos, 2021).

De acordo com Ballou (2006), o transporte representa uma das atividades mais relevantes da logística, pois conecta as diferentes etapas da cadeia e assegura que os produtos cheguem ao destino dentro das condições adequadas de prazo, qualidade e segurança. Ainda segundo Ballou (2006), o transporte é responsável por grande parte dos custos logísticos e exerce influência direta no nível de serviço ao cliente.

Como afirma Prazeres (2023), em determinadas operações, o transporte envolve cargas classificadas como perigosas, que apresentam riscos potenciais à saúde humana, ao meio ambiente e à segurança das operações. No setor farmacêutico-veterinário, alguns insumos utilizados na produção e distribuição de medicamentos podem se enquadrar nessa categoria, exigindo cuidados adicionais durante o manuseio e o transporte. Entre esses materiais encontram-se substâncias das classes 6 (tóxicos) e 9 (substâncias perigosas diversas), como produtos identificados pelo número ONU 3082, aplicável a substâncias ambientalmente perigosas (Prazeres, 2023).

Diante desse contexto, surge a seguinte questão de pesquisa: como dimensionar operações logísticas de transporte de cargas perigosas de forma segura e eficiente no setor farmacêutico-veterinário? O presente estudo tem como objetivo geral analisar o dimensionamento das operações de transporte de cargas perigosas na cadeia logística do setor farmacêutico-veterinário. A pesquisa foi desenvolvida a partir de um estudo de caso realizado na empresa PALVET (nome fictício), multinacional do setor de saúde animal localizada na região metropolitana de Campinas (SP), cuja operação logística é conduzida por uma empresa terceirizada responsável pelas atividades de armazenagem e distribuição. Todos os dados utilizados são reais, obtidos por meio de entrevistas e observações, respeitando integralmente as políticas internas de confidencialidade da organização. A análise concentrou-se em três eixos principais: (a) classificação e identificação das cargas perigosas; (b) dimensionamento das operações de transporte; e (c) monitoramento e tecnologias aplicadas à segurança.

REFERENCIAL TEÓRICO

Para Logística e transporte na cadeia de suprimentos a logística é responsável pelo planejamento, implementação e controle do fluxo eficiente de produtos, informações e recursos ao longo da cadeia de suprimentos, desde o ponto de origem até o consumidor final. Nesse contexto, desempenha papel estratégico para garantir que os produtos sejam disponibilizados no local correto, no momento adequado e nas condições necessárias para atender às demandas do mercado (Santos, 2021). Segundo Mentzer et al. (2001), a gestão da cadeia de suprimentos envolve a integração entre diferentes processos organizacionais com o objetivo de aumentar a eficiência e a competitividade das empresas.

Segundo Ballou (2006), a logística empresarial envolve atividades relacionadas a transporte, armazenagem, movimentação de materiais, processamento de pedidos e gestão de estoques. Dentre essas, o transporte destaca-se como um dos componentes mais relevantes, conectando as diferentes etapas da cadeia de suprimentos. Bowersox, Closs e Cooper (2014) afirmam que o transporte representa parcela significativa dos custos logísticos e influencia diretamente o nível de serviço ao cliente. Dessa forma, o planejamento adequado das operações de transporte torna-se essencial para garantir eficiência, segurança e confiabilidade no fluxo de produtos ao longo da cadeia logística.

Transporte de cargas perigosas

Segundo Prazeres (2023), o transporte de cargas perigosas exige cuidados específicos devido aos riscos potenciais que determinados produtos podem apresentar à saúde humana, ao meio ambiente e à segurança das operações. De acordo com as recomendações das Nações Unidas, esses materiais são classificados em diferentes classes de risco, considerando inflamabilidade, toxicidade, corrosividade ou potencial de impacto ambiental (United Nations, 2019). A Tabela 1 apresenta as principais classes de risco.

Tabela 1 - Classes de risco no transporte de produtos perigosos

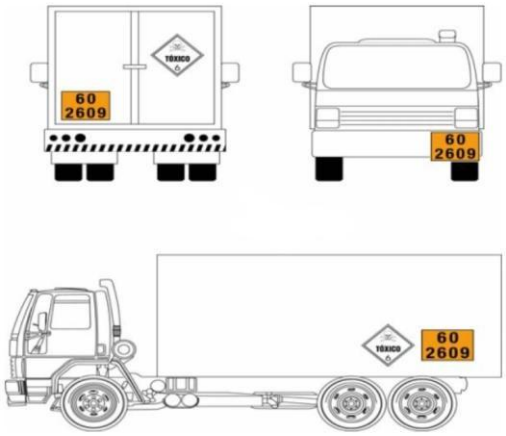
Classe	Tipo de substância	Exemplo de risco
Classe 1	Explosivos	Fogos de artifício, dinamite
Classe 2	Gases	Gás liquefeito de petróleo (GLP)
Classe 3	Líquidos inflamáveis	Gasolina, etanol
Classe 4	Sólidos inflamáveis	Fósforo, enxofre
Classe 5	Substâncias Oxidantes e peróxidos orgânicos	Peróxido de hidrogênio
Classe 6	Substâncias tóxicas e infectantes	Produtos químicos tóxicos
Classe 7	Materiais radioativos	Urânio
Classe 8	Substâncias corrosivas	Ácido sulfúrico
Classe 9	Substâncias perigosas diversas	Produtos perigosos ao meio ambiente

Fonte: United Nations (2019).

