



**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA “MINISTRO RALPH BIASI”
Curso Superior de Tecnologia em Logística**

Greta Isabella de Freitas Tiosso

**TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA:
A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DE CÂMERAS DE FADIGA NO
MONITORAMENTO DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO BRASILEIRO**

Americana, SP

2024

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA “MINISTRO RALPH BIASI”
Curso Superior de Tecnologia em Logística**

Greta Isabella de Freitas Tiosso

**TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA:
A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DE CÂMERAS DE FADIGA NO
MONITORAMENTO DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO BRASILEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido em cumprimento à exigência curricular do Curso Superior de Tecnologia em Logística, sob a orientação do
(a) Prof. Esp. Sérgio Luchiari

Área de concentração: Gestão e Negócios.

Americana, SP

2024

**FICHA CATALOGRÁFICA – Biblioteca Fatec Americana
Ministro Ralph Biasi- CEETEPS Dados Internacionais de
Catalogação-na-fonte**

TIOSSO, Greta Isabella de Freitas

TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA: A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DE CÂMERAS DE FADIGA NO MONITORAMENTO DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO BRASILEIRO. / Greta Isabella de Freitas Tiosso – Americana, 2024.

38f.

Monografia (Curso Superior de Tecnologia em Logística) - - Faculdade de Tecnologia de Americana Ministro Ralph Biasi – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza

Orientador: Prof. Esp. Sérgio Luchiari

1. Risco 2. Sistemas embarcados 3. Transporte rodoviário. I. TIOSSO, Greta Isabella de Freitas II. LUCHIARI, Sérgio III. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – Faculdade de Tecnologia de Americana Ministro Ralph Biasi

CDU: 330.7

681518

656.1

Elaborada pelo autor por meio de sistema automático gerador de ficha catalográfica da Fatec de Americana Ministro Ralph Biasi.

Greta Isabella de Freitas Tiosso

**TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA:
A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DE CÂMERAS DE FADIGA NO
MONITORAMENTO DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO BRASILEIRO**

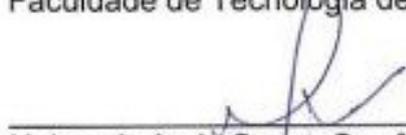
Trabalho de graduação apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Logística pelo CEETEPS/Faculdade de Tecnologia – FATEC/ Americana.
Área de concentração: Gestão e Negócios

Americana, 17 de junho de 2024.

Banca Examinadora:



Sergio Luchiari (Presidente)
Especialista em Gestão de Negócios Internacionais
Faculdade de Tecnologia de Americana "Ministro Ralph Biasi"



Nelson Luís de Souza Corrêa (Membro)
Mestre em Administração
Faculdade de Tecnologia de Americana "Ministro Ralph Biasi"



Renan Mercuri Pinto (Membro)
Doutor em Estatística e Experimentação Agronômica
Faculdade de Tecnologia de Americana "Ministro Ralph Biasi"

Aos meus queridos pais, Andréa e Ricardo, e ao meu amado irmão Guilherme.

A realização deste Trabalho de Conclusão de Curso não teria sido possível sem o apoio e incentivo de muitas pessoas especiais. Gostaria de expressar minha sincera gratidão a todos que contribuíram de alguma forma para a concretização deste projeto.

Aos meus pais, meu alicerce, pelo exemplo de dedicação e pelos valores que me transmitiram. Ao meu irmão, pela paciência e encorajamento nos momentos de dificuldade. Sem vocês, esta jornada seria impossível.

Ao meu orientador, Prof. Esp. Sérgio Luchiari, pelo conhecimento compartilhado e pela confiança depositada em mim. Sua paciência e disponibilidade foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos, especialmente Dener e Bruno, que foram pilares fundamentais para o projeto CMC. Sou profundamente grata por suas valiosas contribuições e por acreditarem no meu potencial.

