

FATORES E CONDIÇÕES CONTEXTUAIS DE ACIDENTES EM RODOVIAS NO ESTADO DE RONDÔNIA: IMPACTOS NA CADEIA DE SUPRIMENTOS AGRÍCOLAS

Paulo Eduardo Vasconcelos

Universidade Federal de Rondônia – UNIR

peduardo@gmail.com

Mariluce Paes-de-Souza

Universidade Federal de Rondônia – UNIR

mariluce@unir.br

Dércio Bernardes-de-Souza

Universidade Federal de Rondonia – UNIR

dercio@unir.br

Resumo: Este artigo analisa fatores e condições dos acidentes envolvendo caminhões nas rodovias de Rondônia e seus impactos na cadeia de suprimentos agrícola. Adota abordagem quantitativa, descritiva e explicativa, baseada em 6.076 registros do DETRAN/RO (2018-2024). Fundamenta-se em modelos de Reason (1990), Suraji e Duff (2001) e Triple Bottom Line (Elkington, 1997), que interpretam acidentes como fenômenos multicausais de interação entre fatores humanos, estruturais e ambientais. Os resultados indicam que a BR-364 concentra 78,9% dos acidentes com caminhões, evidenciando sobrecarga na principal rota agrícola do estado. Falta de atenção (37,9%), desobediência à sinalização (13,3%) e não guardar distância segura (4,9%) foram os fatores mais frequentes, com maior incidência nos turnos da tarde e manhã, entre maio e julho. Conclui-se que esses acidentes comprometem a sustentabilidade logística regional ao impactar dimensões econômicas (custos e atrasos), sociais (acidentes com vítimas) e ambientais (impactos locais). O estudo contribui para estratégias preventivas, gestão logística eficiente e políticas públicas que integrem segurança viária e desenvolvimento regional sustentável.

Palavras-Chave: Segurança Viária. Logística. Sustentabilidade. Transporte Rodoviário. Acidentes Com Caminhões.

Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS): 3 - Saúde e Bem-estar

3.6 – Até 2030, reduzir pela metade o número de mortes e lesões globais por acidentes em estradas.

1 INTRODUÇÃO

A cadeia de suprimentos agrícola depende da eficiência do transporte rodoviário, especialmente em regiões como a Amazônia Legal, onde acidentes geram impactos diretos como atrasos, perdas de carga, aumento de custos operacionais e redução da competitividade do setor agropecuário (Santos et al., 2020; Vieira et al., 2021). A integração entre mobilidade, segurança e sustentabilidade é essencial para que a expansão logística contribua para o desenvolvimento territorial equilibrado.

A prevenção desses riscos envolve melhorias na infraestrutura viária, políticas públicas de transporte, capacitação de motoristas e manutenção de veículos, configurando a segurança viária como elemento crítico da gestão logística sustentável (Zsidisin & Ritchie, 2009). Nesse contexto, o problema ultrapassa a esfera do transporte e integra as discussões sobre sustentabilidade regional, desenvolvimento econômico e inclusão social.

Este estudo busca responder: quais fatores e condições contextuais contribuem para os acidentes em rodovias no estado de Rondônia e como esses eventos impactam a cadeia de suprimentos agrícolas? O objetivo é analisá-los no período de 2018 a 2024, reconhecendo a segurança viária como componente da sustentabilidade territorial e alinhando-se ao ODS 3.6 da ONU, que visa reduzir pela metade as mortes e lesões no trânsito até 2030.

O artigo está estruturado em seis seções: além desta Introdução, apresenta-se a Revisão Teórica, a Metodologia, os Resultados e Discussão, as Considerações Finais e, por fim, as Limitações do Estudo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Teoria do Dominó aponta que acidentes decorrem de uma cadeia de falhas iniciadas, em geral, por atos inseguros (Heinrich, 1931), como desatenção ou desobediência à sinalização em rodovias. O Modelo de Causas Múltiplas sustenta que sinistros resultam da combinação de fatores distais (decisões gerenciais, infraestrutura) e proximais (condições imediatas de operação) (Suraji & Duff, 2001). Já o Modelo do Queijo Suíço entende que falhas latentes (estruturais e organizacionais) e ativas (erros operacionais) podem se alinhar, resultando em acidentes (Reason, 1990).

A Teoria Geral dos Sistemas (TGS), de Bertalanffy (1977), fornece um arcabouço para compreender acidentes como resultado da interação entre subsistemas humanos, estruturais, ambientais e organizacionais. Essa abordagem sistêmica reforça a necessidade de políticas integradas que atuem simultaneamente em diferentes variáveis, conectando segurança viária, eficiência logística e sustentabilidade territorial.

Na gestão de riscos logísticos (Supply Chain Risk Management – SCRM), busca-se identificar, avaliar e mitigar ameaças ao fluxo de bens e serviços (Christopher & Peck, 2004). Em Rondônia, acidentes rodoviários configuram riscos externos que afetam a confiabilidade logística. Para mitigar vulnerabilidades, recomenda-se monitorar trechos críticos, planejar rotas alternativas, adotar tecnologias de rastreamento e capacitar motoristas (Zsidisin & Ritchie, 2009; Tang, 2006).

A Cultura de Segurança representa valores organizacionais que priorizam a prevenção de acidentes (INSAG, 1986), enquanto o Clima de Segurança refere-se à percepção dessa prioridade pelos trabalhadores (Zohar, 1980). No transporte de cargas, uma fiscalização limitada favorece condutas arriscadas.

O Bow-Tie Analysis (CGE Risk Management Solutions, 2013) é um framework visual que relaciona causas, evento central e consequências, permitindo mapear fatores humanos, estruturais e ambientais, além de barreiras preventivas e mitigadoras. Sua aplicação ao contexto da segurança viária dialoga com a TGS ao considerar a interdependência entre subsistemas e reforçar a integração entre segurança, logística e sustentabilidade.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa é quantitativa, descritiva e explicativa, baseada em registros do DETRAN/RO entre 2018 e 2024, período escolhido por apresentar dados consolidados. Foram considerados todos os registros de acidentes envolvendo caminhões nesse intervalo, totalizando 6.076 ocorrências, após exclusão de registros incompletos (cerca de 1,8% da base original).