Entre as classes apresentadas, destacam-se a Classe 6 (substâncias tóxicas e infectantes) e a Classe 9 (substâncias perigosas diversas), frequentemente associadas a riscos ambientais,

como o material identificado pelo número ONU 3082 (substância ambientalmente perigosa, líquida). No Brasil, o transporte rodoviário de produtos perigosos é regulamentado pela Resolução ANTT nº 5.947/2021 (ANTT, 2021), e complementado pela Resolução ANTT nº 5.998/2022 (ANTT, 2022), que estabelecem requisitos para identificação da carga, sinalização dos veículos, documentação obrigatória, treinamento de profissionais e medidas de segurança. Nesse contexto, o transporte desses materiais exige a utilização de sinalização específica nos veículos, rotulagem adequada das cargas, documentação técnica e cumprimento rigoroso das normas de segurança, garantindo maior controle e redução de riscos ao longo das operações logísticas. Na Figura 1 podemos observar alguns locais possíveis de sinalização em um veículo.

Figura 1 – Identificação de classe de risco em veículo utilizado para transporte de cargas perigosas



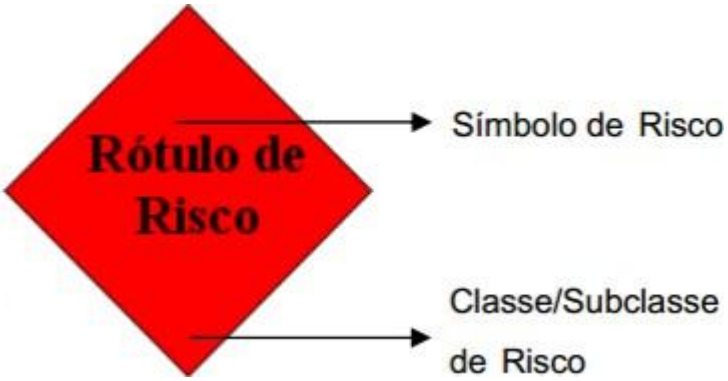
Fonte: Monteiro (2017)

Identificação e simbologia de cargas perigosas no transporte rodoviário

Como afirma Prazeres (2023), a correta identificação das cargas perigosas é fundamental para a segurança das operações logísticas e para a atuação de equipes de emergência em caso de incidentes. Para isso, são utilizados sistemas padronizados internacionalmente de sinalização e classificação de riscos, baseados nas recomendações das Nações Unidas para o transporte de mercadorias perigosas.

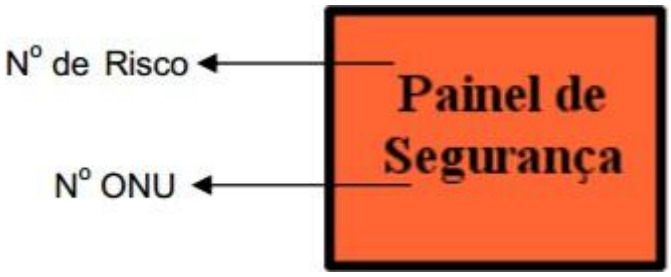
Entre os principais elementos de identificação utilizados no transporte terrestre de produtos perigosos estão o rótulo de risco, ilustrado na Figura 2, responsável por indicar a classe ou subclasse de risco do material transportado, e o painel de segurança, também conhecido como painel ONU, ilustrado na Figura 3, geralmente representado por uma placa retangular de cor alaranjada instalada na parte externa dos veículos (Prazeres, 2023).

Figura 2 - Rótulo de Risco



Fonte: Monteiro (2017)

Figura 3 – Painel de segurança



Fonte: Monteiro (2017)

A ABNT NBR 7500:2020 estabelece critérios para identificação no transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos perigosos, enquanto a ABNT NBR 14725:2023 orienta a classificação e rotulagem de produtos químicos conforme o Sistema Globalmente Harmonizado (GHS). De acordo com essas normas, o painel de segurança apresenta informações como o Número de Risco e o Número ONU da substância transportada, enquanto o rótulo de risco contém o símbolo gráfico correspondente ao perigo e a indicação da classe ou subclasse do produto (Monteiro, 2017).

De acordo com Prazeres (2023), a Classe 6, representada na Figura 4, corresponde às substâncias tóxicas e infectantes, sendo caracterizada pela utilização do símbolo de caveira e ossos cruzados sobre fundo branco nos casos de toxicidade, além de símbolos específicos para materiais infectantes. Esses produtos apresentam potencial de risco à saúde humana, exigindo cuidados rigorosos durante armazenamento, movimentação e transporte.