RESUMO

O presente trabalho é um estudo sobre o transporte rodoviário de cargas no Brasil e a detecção de comportamentos causadores de acidentes de trânsito em condutores através do uso de câmeras de fadiga. Atualmente, a importância dos meios de transporte para o desenvolvimento do Brasil é discutida com frequência, mas é notório que o incentivo e o crescimento deste meio apresentam consequências para as empresas transportadoras, as que utilizam o serviço e para os profissionais da área. Visando a redução de acidentes, a pesquisa trouxe como estudo de caso a implantação das câmeras de fadiga, dispositivo que monitora o estado de alerta do condutor, para monitoramento de uma operação de logística florestal. Num país de grande extensão territorial, a redução de acidentes devido aos fatores mencionados resulta na economia significativa de recurso financeiros e salvamento de vidas; desta forma, os resultados demonstram que soluções tecnológicas aliadas à análise de dados e comunicação operacional eficiente podem promover estradas mais seguras e benefícios econômicos para as empresas, como a redução de multas e de custos relacionados a acidentes.

Palavras-chave: Transporte Rodoviário de Carga; Acidentes; Gerenciamento de Risco; Câmera de Fadiga.

ABSTRACT

The present work is a study on road freight transport in Brazil and the detection of drivers' behaviors that may cause traffic accidents through the use of fatigue cameras. Currently, the importance of transportation Brazilian development is often discussed, but it is evident that the encouragement and growth of this sector have consequences for transport companies, those who use the service and professionals in the field. Aiming at reducing accidents, the research presented a study case of the implementation of fatigue cameras, a device that monitors the driver's alertness, for monitoring a forestry logistics operation. In a large country, the reduction of accidents due to the mentioned factors results in significant financial savings and the saving of lives; thus, the results demonstrate that technological solutions combined with data analysis and eficiente operational communication can promote safer roads and economic benefits for companies, such as the reduction of fines and costs related to accidents.

Keywords: Road Freight Transport; *Accidents; Risk Management; Fatigue Monitoring System.*

LISTA DE SIGLAS

ANTT – Agencia Nacional de Transportes Terrestres

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte

CEMSA – Centro de Estudos Multidisciplinar em Sonolência e Acidentes

FRN – Fundo Rodoviário Nacional

PIB – Produto Interno Bruto

TRC – Transporte Rodoviário de Carga

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Transporte Rodoviário de Carga entre os anos 1930 e 1960	16
Figura 2. Configurações padrão dos alarmes de fadiga	29
Figura 3. Exemplo de Gestão de Consequência de AFs	31
Figura 4. Evolução de Infrações de Câmera de Fadiga de jul/22 a jan/24.....	33
Figura 5. Evolução mensal de infrações de Rotograma durante e após implantação – Parte 1.....	34
Figura 6. Evolução mensal de infrações de Rotograma durante e após implantação – Parte 2.....	34
Figura 7. Evolução anual de infrações de rotograma.....	35

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1. METODOLOGIA	13
2. HISTÓRICO DO TRANSPORTE DE CARGA	14
2.1 O TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA	17
2.1.2 O Transporte Rodoviário de Carga no Brasil nos Últimos Anos	18
2.2 LEGISLAÇÃO DE TRÂNSITO BRASILEIRA PARA O TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA	19
3. GERENCIAMENTO DE RISCO NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA	21
3.1 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO PARA O TRANSPORTE DE CARGAS	22
3.1.1 Sistemas de Monitoramento	23
3.1.1.1 Câmeras de Fadiga	23
4. ESTUDO DE CASO	26
4.1 LOCAL DE ESTUDO	26
4.2 COLETA E ANÁLISE DE DADOS	26
4.3 GERENCIAMENTO DE RISCO E AS CAMERAS DE FADIGA	27
4.3.1 Classificação de Risco	30
4.3.1.1 Alto Risco	30
4.3.1.2 Médio Risco	30
4.3.1.3 Baixo Risco e Sem Risco	31
4.3.2 Gestão de Consequência	31
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS	36

INTRODUÇÃO

A importância do transporte rodoviário de cargas torna-se evidente não só quando é medida pela sua quota de participação no Produto Interno Bruto (PIB) de um país, mas também pela crescente influência que esse meio de transporte e a distribuição de bens exercem sobre o desempenho de praticamente todos os demais setores da economia.