Os dados foram organizados no Microsoft Excel e tratados no SPSS (versão XX), utilizando-se estatísticas descritivas (frequências absolutas e relativas, medidas de tendência central) e análises bivariadas (teste qui-quadrado) para identificar associações entre variáveis como período e tipo de acidente, rodovia e fator contribuinte.

A categorização dos fatores contribuintes seguiu a padronização da Polícia Rodoviária Federal e da ABNT NBR 14644. A validação dos dados foi realizada por meio de checagem cruzada entre campos obrigatórios e consistência dos valores. As variáveis analisadas incluíram tipo de acidente, fator contribuinte, tipo de veículo, período e localização. Utilizou-se o LookerStudio para a elaboração de mapas de calor e distribuição espacial dos sinistros.

4 CONCLUSÃO

Os resultados confirmam a predominância de fatores humanos, como falta de atenção e desobediência à sinalização, como causas principais dos acidentes envolvendo caminhões em Rondônia, alinhando-se ao modelo de Reason (1990) e ao Modelo de Causas Múltiplas (Suraji & Duff, 2001). A análise bivariada revelou que colisões traseiras são mais frequentes no turno da manhã, enquanto tombamentos ocorrem com maior incidência no período da tarde, possivelmente relacionados à fadiga e à pressão logística. Rodovias com maior fluxo agrícola, como a BR-364, concentram não apenas o maior número de acidentes, mas também fatores contribuintes ligados à infraestrutura deficiente.

Sob a ótica do Triple Bottom Line (Elkington, 1997), esses acidentes geram impactos econômicos (custos operacionais e perdas logísticas), sociais (vítimas e comprometimento da segurança comunitária) e ambientais (poluição, danos a áreas de preservação). A Teoria Geral dos Sistemas (Bertalanffy, 1977) reforça que intervenções isoladas têm efeito limitado, sendo necessário um conjunto coordenado de ações integradas.

Adicionalmente, a interpretação dos resultados pode ser enriquecida pelo uso do Bow-Tie Analysis, um framework que integra a identificação de causas (lado esquerdo do diagrama) e consequências (lado direito), conectadas por um evento central no caso, o acidente envolvendo caminhões. Esse modelo permite visualizar, de forma sistêmica, como fatores

humanos (fadiga, imprudência), estruturais (infraestrutura precária) e ambientais (chuvas intensas) se combinam para gerar o sinistro, bem como mapear barreiras preventivas e mitigadoras em cada etapa do processo. Tal abordagem, além de reforçar a Teoria Geral dos Sistemas, fornece subsídios visuais para gestores públicos e operadores logísticos na priorização de investimentos e ações.

A variável tipo de veículo envolvido revela a predominância de caminhões em acidentes registrados, muitos dos quais ocorreram em período comerciais e em rotas de alto fluxo. Isso reforça a sobrecarga das vias utilizadas para o transporte de cargas agrícolas e sua correlação com a incidência de sinistros, conforme apontado pela ANTAQ (2021) e Gudolle et al. (2019). A concentração de tráfego pesado, especialmente em vias como a BR-364, não apenas acelera o desgaste da infraestrutura como também aumenta o risco de colisões frontais e saídas de pista, impactando diretamente a previsibilidade logística.

Aspectos ambientais também se destacaram como fatores contribuintes relevantes. As condições meteorológicas adversas como chuvas intensas, baixa visibilidade e neblina, a qual foram registradas em diversos acidentes, interferindo diretamente na dirigibilidade dos veículos (Zhao et al., 2022; Araújo et al., 2018). Além disso, a vegetação densa nas margens e a presença de fauna silvestre em áreas de preservação elevam o risco de acidentes em trechos não urbanizados, corroborando os achados de Souza et al. (2020). A análise dos fatores ambientais é fundamental para ampliar a compreensão dos riscos associados à segurança viária no estado de Rondônia, especialmente em regiões com presença significativa de atividades agropecuárias. Tais condições climáticas afetam diretamente a dirigibilidade e contribuem para a elevação do número de sinistros.

No que se refere à infraestrutura, os dados analisados confirmam que aspectos como pavimentação precária, ausência de drenagem eficiente, sinalização deficiente e inexistência de duplicação de pistas figuram entre os principais fatores que agravam a ocorrência de acidentes nas rodovias rondonienses. Quando essas variáveis são cruzadas com a localização dos sinistros e o período do dia em que ocorrem, é possível identificar zonas críticas e faixas horárias de maior vulnerabilidade especialmente em épocas de escoamento agrícola sazonal, quando o fluxo de veículos pesados se intensifica. Esses elementos comprometem não apenas a segurança dos usuários, mas também a previsibilidade e a eficiência da cadeia logística. Como destacam Christopher e Peck (2004), riscos dessa natureza exigem estratégias coordenadas entre planejamento logístico e políticas públicas de infraestrutura para mitigar impactos na cadeia de suprimentos.

A discussão dos resultados, portanto, evidencia a inter-relação entre acidentes de trânsito e os pilares da sustentabilidade conforme o referencial do Triple Bottom Line (TBL). No eixo econômico, os acidentes comprometem a eficiência do transporte e elevam os custos operacionais. No eixo social, afetam a segurança das comunidades e dos condutores. E no eixo ambiental, os impactos recaem sobre áreas de preservação e aumentam a pegada ecológica do setor agroexportador. Como afirmam Elkington (1997) e Leal Filho et al. (2021), a sustentabilidade só pode ser alcançada quando os aspectos sociais, ambientais e econômicos são considerados de forma integrada.

4.1 Principais Tipos e Características dos Acidentes Registrados nas Rodovias de Rondônia nos Anos de 2018 e 2024.

O primeiro objetivo específico deste estudo consiste em mapear os principais tipos e características dos acidentes ocorridos nas rodovias de Rondônia entre os anos de 2018 e 2024.

Para esse fim, foram analisadas quatro variáveis consideradas centrais na base de dados: natureza do sinistro, veículos envolvidos, fatores contribuintes e consequências. Esses elementos possibilitam a construção de um panorama abrangente sobre o perfil dos acidentes no estado, revelando padrões estruturais, operacionais e comportamentais que afetam diretamente a segurança viária e a eficiência da logística regional.

O Quadro 1 a seguir apresenta os principais tipos de acidentes registrados nas rodovias de Rondônia entre 2018 e 2024 que envolvem caminhões, com base nos dados da variável "Veículos Envolvidos".