Figura 4 – Rótulo de risco da classe 6



Fonte: Monteiro (2017)

Já a Classe 9, ilustrada na Figura 5, refere-se às substâncias perigosas diversas, categoria utilizada para materiais que apresentam riscos não enquadrados nas demais classes de produtos perigosos. O rótulo dessa classe é caracterizado pela presença de listras verticais pretas e brancas na metade superior do losango, além do número 9 na parte inferior (Monteiro, 2017).

Figura 5 – Rótulo de risco da classe 9



Fonte: Monteiro (2017)

Além dos rótulos de risco relacionados às classes de produtos perigosos, a United Nations (2019), aponta que determinadas substâncias também podem apresentar identificação complementar de perigo ambiental, ilustrada na Figura 6. Essa marca é utilizada para indicar materiais potencialmente perigosos ao meio ambiente, especialmente substâncias com risco de contaminação de corpos hídricos e ecossistemas aquáticos, sendo frequentemente associada a produtos classificados sob os números ONU 3082 (substância perigosa ao meio ambiente, líquida) e ONU 3077 (substância perigosa ao meio ambiente, sólida) (United Nations, 2019).

Figura 6 – Marca para substâncias perigosas ao meio ambiente



Fonte: ANTT (2020)

Esses elementos de identificação, juntamente com o painel de segurança contendo o número ONU e o código de risco, permitem rápida identificação dos perigos envolvidos durante o transporte, facilitando a atuação de autoridades, equipes de emergência e profissionais responsáveis pela gestão logística e segurança operacional (United Nations, 2019).

Dimensionamento das operações de transporte

O dimensionamento das operações de transporte envolve o planejamento e a definição dos recursos necessários para garantir a movimentação eficiente e segura das cargas ao longo da cadeia logística. Esse processo inclui decisões relacionadas à escolha do tipo de veículo, capacidade de carga, planejamento de rotas, organização da carga e definição de procedimentos operacionais (Bowersox, Closs e Cooper, 2014).

Segundo Bowersox, Closs e Cooper (2014), o planejamento do transporte deve considerar fatores como características da carga, distância a ser percorrida, infraestrutura disponível, requisitos de segurança e nível de serviço esperado pelo cliente. A correta definição desses elementos permite otimizar o uso dos recursos logísticos e reduzir custos operacionais.

No caso do transporte de cargas perigosas, o dimensionamento das operações torna-se ainda mais relevante, pois envolve requisitos adicionais relacionados à segurança, compatibilidade entre produtos transportados e conformidade com normas regulatórias. Dessa forma, o planejamento das operações deve garantir que os veículos utilizados sejam adequados às características da carga e que os procedimentos de transporte estejam alinhados às exigências legais (Bowersox, Closs e Cooper, 2014).

Além disso, Bowersox, Closs e Cooper (2014), aponta que práticas como a organização adequada da carga no interior dos veículos, a separação de materiais incompatíveis e a utilização de documentação técnica contribuem para reduzir riscos e aumentar a segurança das operações logísticas.

Segurança e certificações no transporte logístico

Como afirma Abiquim (2024), segurança representa um elemento fundamental nas operações logísticas, especialmente quando se trata do transporte de materiais classificados como perigosos. Nesse contexto, diversas empresas adotam sistemas de certificação e padrões de qualidade voltados à gestão de segurança, saúde e meio ambiente.

Entre esses sistemas destaca-se o SASSMAQ (Sistema de Avaliação de Segurança, Saúde, Meio Ambiente e Qualidade), desenvolvido pela Associação Brasileira da Indústria Química – ABIQUIM, utilizado para avaliar o desempenho de transportadoras e operadores logísticos que atuam no transporte de produtos químicos e perigosos (ABIQUIM, 2024).

De acordo com Bowersox, Closs e Cooper (2014), a adoção de padrões de qualidade e segurança nas operações logísticas contribui para aumentar a confiabilidade das operações, reduzir riscos e melhorar o desempenho da cadeia de suprimentos. Dessa forma, certificações e sistemas de avaliação desempenham papel importante na garantia de que as empresas

envolvidas no transporte de cargas perigosas estejam preparadas para atender às exigências técnicas e regulatórias do setor (Bowersox, Closs e Cooper, 2014).

Tecnologias aplicadas ao transporte logístico

Conforme destaca Novaes (2019), o avanço das tecnologias da informação tem contribuído significativamente para o aprimoramento das operações logísticas, especialmente no que se refere ao monitoramento e controle das atividades de transporte. Além disso, o uso de tecnologias de informação na logística permite maior controle das operações e contribui para a melhoria da eficiência no transporte de cargas.

Segundo Ballou (2006), o uso de sistemas de informação e tecnologias de rastreamento permite maior visibilidade das operações logísticas, facilitando o acompanhamento das rotas, a identificação de possíveis atrasos e a tomada de decisões em tempo real.

Entre as tecnologias mais utilizadas no transporte rodoviário destacam-se os sistemas de rastreamento via satélite, aplicativos de monitoramento de entregas e sistemas de telemetria, que permitem coletar informações sobre o desempenho dos veículos e o comportamento dos motoristas durante as operações (Ballou, 2006). Essas tecnologias contribuem para aumentar a segurança das operações, melhorar o controle logístico e reduzir riscos associados ao transporte de cargas, especialmente quando se trata de produtos que exigem cuidados especiais durante sua movimentação (Ballou, 2006).

METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza qualitativa, desenvolvido por meio de estudo de caso aplicado ao contexto logístico do setor farmacêutico-veterinário. A escolha dessa abordagem justifica-se pela necessidade de compreender, de forma aprofundada, os processos operacionais relacionados ao transporte de cargas perigosas, considerando aspectos técnicos, regulatórios e organizacionais envolvidos nas operações logísticas da empresa analisada.

Para a realização do estudo foram utilizadas diferentes técnicas de coleta de dados, incluindo revisão bibliográfica, análise documental, observação das operações logísticas e entrevistas semiestruturadas com um coordenador da área de logística da empresa estudada. Essa combinação de métodos permitiu obter informações tanto teóricas quanto operacionais, possibilitando maior compreensão das práticas adotadas no transporte de insumos classificados como produtos perigosos.

A revisão bibliográfica foi desenvolvida com base em livros, normas técnicas, regulamentações aplicáveis ao transporte de produtos perigosos e publicações relacionadas à logística empresarial e à cadeia de suprimentos. Foram utilizados autores como Ballou (2006), Bowersox, Closs e Cooper (2014), Mentzer et al. (2001) e Novaes (2019), além das recomendações internacionais das Nações Unidas para o transporte de mercadorias perigosas (United Nations, 2019).

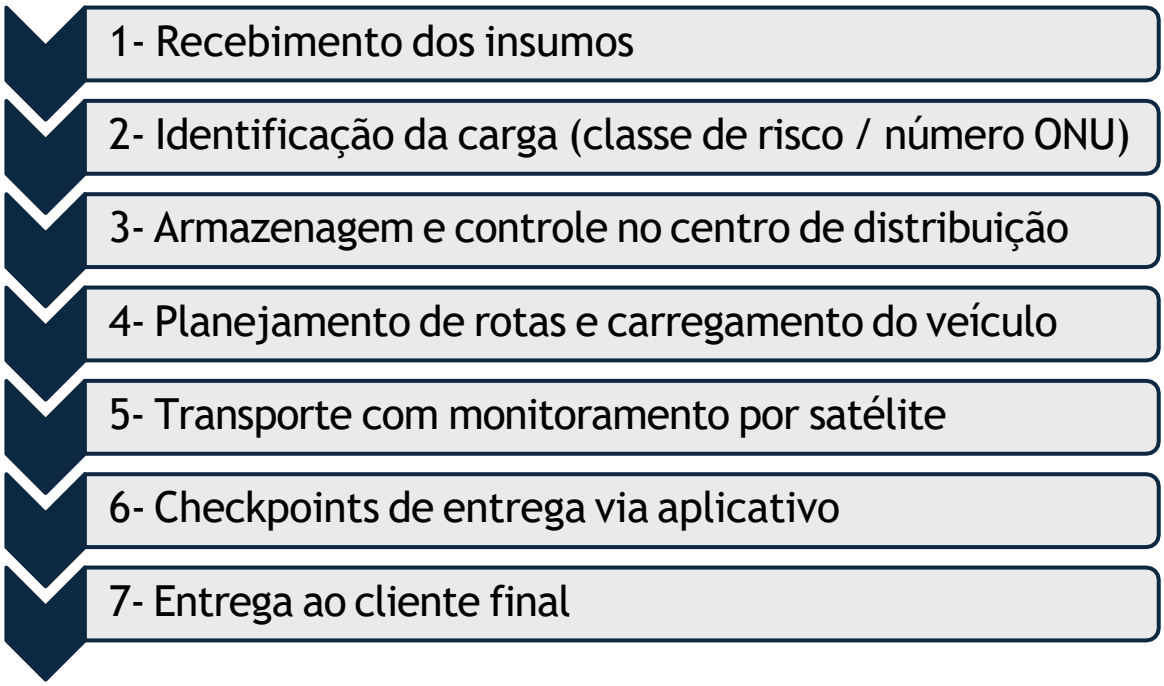
A empresa analisada neste estudo é denominada PALVET, nome fictício utilizado para preservar a confidencialidade das informações organizacionais e operacionais da companhia pesquisada. Trata-se de uma multinacional de origem norte-americana do setor farmacêutico-veterinário, localizada na região metropolitana de Campinas (SP), cuja operação logística é conduzida por uma empresa terceirizada responsável pelas atividades de armazenagem, movimentação e distribuição de produtos.

Os dados operacionais analisados envolvem especialmente o transporte de insumos utilizados na fabricação de medicamentos veterinários, incluindo materiais classificados nas classes 6 e 9 de risco, conforme regulamentações aplicáveis ao transporte de produtos perigosos. A pesquisa concentrou-se na análise de três eixos principais: classificação e identificação das cargas perigosas; dimensionamento das operações de transporte; e tecnologias e práticas voltadas à segurança logística e ao monitoramento operacional.

Além das entrevistas realizadas, a observação das operações permitiu compreender aspectos relacionados à organização do carregamento, segregação de materiais incompatíveis, planejamento de rotas, monitoramento dos veículos e utilização de documentação técnica e fichas de segurança. Essa abordagem contribuiu para relacionar os conceitos apresentados na fundamentação teórica com as práticas efetivamente adotadas na operação logística analisada.

