

LOGÍSTICA DO AGRONEGÓCIO

Oportunidades e Desafios

“Análise do excesso de peso entre eixos
no transporte rodoviário de cargas”

Volume 5, Março de 2021



Publicação do
Grupo de Extensão e Pesquisa em Logística Agroindustrial
da ESALQ - USP

ESALQ-LOG
The logo graphic consists of a grid of colored squares (red, blue, green) arranged in a pattern below the text.

ANÁLISE DO EXCESSO DE PESO ENTRE EIXOS NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS

Autores: Thiago Guilherme Péra, Fernando Vinicius da Rocha, Fernando Pauli de Bastiani, Rodrigo de Moraes Santos, Everton Lima Costa, Abner Matheus João e José Vicente Caixeta Filho.

Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial (ESALQ-LOG)
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ)
Universidade de São Paulo (USP)
Av. Pádua Dias, 11 (Antiga Colônia Sertãozinho)
Piracicaba, SP – 13418-900
<https://esalqlog.esalq.usp.br/>

A versão eletrônica deste documento pode ser consultada em:
<https://esalqlog.esalq.usp.br/categoria/serie-logistica-do-agronegocio>

Reprodução parcial ou total é permitida, desde que citada a fonte e autoria.

Citação: PÉRA, T.G.; ROCHA, F.V.; BASTIANI, F.P.; SANTOS, R.M.; COSTA, E.V.; JOÃO, A.M.; CAIXETA-FILHO, J.V. Análise do Excesso de Peso Entre Eixos no Transporte Rodoviário de Cargas. Série Logística do Agronegócio – Oportunidades e Desafios, V.5, 2021, 39 p., Grupo ESALQ-LOG/USP, Piracicaba, Brasil.

Dados de Catalogação na Publicação

DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP

Análise do excesso de peso entre eixos no transporte rodoviário de cargas / Thiago Guilherme Péra...[et al.]. - - Piracicaba : Grupo ESALQ-LOG/USP, 2021.

39 p. : il. (Série Logística do Agronegócio: Oportunidades e Desafios; v. 5)

1. Agronegócio 2. Caminhão 3. Entre eixos 4. Excesso de peso 5. Logística 6. Transporte de cargas 7. Transporte rodoviário I. Péra, T. G. II. Rocha, F. V. da III. Bastiani, F. P. de IV. Santos, R. de M. V. Costa, E. L. VI. João, A. M. VII. Caixeta Filho, J. V. VIII. Título IX. Série

CDD 388.324

Elaborada por Maria Angela de Toledo Leme - CRB-8/3359



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....	3
2. A DINÂMICA DO SISTEMA DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO NO BRASIL	4
3. A IMPORTÂNCIA DA LOGÍSTICA E DO AGRONEGÓCIO PARA A ECONOMIA BRASILEIRA	9
4. A HETEROGENEIDADE DAS DIFERENTES COMPOSIÇÕES DE EQUIPAMENTOS NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS.....	14
4.1. Sobre a tipologia dos veículos de carga no Brasil	15
4.2. Sobre a idade da frota brasileira dos veículos de carga	18
5. OS INVESTIMENTOS EM INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE NO BRASIL.....	20
5.1. Sobre os acidentes nas rodovias brasileiras	22
6. ASPECTOS OPERACIONAIS DO PROCESSO DE PESAGEM E DO CONTROLE DE PESO DOS VEÍCULOS	23
6.1. Balanças estáticas e dinâmicas.....	25
7. FATORES DE INFLUÊNCIA NO SOBREPESO POR EIXOS DOS VEÍCULOS E OS RESPECTIVOS MECANISMOS DE CONTROLE POR PARTE DOS EMBARCADORES	27
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
9. REFERÊNCIAS	36



1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A legislação do Código de Trânsito Brasileiro (CTB), especificamente no seu art. 99, define que somente poderão transitar pelas vias terrestres veículos cujo peso e dimensões atenderem aos limites estabelecidos pelo Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), delimitando que o excesso de peso será mensurado por equipamento de pesagem ou pela verificação de documento fiscal, bem como, possibilitando o estabelecimento de percentuais de tolerância sobre os limites de Peso Bruto Total (PBT) e Peso Bruto por Eixo.

Mais especificamente, o art. 257, §4º, do CTB, define que o embarcador é o responsável pela infração ao transporte de carga com excesso de peso nos eixos ou no PBT, quando for o único remetente da carga e o peso declarado na nota fiscal, fatura ou manifesto for inferior àquele aferido.

Ocorre que a temática do excesso de peso não tem se resumido somente à responsabilidade das empresas embarcadoras pelas infrações administrativas decorrentes das violações no PBT e no entre eixos, pois além dessas, também estão sendo ajuizadas diversas ações civis públicas buscando a responsabilização dos embarcadores ao pagamento de indenizações pelos danos causados às rodovias, ao meio ambiente e à coletividade, além de penalizações civis cumulativas às administrativas.

O objetivo deste artigo é apresentar a problemática operacional do controle de peso por eixo pelo embarcador no transporte rodoviário de cargas, apresentando uma série de fatores que afetam tanto a demanda quanto o uso das rodovias, discorrendo também sobre o fato de o embarcador ser apenas um dos elementos desta cadeia de fatores, vista a pluralidade de agentes envolvidos nas atividades logísticas do país.

As seguintes seções são apresentadas, objetivando trazer entendimentos sistêmicos do funcionamento do transporte rodoviário de cargas no Brasil:

- A dinâmica do sistema do transporte rodoviário no Brasil;
- A importância da logística e do agronegócio para a economia brasileira;
- A heterogeneidade das diferentes composições de equipamentos utilizados no transporte rodoviário de cargas;
- A estrutura dos veículos de carga no Brasil;
- A idade da frota brasileira dos veículos de carga;
- Os investimentos em infraestrutura de transporte no Brasil;
- Aspectos operacionais do processo de pesagem e controle de peso dos veículos;



- Fatores de influência no sobrepeso por eixos dos veículos e os respectivos mecanismos de controle por parte dos embarcadores.

A seção inicial introduz e sumariza as relações complexas na demanda e uso das rodovias no Brasil. As seções seguintes detalham importantes elementos do sistema de demanda do transporte rodoviário de cargas no Brasil, envolvendo desde a importância da logística e do agronegócio para a economia brasileira, a heterogeneidade das diferentes composições de equipamentos no transporte rodoviário de cargas, a estrutura dos veículos de cargas no país, a idade da frota brasileira de caminhões e os investimentos em infraestrutura de transporte. As seções finais apresentam uma discussão sobre o esforço contínuo do embarcador em controlar o peso dos veículos, apresentando uma abordagem dos aspectos operacionais do controle do processo de pesagem e de peso dos veículos, bem como os fatores que influenciam no sobrepeso por eixo dos veículos e os mecanismos de controle por parte dos embarcadores.

2. A DINÂMICA DO SISTEMA DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO NO BRASIL

O Brasil é um país de dimensões continentais que apresenta uma elevada heterogeneidade de infraestrutura de transporte, com uma geografia de produção e consumo diversificada, com uma dependência muito grande para com as rodovias na movimentação de cargas em longas distâncias.

A demanda e uso de rodovias no Brasil envolvem um emaranhado de relações históricas e complexas entre diferentes agentes econômicos e apresentam um custo alto para o país – tanto do ponto de vista econômico quanto do ponto de vista social e ambiental. O embarcador é apenas um dos elementos dessa cadeia. A Figura 1 apresenta as relações entre os diferentes elementos da demanda de transporte rodoviário no país.



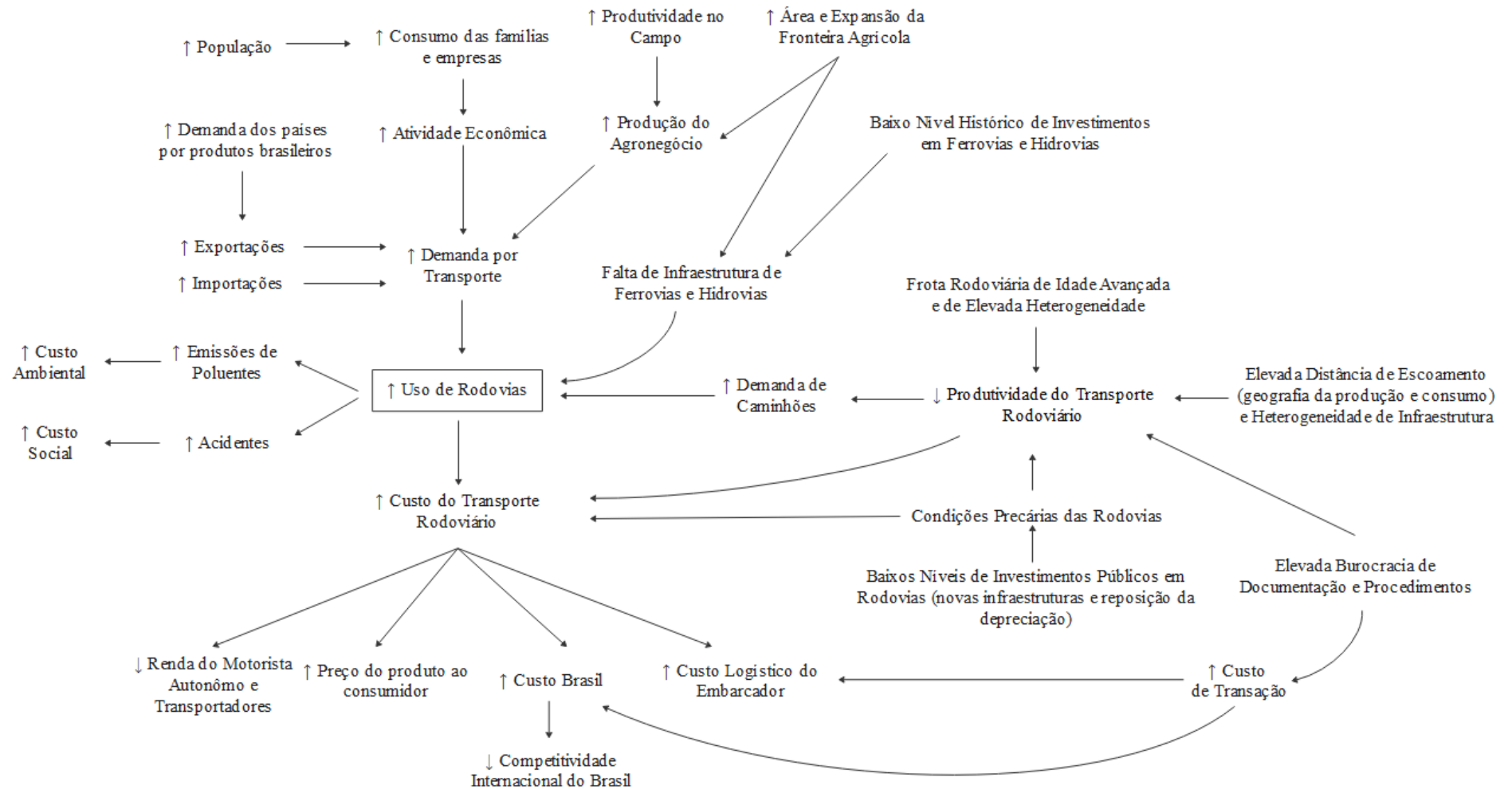


Figura 1 – A dinâmica da demanda do transporte rodoviário e suas relações entre os diferentes elementos.



Nas últimas décadas o país observou uma intensificação do seu sistema de produção e do crescimento econômico, aumentando a demanda por transporte, a qual tem sido suprida majoritariamente pelo transporte rodoviário – em função da reduzida oferta de infraestrutura ferroviária e hidroviária no país. A oferta de infraestrutura de transporte no país apresenta 1,563 milhão de quilômetros de rodovias (apenas 13,5% são pavimentadas), 30 mil quilômetros de ferrovias (somente um terço em operação comercial), 41,6 mil quilômetros de hidrovias navegáveis (mais especificamente, 22 mil quilômetros de vias economicamente navegáveis), de acordo com estatísticas da Confederação Nacional do Transporte – CNT (2017). Tal configuração resulta numa matriz de movimentação de cargas predominantemente rodoviária: 61,1% rodoviário, 20,7% ferroviário, 13,6% hidroviário, 4,2% dutoviário e 0,4% aeroviário (CNT, 2017).