Quadro 1 – Acidentes com envolvimento de caminhões (2018–2024)

Tipo de Envolvimento com Caminhão	Frequência
Veículo único tipo caminhão	1321
Caminhão x moto	934
Automóvel x caminhão	814
Caminhão x automóvel	805
Moto x caminhão	431
Outras combinações com caminhão	1771

Fonte: Dados obtidos a partir de registros de sinistros (2018–2024), organizado pelo autor

O Quadro 1 apresenta a distribuição dos acidentes com envolvimento de caminhões, segundo o tipo de interação com outros veículos, no período de 2018 a 2024. Observa-se predominância de ocorrências envolvendo apenas o caminhão (veículo único), seguidas por colisões com motos e automóveis, o que evidencia a diversidade de cenários de risco no transporte rodoviário de carga em Rondônia.

Embora representem uma parcela menor do total de acidentes registrados (6.076 de 91.915 ocorrências), os sinistros com caminhões têm impacto desproporcional devido à gravidade dos danos e às consequências logísticas. O bloqueio de rodovias compromete o escoamento de produtos agrícolas, o abastecimento regional e a circulação de bens essenciais (Confederação Nacional do Transporte – CNT, 2022).

Esses eventos comprometem a sustentabilidade logística, uma vez que provocam atrasos, aumentam os custos de transporte, elevam o consumo de combustível e a emissão de gases poluentes, além de reduzir a confiabilidade das cadeias de suprimento (SANTOS; SILVA, 2021). De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2018), a combinação entre má infraestrutura rodoviária e baixa fiscalização amplia significativamente o risco de acidentes com veículos pesados, agravando seus efeitos socioeconômicos.

Assim, o reconhecimento desses padrões é fundamental não apenas para a redução da sinistralidade, mas também para o planejamento de intervenções que garantam a continuidade e segurança do transporte rodoviário, promovendo a sustentabilidade econômica, social e ambiental da logística regional.

O Quadro 2 apresenta a distribuição dos principais tipos de registros de acidentes envolvendo caminhões nas rodovias do estado de Rondônia, no período de 2018 a 2024. A categorização foi elaborada com base na variável "Veículos Envolvidos", permitindo identificar as ocorrências mais frequentes e suas combinações com outros tipos de veículos. Essa

classificação contribui para a compreensão da participação dos caminhões na dinâmica dos sinistros e seus impactos na logística regional.

Quadro 2 – Distribuição natureza dos tipos de sinistro registrados em rodovias de Rondônia (2018–2024)

		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	ATROPELAMENTO DE ANIMAIS	26	,4	,4	,4
	ATROPELAMENTO DE PEDESTRE	85	1,4	1,4	1,8
	CAPOTAMENTO	56	,9	,9	2,7
	CHOQUE	599	9,9	9,9	12,6
	COLISÃO FRONTAL	404	6,6	6,6	19,3
	COLISÃO LATERAL	1684	27,7	27,7	47,0
	COLISÃO TRANSVERSAL	1087	17,9	17,9	64,9
	COLISÃO TRASEIRA	1098	18,1	18,1	82,9
	ENGAVETAMENTO	76	1,3	1,3	84,2
	NÃO INFORMADO	122	2,0	2,0	86,2
	OUTROS	339	5,6	5,6	91,8
	QUEDA	72	1,2	1,2	93,0
	TOMBAMENTO	428	7,0	7,0	100,0
	Total	6076	100,0	100,0	

Fonte: Dados obtidos a partir de registros de sinistros (2018–2024), organizado pelo autor

A variável “Natureza do Sinistro” aponta que as ocorrências mais comuns estão relacionadas a colisões traseiras, laterais e a tombamentos. Esses padrões são compatíveis com rodovias de pista simples e tráfego intenso, onde predominam ultrapassagens indevidas e falhas na manutenção da distância segura entre veículos. De acordo com Tischer (2019) e a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2018), tais sinistros estão fortemente associados à carência de infraestrutura adequada, deficiências na sinalização e ausência de fiscalização efetiva. A compreensão desses padrões permite identificar trechos críticos e embasar intervenções técnicas direcionadas à redução da sinistralidade.

Quadro 3 – Distribuição de fator contribuinte de sinistro registrados em rodovias de Rondônia (2018–2024)

		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	ANIMAIS NA PISTA	42	,7	,7	,7
	AQUAPLANAGEM	2	,0	,0	,7
	DEFEITO MECÂNICO	203	3,3	3,3	4,1
	DEFEITO NA VIA	216	3,6	3,6	7,6
	DESOB. A SINALIZAÇÃO	810	13,3	13,3	21,0
	FALTA DE ATENÇÃO	2300	37,9	37,9	58,8
	FALTA SINALIZAÇÃO	14	,2	,2	59,0
	INGESTÃO DE ALCOOL	162	2,7	2,7	61,7
	LOMBADA	8	,1	,1	61,8
	MUDANÇA DE FAIXA SEM SINALIZAR	60	1,0	1,0	62,8
	NÃO GUARDAR DISTÂNCIA	300	4,9	4,9	67,8
	NÃO INFORMADO	541	8,9	8,9	76,7
	OUTROS	1279	21,1	21,1	97,7
	VELOCIDADE INCOMPATÍVEL	139	2,3	2,3	100,0
	Total	6076	100,0	100,0	

Fonte: Dados obtidos a partir de registros de sinistros (2018–2024), organizado pelo autor

A análise da variável “Fator Contribuinte”, considerando exclusivamente acidentes envolvendo caminhões, evidencia a falta de atenção do condutor como principal causa, seguida por desobediência à sinalização e pela ausência de distância segura entre veículos. Esses fatores refletem falhas humanas diretas e condições operacionais específicas do transporte rodoviário de carga, como tempo prolongado de direção, fadiga e pressão por prazos de entrega (Tischer, 2019; IPEA, 2021).

Esses achados corroboram os modelos de Reason (1990) e Suraji e Duff (2001), que concebem os acidentes como resultantes de falhas multicausais, envolvendo interações entre fatores humanos, técnicos, organizacionais e ambientais. No transporte de veículos pesados, esses riscos são potencializados por deficiências estruturais da malha viária, limitações tecnológicas dos veículos e lacunas na fiscalização (CNT, 2022).