A operação logística observada envolve diferentes etapas, desde o recebimento dos insumos até a entrega dos produtos aos clientes finais. No caso de materiais classificados como cargas perigosas, essas etapas exigem cuidados adicionais relacionados à identificação dos riscos, planejamento do transporte, monitoramento das operações e conformidade com as exigências regulatórias aplicáveis. O fluxo simplificado dessas atividades pode ser observado na Figura 7.

Figura 7 – Fluxo simplificado da operação logística envolvendo transporte de cargas perigosas



Fonte: Elaborado pelos autores (2026)

Os resultados apresentados a seguir foram organizados de acordo com os principais aspectos identificados durante a pesquisa, buscando analisar como o dimensionamento das operações logísticas contribui para garantir segurança, eficiência operacional e conformidade regulatória no transporte de cargas perigosas no setor farmacêutico-veterinário.

ANALISE DE RESULTADOS E DISCUSSÕES

Classificação e identificação das cargas perigosas (Eixo 1)

Princípios ativos e riscos associados

A partir das informações obtidas com o coordenador logístico e da análise toxicológica dos princípios ativos dos medicamentos veterinários da empresa, foram identificadas cinco substâncias ou combinações que, dependendo da concentração e do volume transportado, enquadram-se nas classes de risco previstas pela ONU.

A doramectina, segundo Cocamar (2025), é um antiparasitário da classe das avermectinas, utilizado em bovinos e suínos. Embora segura para as espécies-alvo, apresenta elevada toxicidade para organismos aquáticos e insetos coprófagos. Por esse motivo, cargas concentradas em volumes superiores aos limites de isenção são classificadas como Classe 9 (substância ambientalmente perigosa), número ONU 3082 (United Nations, 2019).

A tilmicosina segundo Nbinno (2026), é um antibiótico injetável macrolídeo, indicado para bovinos. É altamente tóxica por inalação e pode ser fatal em humanos mesmo em pequenas quantidades, o que a enquadra na Classe 6.1 (substâncias tóxicas). O número ONU típico para essa substância é 2810 (líquido tóxico, orgânico, N.E. Não Especifico, utilizado quando a substância não possui designação única na lista da ONU, grupo de embalagem II), (United Nations, 2019).

De acordo com o Consulta Remédios (2022), a combinação de imidacloprida (neonicotinoide) com permetrina (piretroide) é empregada em produtos tópicos spot-on para cães. A permetrina confere ação repelente e inseticida, agindo no sistema nervoso dos parasitas, mas é extremamente tóxica para gatos e organismos aquáticos. A imidacloprida atua como pulguicida adulticida e larvicida. Formulações concentradas transportadas em grandes volumes se enquadram na Classe 9, ONU 3082 (ANVISA, 2023; ANVISA, 2023; WHO, 2011). Durante o transporte, o principal risco é ambiental: vazamentos podem contaminar cursos d'água, afetando gravemente a fauna aquática.

Segundo o Consulta Remédios (2025), a ivermectina, também uma avermectina, apresenta características toxicológicas semelhantes às da doramectina, sendo altamente tóxica para organismos aquáticos. Assim como ocorre com a doramectina, volumes que excedem as isenções regulatórias exigem classificação como Classe 9, ONU 3082.

Machado (2026), afirma que o fipronil é um inseticida fenilpirazol utilizado em produtos tópicos para controle de pulgas e carrapatos. É reconhecidamente perigoso para o meio ambiente, especialmente para abelhas e organismos aquáticos, sendo classificado na Classe 9, ONU 3082, no transporte de grandes volumes.

O coordenador entrevistado confirmou que a presença de cargas perigosas ocorre principalmente no transporte de insumos concentrados e medicamentos em embalagens de 50 ml a 500 ml. O princípio ativo de maior recorrência mencionado foi a doramectina, cujo volume por embarque frequentemente ultrapassa os limites de isenção regulatória, exigindo classificação completa como ONU 3082.

Cabe destacar que a classificação final de cada produto depende da concentração do princípio ativo e do volume total transportado, conforme informações contidas nas Fichas com Dados de Segurança (FDS), as quais não foram disponibilizadas integralmente pela empresa entrevistada por questões de confidencialidade industrial.

Simbologia e identificação no transporte

Para os produtos classificados como perigosos, a empresa adota os elementos de sinalização exigidos pela regulamentação da ANTT e pelas normas ABNT. Nas embalagens secundárias (caixas) são aplicados rótulos de risco em formato de losango: para a Classe 9, utiliza-se o losango com listras verticais pretas e brancas na metade superior e o pictograma de perigo ambiental (árvore e peixe mortos); para a Classe 6.1, o losango com fundo branco e símbolo de caveira e ossos cruzados. Os veículos recebem o painel de segurança (retângulo laranja) que exibe o número de risco (por exemplo, 90 para Classe 9) e o número ONU (como 3082 ou 2810), conforme estabelece a NBR 7500 (ABNT, 2020). O Documento Fiscal e o Manifesto de Carga contêm a declaração de produto perigoso com o respectivo número ONU, classe de risco e grupo de embalagem.