Um dos setores que mais demanda atividades de transporte no país e com elevado crescimento de produção desde a década de 1970 é o agronegócio, que tem sido um dos grandes pilares do crescimento econômico, aumentando a sua produção em decorrência fundamentalmente do aumento da produtividade nas fazendas quanto também, quando permitido, da expansão de área – principalmente em regiões mais remotas no país, que muitas vezes carecem de infraestrutura básica, inclusive de transporte.

O país atingiu a marca histórica de mais de 200 milhões de toneladas produzidas de soja e milho em 2016/17 e possui um longo caminho a ser percorrido envolvendo as grandes regiões produtoras e portos brasileiros, predominantemente com rotas de mais de mil quilômetros. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (2020) projeta um crescimento em um cenário conservador para 280 milhões de toneladas até 2030 e um cenário otimista de 336 milhões de toneladas – incremento, portanto, entre 17,6% e 41,2%.

As movimentações de grãos no Brasil não ocorrem exclusivamente por uma única infraestrutura de transporte, predominando a multimodalidade, ou seja, a integração entre rodovia e hidrovias e/ou ferrovias entre os pontos de origem, terminais de embarque e destinos (portos, centros de processamento ou indústrias).

O crescimento da produção e da atividade econômica no país tem sido maior do que o crescimento de infraestrutura de transporte, principalmente de ferrovias e hidrovias (modalidades alternativas ao rodoviário), aumentando demasiadamente a dependência e uso do transporte rodoviário. Soma-se a isso o baixo nível de investimentos em manutenção da infraestrutura de transporte permanente existente no país, que nos últimos anos está no patamar de 0,5% do Produto Interno Bruto (PIB). Por mais que o Brasil tenha



uma dependência grande das rodovias para a movimentação de cargas, o investimento e a oferta de rodovias continuam baixos para uma país de dimensões continentais – tanto em qualidade de infraestrutura quanto em quantidade.

Além disso, o Brasil apresenta uma frota de mais de dois milhões de caminhões, com uma idade média bastante elevada de 14 anos e com um alto grau de heterogeneidade em termos de tipos de equipamentos e de combinações veiculares utilizadas, bem como de prestadores de serviços: empresas transportadoras de cargas (que podem atuar tanto com frota própria quanto com agregados), agenciadores de transporte de carga e motoristas autônomos (ANTT, 2020). Essas características trazem uma complexidade maior para os contratantes de serviços de transporte no país, no tocante ao gerenciamento das atividades logísticas.

A burocracia em termos de documentos e procedimentos para a movimentação de cargas no transporte rodoviário é bastante elevada para todos os agentes envolvidos, inclusive para o embarcador. Nota Fiscal Eletrônica (NF-e), Conhecimento de Transporte Eletrônico (CT-e), Manifesto Eletrônico de Documentos Fiscais (MDF-e), Documento Auxiliar de Nota Fiscal Eletrônica (DANFE), Documento Auxiliar de Conhecimento de Transporte Eletrônico (DACTE), Responsabilidade Civil do Transportador Rodoviário de Cargas (RCTR-C), Código Identificador de Operação de Transporte (CIOT), Documento Auxiliar do Manifesto Eletrônico de Documentos Fiscais (DAMDFE) e Romaneio são exemplos que compõem o conjunto de documentos e procedimentos necessários para a efetividade da operação do transporte rodoviário de carga. De forma adicional, são ainda maiores os procedimentos burocráticos e de controle quando a mercadoria é destinada ao mercado externo. Em suma, o somatório destes procedimentos visa garantir uma rígida fiscalização e controle do Estado nas atividades de transporte do país; por outro lado, acaba também aumentando os custos de transação e consequentemente os custos logísticos que se multiplicam para toda a sociedade.

O investimento em infraestrutura de transporte é importante para induzir o crescimento econômico e o desenvolvimento regional, possibilitando reduções de custos de bens e de serviços, bem como o fluxo de pessoas entre regiões e efeitos indiretos, como criação de empregos, melhoria da qualidade de vida etc. No Brasil, historicamente, o desenvolvimento econômico se dá à margem dos correspondentes investimento públicos em infraestrutura, como é o caso da infraestrutura de transporte, especialmente nas regiões de fronteira agrícola contemplando os estados da Bahia, do Maranhão, do Piauí e



do Tocantins, os quais têm aumentado significativamente sua produção, mas não têm a adequada infraestrutura para transportar seus grãos.

A produtividade operacional do transporte rodoviário é um fator que afeta diretamente a demanda do uso de rodovias, dado ser necessária uma quantidade de caminhões muitas vezes maior para realizar as operações: a elevada distância do transporte rodoviário em decorrência da geografia entre a produção e o consumo (que tem aumentado ao longo dos anos), a alta idade média da frota, as condições precárias das rodovias ocasionadas pelo baixo nível de investimento público (tanto para criação de novas vias quanto para pavimentação e reposição da depreciação) e a elevada burocracia de documentos e procedimentos sinalizam cada vez mais para uma redução na produtividade operacional do transporte e, conseqüentemente, um aumento de caminhões e do uso de rodovias no país.

De uma forma geral, observa-se que o Brasil tem aumentado a dependência do uso das rodovias, em decorrência do aumento da produção do agronegócio (decorrente significativamente da elevada produtividade no campo), do aumento dos níveis de exportação e importação, da falta de ferrovias e hidrovias (decorrente dos baixos investimentos contínuos em infraestrutura), da redução da produtividade operacional de transporte e dos baixos níveis de investimento em infraestrutura de transporte no país. As conseqüências são diversas: (i) baixa diversificação da matriz de transporte brasileira; (ii) aumento do custo de transporte, que se reflete no aumento do preço de produtos para o consumidor; (iii) redução da renda do transportador; e (iv) aumento do custo do embarcador e do chamado “Custo Brasil” – que reduz a competitividade do país frente ao mercado internacional.

Tem-se ainda os óbvios (v) aumentos dos custos ambientais (em função do maior nível de emissões de poluentes); e, (vi) maiores custos sociais (em função do maior nível de acidentes nas rodovias), que são conseqüências que extrapolam a equação logística, afetando toda a sociedade.

Historicamente, o embarcador tem sido responsável por coordenar as atividades logísticas no país, assumindo uma série de riscos e parte significativa dos custos envolvidos, além dos investimentos diretos realizados em melhorias das infraestruturas de transporte. Tal conjunto de fatores ilustra o interesse desse agente para com a ocorrência de melhorias no sistema de transporte e logístico como um todo (infraestrutura e nível de serviço).



3. A IMPORTÂNCIA DA LOGÍSTICA E DO AGRONEGÓCIO PARA A ECONOMIA BRASILEIRA

O agronegócio, conjunto de atividades que engloba os segmentos de insumos, agropecuária, indústria e serviços, se mostra como o setor mais dinâmico da economia brasileira tanto em tecnologia quanto em desempenho aliado à demanda externa. De acordo com a Confederação Nacional da Agricultura (CNA), em 2019, as atividades do agronegócio corresponderam a 21,1% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro.

Tal desempenho apresenta importantes impactos em indicadores sociais e regionais. O desenvolvimento da economia no Brasil é condicionado à agropecuária, principalmente em regiões consideradas historicamente como menos dinâmicas e ligadas ao setor agrícola tradicional, conforme aponta Furtado (2007). No entanto, a modernização da agricultura e a contínua expansão da fronteira agrícola com alta tecnologia permite, de acordo com Heredia, Palmeira e Leite (2010), análises da “sociedade do agronegócio”, frente à importância econômica e social do setor.

O crescimento, na visão de Sen (1997), é um dos principais determinantes do processo de desenvolvimento econômico, por permitir a redução de desigualdades e como importante condição para a melhoria na oferta de serviços de saúde e educação. No Brasil, o desempenho do agronegócio é determinante para o crescimento regional.

Raiher et al. (2017) realizam análise que corrobora a expectativa de convergência de renda para os estados da região Sul, partindo da hipótese de elevação da renda derivada do “boom das commodities”. Ribeiro et al. (2020) realizam análise no Matopiba (região composta pelos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) que indica que no período de 2010 a 2015, os grupos de municípios com maior crescimento econômico foram aqueles especializados em atividades agropecuárias. Tolo et al. (2019) evidenciam a relação entre o crescimento do produto agropecuário com indicadores de emprego, renda, saúde e educação dos municípios do Mato Grosso.

O acréscimo da renda ainda é positivo por estar relacionado com outras variáveis, principalmente o emprego. A pesquisa de Castro et al. (2020), com base em dados da Pesquisa Nacional por Amostragem Contínua (PNAD Contínua) e da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), identifica que o agronegócio foi responsável, em 2017, pela geração de 18,2 milhões de postos de trabalho, o que corresponde a um total de 20,1% dos postos de trabalho do país, com grande destaque para o setor primário (46,16%) mas também no segmento de serviços relacionados ao “agro” (31,41%).



De acordo com estimativas oficiais do (MDIC, 2020), o Brasil exportou cerca de US\$ 225,383 bilhões em divisas no ano de 2019, com 25% de participação de produtos minerais e 18% representados por produtos vegetais, dos quais 83% são compostos por duas culturas: soja (65%) e milho (18%). O valor *Free on Board* (FOB) para a soja em 2019 foi de US\$ 26,077 bilhões enquanto ao milho corresponderam US\$ 7,29 bilhões. Combinados, a oleaginosa e o cereal corresponderam a 14,8% da receita com exportação do país em 2019.

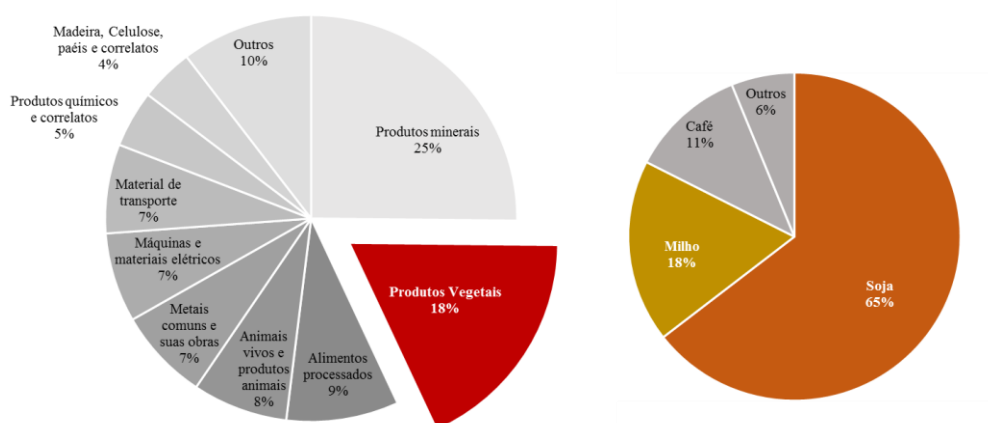


Figura 2 - Participação na receita (valor FOB) com a exportação por seção (esquerda) e composição do setor de produtos vegetais (direita).

Fonte: Elaborado pelos autores com base em (MDIC, 2020).

Em termos de volume e peso, os minérios aumentam sua participação de 25% em termos contábeis para 66% em termos de volume exportado (440,56 milhões de toneladas); os produtos vegetais mantêm a proporção de 18% de toda carga exportada pelo país, contabilizando 122,636 milhões de toneladas, sendo 95% referentes a soja e milho. Isso ilustra a condição de baixo valor agregado das principais *commodities* exportadas pelo país.

O minério de ferro é o principal minério extraído no Brasil, representando 86,03% do total de minérios produzidos em 2018 (AMN, 2018). Cerca de 98,86% do transporte é realizado no modal ferroviário (362,09 milhões de toneladas em 2019), com grande participação da Estrada de Ferro Carajás, da MRS Ferrovias e da Estrada de Ferro Vitória-Minas (ANTT, 2020), sendo comuns acessos à malha ferroviária dentro da unidade de produção.



No transporte de grãos em 2019, 50,02 milhões de toneladas foram movimentadas – não exclusivamente - através do modal ferroviário (ANTT, 2020). Por outro lado, praticamente todo o volume produzido de grãos foi movimentado por rodovias, seja no transporte completo até o destino ou no transporte de “ponta” até um terminal de transbordo multimodal. Dessa forma, a maior movimentação de cargas pelo modal rodoviário no Brasil se dá pelo transporte de produtos vegetais, com destaque para as cadeias produtivas da soja e do milho.