Assim, torna-se evidente a necessidade de intervenções intersetoriais que combinem educação para o trânsito, engenharia viária preventiva e gestão pública baseada em evidências, com foco na segurança do transporte de carga. Essas medidas, além de reduzir a sinistralidade, contribuem para a eficiência e a sustentabilidade da logística rodoviária na região Norte.

Para compreender os impactos da natureza do sinistro sobre a segurança viária e os custos sociais, foi analisada a variável “Consequências”, que descreve os desfechos dos sinistros registrados entre 2018 e 2024. Os dados estão apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 – Distribuição de consequência de sinistro registrados em rodovias de Rondônia (2018–2024)

		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	SOMENTE DANOS	2485	40,9	40,9	40,9
	VÍTIMA FATAL	525	8,6	8,6	49,5
	VÍTIMA NÃO FATAL	3066	50,5	50,5	100,0
	Total	6076	100,0	100,0	

Fonte: Dados obtidos a partir de registros de sinistros (2018–2024), organizado pelo autor

A análise da variável “Consequências”, restrita aos acidentes com caminhões, evidencia a alta severidade dessas ocorrências e seus custos humanos, sociais e logísticos. A elevada proporção de sinistros com vítimas é indicativa da periculosidade do transporte de veículos pesados, especialmente em regiões com infraestrutura viária limitada e rede de atendimento de emergência fragilizada, como em diversos trechos rodoviários de Rondônia (IPEA, 2021; CNT, 2022).

Os impactos dessas ocorrências vão além da tragédia individual: envolvem o bloqueio de vias, o atraso de cargas perecíveis, o encarecimento do frete e a interrupção de cadeias logísticas essenciais, comprometendo a sustentabilidade operacional e econômica do transporte rodoviário (Leal Filho et al., 2021). Conforme esses autores destacam, a redução da letalidade no trânsito está diretamente relacionada à sustentabilidade, pois abrange a preservação da vida humana, a racionalização de recursos públicos em saúde e a eficiência dos sistemas de transporte e distribuição.

Nesse contexto, políticas públicas que integrem segurança viária, planejamento logístico e desenvolvimento territorial sustentável são fundamentais para reduzir a sinistralidade, mitigar os impactos sociais e econômicos dos acidentes e assegurar a resiliência da infraestrutura de transportes no estado.

4.2 Distribuição Temporal e Espacial dos Acidentes

A análise da distribuição temporal e espacial dos acidentes permite identificar padrões de recorrência e vulnerabilidade nas rodovias, fornecendo subsídios fundamentais para diagnósticos mais precisos sobre a segurança viária regional. Como destaca Vasconcellos (2012), compreender quando e onde os acidentes ocorrem é essencial para o planejamento de políticas públicas eficazes e territorialmente ajustadas. No contexto de Rondônia, a análise temporal revela flutuações importantes na ocorrência de sinistros ao longo dos anos, com forte relação com a intensificação da atividade logística e o escoamento da produção agropecuária.

O Quadro 5 apresenta a distribuição anual dos acidentes de trânsito envolvendo caminhões registrados entre os anos de 2018 e 2024.

Quadro 5 – Distribuição anual dos acidentes de trânsito envolvendo caminhões nas rodovias de Rondônia (2018–2024)

		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	2018	371	6,1	6,1	6,1
	2019	299	4,9	4,9	11,0
	2020	479	7,9	7,9	18,9
	2021	468	7,7	7,7	26,6
	2022	1475	24,3	24,3	50,9
	2023	1457	24,0	24,0	74,9
	2024	1527	25,1	25,1	100,0
	Total	6076	100,0	100,0	

Fonte: Dados obtidos a partir de registros de sinistros (2018–2024), organizado pelo autor

A análise dos dados anuais revela crescimento expressivo a partir de 2022, mantendo-se elevado nos anos seguintes. Essa tendência pode estar associada ao aumento do volume transportado e à intensificação das atividades logísticas no período pós-pandemia, sobrecarregando trechos estratégicos como a BR-364. Essa sobrecarga reforça a necessidade de intervenções estruturais e ações preventivas para reduzir o risco de acidentes e mitigar seus impactos na cadeia de suprimentos agrícolas.

Abaixo, apresentamos o Quadro 6, que sintetiza a distribuição dos acidentes envolvendo caminhões ao longo dos meses do ano nas rodovias de Rondônia, no período de 2018 a 2024. Essa análise permite identificar os meses com maior concentração de sinistros, possibilitando a detecção de padrões sazonais associados à intensificação do transporte de cargas no estado.

Quadro 6 – Distribuição mensal dos acidentes de trânsito envolvendo caminhões nas rodovias de Rondônia (2018–2024)

		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	1	408	6,7	6,7	6,7
	2	480	7,9	7,9	14,6
	3	490	8,1	8,1	22,7
	4	489	8,0	8,0	30,7
	5	609	10,0	10,0	40,8
	6	553	9,1	9,1	49,9
	7	637	10,5	10,5	60,3
	8	543	8,9	8,9	69,3
	9	475	7,8	7,8	77,1
	10	475	7,8	7,8	84,9
	11	429	7,0	7,0	91,9
	12	491	8,1	8,1	100,0
	Total	6076	100,0	100,0	

Fonte: Dados obtidos a partir de registros de sinistros (2018–2024), organizado pelo autor

A análise indica que determinados meses coincidem com picos de acidentes envolvendo caminhões, possivelmente relacionados ao calendário agrícola regional e aos períodos de colheita e escoamento da produção. Nesses momentos, o fluxo de veículos pesados em rodovias estratégicas, como a BR-364, aumenta significativamente, sobrecarregando a malha viária e elevando o risco de sinistros (Santos et al., 2020; ANTAQ, 2021). Esse cenário reforça a necessidade de ações preventivas e planejamento logístico específico para os meses de maior vulnerabilidade, integrando a segurança viária à sustentabilidade operacional do transporte.

Abaixo apresentamos o Quadro 7, que sintetiza a distribuição dos acidentes com caminhões segundo o período do dia em que ocorreram. Essa variável é relevante para compreender os momentos de maior vulnerabilidade na malha rodoviária, considerando tanto a intensidade do fluxo logístico quanto as condições de visibilidade e fadiga dos condutores.