No Brasil, o transporte rodoviário tem sido, por muitos anos, o principal modal no setor logístico, chegando a ser responsável por mais de 60% dos fretes, e, em contrapartida, os acidentes de trânsito têm se tornado cada vez mais comuns. Segundo dados da Organização Mundial da Saúde estima-se que, na última década, a falta de atenção e sonolência representaram cerca de 52% dos acidentes envolvendo caminhões (HUERTAS, 2013)

O objetivo deste estudo consiste em avaliar como a instalação da câmera de fadiga influencia os comportamentos causadores de acidentes no trânsito. Para corroborar com esta ideia, identificou-se através dos dados publicados pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) que, entre as principais causas de acidentes que envolvem motoristas profissionais, tais como condutores de frotas de caminhões e ônibus interurbanos são sonolência e adormecimento no volante, causados por fadiga nos condutores.

E assim, a pesquisa tem como proposta verificar de forma empírica (exploratória e quantitativa), o impacto dessa tecnologia para uma empresa contratante de serviços de transporte rodoviário de carga (TRC) para o transporte de eucalipto. E como forma de verificar este impacto, tem objetivos específicos que são: apresentar o histórico e o conceito de TRC, bem como sua finalidade na cadeia produtiva; analisar o TRC para a economia do Brasil nos últimos anos e a legislação de trânsito brasileira. Também analisar como o gerenciamento de risco, através da tecnologia e das ferramentas hoje disponíveis podem trabalhar a favor da melhoria das condições de trabalho e redução de ocorrências. E por fim, traz um estudo de caso, empregando as câmeras de fadiga como instrumento de melhoria nos seus resultados como um todo.

Baseado no exposto, este estudo foi orientado pela seguinte pergunta de pesquisa: como o uso da tecnologia, através das câmeras de fadiga, influencia o desempenho dos serviços do TRC.

A hipótese é que, embora as leis de trânsito sejam rígidas, a maior parte dos acidentes ainda são causados por distração através do uso de smartphones ou cansaço do condutor, não utilização do cinto de segurança e uso de cigarro no volante. Com isso, muitas tecnologias têm sido utilizadas para garantir mais segurança nas estradas. Um destes equipamentos é a câmera de fadiga, que utiliza tecnologia de visão computacional para verificar o estado de sonolência dos condutores, evitando assim acidentes no trânsito entre outros problemas que podem acontecer no decorrer do trajeto da entrega.

A justificativa para essa Pesquisa está diretamente relacionada ao fato de que, embora outros trabalhos relacionados às câmeras de fadiga já tenham tratado o assunto de uma forma geral, ainda não foi abordada a aplicação do equipamento no contexto de monitoramento da operação uma empresa embarcadora.

Este trabalho é importante para contribuir com dados reais, coletados na empresa que recebe serviço de transportadores terceirizados, referentes ao impacto da câmera de fadiga para prevenção de acidentes, e de que forma isso pode afetar a empresa estudada.

Considerando a importância deste tema, este estudo abordará a teoria de um sistema de monitoramento através de câmeras de fadiga nos veículos de transporte de cargas, o que possibilita a empresa gerar inovação e aprendizado, além de redução de multas e acidentes. Neste contexto apresenta-se sua aplicação em uma empresa no ramo de transporte de madeira.

1. METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa exploratória, pois busca apresentar informações sobre o assunto investigado, propiciando a definição, compreensão e delineamento do problema. Este tipo de pesquisa visa proporcionar uma visão geral acerca de determinado fato e tem como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias (GIL, 2008), através de uma abordagem quantitativa (LEITE, 2008).

O objetivo da pesquisa exploratória é examinar um problema ou uma situação para se obter conhecimento ou compreensão. E para tanto, optou-se por uma pesquisa exploratória de caráter quantitativo, que como o próprio termo indica, significa quantificar opiniões ou dados. Nas palavras de Gil (2002, p. 115):

O método quantitativo é muito utilizado no desenvolvimento das pesquisas descritivas, na qual se procura descobrir e classificar a relação entre variáveis, assim como na investigação da relação de causalidade entre os fenômenos, causa e efeito.