A produção brasileira de soja foi de 119,282 milhões de toneladas no ano safra 2017/18 e 115,03 milhões de toneladas na safra 2018/19 (CONAB, 2020). A safra de milho, por sua vez, foi de 80,710 milhões de toneladas em 2017/18 e 100,043 milhões de toneladas em 2018/19. A cadeia da soja, de acordo com Montoya et al. (2019), teve a sua importância no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro elevada de 1,4% em 2000 para 2,6% em 2014.

Ademais, a maior parte do volume produzido de soja é originada no Centro-Oeste, com destaque para o Mato Grosso. A Figura 3 demonstra a evolução na produção dos principais estados brasileiros, demonstrando o aumento no volume produzido no Planalto Central desde o início do cultivo da oleaginosa em grande escala no país. Com o principal destino sendo a exportação através dos portos costeiros e a produção originada na região central do país, condições geográficas fazem com que longas distâncias tenham de ser percorridas para o transporte de produtos agroindustriais no Brasil.

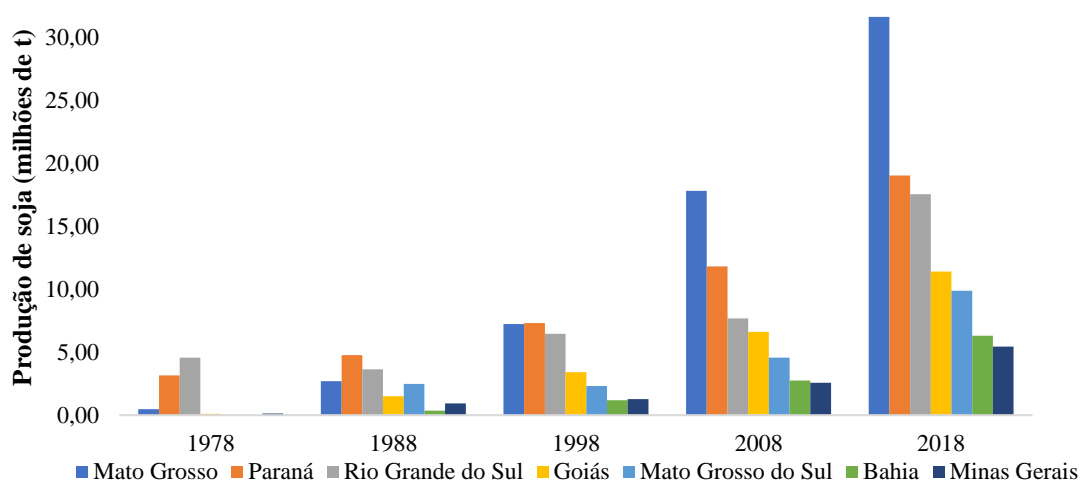


Figura 3 - Evolução da produção de soja nos principais estados produtores entre 1978 e 2018.

Fonte: Elaborado pelos autores com base em (IBGE, 2019).



As atividades logísticas são representadas como custos no processo produtivo. Em 2016, o percentual dos custos logísticos em relação ao PIB foi de aproximadamente 12%, sendo 6,6% custos de transporte, 4,1% custos de estoque, 0,8% armazenagem e 0,4% administrativo (ILOS, 2017). A relevância dos custos de transporte e estoque no Brasil se dá pelos gargalos enfrentados nos sistemas logísticos, sendo que para o primeiro (o mais custoso) tem-se a predominância do modal rodoviário – que responde por 61% da matriz de transporte de cargas e por 85% do transporte de passageiros (CNT, 2019); para o segundo, o déficit de capacidade estática para os principais grãos sólidos agrícolas produzidos no país também eleva o custo de estoque, de tal forma que a produção de soja e milho supera a capacidade estática nacional de armazenagem em 16,95% (CONAB, 2019, 2020).

As políticas de promoção ao rodoviarismo tiveram forte impulso com a construção das rodovias, o que foi decorrente da implantação das primeiras montadoras de veículos no Brasil. No período de 1926 a 1930 foram elaborados planos para a criação de rodovias, com recursos do “Fundo Especial para Construção e Conservação de Estradas de Rodagem Federal”, continuando no Governo Vargas e sendo fortemente ampliadas no Governo de Juscelino Kubitschek (JK, 1956-1960). Como aponta Villela (2011), a administração JK foi embasada no avanço e modernização da economia e da indústria interna por meio das diretrizes do Programa de Metas, que objetivava - com clara ênfase desenvolvimentista - um fortalecimento da indústria como indutora de desenvolvimento, contando com a pujança de recursos naturais e populacionais para isso.

Correa e Ramos (2010) destacam que os custos de implementação são fatores determinantes para a escolha de investimentos em infraestrutura, uma vez que os custos fixos para a construção de uma rodovia são menores em comparação aos custos necessários para a implantação de trechos ferroviários. Assim, mesmo com os custos variáveis sendo menores para o modal ferroviário (uma vez que são diluídos frente à capacidade de transporte da composição), estes se contrapõem aos elevados custos variáveis do modal rodoviário, sendo a longa distância e a menor capacidade de carga os principais fatores exacerbadores dessa condição.

Rossetto e Peña (2018) ilustram essa situação por meio de análise de eficiência dos municípios produtores de soja, verificando como os componentes do custo logístico de distribuição, incorporados como redutores da receita por saca, são determinantes do afastamento da fronteira de eficiência.



Ainda de acordo com Correa e Ramos (2010), considerando-se a soja, há um elevado comprometimento do valor da saca com a logística, dados os custos variáveis extremamente elevados, principalmente pela longa distância entre os principais estados produtores no Centro-Oeste e os principais portos no Sul-Sudeste, além do baixo valor agregado do produto. Tais características apontam para soluções intermodais, que quando disponíveis e acessíveis acabam por fazer parte de uma importante estratégia de mitigação de custos.

Os custos logísticos, principalmente os de transporte, são considerados os mais representativos custos de pós-colheita, de acordo com Kussano e Batalha (2012). Reflexo disso na competitividade é ilustrado por Meade et al. (2016), que apresentam uma comparação dos custos de produção (US\$/*bushel*) entre Brasil, Argentina e Estados Unidos. O custo brasileiro, representado pelo Mato Grosso, foi menor que os apresentados na Argentina e nas principais regiões produtoras dos Estados Unidos. No entanto, os custos de transporte para o produto representam em média 20% da saca, em comparação a apenas 10% e 12% dos concorrentes, respectivamente.

Essas alternativas menos custosas, principalmente envolvendo ferrovias e hidrovias navegáveis, não estão suficientemente presentes ou nem são capazes de atender a toda produção de soja e milho no Brasil. Assis et al. (2017) indicam que a densidade ferroviária do Brasil, ou seja, a extensão em relação à área, é de 4,7 km/mil km², frente à densidade de 20 km/mil km² dos EUA, o principal competidor brasileiro no mercado agroindustrial. Para o modal hidroviário, Teixeira e Campeão (2014) indicam potencial negligenciado, uma vez que o país utiliza apenas 13 mil quilômetros dos 48 mil quilômetros navegáveis, envolvendo 16 hidrovias.

Mesmo assim, o setor logístico agroindustrial vem se diversificando, principalmente a partir de 2013, com o início da operação do terminal de Rondonópolis (MT), que foi em 2019 o principal terminal multimodal em operação no Brasil, com embarque de 15,05 milhões de toneladas (ANTT, 2020). A instalação dos terminais de transbordo fluvial no porto de Miritituba, localizado no município de Itaituba (PA), teve início em 2015, contribuindo para a diversificação das soluções de transporte no Brasil, com o fortalecimento dos portos da região denominada como Arco Norte, como pode ser visto na Figura 4.



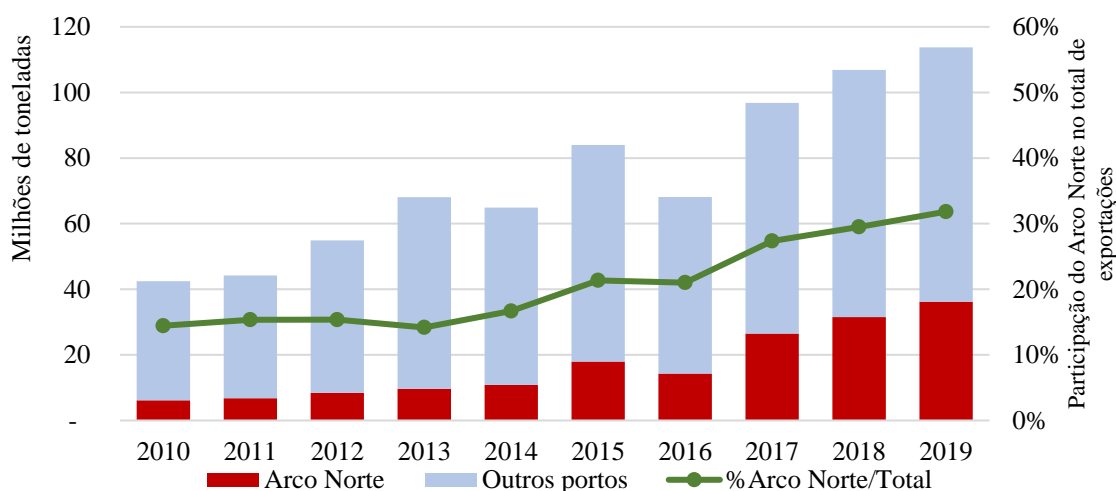


Figura 4 - Importância dos portos do Arco Norte na exportação de soja e milho (2010 a 2019).

Fonte: Elaborado pelos autores com base em ANTAQ (2020).

A movimentação de grãos para a exportação teve crescente aumento na última década, sendo quase triplicado o volume de 2010, com a participação dos portos do Arco Norte passando de 14% no primeiro ano de análise para 32% em 2019, representando um aumento absoluto de mais de 30 milhões de toneladas.

4. A HETEROGENEIDADE DAS DIFERENTES COMPOSIÇÕES DE EQUIPAMENTOS NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS

A produção de automóveis no Brasil teve início em 1955, motivada principalmente pela necessidade latente de renovação da frota nacional dos veículos de carga em função da expansão da malha rodoviária no país e do aumento da demanda pelo transporte (ALMEIDA, 1974). Desde então, as vendas de veículos pesados têm apresentado comportamentos distintos ao longo dos anos. Dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA) apontam que nas décadas de 1960 e 1970 observou-se, em geral, um crescimento no volume de caminhões licenciados, com 329 mil unidades vendidas entre 1960 e 1969 e 708 mil unidades entre 1970 e 1979.

Na década de 1980 foram licenciados 477 mil veículos pesados, o que representa uma retração de 32,6% ante à década de 1970. Na década de 1990, a quantidade de licenciamentos envolveu 558 mil unidades, um aumento de 17,1% ante à década de 1980, mas ainda representando uma retração de 21,1% em relação ao volume comercializado na década de 1970 (ANFAVEA, 2020).



Entre os anos 2000 e 2009, foram licenciados aproximadamente 1,1 milhão de caminhões (o maior volume da história do país), enquanto entre 2010 e 2019 foram licenciadas 700 mil unidades. A distribuição das vendas de caminhões entre 1957 e 2019 está ilustrada na Figura 55.

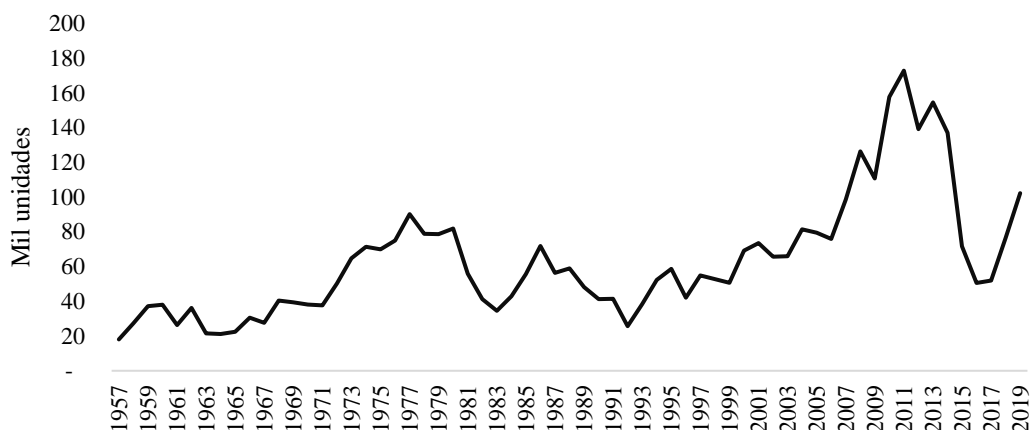


Figura 5 - Licenciamentos de caminhões entre 1957 e 2019.
Fonte: ANFAVEA (2020).