Quadro 7 – Distribuição por período dos acidentes de trânsito envolvendo caminhões nas rodovias de Rondônia (2018–2024)

		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido		1	,0	,0	,0
	MADRUGADA	372	6,1	6,1	6,1
	MANHÃ	2214	36,4	36,4	42,6
	NÃO INFORMADO	5	,1	,1	42,7
	NOITE	1191	19,6	19,6	62,3
	TARDE	2293	37,7	37,7	100,0
	Total	6076	100,0	100,0	

Fonte: Dados obtidos a partir de registros de sinistros (2018–2024), organizado pelo autor

A análise mostra que a maior parte dos acidentes ocorre nos turnos da manhã e da tarde, períodos de maior fluxo de veículos de carga, especialmente nas operações de escoamento agrícola e distribuição regional. A baixa incidência durante a madrugada sugere predomínio do transporte pesado no horário comercial, ampliando a pressão sobre a infraestrutura viária. Como destacam Gudolle et al. (2019), a concentração de caminhões em horários críticos, somada à sinalização deficiente e às limitações estruturais de trechos como a BR-364, eleva o risco de colisões. Tais evidências reforçam a necessidade de políticas públicas que regulem horários de tráfego e melhorem as condições das vias para suportar o fluxo logístico com segurança.

4.3 Fatores Humanos e Operacionais mais Frequentemente Associados aos Acidentes

Compreensão dos fatores que contribuem para a ocorrência de acidentes envolvendo caminhões é fundamental para subsidiar estratégias preventivas no contexto logístico da região amazônica. A literatura destaca que acidentes de trânsito são, em grande parte, resultantes de múltiplas causas, combinando falhas humanas, estruturais e institucionais (Reason, 1990; Suraji & Duff, 2001).

No caso de Rondônia, onde as rodovias desempenham papel central no escoamento da produção agropecuária, esses fatores têm implicações diretas sobre a fluidez das rotas, os custos logísticos e a sustentabilidade das cadeias de suprimentos.

Abaixo, apresentamos o Quadro 8, que sintetiza os principais fatores contribuinte dos acidentes com caminhões nas rodovias de Rondônia entre 2018 e 2024

Quadro 8 – Distribuição fator contribuinte dos acidentes de trânsito envolvendo caminhões nas rodovias de Rondônia (2018–2024)

		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	ANIMAIS NA PISTA	42	,7	,7	,7
	AQUAPLANAGEM	2	,0	,0	,7
	DEFEITO MECÂNICO	203	3,3	3,3	4,1
	DEFEITO NA VIA	216	3,6	3,6	7,6
	DESOB. A SINALIZAÇÃO	810	13,3	13,3	21,0
	FALTA DE ATENÇÃO	2300	37,9	37,9	58,8
	FALTA SINALIZAÇÃO	14	,2	,2	59,0
	INGESTÃO DE ALCOOL	162	2,7	2,7	61,7
	LOMBADA	8	,1	,1	61,8
	MUDANÇA DE FAIXA SEM SINALIZAR	60	1,0	1,0	62,8
	NÃO GUARDAR DISTÂNCIA	300	4,9	4,9	67,8
	NÃO INFORMADO	541	8,9	8,9	76,7
	OUTROS	1279	21,1	21,1	97,7
	VELOCIDADE INCOMPATÍVEL	139	2,3	2,3	100,0
	Total	6076	100,0	100,0	

Fonte: Dados obtidos a partir de registros de sinistros (2018–2024), organizado pelo autor

A análise evidencia a predominância de causas de natureza comportamental, como falta de atenção, desobediência à sinalização, manutenção inadequada da distância segura e consumo de álcool. Esses fatores humanos respondem por parcela significativa dos sinistros, refletindo fragilidades na formação, fiscalização e cultura de segurança no transporte rodoviário de cargas (Zohar, 1980; INSAG, 1986).

Também se destacam elementos operacionais e estruturais, como defeitos na via e nos veículos, além de falhas na sinalização. Embora menos frequentes individualmente, esses aspectos elevam o risco de acidentes, especialmente em períodos de safra e em rotas não duplicadas ou mal conservadas, como a BR-364 (Melo et al., 2018; Santos et al., 2020).

As referidas ocorrências geram efeitos em cascata sobre a cadeia de suprimentos agrícola, incluindo atrasos na entrega, aumento de perdas operacionais, insegurança para os condutores e elevação dos custos com manutenção emergencial e logística reversa. Sob a ótica da sustentabilidade, os resultados dialogam com o referencial do Triple Bottom Line (Elkington, 1997), ao evidenciar impactos nos eixos social (acidentes com vítimas), econômico (interrupções e perdas) e ambiental (possível contaminação em acidentes com cargas perigosas). Portanto, o mapeamento desses fatores contribuintes reforça a urgência de políticas públicas integradas que promovam a segurança viária como parte indissociável da sustentabilidade logística regional.

Abaixo apresentamos o Quadro 9, que reúne os principais fatores geradores atribuídos aos acidentes com caminhões nas rodovias do estado de Rondônia entre 2018 e 2024. A identificação desses fatores permite compreender as causas sistêmicas que comprometem a segurança viária e impactam diretamente a continuidade operacional da cadeia de suprimentos regional.

Quadro 9 – Distribuição por fator gerador dos acidentes de trânsito envolvendo caminhões nas rodovias de Rondônia (2018–2024)

		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	DESCONHECIDO	1148	18,9	18,9	18,9
	FATOR EXTERNO	1	,0	,0	18,9
	FATOR HUMANO	179	2,9	2,9	21,9
	FATOR OPERACIONAL	4286	70,5	70,5	92,4
	FATOR VEÍCULAR	65	1,1	1,1	93,5
	FATOR VIÁRIO	166	2,7	2,7	96,2
	NÃO IDENTIFICADO	182	3,0	3,0	99,2
	Total	49	,8	,8	100,0
		6076	100,0	100,0	

Fonte: Dados obtidos a partir de registros de sinistros (2018–2024), organizado pelo autor

A análise indica que fatores humanos, como imprudência, fadiga, distração e desrespeito às normas de trânsito, predominam como vetores de risco nas operações logísticas com caminhões. Essa constatação está alinhada ao modelo de Reason (1990), que aponta as falhas humanas como etapa final visível de uma cadeia de erros acumulados em sistemas mal projetados ou geridos.