A pesquisa apresenta uma abordagem quantitativa, onde segundo Leite (2008, p.20) "a pesquisa quantitativa se centra na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros".

Desse modo, o estudo busca apresentar as vantagens que a empresa de transporte rodoviário de carga obtém no investimento e gerenciamento das câmeras de fadiga, para diminuição das autuações, dos acidentes no trânsito e maior segurança nas jornadas dos motoristas.

2. HISTÓRICO DO TRANSPORTE DE CARGA

O transporte em geral é o elo entre várias atividades da cadeia de suprimentos e, com isso, os transportadores rodoviários de cargas são estimulados pelos contratantes do frete a melhorar continuamente seu desempenho (BALLOU, 2006), envolvendo maior comprometimento com o prazo de entrega, rapidez, consistência e flexibilidade na oferta do serviço e, quando ocorrem falhas, a provisão do reparo e da recuperação.

O conceito de transporte pode ser entendido como o ato de levar objetos ou pessoas de um local a outro, utilizando-se qualquer que seja o meio. De acordo com Novaes (2007) essa ação é praticada pelo homem desde os primórdios da civilização com o objetivo de levar consigo objetos necessários à sua sobrevivência ou que fossem de seu interesse.

Ao longo do tempo com a evolução humana e a evolução das máquinas, a maneira de transportar também evoluiu. E quando se fala em transporte, tudo começou quando o homem começou a utilizar animais domesticados como meio de transporte e na tração de equipamentos e engenhocas com essa finalidade (HUERTAS, 2013).

Muito se evoluiu até que, com a Revolução Industrial, no século XVIII, criou-se o trem e o barco a vapor, e esses sistemas tomaram um grande impulso, atingindo um ritmo vertiginoso de desenvolvimento nos dois séculos seguintes. (KEEDI, MENDONÇA, 2003).

O conceito mais moderno de navegação começou a delinear-se no início do século XIX, após o americano Robert Fulton fazer a travessia do rio Hudson com uma embarcação a vapor. Por volta de 1820, foram construídos os primeiros navios de ferro, e, após 1860, são construídos os transatlânticos de aço (HUERTAS, 2013)

Ainda, segundo Huertas (2013), no século seguinte surge a turbina, com o óleo substituindo o carvão como combustível e assim todos os navios passaram a ser equipados com rádio; mas, é após a II Guerra Mundial que o transporte marítimo sofre a principal transformação com o surgimento dos grandes navios especializados em diferentes tipos de carga, como a porta containers e os navios tanque.

Contando com embarcações mais rápidas e maiores, os países potencializaram as trocas comerciais, porém, no século XX o transporte marítimo

perdeu competitividade no mercado intercontinental de passageiros para o transporte aéreo, tornando-se líder absoluto em transporte de cargas (KEEDI, MENDONÇA, 2003).

Descrevem Keedi e Mendonça (2003, p.42), “após 1890 surgem inúmeras empresas automobilísticas na Europa e América do Norte e as corridas automobilísticas aceleram as inovações que rapidamente são incorporadas a todos os modelos”. Surge a indústria automobilística no final do século XIX, e também o caminhão, que revolucionou o transporte terrestre e as trocas comerciais. E desta forma, foram lançadas as bases do sistema de transportes existente atualmente, com o objetivo de fazer frente à crescente demanda econômica.

No Brasil, seu crescente povoamento em meados do ano 1760, sustentado por uma intensa imigração, aumentou a necessidade de gêneros de consumo passando a impulsionar a produção de produtos voltados para o mercado interno, que eram transportados até então por gado (HUERTAS, 2013).

Ainda, segundo ao autor acima citado:

No início do século XIX, com a chegada do príncipe D. João ao Brasil, um de seus primeiros atos foi assinar a carta régia que abriu os portos do Brasil a todas as nações amigas, possibilitando que a corte recebesse do exterior os produtos necessários ao seu consumo (HUERTAS, 2013, p. 55).