4.1. Sobre a tipologia dos veículos de carga no Brasil

De acordo com Vaca (1989), tinha-se como referência os padrões internacionais de classificação do Banco Mundial para o agrupamento dos diferentes tipos de veículos pesados de carga. Nessa classificação, os veículos poderiam ser divididos em quatro grandes grupos: caminhões leves, caminhões médios, caminhões pesados e caminhões articulados. Cada grupo apresentava uma faixa recomendada tanto para o “Peso Bruto do Veículo” quanto para a “Carga Útil”, como pode-se observar na

Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação dos tipos de caminhões adotada pelo Banco Mundial.

Grupo de veículo	Faixa recomendada – Peso Bruto do veículo (t)	Faixa recomendada – Carga Útil (t)
Caminhões leves	3,00 a 6,50	0,00 a 3,50
Caminhões médios	5,00 a 16,00	0,00 a 11,00
Caminhões pesados	6,00 a 22,00	0,00 a 16,00
Caminhões articulados	13,00 a 45,00	0,00 a 32,00

Fonte: Vaca (1989).



Dentre os modelos de caminhões médios mais produzidos no Brasil ao final da década de 1960, destacavam-se as linhas C-60, D-60 e D-70 da Chevrolet e as linhas L-1 111 e LA-1 111 da Mercedes Benz. Já em relação aos caminhões pesados, destaque era dado para as linhas O-321H e O-326, da Mercedes Benz e para a linha FNM D-11000 da Alfa Romeo, assim como para todos os modelos da linha Vabis, da Scania (IBGE, 1970).

Tomando como exemplos os caminhões da linha FNM D-11000, da Alfa Romeo, Stammler e Simioni (2007) afirmaram que os mesmos estavam disponíveis nas configurações toco (2 eixos) e trucado (3 eixos). Dentre as variantes das composições desse veículo, aquela que apresentava a maior capacidade de carga conseguia transportar até 27 toneladas úteis, indicando que, nas primeiras décadas do desenvolvimento mais acentuado da indústria produtora de veículos no Brasil, a variedade de modelos e composições era relativamente pequena frente aos dias atuais.

De acordo com Lorch (1972), os investimentos das rodovias nacionais possibilitaram a modernização das composições veiculares, permitindo o tráfego de veículos de maior capacidade e de diferentes composições. Além disso, com o passar dos anos, os motoristas nacionais buscaram priorizar a aquisição de equipamentos de melhor qualidade, o que permitia a sustentabilidade das condições de trabalho, redução das manutenções e aumento da vida útil do veículo.

Com o crescimento do número de veículos pesados no país e as diferentes composições veiculares, novas classificações foram elaboradas pelos órgãos brasileiros. De acordo com o Registro Nacional de Veículos Automotores (RENAVAM, 2020), a frota brasileira de veículos de carga era de 11,53 milhões em agosto de 2020, dividida entre caminhonetes (40,7%), caminhões (23,8%), reboques (17,0%), semirreboques (9,3%), além de outros 22 tipos (9,2%).

Para a Associação Nacional dos Implementos Rodoviários (ANFIR, 2020), cada um desses tipos de veículos de carga pode ser classificado de acordo com os seus implementos. Por exemplo, os veículos do tipo “reboque” e “semirreboque” podem apresentar os seguintes implementos: basculante, porta contêiner, graneleiro, canavieiro, baú, Dolly, especial, silo e tanque. A Tabela 2 apresenta a quantidade de emplacamentos de cada família de implemento tipo reboque e semirreboque, comparando os anos de 2018 e 2019, indicando um aumento, em geral, de 42,13% no último período em relação ao primeiro.



Tabela 2 - Comparativo dos emplacamentos de reboques e semirreboques em 2018 e 2019.

Família	Jan/Dez 2018	Jan/Dez 2019	Variação (%)
Basculante	7.839	13.011	65,98
Porta Container	1.743	2.345	34,54
Graneleiro/Carga Seca	11.465	16.316	42,31
Canavieiro	1.638	1.351	-17,52
Baú Carga Geral	4.221	5.854	38,69
Carrega Tudo	867	1.056	21,8
<i>Dolly</i>	4.355	7.298	67,58
Especial	932	1.026	10,09
Transporte de Toras	1.336	1.730	29,49
Baú Frigorífico	1.575	1.617	2,67
Baú Lonado	3.691	5.798	57,08
Silo	84	94	11,9
Tanque Carbono	4.502	5.731	27,3
Tanque Inox	385	265	-31,17
Tanque Alumínio	40	2	-95
Total	44.673	63.494	42,13

Fonte: ANFIR (2020).

A Portaria nº 63/2009 do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) reconhece a existência de 109 combinações diferentes das composições veiculares capazes de realizar o transporte de cargas (sendo que 65 delas não exigem “Autorização Especial de Transporte” e 44 exigem), que consideram o veículo trator (cavalo) e o seu implemento.

Para o DENATRAN, essas composições variam de dois a nove eixos, com peso máximo variando entre doze e setenta e quatro toneladas, com comprimento do veículo podendo atingir até trinta metros, apontando para uma vasta diversidade de veículos pesados em termos dimensionais (altura, comprimento e peso). Um exemplo de classificação homologada pelo DENATRAN está ilustrado na Figura 6.



Caminhão Trator + 3 Semi-reboques			Peso máximo por eixo ou conjunto de eixos (t)	PBT E PBTC (t)						Comprimento máximo (m)
				Comprimento total (metros)						
				Inferior ou igual a 14,0	Inferior a 16,0	Superior ou igual a 16,0	Inferior a 17,5	Superior ou igual a 17,5	Superior a 19,8	
II-24			6 + 17 + 17 + 10 + 10 = 60							60,0
II-25			6 + 17 + 10 + 17 + 10 = 60							60,0
II-26			6 + 17 + 10 + 10 + 17 = 60							60,0
II-27			6 + 17 + 17 + 17 + 10 = 67							67,0
II-28			6 + 17 + 17 + 10 + 17 = 67							67,0
II-29			6 + 17 + 10 + 17 + 17 = 67							67,0
II-30			6 + 17 + 17 + 17 + 17 = 74							74,0
II-31			6 + 13,5 + 17 + 10 + 10 = 56,5						56,5	

Figura 6 - Composições de Caminhão Trator + 3 Semi-reboques homologadas pelo DENATRAN.

Fonte: DENATRAN (2009).

O peso de cada composição também pode variar em função da carga transportada, quando o veículo se encontra carregado. De acordo com ANTT (2019), essas cargas podem ser classificadas em dez grandes grupos, a saber: granel sólido, granel líquido, frigorificada, contêiner, carga geral, neogranel, carga perigosa sólida, carga perigosa líquida, contêiner perigoso e carga geral perigosa, com cada uma delas apresentando ativos com diferentes pesos e densidades.

4.2. Sobre a idade da frota brasileira dos veículos de carga

Além das diferentes composições e tipos de cargas, as dimensões dos veículos, a capacidade útil de transporte por viagem, podem variar em função do modelo e do ano de fabricação, sendo que todos esses fatores podem impactar, de alguma forma, nos seus parâmetros de eficiência (velocidade, consumo de combustível e impactos ambientais).

Para Moura (2012, p. 14), os veículos mais antigos tendem a trazer “aumento dos custos operacionais, gastos sociais com os acidentes e poluição atmosférica, além da redução da arrecadação governamental devido à redução do IPVA”. A autora ressalta a necessidade de renovação da frota nacional, que tão pouco tem sido estimulada pelos programas do governo (como por exemplo, MODERCARGA, BNDES Caminhões, PROCAMINHONEIRO e PROCAMINHONEIRO2) quando não consideram os aspectos socioeconômicos dos caminhoneiros, o que gerou uma incompatibilidade entre as parcelas dos financiamentos e a renda desses trabalhadores.

Para Machado Neto e Setti (1996), o aumento da durabilidade dos veículos pesados com a aquisição de melhores equipamentos e com o aumento na qualidade dos serviços



de manutenção fez com que houvesse um aumento da duração da vida útil dos caminhões. Para os autores, grande parte dos veículos comercializados a partir da década de 1980 foram adquiridos para atender o aumento na demanda pelo transporte no país e a entrada de novos caminhoneiros no setor e não para o processo de renovação de frota por parte dos caminhoneiros. Dados da Economia & Energia (1999) apontam que a idade média dos caminhões movidos a diesel passou de 6 anos no início da década de 1980 para aproximadamente 12 anos ao final da década de 1990.

Dados mais recentes do Registro Nacional de Transportes Rodoviários de Carga - RNTRC (ANTT, 2020) indicam que a idade média da frota nacional de veículos de carga cadastrados até o mês de agosto de 2020 (2,23 milhões) é de 13,9 anos. De forma estratificada, a idade média por categoria de prestador de serviço de transporte é de 10,1 anos para os veículos das empresas transportadoras (1,35 milhões), 14,2 anos para as cooperativas de transporte (0,03 milhões) e 20,3 anos para os transportadores autônomos de cargas (0,85 milhões).

Observa-se, portanto, que de acordo com os dados do RNTRC (ANTT, 2020) e SINDIPEÇAS (2020), a frota nacional de veículos de carga vem passando por um processo de envelhecimento nos últimos anos, com a idade estimada em 13 anos e 7 meses. Segundo a “Pesquisa do Perfil dos Caminhoneiros”, realizada pela Confederação Nacional dos Transportes (CNT, 2019), a dificuldade de renovação de frota tem sido ressaltada pelos caminhoneiros. A pesquisa mostrou que uma das principais reivindicações dos motoristas era de “Financiamentos oficiais a juros mais baixos para a compra de veículos”, sendo que os principais problemas apontados pelos entrevistados eram os “Altos custos para a renovação de frota”, indicando que existia uma dificuldade para os motoristas brasileiros realizarem a renovação dos seus veículos.

Os caminhões mais antigos demandam frequentes manutenções, que podem vir acompanhadas de alterações na estrutura do veículo, implicando eventuais modificações no padrão homologado pelo DENATRAN, contribuindo para a heterogeneização da frota, o que cria uma dificuldade maior para o embarcador em fiscalizar práticas de sobrepeso por eixo, mesmo tendo controle e fiscalização adequados do peso bruto total.

Em suma, é reforçado o entendimento de que a frota brasileira apresenta uma ampla diversidade de composições veiculares e de produtos transportados, além de uma grande quantidade de veículos antigos e que sofreram alterações nos seus pesos a partir de



modificações não homologadas. Esses fatores apontam para uma dificuldade na medição precisa do peso bruto por eixo, além de um maior índice de acidentes e de impactos negativos nas condições das vias com os veículos mais antigos e mais ineficientes.

5. OS INVESTIMENTOS EM INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE NO BRASIL

Historicamente, o Brasil tem uma dependência significativa do transporte rodoviário para movimentação de cargas em função de alguns fatores do massivo investimento realizado no século XX em rodovias para a integração regional brasileira e da baixa oferta de infraestrutura ferroviária e hidroviária no país.

A Figura 7 apresenta a evolução do estoque de capital da infraestrutura de transporte¹ no Brasil como parcela do PIB. A década de 1970 no Brasil foi um período importante para o crescimento contínuo e acelerado do estoque de infraestrutura de transporte no país - fruto dos fortes investimentos, principalmente em rodovias. Tal década ficou conhecida como década do “milagre” econômico brasileiro.

Na década de 1980, o país vivenciou uma crise com altos níveis de inflação e com aumento do endividamento. No final dessa mesma década o país passou por um processo de redemocratização, que possibilitou a abertura econômica do país ocorrida na década de 1990. O pico dos investimentos em infraestrutura de transportes ocorreu na década de 1980, chegando a níveis médios de 2,36% do PIB (FRISCHTAK e MOURÃO, 2017). Após 2013, o aumento do estoque de capital não foi resultado de um aumento no investimento, mas muito mais relacionado à redução do PIB brasileiro (FRISCHTAK e MOURÃO, 2017).