Dimensionamento das operações de transporte (Eixo 2)

Características dos veículos utilizados

O transporte de medicamentos perigosos na PALVET é realizado exclusivamente por transportadoras terceirizadas certificadas, utilizando veículos do tipo baú fechado com travamento e lacre de segurança, protegendo a carga contra intempéries e acessos não autorizados. A capacidade dos caminhões varia entre 4 e 30 toneladas, conforme a demanda. O piso interno é antiderrapante e conta com sistema de cintas de amarração para fixar as caixas, evitando deslocamentos ou tombamentos. Todos os veículos dispõem de extintores de incêndio compatíveis com as classes de risco transportadas e de kit de emergência contendo material absorvente (serragem, mantas) para contenção de vazamentos.

O carregamento segue um protocolo rigoroso em quatro etapas. Primeiro, realiza-se o planejamento reverso: as mercadorias com destino mais distante são carregadas primeiro, no fundo do baú, enquanto as entregas mais próximas são colocadas por último, próximas à porta. Em seguida, efetua-se a segregação física: medicamentos perigosos não podem ser misturados

no mesmo palete com outros produtos, e, insumos de classes de risco incompatíveis são separados por distância ou barreira física. As embalagens mantêm-se nas caixas secundárias originais, fixadas com cintas de amarração. Por fim, antes da partida, o motorista confere o Documento de Transporte de Produtos Perigosos, verifica a correta afixação do painel de segurança e a disponibilidade das informações de segurança dos produtos transportados, conforme exigências regulatórias aplicáveis.

Documentação e FISPQ

Outro aspecto relevante observado refere-se à utilização das Fichas com Dados de Segurança (FDS) e demais documentações técnicas relacionadas ao transporte dos materiais classificados como perigosos. Esses documentos apresentam informações detalhadas sobre riscos químicos, medidas preventivas, procedimentos de emergência, equipamentos de proteção e orientações de manuseio e transporte, auxiliando as transportadoras contratadas na adoção das medidas de segurança adequadas durante as operações logísticas.

> A FDS substituiu oficialmente a antiga FISPQ (Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos) conforme a atualização da norma ABNT NBR 14725:2023, alinhando o Brasil aos padrões internacionais do Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (GHS). O período de transição encerrou-se em julho de 2025, tornando obrigatória a utilização da nova nomenclatura e estrutura documental (ABNT, 2023).

Além disso, observou-se que regulamentações mais recentes relacionadas ao transporte terrestre de produtos perigosos passaram a flexibilizar a obrigatoriedade do porte físico de determinados documentos de emergência no interior dos veículos, acompanhando processos de digitalização e desburocratização operacional. Ainda assim, as informações de segurança dos produtos permanecem obrigatórias e devem estar disponíveis por meio da FDS fornecida pelo fabricante ou responsável técnico, conforme os critérios estabelecidos pela ABNT NBR 14725:2023 (ABNT, 2023).

Dessa forma, a utilização adequada da FDS e das documentações de segurança contribui diretamente para a conformidade regulatória, comunicação dos perigos químicos e aumento da segurança nas operações logísticas envolvendo cargas perigosas (ABNT, 2023).

Monitoramento e tecnologias aplicadas (Eixo 3)

Tecnologias aplicadas ao monitoramento e segurança do transporte

De acordo com Silva (2017), a utilização de tecnologias de monitoramento representa um elemento estratégico para aumentar a segurança, a rastreabilidade e a eficiência das operações logísticas envolvendo cargas perigosas. De acordo com as informações obtidas durante a pesquisa, os veículos utilizados nas operações são monitorados por sistemas de rastreamento via satélite, permitindo acompanhamento em tempo real da localização, rotas percorridas e condições gerais de deslocamento das cargas.

Além do rastreamento, observou-se a crescente adoção de sistemas de telemetria, capazes de coletar e transmitir informações relacionadas ao desempenho operacional dos veículos durante o transporte. Esses sistemas permitem monitorar indicadores como velocidade, frenagens bruscas, acelerações excessivas, tempo de parada, comportamento de condução e condições operacionais da frota, contribuindo para maior controle logístico e redução de riscos operacionais (Silva, 2017).

Outro recurso tecnológico em expansão refere-se à utilização de sensores de fadiga e câmeras embarcadas nos veículos. Esses dispositivos auxiliam no monitoramento do comportamento dos motoristas, permitindo identificar sinais de sonolência, distração ou condução inadequada durante o transporte (Silva, 2017). Ainda segundo Silva (2017), em operações envolvendo produtos classificados como perigosos, tais tecnologias tornam-se especialmente relevantes, pois contribuem para prevenir acidentes e aumentar a segurança das operações rodoviárias.

Além disso, os motoristas realizam checkpoints eletrônicos por meio de aplicativos compartilhados em dispositivos móveis, registrando etapas das entregas e ocorrências operacionais ao longo da rota. Essa integração entre rastreamento, telemetria, sensores e sistemas digitais amplia a visibilidade da operação logística e fortalece os mecanismos de gestão de risco no transporte de cargas perigosas (Silva, 2017).