Explica Huertas (2013, p. 56), “em meados do século XIX, sob o governo de D. Pedro II, o país viveu um ciclo de progresso baseado na lavoura cafeeira, na criação de algumas indústrias, na criação de companhias de navegação, bancos, etc.”

Entretanto, as ameaças separatistas que ocorreram na primeira metade do século XIX fortaleceram no Governo Imperial a convicção da necessidade de instrumentos que preservassem a unidade do país e assim surgiu, de acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT) (2005), a política de incentivo a construção de ferrovias com Lei nº. 101, de 1835, que oferecia a concessão às empresas que se propusessem a construir estradas de ferro, interligando o Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Bahia.

De acordo com Moraes (2005) nos anos de 1889 a 1930, o modal rodoviário brasileiro foi incentivado pelo Governo de Getúlio Vargas e se estendeu até a ditadura militar, em uma fase de marcantes impactos na divisão territorial do trabalho, frente ao declínio da agricultura cafeeira. E firmou-se como o principal meio de transporte de

carga no Brasil nos anos de 1930 a 1945, onde o governo arquitetou uma série de ações, dentre elas restrições à utilização mais intensa da malha ferroviária, o que resultou no forte e rápido crescimento do transporte rodoviário nacional.

Outro fator fundamental à expansão rodoviária foi a criação do Fundo Rodoviário Nacional (FRN) pelo decreto-lei nº 8.463/45, conhecido como “Lei Joppert”, que vinculou parte predominante dos recursos arrecadados à construção e conservação das rodovias.

Portanto, de acordo com Moraes (2005), estava assim, sendo desenhado o sistema de ações responsáveis pela materialização das grandes rodovias com o intuito de estimular a ocupação dos chamados “vazios demográficos” e assim atender diretamente a objetivos geopolíticos atrelados a planejamentos regionais.

Figura 1. Transporte Rodoviário de Carga entre os anos 1930 e 1960



Fonte: Google imagens

2.1 O TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA

O transporte rodoviário de cargas consiste em uma das atividades básicas da logística que trata da movimentação tanto de matérias-primas quanto do produto. Pode ser considerada por muitos como a atividade mais notória devido a sua importância nos custos logísticos (Mendonça *et al*, 2014).

De acordo com o Ministério dos Transportes do Brasil (2020) “O transporte rodoviário de cargas é um tipo de transporte terrestre que se caracteriza por transitar sobre rodovias, estradas e vias urbanas”

Nos dias de hoje, mesmo com o avanço da tecnologia que permite a troca de informações em tempo real, a atividade de transporte continua sendo fundamental para se atingir o objetivo logístico, que nas palavras de Huertas (2013, p. 211), “pode ser compreendido como o produto certo, na quantidade certa, na hora certa e no lugar certo, ao menor custo possível”.

Para Mendonça *et al* (2014. p. 05), o modal rodoviário pode transportar diferentes tipos de cargas; e como exemplo pode-se considerar:

- a) Mercadorias Industrializadas;
- b) Produtos Farmacêuticos;
- c) Madeira e ativos biológicos;
- d) Líquidos Envasilhados;
- e) Produtos Alimentícios;
- f) Produtos Químicos Não-Perigosos;
- g) Mudanças;
- h) Cargas Frigoríficas;
- i) Materiais de Construção, entre outros.

O TRC é um dos principais elementos das operações logísticas, e possui a finalidade de movimentar produtos, sendo seu principal objetivo “movimentar produtos do local de origem até um determinado destino, estando o produto em forma de materiais, componentes, subconjuntos, produtos semiacabados ou produtos acabados” (BOWERSOX, 2001, p.279). Ele é meio de transporte mais utilizado na distribuição física, (destinado a cargas que exigem prazos relativamente rápidos de entrega.