A partir da análise do estoque de capital de infraestrutura de transporte, pode se inferir que os investimentos realizados em infraestrutura não acompanham o crescimento da demanda anteriormente discutida, tendendo a ser insuficientes para garantir até mesmo a reposição da depreciação de infraestrutura do país.

¹ O estoque de capital de infraestrutura de transporte de determinado período é a soma dos investimentos realizados no mesmo período e do estoque de infraestrutura do período anterior descontado a depreciação da infraestrutura no mesmo período.



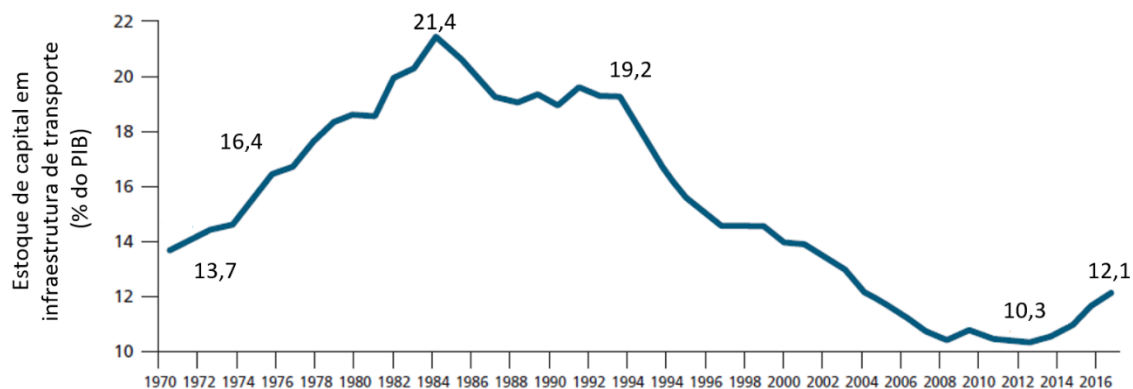


Figura 7 - Estoque do capital de infraestrutura de transporte no Brasil (em % do PIB).
Fonte: Frischtak e Mourão (2017).

Os investimentos federais e privados no país no período mais recente (2010-2017) apresentaram níveis elevados para o ano de 2014. Mais especificamente em 2017, o nível de investimento em infraestrutura de transportes foi de 0,4% do PIB. Conforme apresentado na Figura 8, foi um investimento muito aquém para um país de dimensões continentais e que tem aumentado de forma vertiginosa a sua produção no agronegócio, envolvendo mais de um bilhão de toneladas movimentadas no sistema de transporte (ESALQ-LOG, 2019).

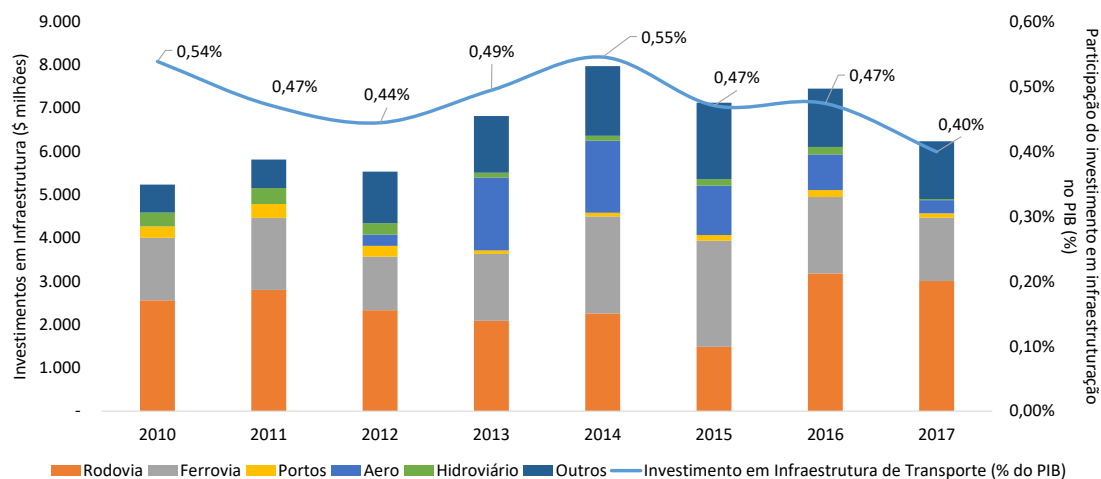


Figura 8 - Investimentos federais e privados em infraestrutura de transporte no Brasil.
Fonte: Ministério da Infraestrutura (2019) e IBGE (2019).



5.1.Sobre os acidentes nas rodovias brasileiras

Dentre as diversas modalidades de transporte, as rodovias brasileiras têm sido o cenário de inúmeros acidentes de trânsito, envolvendo tanto veículos leves quanto veículos pesados (caminhões e ônibus). De acordo com o Atlas da Acidentalidade no Transporte Brasileiro (2020), que utiliza registros da Polícia Rodovia Federal, identificou por volta de 16 mil acidentes envolvendo caminhões no país. Mais especificamente ainda, as principais causas de acidentes nas rodovias por caminhões, tanto em número de acidentes quanto no índice médio de gravidade (que reflete uma ponderação entre número de ocorrências, gravidade e fatalidade), em ordem decrescente são: ultrapassagem indevida, desobediência à sinalização, sonolência no volante, velocidade incompatível e falta de atenção. Especificamente o defeito na via encontra-se entre os três mais reduzidos entre causas de acidentes, juntamente com defeito mecânico no veículo e animais na pista.

A Tabela 3 apresenta as estatísticas detalhadas de acidentes nas rodovias brasileiras envolvendo caminhões e suas causas para o ano de 2019.

Tabela 3 – Acidentes e suas causas nas rodovias brasileiras envolvendo caminhões para o ano de 2019

Causas de Acidentes	Acidentes	Pessoas envolvidas	Ilesos	Feridos Leves	Feridos graves	Mortes	Ignorados	Índice Médio de Gravidade
Ultrapassagem indevida	510	1.614	680	479	232	168	55	9,2
Desobediência à sinalização	1.799	5.174	2.518	1.389	628	420	219	8,3
Dormindo	1.006	2.208	900	823	278	175	32	7,0
Velocidade incompatível	2.031	4.506	1.860	1.713	537	323	73	6,6
Falta de atenção	6.286	16.472	8.92	4.837	1.687	763	593	6,4
Outras	1.375	3.262	1.584	1.071	341	188	78	6,1
Ingestão de álcool	891	2.159	1.236	489	237	93	104	5,4
Não guardar distância de segurança	945	3.045	1.785	850	221	63	126	5,3
Defeito na via	258	521	212	223	52	20	14	4,5
Defeito mecânico em veículo	1.546	2.831	1.648	784	239	99	61	4,0
Animais na Pista	140	325	209	74	28	9	5	4,0

Fonte: Atlas da Acidentalidade no Transporte Brasileiro (2020)



6. ASPECTOS OPERACIONAIS DO PROCESSO DE PESAGEM E DO CONTROLE DE PESO DOS VEÍCULOS²

Sob a ótica dos embarcadores, o controle de peso dos veículos é parte importante do processo de gestão das operações de transporte. Estão associados a esse mecanismo de controle, por exemplo, a geração de informações sobre os fluxos de transporte efetivados, o volume total de carga originada, perda de carga que ocorre ao longo das etapas da logística, de faturamento e de pagamento de fornecedores. Essa seção visa aprofundar o entendimento das etapas do processo de carregamento e controle de peso dos veículos verificados em parte significativa dos embarcadores do agronegócio brasileiro. As etapas desses procedimentos estão sumarizadas na Figura 9, a qual é referência para o detalhamento apresentado na sequência.

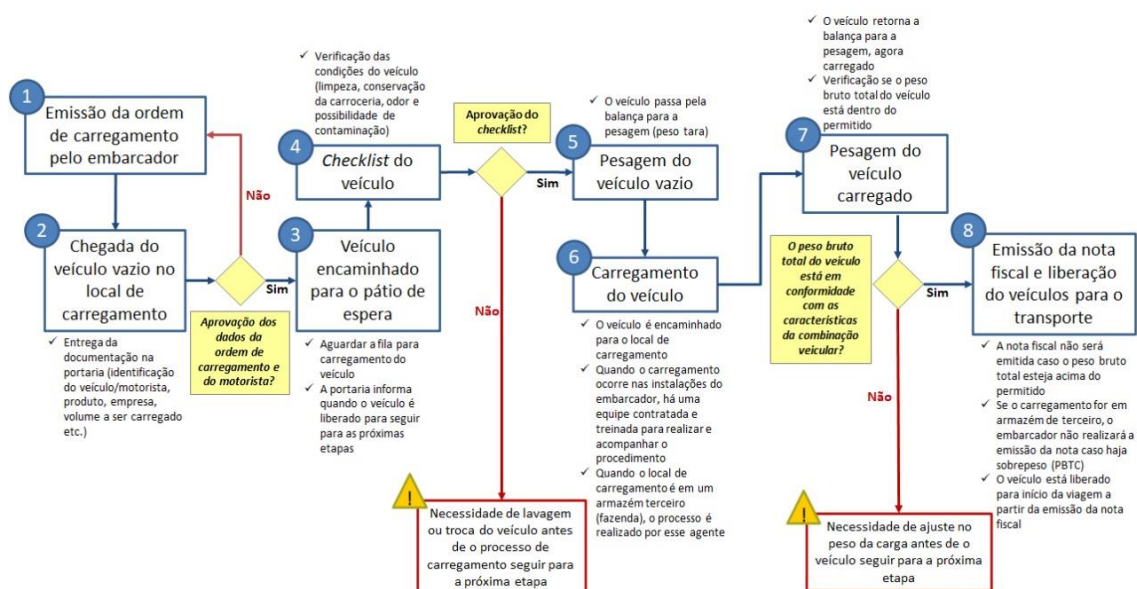


Figura 9 - Fluxograma do procedimento de carregamento e pesagem dos veículos.

Fonte: resultados da pesquisa

Proprietários das cargas, os embarcadores normalmente são os agentes responsáveis pelo processo relacionado ao carregamento dos veículos. Esse processo foi representado na Figura 9 em oito etapas, com início na atividade de emissão da ordem de carregamento. A ordem de carregamento é um documento emitido pelo embarcador, que autoriza o agente transportador a realizar o carregamento, sendo especificado, dentre outras

² As seções 6 e 7 foram elaboradas a partir de entrevistas e consultas realizadas com diferentes embarcadores, particularmente: ADM, Amaggi, Bunge, Cargill, Cofco International, Friboi, Louis Dreyfus Company, JBS, Seara e Sodru Trading.



informações, as que tratam do cadastro prévio desse agente e as condições gerais da contratação do transporte.

De posse desse documento, o agente transportador se direciona para o local de carregamento indicado pelo embarcador. A chegada do veículo vazio no local de carregamento é tida como a etapa 2 do fluxograma, a qual contempla atividades de entrega e conferência de uma série de documentos do agente de transporte – carteira de motorista, documentos do veículo e informações da ordem de carregamento, por exemplo. Trata-se da primeira ação de controle realizado pelo embarcador ao longo do processo de carregamento. Havendo alguma inconsistência, o veículo e agente transportador são impedidos de carregar e efetuar o transporte da mercadoria. A aprovação da documentação possibilita o início da terceira etapa do processo – encaminhamento do veículo para o pátio de espera.

Iniciada a terceira etapa, o agente transportador aguarda em uma fila com outros motoristas. O embarcador é o agente responsável pelo controle da fila e por anunciar os veículos que devem seguir para a próxima fase. Enquanto o agente transportador aguarda no pátio, uma equipe disponibilizada pelos embarcadores no local de carregamento é responsável por fazer o *checklist* do veículo. Trata-se da quarta etapa, voltada para a conferência das condições gerais do veículo – limpeza do implemento rodoviário, estado de conservação da carroceria, ausência de odor e agentes contaminantes. Essa conferência é feita de forma visual em todos os veículos que pretendem fazer o carregamento no local. Na ausência de constatações que podem ocasionar perda e contaminação do produto, o veículo recebe o *status* de aprovado e é liberado para seguir para as próximas etapas do processo ilustrado na Figura 9.