Conforme destacam Ballou (2006) e Novaes (2019), o uso de tecnologias de informação aplicadas à logística contribui para aumentar a confiabilidade das operações, melhorar o controle operacional e apoiar a tomada de decisões em tempo real, especialmente em operações que envolvem elevados requisitos de segurança e conformidade regulatória.

Central de monitoramento, resposta e emergências

Além das exigências relacionadas à certificação e qualificação das transportadoras, observou-se também a adoção de protocolos específicos voltados ao gerenciamento de emergências envolvendo produtos perigosos durante o transporte rodoviário (Prazeres, 2023). Nesse contexto, a operação logística analisada conta com o suporte de empresa terceirizada especializada em gestão de crises e atendimento emergencial ambiental, responsável pelo acionamento e coordenação das ações de resposta em casos de acidentes, vazamentos ou ocorrências envolvendo riscos químicos e ambientais.

Durante as observações realizadas na operação, verificou-se que os veículos utilizados no transporte possuem identificação visual com contatos emergenciais da empresa responsável pelo atendimento a crises, permitindo acionamento rápido em situações de emergência. Essa prática contribui para reduzir o tempo de resposta operacional e facilitar a atuação de equipes especializadas em contenção, mitigação de impactos ambientais e gerenciamento de incidentes envolvendo cargas perigosas (Prazeres, 2023).

Seguindo Prazeres (2023), a atuação dessas empresas especializadas envolve procedimentos de contenção de vazamentos, isolamento de áreas de risco, suporte técnico às

transportadoras e atendimento emergencial em rodovias, reduzindo potenciais impactos ambientais, operacionais e riscos à segurança pública. Em operações logísticas que envolvem substâncias classificadas como perigosas, a disponibilidade de estruturas especializadas de resposta rápida representa um importante mecanismo de prevenção e gestão de riscos (Prazeres, 2023).

CONCLUSÕES / CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste estudo foi analisar os principais aspectos relacionados ao dimensionamento das operações de transporte de cargas perigosas no setor farmacêutico-veterinário, com base no estudo de caso realizado na empresa PALVET. A partir das informações obtidas por meio de entrevista com um coordenador de logística, foi possível compreender como a empresa estrutura suas operações para garantir segurança, eficiência e conformidade regulatória. Os resultados indicaram que:

a) **Quanto à classificação:** a presença de cargas perigosas ocorre principalmente no transporte de medicamentos cujos princípios ativos são os seguintes**:** doramectina, tilmicosina, combinação imidacloprida + permetrina, ivermectina e fipronil. A doramectina, ivermectina e a combinação entre permetrina e o fipronil, enquadram-se na Classe 9 (ONU 3082), enquanto a tilmicosina é classificada na Classe 6.1 (tóxico). A classificação final, contudo, depende da concentração e do volume transportado, conforme as respectivas FDS.
b) **Quanto ao dimensionamento**: as operações utilizam veículos do tipo baú fechado, seguem um procedimento de carregamento em quatro etapas (planejamento reverso, segregação, acondicionamento e conferência) e exigem a disponibilidade das FDS e da documentação de transporte de produtos perigosos, conforme regulamentações aplicáveis.
c) **Quanto ao monitoramento:** a empresa adota um conjunto integrado de tecnologias que inclui rastreamento GPS e uma central de monitoramento 24 horas, assegurando controle contínuo da carga e capacidade de resposta rápida a emergências.

Como limitação da pesquisa, destaca-se a impossibilidade de acesso às FDS completas dos produtos (antigas FISPQ) para confirmação exata das classificações ONU, devido à confidencialidade industrial. Para estudos futuros, recomenda-se a obtenção desses documentos diretamente com o fabricante ou com a transportadora, bem como a ampliação da amostra de entrevistados para incluir motoristas e operadores logísticos, e a análise comparativa entre diferentes transportadoras certificadas para identificar boas práticas adicionais.

Embora a empresa PALVET demonstre elevado nível de conformidade regulatória e adoção de tecnologias avançadas, observa-se que a decisão final de classificação de uma carga como perigosa ainda depende da concentração e do volume do princípio ativo transportado. Essa dependência pode gerar dúvidas operacionais, especialmente para motoristas menos experientes ou em situações de substituição temporária de equipe. Recomenda-se, como melhoria futura, a implementação de um checklist digital vinculado ao número do lote do produto, que indique automaticamente a classificação ONU e os procedimentos de segurança correspondentes, reduzindo a margem para erro humano.

Por fim, verifica-se que o adequado planejamento das operações de transporte, aliado ao uso de tecnologias e à qualificação dos profissionais envolvidos, contribui significativamente para reduzir riscos operacionais, garantir conformidade regulatória e aumentar a eficiência das operações logísticas envolvendo cargas perigosas no setor farmacêutico-veterinário. A experiência da PALVET evidencia que é possível conciliar segurança operacional e eficiência logística, desde que haja investimento contínuo em treinamento, tecnologia e gestão de riscos.