2.1.2 O Transporte Rodoviário de Carga no Brasil nos Últimos Anos

Dados da Confederação Nacional do Transporte indicam que 60% de tudo o que é produzido no Brasil é transportado pelo modal rodoviário, revelando com clareza qual é a importância do transporte rodoviário na cadeia de suprimentos.

Ainda, segundo a Confederação Nacional do Transporte, o PIB do setor de Transporte, Armazenagem e Correios cresceu 1,2% no primeiro trimestre de 2023. Comparando com o primeiro trimestre de 2022, o crescimento foi de 5,1%. O percentual de 2023 também é mais expressivo do que o registrado no terceiro e no quarto trimestres de 2022 — respectivamente, 0,9% e 0,3%.

A atividade econômica brasileira apresentou incremento de 1,9% em 2023, taxa significativa quando comparada com os trimestres anteriores. Considerando o mesmo período de 2022, o crescimento foi de 4,0%. O desempenho da atividade no período foi acima das previsões de mercado.

Contudo, de acordo com o Centro de Estudos Multidisciplinar em Sonolência e Acidentes (CEMSA), cerca de 30% dos acidentes de trânsito são causados por sonolência ao dirigir (ANTT, 2024)

Considerando a grande escala de emprego do TRC brasileiro devido à grande extensão territorial do país, a ANTT apresenta dados em relação ao tamanho da frota nacional: 1.030.445 caminhões, 1.300.000 caminhoneiros, 208 empresas prestadoras de serviços interestaduais e 140.816 empresas e cooperativas do ramo de transportes. Todos estes dados são uma confirmação a importância do TRC para o Brasil, mas reforçam que, com isto, a quantidade de acidentes de trânsito envolvendo caminhões é muito grande.

Como efeito colateral, mas benéfico desses números, as empresas transportadoras de carga perceberam as vantagens logísticas de se ter os chamados sistemas embarcados: GPS e Câmeras de fadiga. Elas passaram a usar esses sistemas para otimizar rotas, controlar melhor a frota, racionalizando o custo do transporte e oferecendo qualidade de vida no trabalho para os motoristas e ajudantes (ROZENTAL, 2009).

2.2 LEGISLAÇÃO DE TRÂNSITO BRASILEIRA PARA O TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA

O Ministério dos Transportes, órgão que tem por área de competência a política nacional de transportes no país, é responsável pelas ações governamentais voltadas ao Transporte Rodoviário de Cargas. De acordo com o próprio Ministério dos Transportes (2024), dentre suas competências destaca-se a de implementar e monitorar a política nacional de transportes, juntamente com o planejamento estratégico do Ministério relativo aos setores de transporte rodoviário. Também é responsável por assessorar atualizações e orientar planos, programas e ações de gestão, regulação, segurança, desenvolvimento sustentável e patrimônio relativos ao setor de transportes rodoviário de cargas.

A principal lei sobre o transporte de cargas é a Lei 11.442/2007, também conhecida como Lei do Transporte Rodoviário de Cargas. É nela que estão as principais definições a respeito dos direitos e obrigações de profissionais e empresas que realizam esta atividade.

Em 2015, o Governo Federal, editou a Lei, que passou a ser Lei nº 13.103/2015, que alterou a CLT para regular a profissão de motorista de transporte rodoviário de cargas, definindo os direitos, deveres e condições de trabalho. A lei estabelece as diretrizes sobre a jornada de trabalho, tempo de direção, intervalos de descanso, infrações e penalidades

Segundo o Blog Transportation (2023) a chamada Lei do Motorista tem como objetivo a definição e controle da jornada de trabalho dos condutores e do tempo de direção do transporte rodoviário de carga ou de passageiros. Essa lei aborda sete fatores principais:

- a) Jornada diária de trabalho;
- b) Período mínimo de descanso diário;
- c) Tempo máximo em que o motorista pode estar na direção sem descanso;
- d) Intervalo para refeições;
- e) Período de espera entre uma viagem e outra;
- f) Registro e controle da jornada de trabalho;
- g) Exames médicos.