Na quinta etapa ocorre a pesagem do veículo vazio. O veículo passa por uma balança, que faz mensuração do peso total do veículo (peso tara) e é posteriormente direcionado para o local de carregamento do veículo (etapa 6, vide Figura 9). Essa sexta etapa é realizada a partir do uso de equipamentos específicos que fazem a colocação do produto no interior do implemento rodoviário. Além disso, uma equipe específica é direcionada ao local do carregamento para a realização do carregamento, de forma a se obter o correto posicionamento dos equipamentos e do ativo de transporte.

Finalizado o carregamento, a composição veicular é direcionada para a etapa de pesagem do veículo carregado. O peso bruto total do implemento rodoviário é mensurado pelos equipamentos de pesagem, de forma que o peso da carga seja obtido pela diferença entre as duas pesagens realizadas. Nessa etapa do processo, caso o veículo apresente uma



medição que indique peso superior ao permitido pela legislação brasileira e pelas informações do fabricante do implemento rodoviário, o veículo não é liberado para a realização do transporte. É realizada a retirada de parte da carga do veículo e o mesmo é pesado novamente para conferência do peso bruto total. Em suma, não ocorre a liberação do veículo até que sejam corrigidos eventuais problemas relacionados ao excesso de peso.

Por outro lado, com o peso do veículo estando dentro das especificações, ocorre a emissão da nota fiscal e liberação do veículo para o transporte. A partir desse momento se inicia a operação de transporte e o veículo segue para o local de destino para a entrega da mercadoria. A contar da saída do veículo, não existem mecanismos de controle por parte do embarcador sobre o peso do veículo (peso bruto total e peso por eixo), ficando a operação de transporte sob responsabilidade do agente transportador.

Cabe adicionar que o conjunto de infraestruturas utilizadas na pesagem e carregamento são de posse dos embarcadores, os quais são os agentes responsáveis pela realização das aferições e calibrações periódicas. Além disso, adiciona-se o fato de que parte dos carregamentos podem ocorrer em localidades de posse de terceiros (fazendas, por exemplo), o que gera uma série de dificuldades no controle de peso por eixo - assunto a ser mais bem detalhado ao longo do item 7.

6.1. Balanças estáticas e dinâmicas

Consideração adicional é relativa à tipologia das balanças existentes nos locais de carregamento dos veículos. Para Borges (2012), os sistemas de pesagem são divididos entre estáticos e dinâmicos. O sistema estático, popularmente conhecido como *balanção*, consiste na pesagem em uma plataforma única, na qual todos os eixos são parados simultaneamente. O sistema de pesagem dinâmico (*weight in motion*) possibilita a pesagem em movimento, podendo aferir o peso de cada eixo de forma isolada.

A principal vantagem do sistema dinâmico em relação ao sistema estático consiste no controle de peso em todas as dimensões do veículo em movimento, realizando a medição do peso total do veículo a partir da soma dos pesos por eixo, mitigando as filas durante o processo de pesagem nas estradas (ALBANO, 2005).

No entanto, mesmo com as vantagens do sistema dinâmico, deve-se ressaltar o fato de que os investimentos realizados por parte significativa dos embarcadores agroindustriais estão relacionados ao uso de balanças estáticas para a mensuração do peso total do veículo. Tal investimento se ajusta às exigências do Instituto Nacional de



Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO, particularmente na portaria nº 236, que legisla sobre os equipamentos de pesagem e não possibilita o uso de balanças de pesagem por eixo para fins de mensuração do peso da mercadoria para uso comercial caso a infraestrutura local não obedeça uma série de adequações no local:

“Aquele que utiliza um instrumento para pesagem de veículos rodoviários em atividades oficiais e comerciais não pode determinar o peso total do veículo por pesagem separada dos eixos se as seções da pista antes e depois da plataforma não estão no mesmo nível da plataforma e não estão projetadas de forma reta e horizontal (Portaria INMETRO nº 236).”

Sob a ótica dos embarcadores, o uso dos equipamentos de pesagem tem como principal finalidade a medição do peso da carga depositada no caminhão para fins comerciais e tributários - especificamente faturamento e pagamento de fornecedores, tal como supracitado. O uso de balanças de pesagem dinâmica por eixo com essa finalidade é suprimido pelo INMETRO quando não são observadas uma série de adequações do local, evidenciando adequação das estruturas de pesagem de peso bruto total nas instalações para carregamento e pesagem dos veículos. A mesma portaria também não permite a realização de pesagens separadas por eixo quando o produto a ser movimentado é líquido.

Além disso, a balança estática possibilita uma aferição rigorosa da quantidade efetivamente embarcada no veículo oriunda da diferença aferida pelo mesmo sistema entre o peso bruto total da composição rodoviária carregada e o peso bruto total da composição vazia (tara).

Entretanto, sob a ótica da fiscalização, o uso da pesagem dinâmica é justificado frente aos objetivos da pesagem por eixo (controle e mitigação de eventuais impactos ambientais, de segurança e da qualidade da via decorrentes do excesso do peso por eixo), assim como para reduzir filas durante o processo de pesagem nas rodovias.

Dessa forma, a discrepância dos objetivos das pesagens por parte de embarcadores e da legislação pode ser a indutora de autuações por excesso de peso, importante causa de multas. De acordo com o Sistema Integrado de Fiscalização, Autuação, Multa e Arrecadação – SIFAMA (2020), as principais categorias nas quais as multas que fiscalizam os pesos das cargas se enquadram em: “Capacidade Máxima de Tração”; “Evasão de Balança” e “Excesso de Peso”, sendo a última responsável por 93,35% das



autuações no exercício de 2019, com 203.326 veículos em desacordo com os limites impostos pela legislação.

As autuações relacionadas ao excesso de peso são enquadradas em três categorias de infrações (SIFAMA, 2020): i) “Transitar com o veículo com excesso de peso - Peso Bruto Total ou Peso Bruto Total Combinado”; ii) “Transitar com o veículo com excesso de peso - Peso Bruto Total ou Peso Bruto Total Combinado (PBTC), e Peso Bruto por Eixo”; e iii) “Transitar com o veículo com excesso de peso - Peso Bruto por Eixo”.

A Tabela 4 apresenta o histórico de multas no período entre 2014 e 2019, por tipo de infração por excesso de peso, conforme dados disponibilizados pelo SIFAMA (2020). Nela, observa-se que as infrações por eixo apresentaram os maiores valores em todos os anos. No ano de 2019, as infrações por PBT/PBTC corresponderam a 11% das autuações por excesso de peso, enquanto as infrações por PBT/PBTC e por eixo corresponderam a 12% e 77%, respectivamente. Tal percentual relativo às infrações de excesso de peso por eixo - em parte - encontra justificativa na diferença entre as tecnologias de pesagem adotadas pelos embarcadores e pelos locais de fiscalização.

Tabela 4 – Quantidade de autuações entre 2014 e 2019, por ano, para cada categoria de infrações por excesso de peso.

Descrição da infração	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Transitar com o veículo com excesso de peso - PBT/PBTC	7.322	22.333	26.152	17.684	20.871	21.746
Transitar com o veículo com excesso de peso - PBT/PBTC e Por Eixo	23.974	38.438	34.173	22.005	23.446	24.373
Transitar com o veículo com excesso de peso - Por Eixo	52.514	118.493	140.142	129.711	145.641	157.202

Fonte: SIFAMA (2020).

7. FATORES DE INFLUÊNCIA NO SOBREPESO POR EIXOS DOS VEÍCULOS E OS RESPECTIVOS MECANISMOS DE CONTROLE POR PARTE DOS EMBARCADORES

Os mecanismos de gestão que estão de posse dos embarcadores são fatores relevantes na argumentação relativa ao grau de controle desses agentes no tocante aos problemas relacionados à ocorrência de sobrepeso por eixos. Para melhor esclarecimento dessa discussão, cabe elencar e discutir os principais fatores que podem influenciar a ocorrência de problemas dessa natureza nas operações de transporte, bem como pontuar as formas de controle que são passíveis de utilização por parte dos embarcadores. A Figura 10 sintetiza esses fatores de influência no controle do peso por eixo das composições veiculares que fazem o transporte de cargas agroindustriais.



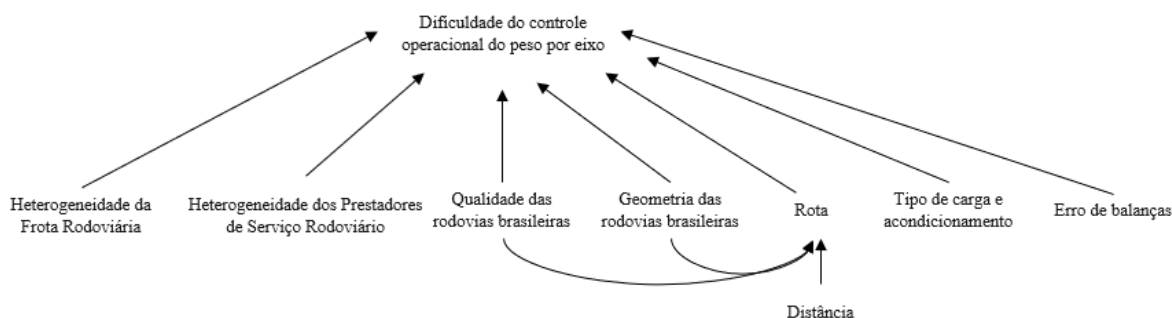


Figura 10 - Fatores de influência na ocorrência do sobrepeso por eixo.

Fonte: resultados da pesquisa

Em suma, o histórico dos investimentos realizados em infraestruturas de carregamento e pesagem dos veículos aponta para a opção por equipamentos para a mensuração do peso bruto total. Em concordância com a legislação brasileira, os pontos de origem de cargas agroindustriais estão, em sua maioria, capacitados com balanças rodoviárias que permitem a mensuração do peso total do veículo, não havendo detalhamento do peso por eixo da composição veicular. Detalhamentos e controles dessa natureza só seriam possíveis com a realização de novos investimentos para troca das balanças de pesagem (investimento na aquisição/adequação de infraestruturas e equipamentos) e adaptação dos sistemas de pesagem (investimento para a adequação de processos). Por outro lado, conforme supracitado, o embarcador objetiva a medição do peso da mercadoria para fins comerciais e fiscais, sendo suprimida a utilização de balanças dinâmicas para essa finalidade em cargas líquidas e se o local de pesagem não respeitar uma série de restrições de caráter estrutural nos arredores da plataforma de pesagem.

Também sobre o processo de pesagem, cabe adicionar que são realizadas aferições periódicas das balanças de pesagem de posse dos embarcadores. Tal processo visa garantir maior grau de precisão às informações de peso mensuradas pelas balanças, conferindo maior controle sobre a quantidade de carga que é carregada nos veículos, reduzindo a possibilidade de ocorrência de problemas de sobrepeso e eventuais erros de pesagem.

A distribuição da carga na carroceria do caminhão também é fator determinante de problemas de sobrepeso por eixo dos veículos – influência do tipo de carga e acondicionamento. Como procedimento operacional, busca-se que a carga seja bem



distribuída na carroceria, de forma a se respeitar o centro de gravidade da carga conforme especificação do fabricante do implemento rodoviário e se ter um correto balanceamento do peso da composição veicular. Atenção maior é relacionada aos casos em que a composição veicular é constituída por duas carrocerias, de forma a garantir que após o carregamento: (i) o peso total da carga não ultrapasse os limites impostos pelo fabricante e pela legislação vigente; (ii) o produto esteja visualmente bem distribuído no interior da carroceria, obedecendo às especificações sobre a distribuição da carga.

Treinamentos periódicos das equipes responsáveis pelos carregamentos dos veículos são parte dos investimentos realizados pelos embarcadores visando a obtenção de uma melhor eficiência operacional. É importante ressaltar que, em alguns mercados, parte das operações de carregamento acontecem em unidades terceirizadas, como é caso dos grânéis sólidos agrícolas (soja e milho). A não existência de uma equipe do embarcador nos locais de carregamento (fazendas e armazéns cerealistas), bem como a grande diversidade desses pontos, geram grandes dificuldades para o processo correto de carregamento para cada tipo de veículo.

Mesmo com o controle da Nota Fiscal, há uma dependência do funcionário da fazenda e até mesmo do motorista para que a carga seja distribuída de forma correta na carroceria do veículo. Segundo dados do IBGE (2020), em 2017 o território brasileiro contabilizou quase 1,9 milhões de estabelecimentos agropecuários com produção de soja e/ou milho, o que acaba por representar um número muito elevado de pontos de carregamento e dificulta ainda mais o processo de carregamento dos veículos e o próprio controle do peso por eixo.