REFERÊNCIAS

ABIQUIM. Associação Brasileira Da Indústria Química. Sistema de Avaliação de Segurança, Saúde, Meio Ambiente e Qualidade **(SASSMAQ)**. São Paulo: ABIQUIM, 2024. Disponível em: https://www.abiquim.org.br/sassmaq. Acesso em: 10 abr. 2026.

ABNT. Associação Brasileira De Normas Técnicas. **ABNT NBR 7500**: Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ABNT. Associação Brasileira De Normas Técnicas. **ABNT NBR 14725**: Produtos químicos - Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente - Aspectos gerais do Sistema

Globalmente Harmonizado (GHS). Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5ª ed. Porto Alegre/SC: Bookman, 2006.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Gestão da cadeia de suprimentos e logística**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

ANTT. Agência Nacional de Transportes Terrestres. BRASIL. **Resolução ANTT nº 5.947, de 1 de junho de 2021**. Aprova o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos. Brasília, 2021. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-5.947-de-1-de-junho-de-2021-323561273. Acesso em: 10 abr. 2026.

ANTT. Agência Nacional de Transportes Terrestres. BRASIL. **Resolução ANTT nº 5.998, de 3 de novembro de 2022**. Aprova o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos

Perigosos. Brasília, 2022. Disponível em: https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-5.998-de-3-de-novembro-de-2022-441279478. Acesso em: 10 abr. 2026.

ANTT. Agência Nacional de Transportes Terrestres. BRASIL. **Símbolo para o transporte de substâncias perigosas para o meio ambiente**. Brasília, 2020. Disponível em: https://antt.gov.br/documents/359159/377586/s%C3%ADmbolo_para_o_transporte_de_subst%C3%A2ncias_perigosas_para_o_meio_ambiente.pdf. Acesso em: 18 abr. 2026.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. BRASIL. **Monografia do ingrediente ativo imidacloprido.** Brasília, 2023.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. BRASIL. **Monografia do ingrediente ativo permetrina**. Brasília, 2023.

COCAMAR, T. **Doramectina:** o que é, para que serve e como atua no controle de parasitas? 2025. Disponível em: https://blog.lojacocamar.com.br/doramectina-o-que-e-para-que-serve-e-como-atua-no-controle-de-parasitas/. Acesso em: 10 mar. 2026.

CONSULTA REMÉDIOS. **Imidacloprida + permetrina**: bula, para que serve e como usar. Atualizado em: 12 dez. 2022. Disponível em: https://consultaremedios.com.br/imidacloprida-permetrina/bula. Acesso em: 18 mar. 2026.

CONSULTA REMÉDIOS. **Ivermectina**: bula, para que serve e como usar. Atualizado em: 18 mar. 2025. Disponível em: https://consultaremedios.com.br/ivermectina/bula. Acesso em: 20 mar. 2026.

MACHADO, A. W. Entenda como funciona o fipronil, agrotóxico polêmico para o controle de insetos. **AGROLINKFITO**. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/defensivos-e-adjuvantes/caracteristicas-e-modo-de-acao/entenda-como-funciona-o-fipronil--agrotoxico-polemico-para-o-controle-de-insetos-_493050.html. Acesso em: 20 mar. 2026.

MENTZER, J. T. et al. Defining supply chain management. **Journal of Business Logistics**, v. 22, n. 2, p. 1-25, 2001.

MONTEIRO, W. Identificação de Produtos Perigosos. **Blog Wanderson Monteiro**, 10 set. 2017. Disponível em: https://wandersonmonteiro.wordpress.com/2017/09/10/%E2%AD%95-identificacao-de-produtos-perigosos/. Acesso em: 17 mar. 2026.

NBINNO**. Tilmicosina**: antibiótico veterinário para saúde respiratória do rebanho. Disponível em: https://www.nbinno.com/pt/ingredientes-farmaceuticos-ativos-apis/tilmicosina-

antibiotico-veterinario-saude-respiratoria-rebanho. Acesso em: 18 abr. 2026.

NOVAES, A. G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição:** estratégia, avaliação e operação. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

PRAZERES, G. A. de C. et al. **Transporte de cargas perigosas**. 2023. Disponível em: http://ric-cps.eastus2.cloudapp.azure.com/bitstream/123456789/18923/1/logistica_2023_2_prazeres_transportes_cargas_perigosas.pdf. Acesso em: 10 mar. 2026.

SANTOS, M. M. dos. **A importância da tecnologia em logística na atualidade.** 2021. Disponível em: http://ric-

cps.eastus2.cloudapp.azure.com/bitstream/123456789/11790/1/2S2021_MatheusMagalh%C3%A3esdosSantos_OD1183.pdf. Acesso em: 02 mar. 2026.

SILVA, A. P. G. **Utilização da telemática na prevenção de acidentes com veículos e pedestres em mina de céu aberto**. 2017. Disponível em: http://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/494. Acesso em: 10 mar. 2026.

UNITED NATIONS. **Recommendations on the Transport of Dangerous Goods**: Model Regulations. 21. ed. New York: United Nations, 2019.

WHO. World Health Organization. **Environmental Health Criteria 241**: Permethrin. Geneva: World Health Organization, 2011.