De acordo com a lei, é necessário que toda a jornada de trabalho do motorista seja controlada e registrada em diários de bordo, papeleta, ficha de trabalho de externo, sistemas ou meios eletrônicos instalados no veículo, permitindo que o empregador opte por qualquer um desses meios de registro (CODIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO, 2015)

Já em 2013, O Supremo Tribunal Federal (STF) decidiu, que são inconstitucionais 11 pontos da Lei dos Caminhoneiros que tratam de jornada de trabalho, pausas para descanso e repouso semanal. A jornada de trabalho do motorista de caminhão na CLT é de 8 horas diárias com possibilidade de até 4 horas extras. O motorista deverá usufruir do descanso semanal (35 horas) a cada 6 dias, de modo que não será mais possível acumular descansos no retorno à residência. Além disso, o intervalo deverá ser de 11 horas ininterruptas, dentro de 24 horas de trabalho, sendo proibido o fracionamento e a coincidência do descanso com a parada obrigatória na condução do veículo.

Isto tudo para que o motorista cumpra os horários de descanso e parada corretamente, a fim de prevenir acidentes causados por sono ou falta de descanso adequado e garanti a qualidade de vida e segurança desses colaboradores.

3. GERENCIAMENTO DE RISCO NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA

O planejamento e o controle organizacional vêm atender a uma das principais tarefas da gestão, que é a formulação do plano operacional para que se atinjam as metas estabelecidas de acordo com a sua estratégia de longo prazo. Dentre estes controles estão o gerenciamento de riscos (FIGUEIRA, CHAVES E BURI, 2016).

De acordo com Reis Filho et al (2022), o gerenciamento de riscos envolve, antes de tudo, a identificação dos riscos a que está exposto o transporte; e o levantamento da natureza, o valor e a frequência dos sinistros já acontecidos e dos que possam ocorrer no futuro. Em seguida, devem-se adotar medidas de controle de perdas e de reparações financeiras dos danos.

Segundo Figueira, Chaves e Buri (2016, p. 05):

O controle de perdas compreende a adoção de medidas físicas e operacionais capazes de conduzir à completa eliminação do risco ou, caso ocorra o sinistro, à minimização das perdas. No entanto, mesmo adotadas as medidas necessárias para eliminar os riscos e para minimizar as perdas, ainda remanescem riscos potencialmente importantes.

Para Reis Filho et al (2002), é indispensável, portanto, que o empresário adote medidas para assegurar a reparação financeira dos danos, caso esses venham a ocorrer. Tais medidas compreendem:

- a) Retenção de perdas, ou seja, utilização de disponibilidades próprias para ressarcir os danos, por meio de recursos ordinários de caixa ou por meio de fundos específicos ou reservas especiais;
- b) Transferência de perdas, ou seja, repasse para terceiros das perdas acidentais, seja mediante contratos de seguros ou mediante contratação de empresas ou pessoas físicas para a execução de determinados serviços, com cláusula específica de responsabilidade;
- c) Prevenção de riscos, por meio de medidas de gerenciamento, com rastreamento, escoltas armadas etc.;
- d) Redução de riscos, por meio de utilização de equipamentos e métodos de gerenciamento que aumentem a segurança do transporte.

Sendo assim, quando o transportador adota um sistema de rastreamento, ele está praticando a prevenção de risco; está procurando proteger melhor a mercadoria

e reduzir riscos em caso de acidentes. Quando faz seguro ou terceiriza as operações, está transferindo riscos.

Muitas vezes, a necessidade de coordenar todas essas ações exige a criação pela empresa de transportes de um órgão e/ou equipe especializados em gerenciamento de riscos, que mobilize pessoal de segurança e recursos tecnológicos avançados, como o rastreamento de veículos por meio de satélites, rádios e/ou computadores de bordo, escolta de veículos e câmeras de fadiga, com objetivo de aumentar a segurança patrimonial e preservar a vida de seus colaboradores (REIS FILHO et al, 2002).