Além disso, o uso de diferentes combinações veiculares no transporte de cargas agroindustriais impõe dificuldades adicionais nesse controle, dado que as características relativas à distribuição da carga e o respectivo centro de gravidade podem variar significativamente de uma composição veicular para outra.

Alterações realizadas em algumas características das composições veiculares são também causadoras de irregularidades no peso por eixo dos veículos. Nesse quesito, a configuração original da composição veicular apresenta melhores condições para que a pesagem do veículo não exceda o permitido pela legislação brasileira vigente. De toda forma, são frequentes alterações diversas na característica das composições veiculares brasileiras.



A Figura 11 ilustra três locais de alterações frequentemente encontradas em composições veiculares utilizadas no transporte de cargas agroindustriais. Na imagem:

- i. O ponto “A” representa o local de adição do tanque de combustível suplementar. Trata-se de um tanque de combustível que é adicionado pelo agente transportador com o intuito de aumentar a quantidade de combustível que é abastecido nos veículos, possibilitando a redução dos gastos relativos ao diesel. A adição desse equipamento altera o peso do veículo nos eixos frontais, podendo contribuir para ocorrência de problemas relativos ao excesso de peso por eixo;
- ii. O ponto “B” o local de colocação da caixa de cozinha, acessório utilizado para transportar itens relacionados à alimentação do motorista. No mesmo local podem também ser acrescentados outros acessórios, como caixas de ferramentas e estepes. Tais alterações nas composições veiculares acabam por alterar a dinâmica da distribuição do peso entre os eixos do veículo; e
- iii. O ponto “C” - localização da “quinta roda” - é o local de engate da carroceria no caminhão-trator. A posição da quinta roda é móvel, podendo se alterar entre as diferentes composições veiculares disponíveis no mercado de transporte brasileiro. Tais mudanças alteram a distribuição do peso entre os dois eixos frontais da composição veicular, mas não influencia significativamente o terceiro grupo de eixos.

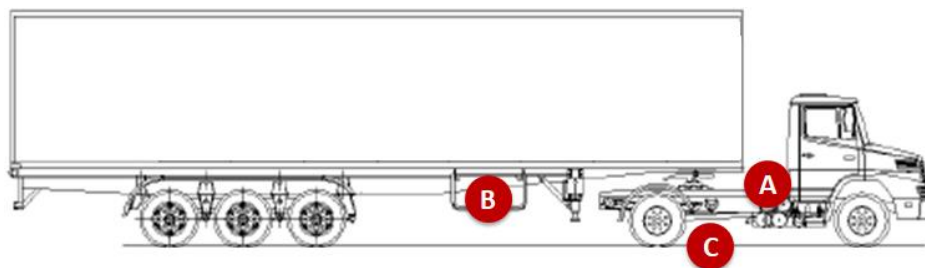


Figura 11 - Esquema ilustrativo dos locais de eventuais alterações realizadas nas composições veiculares.

Fonte: resultados da pesquisa

Essas e outras mudanças diversas na estrutura da carroceria do implemento rodoviário tendem a acarretar mudanças no “Diagrama de Distribuição de Carga”, impondo dificuldades adicionais no controle do peso durante o processo de carregamento. Além disso, erros na calibragem dos pneus também podem ser determinantes do

sobrepeso por eixo, dado que a presença de pneus murchos pode resultar em sobrecarga de parte dos eixos do veículo. Tais casos estão relacionados à heterogeneidade da frota rodoviária e à heterogeneidade dos prestadores de serviço, característica dos mercados de transporte de cargas agroindustriais.

Relativo a esse fato, deve-se reconhecer a dificuldade em se averiguar a real capacidade de carregamento do veículo quando esta é diferente das especificações originais estabelecidas pelo fabricante. Tal dificuldade é aumentada pelo número elevado de veículos e de agentes que estão associados ao segmento de transporte de cargas agroindustriais. Além disso, as alterações realizadas nos veículos nem sempre são facilmente verificáveis por parte das equipes responsáveis pelos procedimentos adotados nas etapas de carregamento dos veículos.

Nota-se grande esforço por parte dos embarcadores na busca de tecnologias capazes de mapear os detalhes das diferentes composições veiculares, de forma a sugerir uma maior adequação do volume a ser carregado no interior do veículo. Além disso, os procedimentos operacionais atualmente utilizados pelos embarcadores são eficientes para controlar os casos em que as alterações veiculares impulsionam a ocorrência do excesso de peso total do veículo, visto que em situações dessa natureza não se pode iniciar a operação de transporte sem a correção prévia do problema.

Fato relevante também é atrelado à possibilidade de ocorrência de movimentações na carga durante a operação do transporte de carga, especialmente no caso do transporte de cargas a granel. Isto pode ser derivado da qualidade das rodovias, da geometria da via e das características gerais da rota de transporte. Apesar de não gerar alterações na massa total de carga presente no interior do veículo, tal condição é capaz de produzir problemas relacionados ao excesso de peso por eixo.

A causa desse problema foge ao controle por parte dos embarcadores e transportadores. Mesmo com a correta aferição do peso do veículo no local do carregamento, as condições das estradas utilizadas no transporte de cargas agroindustriais podem promover a ocorrência de problemas relacionados ao excesso de peso por eixo, cabendo ressaltar o fato de que parte significativa dos carregamentos de cargas agrícolas é realizada em áreas rurais, com a utilização de vias não pavimentadas – muito da produção agrícola é originada em propriedades rurais. Além disso, deve-se ressaltar o fato de que a qualidade do pavimento nas rodovias pode variar significativamente,



possivelmente aumentando o grau de movimentação de carga no interior do implemento rodoviário.

A altimetria de um trajeto e a frenagem frequente no transporte têm o mesmo impacto de deslocamento da carga no veículo, sendo variáveis que não podem ser controladas pelo embarcador ou motorista no momento da contratação e execução da atividade de transporte.

A qualidade das balanças presentes nas rodovias brasileiras e as respectivas pesagens também são fatores que podem influenciar o grau de ocorrência de problemas relacionados ao excesso de peso por eixos das composições veiculares. Apesar da legislação brasileira indicar a necessidade de calibração periódica dessas infraestruturas de pesagem, diversos fatores são identificados como indutores de erros de balança, tais como:

- i. Balanças não aferidas corretamente ou sem aferição durante o período recomendado;
- ii. Células de pesagem da balança comprometidas;
- iii. Presença de sedimentos (sujeiras) na balança;
- iv. Diferenças entre a precisão das balanças nos pontos de pesagem; e
- v. Balança subdimensionada ou superdimensionada para o objeto pesado.

É notório que existe tolerância de peso dada a possibilidade de ocorrência de erros no processo de pesagem. De toda forma, os fatores anteriormente listados podem acentuar as diferenças entre o peso real e o medido, ficando o embarcador alheio aos mecanismos de controle sobre a qualidade da aferição indicada pelas balanças das rodovias.

Em suma, é restrita a forma de controle por parte dos embarcadores sobre a pesagem dos veículos carregados. Tal controle se dá principalmente via verificação das notas fiscais e *tickets* de pesagem das operações de transporte, além das atividades relacionadas à constante aferição e à calibração dos equipamentos de pesagem.

Cabe adicionar que a prática vigente do pagamento pelo serviço prestado pelos transportadores tem como base uma precificação por unidade de medida – normalmente em Reais por tonelada ou Reais por metro cúbico – para parte significativa das cargas agroindustriais. Dessa forma, quantidades de carga carregadas acima do limite estabelecido pela legislação brasileira e por fabricantes dos implementos rodoviários não implicariam ganho econômico ao embarcador, visto que o custo é proporcional ao



montante efetivamente carregado. Não existe, portanto, incentivo à prática de sobrepeso por parte do embarcador para obtenção de ganhos econômicos.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo apresentou a problemática operacional do controle de peso por eixo pelo embarcador no transporte rodoviário de carga, consolidando entendimentos de que a demanda e o uso das rodovias envolvem uma série de fatores e que o embarcador é um dos elementos dessa cadeia de fatores. Nesta linha, foram apresentados e discutidos os principais fatores que afetam a demanda do transporte rodoviário de carga e uso das rodovias no país. O agronegócio tem sido um dos grandes responsáveis pelo crescimento econômico do país nos últimos anos, inclusive expandido o aumento de áreas para regiões mais remotas do país que carecem de infraestrutura logística adequada.

O Brasil tem aumentando cada vez mais a dependência para com rodovias, em função do aumento da produção do agronegócio (decorrente do aumento de área e da produtividade no campo) e do aumento dos níveis de exportação e importação, da falta de ferrovias e hidrovias (decorrentes dos baixos investimentos contínuos de infraestrutura), da redução da produtividade operacional de transporte (ocasionada, dentre outros fatores, pela heterogeneidade de frota com uma idade média elevada) e dos baixos níveis de investimento em infraestrutura de transporte no país (inclusive para reposição da depreciação do capital de infraestrutura). As consequências são diversas: baixa ou nenhuma diversificação da matriz de transporte brasileira, aumento do custo de transporte que se dissipa para o aumento do preço de produtos para o consumidor, para a redução da renda do transportador, para o aumento do custo do embarcador e para o chamado “Custo Brasil” – que reduz a competitividade do país no mercado internacional. Além de outras consequências, como o aumento dos custos ambientais (em função do maior número de poluentes, dadas a idade e a quantidade de veículos utilizados) e do custo social (em função da maior probabilidade de acidentes nas rodovias – causados em ordem decrescente por: ultrapassagem indevida, desobediência à sinalização, sonolência no volante, velocidade incompatível e falta de atenção. O defeito na via encontra-se entre os três mais reduzidos entre causas de acidentes, juntamente com defeito mecânico no veículo e animas na pista).

O embarcador enfrenta um sistema logístico bastante complexo para fazer com que os produtos e insumos cheguem no lugar certo, na hora certa, em condições adequadas e



de forma econômica. Há uma série de fatores que afetam o uso das rodovias e o embarcador é um agente caracterizado pelo interesse direto nas melhorias das condições logísticas e viárias do país.

Conforme também apresentado no documento, o embarcador possui um rigoroso controle do peso bruto total nos embarques do transporte rodoviário de carga – que é utilizado inclusive para uma série de documentos relacionados às atividades de transporte, comercialização e tributação. Todavia, é inviável o controle de peso bruto por eixo por parte do embarcador, em função de uma série de fatores envolvendo:

- Heterogeneidade da frota brasileira: conforme apresentado, o país apresenta composições de veículos e de carroceiras das mais diversas e com uma elevada idade média –veículos desde os muito novos até os de décadas passadas. Na contratação do frete, muitas vezes o embarcador não possui controle ou mesmo escolha do tipo de veículo que será utilizado para a execução do serviço do transporte, principalmente quando se utiliza a contratação de transportadoras com agregados ou mesmo agenciadores do serviço de transporte;
- Durante o trajeto rodoviário, há uma série de fatores que influenciam o peso bruto por eixo e que não são controláveis pelo embarcador, como: chuvas, trepidações durante a viagem, geometria e qualidade das vias das rotas utilizadas, frenagens e acelerações do veículo durante o trajeto, elevação do eixo por parte do motorista para evitar o pagamento de pedágio – o que pode deslocar a carga do equipamento de transporte, dentre outros fatores;
- As pesagens por parte dos embarcadores seguem os protocolos das diversas portarias do INMETRO que dispõem que o peso bruto total de veículos rodoviários para atividades oficiais e comerciais não pode ser aferido por pesagem separada dos eixos se não atender uma série de importantes restrições impostas. Especificamente ainda, no caso de granel líquido, a aferição de pesagem por eixo não é homologada pelo INMETRO para atividades oficiais e comerciais;
- Além disso, a qualidade das balanças presentes nas rodovias brasileiras e das respectivas pesagens também são fatores que podem influenciar o grau de ocorrência de problemas relacionados ao excesso de peso por eixos das composições veiculares, demandando a justificativa de tolerâncias de excesso de peso e calibração frequente das balanças.



Mais especificamente ainda, em um primeiro momento, a solução para o problema não é simplesmente a substituição do controle de peso bruto da composição veicular pelo controle do peso por eixo por parte do embarcador, em decorrência do alto custo tecnológico da mudança e de seus impactos sistêmicos na economia e das restrições técnicas impostas pelo INMETRO, além de que mesmo que ocorra o investimento na aquisição de balanças de peso por eixo, o problema sobre a temática continuará, em função dos demais fatores que afetam a carga e o transporte.