Também foram identificados fatores viários, veiculares e operacionais, que, embora menos frequentes, revelam vulnerabilidades estruturais relevantes, como manutenção precária da via, falhas mecânicas e carência de infraestrutura para veículos de carga pesada. Essas deficiências impactam diretamente a previsibilidade e a integridade do transporte, elevando custos indiretos e comprometendo a eficiência da cadeia de suprimentos, especialmente em uma região tão dependente do modal rodoviário como Rondônia (Christopher & Peck, 2004; Zsidisin & Ritchie, 2009).

Sob a perspectiva da sustentabilidade, os resultados reforçam a necessidade de intervenções integradas que envolvam educação para o trânsito, modernização da infraestrutura e fiscalização mais eficaz, considerando os três pilares do Triple Bottom Line (Elkington,

1997): social (redução de mortes e ferimentos), econômico (minimização de perdas logísticas) e ambiental (redução de danos causados por acidentes com carga).

4.4 Distribuição Temporal de Colisões Traseiras e Tombamentos em Veículos de Carga

A seguir, apresenta-se a distribuição das colisões traseiras e dos tombamentos por turno do dia, considerando apenas acidentes envolvendo veículos de carga no período de 2018 a 2024. Esses dois tipos de ocorrência foram destacados por representarem parcelas expressivas dos sinistros e por seu impacto direto no fluxo de escoamento da produção.

Quadro 10– Frequência de colisões traseiras e tombamentos por turno do dia (DETRAN/RO, 2018–2024)

Turno	Colisão traseira	Tombamento	Total
Madrugada	57	50	107
Manhã	395	145	540
Noite	207	82	289
Tarde	439	150	589

Fonte: Dados obtidos a partir de registros de sinistros (2018–2024), organizado pelo autor

A análise bivariada entre o turno do dia e o tipo de acidente Quadro 10 revelou associação estatisticamente significativa ($\chi^2=298,71$; $p<0,001$), indicando que a distribuição dos sinistros varia conforme o período. Observa-se que as colisões traseiras foram mais frequentes durante a manhã (395 ocorrências), seguidas de perto pelo turno da tarde (439). Já os tombamentos ocorreram com maior incidência no período da tarde (150), mantendo também valores elevados pela manhã (145).

Esses padrões podem estar relacionados a fatores como: (1) Fluxo viário: aumento da movimentação de cargas nos horários de pico, especialmente no início da jornada e no retorno do período de almoço, quando há maior número de veículos pesados nas rodovias. (2) Fadiga e pressão logística: prazos apertados para entrega e longos períodos de condução podem favorecer a ocorrência de tombamentos e colisões. (3) Características operacionais das vias: trechos com curvas acentuadas, infraestrutura deficiente e ausência de áreas de escape podem agravar o risco no escoamento da produção. Sob a ótica da Teoria Geral dos Sistemas, tais ocorrências refletem a interdependência entre os elementos da cadeia de suprimentos, na qual falhas em um elo (como a interrupção de um trecho rodoviário) afetam todo o fluxo logístico. Já no contexto do Triple Bottom Line, os impactos se manifestam na dimensão econômica (custos de transporte, perdas de carga), social (vítimas e danos à segurança) e ambiental (derramamento de cargas perigosas, poluição).

4.5 Acidentes com Veículos de Carga nas Principais vias Utilizadas para o Escoamento da Produção

O mapeamento dos acidentes envolvendo veículos de carga nas rodovias de Rondônia permite compreender os gargalos logísticos que afetam a fluidez do escoamento da produção agrícola. Considerando que o estado integra o chamado “Arco Norte” uma das principais rotas de exportação de grãos do país, as rodovias como a BR-364, BR-429 e BR-319 assumem papel estratégico na circulação de commodities, insumos e produtos perecíveis. Neste contexto, a identificação dos trechos com maior concentração de sinistros envolvendo caminhões contribui não apenas para a prevenção de acidentes, mas também para o fortalecimento da resiliência da

cadeia de suprimentos. Como afirmam Santos et al. (2020) e Melo et al. (2018), a eficiência logística está diretamente associada à segurança viária, especialmente em regiões cuja infraestrutura ainda enfrenta limitações operacionais e de manutenção.

A seguir, o Quadro 10 apresenta a distribuição dos acidentes envolvendo caminhões nas principais rodovias de Rondônia, com destaque para as vias utilizadas no escoamento da produção agropecuária e no transporte de cargas pesadas. A identificação dessas ocorrências por via é fundamental para o planejamento de intervenções em infraestrutura e estratégias de mitigação de riscos logísticos, especialmente em corredores críticos para a cadeia de suprimentos regional.

Quadro 11 – Distribuição por via dos acidentes de trânsito envolvendo caminhões nas rodovias de Rondônia (2018–2024)

	Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido APOIO BR 364	1	.0	.0	.0
BR	1	.0	.0	.1
BR 174	30	1.3	1.3	1.4
BR 319	251	10.7	10.7	12.1
BR 364	1850	78.9	78.9	91.0
BR 421	43	1.8	1.8	92.8
BR 425	20	.9	.9	93.7
BR 429	64	2.7	2.7	96.4
BR 435	82	3.5	3.5	99.9
BR 460	1	.0	.0	100.0
BR 481	1	.0	.0	100.0
Total	2344	100.0	100.0	

Fonte: Dados obtidos a partir de registros de sinistros (2018–2024), organizado pelo autor

A análise mostra que a BR-364 é o principal eixo logístico do estado, conectando regiões produtoras aos centros de distribuição e portos de exportação. Essa predominância no tráfego de veículos de carga também evidencia a sobrecarga a que a rodovia está submetida, tornando-a um ponto crítico de vulnerabilidade logística e de segurança viária.

Como destacam Christopher e Peck (2004) e Santos et al. (2020), acidentes recorrentes em corredores logísticos estratégicos não apenas comprometem a segurança viária, mas geram interrupções na fluidez da cadeia de suprimentos, elevam os custos operacionais, causam perdas de produtos perecíveis e reduzem a confiabilidade das entregas. Sob a ótica da sustentabilidade, tais impactos afetam os três pilares do Triple Bottom Line (Elkington, 1997): o econômico (custos logísticos e prejuízos), o social (risco à vida de condutores e comunidades marginais às vias) e o ambiental (acidentes em áreas de preservação e emissão de poluentes por congestionamentos).