Particularmente, no agronegócio, em função do alto nível de pulverização de embarques que ocorrem em praticamente todo o território brasileiro a partir de fazendas, tal medida pode ser inviável. A solução para este problema deve ser realizada em ações conjuntas, envolvendo entidades governamentais com apoio da sociedade.

A primeira ação, diante do contexto discutido da complexidade dos diferentes fatores que interagem no sistema de transporte brasileiro, o problema de mensuração de peso por eixo precisa ser tratado de forma técnica pelas esferas governamentais, envolvendo ampla participação de sociedade e de grupos técnicos tais como a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), dentre outros, para tratar as inúmeras especificidades e lacunas existentes nessa temática, como por exemplo: (i) o alto grau de heterogeneidade da frota brasileira; (ii) a falta de padronização histórica entre o controle do peso bruto total do embarcador com o uso de balanças estáticas, regulamentadas e homologadas pelo INMETRO e o uso de balanças dinâmicas por parte da fiscalização nas rodovias brasileiras; (iii) a solução para o caso dos serviços de múltiplas entregas por parte de um único embarcador no caso de infrações de excesso de peso por eixo; e por fim, (iv) a falta do consenso e de argumentos técnicos na definição de níveis de tolerância para o peso bruto entre eixos na Resolução CONTRAN nº 803/2020.

A segunda solução deve envolver a causa de uma série de outros problemas no transporte rodoviário de cargas, que envolve a fiscalização, por parte de entidades governamentais, dos caminhões irregulares que trafegam nas rodovias brasileiras para o transporte de carga.

Portanto, o embarcador não é exclusivamente o responsável pelos danos causados às rodovias brasileiras, dada a existência de diferentes elementos diretos e indiretos que afetam a demanda rodoviária, o uso e a qualidade das rodovias no país. Além disso, as operações de transporte com excesso de peso não refletem ganhos econômicos aos



embarcadores do agronegócio brasileiro, visto que o serviço de transporte tem seu pagamento proporcional ao peso (ou volume) movimentado.

9. REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS - ANTAQ. **Estatístico Aquaviário**. Disponível em: <<http://web.antaq.gov.br/ANUARIO/>>. Acesso em: 21 maio. 2020.
- AGÊNCIA NACIONAL DOS TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT. **Registro Nacional de Transportes Rodoviários de Carga**. 2020. Disponível em: https://public.tableau.com/views/RNTRCemNmeros/Dashboard?:language=pt&:display_count=y&publish=yes&:origin=viz_share_link?:showVizHome=no. Acesso em: 08 out. 2020.
- AGÊNCIA NACIONAL DOS TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT. **Anuário do Setor Ferroviário**. Disponível em: <http://www.antt.gov.br/ferrovias/arquivos/Anuario_Estatistico.html>. Acesso em: 29 maio. 2020.
- AGÊNCIA NACIONAL DOS TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT; ESALQ-LOG. **Revisão de metodologia de definição, monitoramento e atualização de dados e informações com vistas à implementação da política nacional de pisos mínimos do transporte rodoviário de cargas e à adequação da tabela de fretes**. 2019. Disponível em: [http://portal-hml.antt.gov.br/cargas/arquivos_old/Tabelas de Precos Minimos do Transport e Rodoviario de Cargas.html](http://portal-hml.antt.gov.br/cargas/arquivos_old/Tabelas_de_Precos_Minimos_do_Transport_e_Rodoviario_de_Cargas.html). Acesso em: 14 out. 2020.
- ALBANO, J. F. **Efeitos dos excessos de carga sobre a durabilidade de pavimentos**. 232 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 232. 2005.
- ALMEIDA, J. Perspectivas da indústria de veículos no Brasil. **Revista de Administração Pública**, v. 8, n. 1, p. 297-320, 1974.
- ANM. **Anuário Mineral Brasileiro**. 2018. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro/amb_2018.pdf> Acesso em 09/10/2020.
- ASSIS, A. C. V. et al. **Ferrovias de carga brasileiras: uma análise setorial**. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, jul. 2017.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – ANFAVEA. **Séries Históricas**. 2020. Disponível em: <http://anfavea.com.br/estatisticas>. Acesso em: 15 out. 2020.
- ATLAS DA ACIDENTALIDADE NO TRANSPORTE BRASILEIRO. **Causas de acidentes no Brasil**. Disponível em: <<https://www.atlasacidentesnotransporte.com.br/>>.
- BORGES, R. C. N. **Fiscalização de excesso de peso em rodovias**. 2012. Disponível em: https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/estudos-e-notas-tecnicas/publicacoes-da-consultoria-legislativa/areas-da-conle/tema14/2012_4329.pdf. Acesso em: 18 nov. 2020.
- CASTRO, N. R. et al. The Brazilian agribusiness labor market: Measurement, characterization and analysis of income differentials. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 58, n. 1, p. 1–20. jan. 2020.



- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Série Histórica da Armazenagem**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/armazenagem/serie-historica-da-armazenagem>>. Acesso em: 22 mai. 2020.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Série Histórica das Safras**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>>. Acesso em: 21 mai. 2020.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES - CNT. **Anuário CNT do Transporte**. Disponível em: <<https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2019/Inicial>> Acesso em: 09 out. 2020.,
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA E PECUÁRIA - CNA. **Panorama do Agronegócio**. Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/cna/panorama-do-agro>> Acesso em: 09 out. 2020.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT. **Pesquisa CNT Perfil dos Caminhoneiros**. 2019. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/perfil-dos-caminhoneiros>. Acesso em 01 out. 2020.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT (2017). **Boletim Estatístico CNT – Fevereiro de 2017**. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/Boletim/boletim-estatistico-cnt>>.
- CORREA, V. H. C.; RAMOS, P. A precariedade do transporte rodoviário brasileiro para o escoamento da produção de soja do Centro-Oeste: situação e perspectivas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 48, n. 2, p. 447–472, jun. 2010.
- COSTA, C. C. de M. et al. Determinantes do desenvolvimento do setor agropecuário nos municípios. **Revista de Administração**, v. 48, n. 2, p. 295–309, abr. 2013
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO - DENATRAN. **Portarias**. Portarias do ano de 2009. Portaria 63 de 01/04/2009. Anexos. Disponível em: https://www.denatran.gov.br/images/Portarias/Portaria_63_2009_ANEXOS.pdf. Acesso em: 10 out. 2020.
- ECONOMIA & ENERGIA. **Frota de Veículos diesel no transporte rodoviário**. 1999. Disponível em: <https://ecen.com/eee16/frotabr2.htm>. Acesso em: 15 out. 2020.
- ESALQ-LOG - Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial. **Relatórios de pesquisa**.
- ESPECIALISTAS EM LOGISTICA E SUPPLY CHAIN - ILOS. **Custos Logísticos no Brasil**. Disponível em: <<https://www.ilos.com.br/web/analise-de-mercado/relatorios-de-pesquisa/custos-logisticos-no-brasil/>>. Acesso em: 21 mai. 2020.
- FRISCHTAK, C.R.; MOURÃO, J. (2017) **O estoque de capital de infraestrutura no Brasil: uma abordagem setorial**. In: Desafios da Nação – Artigos de Apoio, IPEA. Capítulo 3. Brasília, v. 1. Disponível em: FRISCHTAK, C.R. (2008) **O investimento de infra-estrutura no Brasil: histórico recente e perspectivas**. Pesquisa e Planejamento Econômico (PPE), v. 38, n.2, 2008.
- FURTADO, C. **Formação econômica do Brasil**. 34. Ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.
- HEREDIA, B.; PALMEIRA, M.; LEITE, S. P. Sociedade e economia do “agronegócio” no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 25, n. 74, p. 159–176, 2010.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil. 1970**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo?id=720&view=detalhes>. Acesso em: 14 out. 2020.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa da**



- Pecuária Municipal - PPM.** Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 3 ago. 2020.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo Agropecuário 2017. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>>. Acesso em: 24 nov. 2020.
- INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL - INMETRO. **Portaria INMETRO nº 236 de 22 de dezembro de 1994.** Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC000180.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2020.
- KUSSANO, M. R.; BATALHA, M. O. Custos logísticos agroindustriais: avaliação do escoamento da soja em grão do Mato Grosso para o mercado externo. **Gestão & Produção**, v. 19, n. 3, p. 619–632, 2012.
- LORCH, W. Transporte rodoviário no Brasil: as perspectivas operacional e organizacional. **Revista de Administração Pública**, v. 8, n. 1, p. 209-232, 1974.
- MACHADO NETO, E. F.; SETTI, J. R. A. Impacto dos caminhos nacionais na capacidade de rodovia de pista simples. **Anais Rio de Janeiro: Abpv**, 1996.
- MEADE, B; PURICELLI, E; MCBRIDE, W; et al. *Corn and Soybean Production Costs and Export Competitiveness in Argentina, Brazil, and the United States*. United States Department of Agriculture: Economic Information Bulletin 154 , 2016.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Projeções do Agronegócio – Brasil 2019/2020 a 2029/2030 – Projeções de Longo Prazo.** Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio_2019_20-a-2029_30.pdf>.
- MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS - MDIC. **Exportação e Importação Geral.** Disponível em: <<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>>. Acesso em: 21 mai. 2020.
- MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA - MINFRA. **Anuário Estatístico do Transporte 2018.** Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/>>.
- MONTOYA, M. A. et al. Uma nota sobre consumo energético, emissões, renda e emprego na cadeia de soja no Brasil. **Revista Brasileira de Economia**, v. 73, n. 3, p. 345–369, 2019.
- PEREIRA DOS SANTOS, L. et al. Agronegócio brasileiro no comércio internacional. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 1, p. 54–69, mar. 2016.
- RAIHER, A. P.; FERRERA DE LIMA, J.; OSTAPECHEN, L. A. P. Crescimento econômico regional no Sul do Brasil. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 15, n. 2, p. 224–249, set. 2017.
- REGISTRO NACIONAL DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – RENAVAM. **Frota de Veículos – 2020.** 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/frota-de-veiculos-2020>. Acesso em 10 out. 2020.
- RIBEIRO, L. C. de S. et al. Economic growth patterns of the MATOPIBA'S municipalities. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 58, n. 3, 2020.
- ROSSETTO, M.; PEÑA, C. R. A. Produtividade e o impacto da logística de distribuição na eficiência da sojicultura brasileira. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 16, n. 1, p. 92–116, maio 2018.
- SEN, A.K. From income inequality to economic inequality. **Southern Economic Journal**, v. 64, n. 2, p. 384-401, 1997



- SISTEMA INTEGRADO DE FISCALIZAÇÃO, AUTUAÇÃO, MULTA E ARRECADAÇÃO - SIFAMA. **Relação anual dos autos de infração de trânsito.** Disponível em: <https://dados.gov.br/dataset/autos-de-infracao-transito>. Acesso em: 18 nov. 2020.
- SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE COMPONENTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – SINDIPEÇAS. **Frota Circulante.** Disponível em: <https://www.sindipecas.org.br/area-atuacao/?co=s&a=frota-circulante>. Acesso em 05 out. 2020.
- STAMMLER, M. G.; SIMIONI, M. **A História dos FNM D-11.000.** 2007. Disponível em: <https://alfafnm.com/historia-da-fnm/serie-d-11000-alfa-romeo-2/> Acesso em: 16 out. 2020
- TEIXEIRA, P. E. F.; CAMPEÃO, P. CARACTERIZAÇÃO DO CORREDOR LOGÍSTICO HIDROVIÁRIO CENTRO-OESTE. **Revista FSA**, v. 11, n. 1, p. 73–93, jan. 2014.
- TOLOI, M. N. V. et al. Influência do setor agropecuário no desenvolvimento econômico e social dos municípios do estado de Mato Grosso/Brasil. **Agrarian**, v. 12, n. 44, p. 237–247, out. 2019.
- VACA, O. C. L. **Política para a substituição da frota de transporte rodoviário de carga.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. 1989.
- VILLELA, A. dos “Anos Dourados” de JK à Crise não Resolvida (1956-1963) In: GIAMBIAGI, F.; VILLELA, A.; CASTRO, L.C.; HERMANN, J. *Economia brasileira contemporânea.* Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