Assim, o mapeamento por via reforça a necessidade de investimentos em duplicação, manutenção e sinalização de rodovias federais prioritárias, como a BR-364, a fim de garantir logística resiliente, segura e sustentável, especialmente em estados com forte dependência do modal rodoviário, como Rondônia.

A Figura exibe um mapa de calor com balões georreferenciados, destacando os principais pontos de acidentes com veículos de carga nas rodovias de Rondônia entre 2018 e 2024. As maiores concentrações ocorrem ao longo da BR-364, rota logística central do estado, que conecta municípios estratégicos como Vilhena, Ji-Paraná, Cacoal e Porto Velho, evidenciando a sobrecarga dessa infraestrutura. Essa visualização espacial permite identificar zonas críticas com maior densidade de sinistros, principalmente em trechos urbanos e áreas com intensa atividade agropecuária.

A distribuição dos acidentes ao longo dos corredores logísticos reforça o impacto desses eventos na cadeia de suprimentos agrícola, comprometendo a fluidez do escoamento e elevando riscos operacionais. Como destacam Christopher e Peck (2004) e Zsidisin e Ritchie (2009), a

previsibilidade e segurança no transporte são essenciais para a resiliência logística. Nesse sentido, o mapeamento dos trechos mais afetados contribui para orientar políticas públicas sustentáveis voltadas à redução de riscos em regiões altamente dependentes do modal rodoviário.

Figura 1 – Mapa de calor dos acidentes com veículos de carga nas rodovias de Rondônia (2018–2024)



Fonte: Dados obtidos a partir de registros de sinistros (2018–2024), organizado pelo autor

A análise dos acidentes de trânsito envolvendo caminhões nas rodovias de Rondônia entre 2018 e 2024 permitiu compreender a inter-relação entre segurança viária, logística e sustentabilidade em um território marcado por desigualdades estruturais e alta dependência do transporte rodoviário. Os resultados evidenciam que a precariedade da malha viária, combinada ao aumento do fluxo de cargas agrícolas, tem intensificado os sinistros, especialmente em vias como a BR-364. Esses acidentes geram interrupções significativas na cadeia de suprimentos, afetando diretamente a gestão logística ao comprometer a previsibilidade das entregas, aumentar o tempo de ciclo dos transportes e elevar os custos operacionais, em consonância com os achados de Zsidisin e Ritchie (2009) e Santos et al. (2020).

Os dados demonstram a predominância de fatores humanos, como desatenção e desobediência à sinalização, como principais causas dos acidentes, reforçando as proposições teóricas de Reason (1990) e Suraji e Duff (2001) sobre a multicausalidade dos eventos. Além disso, fatores estruturais e operacionais, como falhas na infraestrutura, ausência de duplicações e deficiência na sinalização, foram igualmente relevantes. Esses achados indicam que a gestão de cadeias de suprimentos agrícolas na região precisa incorporar estratégias proativas de mitigação de riscos, como rotas alternativas, sistemas de rastreamento e monitoramento, além de contratos flexíveis com transportadoras para lidar com atrasos e perdas, conforme orientam Christopher e Peck (2004).

Sob a ótica da sustentabilidade, os impactos dos acidentes transcendem os prejuízos materiais, afetando a segurança das comunidades, a eficiência da logística e a integridade ambiental das áreas atingidas, sobretudo nas proximidades de zonas de preservação. O referencial do Triple Bottom Line (Elkington, 1997; Leal Filho et al., 2021) mostrou-se adequado para analisar como esses acidentes comprometem simultaneamente os pilares social, econômico e ambiental, evidenciando a necessidade de práticas de gestão de cadeias de suprimentos que considerem não apenas custos e prazos, mas também segurança e impactos socioambientais.

Diante disso, este estudo reforça a importância de articular segurança viária, gestão logística e sustentabilidade como componentes estratégicos para o desenvolvimento regional. A formulação de políticas públicas baseadas em evidências, aliada a investimentos em

infraestrutura, capacitação de motoristas, fiscalização inteligente e integração de tecnologias para rastreamento e análise preditiva, torna-se essencial para aumentar a resiliência da cadeia de suprimentos agrícola de Rondônia.

Pesquisas futuras poderão explorar métodos qualitativos para aprofundar a percepção dos motoristas e gestores logísticos sobre riscos, segurança viária e sustentabilidade nas cadeias de suprimentos.

Espera-se que os resultados aqui apresentados contribuam para o fortalecimento de uma agenda pública e corporativa comprometida com a segurança no trânsito, a eficiência logística e a sustentabilidade das cadeias produtivas na Amazônia.

5 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Este estudo apresenta limitações decorrentes do uso de dados secundários, que podem conter registros com erros ou omissões não detectadas. A base de dados não inclui variáveis como estado de saúde ou fadiga do motorista, condições precisas da carga e informações detalhadas sobre a manutenção do veículo. Além disso, não foi possível controlar a influência de fatores macroeconômicos e sazonais de forma isolada.

Essas limitações não invalidam os resultados, mas indicam a necessidade de estudos futuros com abordagens mistas (quantitativas e qualitativas) para aprofundar a compreensão dos fatores sistêmicos que influenciam a ocorrência de acidentes em cadeias de suprimentos agrícolas.

REFERÊNCIAS

- AHM Solution. (2022). *Pirâmide de Heinrich: segurança no trabalho*.
<https://www.ahmsolution.com.br/piramide-de-heinrich-seguranca-no-trabalho/>
- Araújo, R. A. de, et al. (2018). Efeitos climáticos na segurança viária: implicações para o transporte na Amazônia. *Revista Brasileira de Transportes*, 26(2), 77–89.
- Barboza, H. (2014). Logística e desenvolvimento regional: o papel das rodovias no escoamento da produção agrícola. *Revista de Geografia e Ordenamento do Território*, (5), 83–102.
- Bertalanffy, L. von. (1977). *Teoria geral dos sistemas*. Vozes.
- Christopher, M., & Peck, H. (2004). Building the resilient supply chain. *The International Journal of Logistics Management*, 15(2), 1–14.
- Dekker, S. (2011). *Drift into failure: From hunting broken components to understanding complex systems*. Ashgate Publishing.
- CGE Risk Management Solutions. (2013). BowTie Methodology. Disponível em: <https://www.cgerisk.com/knowledgebase/>. Acesso em: 06-08-2025.
- Confederação Nacional do Transporte – CNT. (2022). Pesquisa CNT de Rodovias 2022. Brasília: CNT. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/pesquisa>. Acesso em: 15-07-2025
- Elkington, J. (1997). *Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business*. Capstone.

- Farias, S. N., & Marinho, M. M. O. (2013). Análise da cultura de segurança do trabalho em organizações hospitalares. *Ciência & Saúde Coletiva*, 18(5), 1421–1431.
<https://doi.org/10.1590/S1413-81232013000500025>
- Fearnside, P. M. (2022). A tomada de decisão sobre grandes estradas amazônicas. In *Destruição e conservação da Floresta Amazônica* (pp. xx-xx). INPA.
- Fischer, F. (1998). *Citizens, experts, and the environment: The politics of local knowledge*. Duke University Press.
- Fukuda, K., et al. (2012). Utilização do modelo de Reason na análise de erros em serviço de saúde. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 65(2), 211–217.
<https://doi.org/10.1590/S0034-71672012000200006>
- Gil, A. C. (2017). *Métodos e técnicas de pesquisa social* (6th ed.). Atlas.
- Gudolle, M., et al. (2019). Avaliação da segurança operacional em rodovias com grande fluxo agrícola. *Revista Transportes*, 27(2), 85–99.
- Heinrich, H. W. (1931). *Industrial accident prevention: A scientific approach*. McGraw-Hill.
- Hollnagel, E. (2004). *Barriers and accident prevention*. Ashgate.
- International Atomic Energy Agency (IAEA). (2002). *Key practical issues in strengthening safety culture*. IAEA.
- INSAG. (1986). *Summary report on the Post-Accident Review Meeting on the Chernobyl Accident*. International Atomic Energy Agency.
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. (2021). Mobilidade e Logística no Brasil: Relatório Técnico. Brasília: IPEA. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/>. Acesso em: 10-07-2025.
- Jüttner, U., Peck, H., & Christopher, M. (2003). Supply chain risk management: outlining an agenda for future research. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 6(4), 197–210.
- Leal Filho, W., et al. (2021). Integrating the triple bottom line into sustainability strategies. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 28(2), 173–181.
- Lovejoy, T. E., & Nobre, C. (2018). Floresta Amazônica: Limites da resistência. *Ciência & Cultura*, 70(1), 23–27.
- Manuele, F. A. (2011). Reviewing Heinrich: Dislodging two myths from the practice of safety. *Professional Safety*, 56(10), 52–61.
- Marconi, M. A., & Lakatos, E. M. (2017). *Fundamentos de metodologia científica* (7th ed.). Atlas.
- Mattar, F. N. (2007). *Pesquisa de marketing: Metodologia, planejamento* (5th ed.). Atlas.
- Melo, A. R., et al. (2018). Logística e sustentabilidade: desafios no transporte de cargas na Amazônia Legal. *Revista Engenharia & Tecnologia Aplicada*, 7(1), 54–70.
- Morita, M. C., & Hirota, R. H. (2021). Rodovias e logística agrícola: riscos e vulnerabilidades. *Revista de Logística da FATEC*, 10(2), 1–15.
- Organização Mundial da Saúde (OMS). (2018). *Global status report on road safety*. WHO Press.

- Reason, J. (1990). Human error. Cambridge University Press.
- Reason, J. (1997). Managing the risks of organizational accidents. Ashgate.
- Santos, M., & Silveira, M. L. (2001). O Brasil: Território e sociedade no início do século XXI. Record.
- Santos, A. P., et al. (2020). Segurança viária e logística agroindustrial: um estudo de caso no centro-oeste brasileiro. *Revista Produção Online*, 20(3), 874–893.
- Santos, A. P., & Silva, J. R. (2021). Logística Sustentável e Cadeias de Suprimentos no Brasil: Desafios e Oportunidades. *Revista Brasileira de Logística*, 14(2), 45–62.
- SciELO Saúde Pública. (n.d.). Base de dados de artigos científicos sobre acidentes rodoviários e saúde pública. <https://www.scielo.org>
- Secchi, L. (2010). Políticas públicas: Conceitos, esquemas de análise, casos práticos. Cengage Learning.
- Silva, R. A., & Rodrigues, F. R. (2020). Geotecnologias aplicadas à análise de acidentes de trânsito. *Revista Brasileira de Cartografia*, 72(1), 207–224.
- Soares, M. I., et al. (2016). Causas dos acidentes de trabalho segundo análise de diagrama de causa e efeito. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 69(3), 508–514. <https://doi.org/10.1590/0034-7167.2016690315i>
- Souza, D. R., et al. (2020). Avaliação das causas de acidentes rodoviários com base em fatores ambientais e operacionais. *Revista Transportes*, 28(1), 1–13. <https://doi.org/10.14295/transportes.v28i1.1983>
- Suraji, A., Duff, A. R., & Peckitt, S. J. (2001). Development of a causal model of construction accident causation. *Journal of Construction Engineering and Management*, 127(4), 337–344.
- Tavares, M. F. (2024). Infraestrutura rodoviária e riscos logísticos na Amazônia: uma abordagem crítica. *Revista de Transporte e Sustentabilidade*, 9(1), 111–130.
- Tischer, V. (2019). O custo social e econômico dos acidentes de trânsito com pedestres e ciclistas: estudo de caso do estado de Santa Catarina. *Urbe: Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 11, e20180029.
- Vasconcellos, E. A. (2012). Mobilidade Urbana e Cidadania. São Paulo: Editora Senac.
- Vieira, A. D., et al. (2021). Impactos da logística urbana na qualidade de vida: estudo de caso em cidades amazônicas. *Revista Transporte e Desenvolvimento*, 5(2), 120–134.
- Vincoli, J. W. (1993). Basic guide to system safety. Van Nostrand Reinhold.
- Zhao, X., et al. (2022). Weather-related factors and road traffic accident severity: Empirical evidence from tropical regions. *Journal of Safety Research*, 81, 22–33.
- Zohar, D. (1980). Safety climate in industrial organizations: Theoretical and applied implications. *Journal of Applied Psychology*, 65(1), 96–102.
- Zsidisin, G. A., & Ritchie, B. W. (2009). Supply chain risk: A handbook of assessment, management, and performance. Springer.