3.1 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO PARA O TRANSPORTE DE CARGAS

A tecnologia aliada aos sistemas tem tido grande impacto na produtividade das empresas. Organizações que implementaram sistemas de controle e de informação melhoram tanto sua produção quanto seus processos de suporte.

No domínio dos transportes, o termo Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) é usado para delinear as várias tecnologias de informação e telecomunicação que têm sido utilizadas desde meados dos anos 80 (GIANOPPOULOS, 2004). As TIC incluem muitas tecnologias e sistemas em vários estágios de desenvolvimento, desde protótipos de pesquisa, ou mesmo conceitos, até produtos e aplicações disponíveis no mercado. De acordo com Kouri (2007) são sistemas sofisticados para gerenciamento de frotas que possibilitam desde a localização geográfica exato do veículo, até o acionamento remoto de travas e dispositivos de segurança.

Segundo Reis Filho et al (2022), na década de 80 ocorreu um desenvolvimento mais intenso de tais tecnologias e sistemas no domínio dos transportes. Noções como veículo inteligente, rodovia inteligente, ou controle e monitoramento de tráfego em tempo real foram introduzidas pela primeira vez.

Hoje, nas palavras de Kouri (2007, p. 25), “os avanços tecnológicos têm garantido o recebimento de informações rápidas e precisas, o que tem norteado cada vez mais a tomada de decisões nas empresas que adotam essas tecnologias”.

E diante da grande concorrência e visando melhorar o serviço, o setor de transporte rodoviário de carga tem investido em sistemas de informação, que possibilitem uma melhora nos prazos e na condição de conservação das mercadorias entregues. O conjunto de TIC para transporte de cargas afeta a qualidade do serviço de transporte de cargas, e um conjunto de variáveis relacionadas ao seu desempenho (DALLA SANTA, MUSSI, 2020).

3.1.1 Sistemas de Monitoramento

A logística moderna tem desempenhado um papel fundamental para o desenvolvimento empresarial e dentre os diversos processos logísticos existentes, o transporte rodoviário pode ser indicado como um dos principais. Isso porque um negócio só consegue se tornar sustentável e conquistar a satisfação de seus clientes quando executa entregas rápidas e de qualidade (BOWERSOX, 2001).

E para tanto, de acordo com Christopher (1997) o gerenciamento dos sistemas de monitoramento podem proporcionar uma forte vantagem competitiva, ou seja, uma posição de superioridade duradoura frente aos concorrentes.

A utilização de sistemas de monitoramento nos TRC é componente fundamental que pode garantir competitividade no mercado. Ganhos significativos na implementação de ferramentas tecnológicas que privilegiam as operações, no cuidado com o motorista, tanto na fadiga relacionada ao trabalho, quanto no roubo de carga, multas etc., garantem um nível elevado de qualidade aos processos realizados (KOURI, 2007)

Bowersox (2001) complementa que, a necessidade de informações rápidas, em tempo real, e com alto grau de precisão faz a gestão ser mais eficiente. Sendo assim, é de extrema importância que o TRC explore as possibilidades oferecidas a partir da aplicação de tecnologias na busca de efetividade, possibilitando estabelecer vantagens mercadológicas e evitando perdas.

3.1.1.1 Câmeras de Fadiga

KOURI (2007) conceitua câmeras de fadiga como um sistema embarcado que através da combinação de hardware e software formam juntos um componente de

uma máquina maior, e cuja operação independe da intervenção humana, onde o requisito principal do sistema é o tratamento de eventos internos e externos.

As câmeras de fadiga fazem parte de um sistema embarcado, que nas palavras de Rozental (2009), o disposto deve adquirir imagens e fazer processamento em tempo real, considerando as mais diferentes condições como iluminação reduzida e condições noturnas, isto sem atrapalhar o motorista.

As câmeras de fadiga foram criadas visando o monitoramento e a redução de acidentes, mantendo o estado de alerta no motorista. É a forma menos invasiva de monitoramento do estado de alerta, ou seja, se os olhos estão abertos ou fechados é através da câmera de fadiga (DALLA SANTA e MUSSI, 2020).

“Então, o sistema funciona a partir de análise de imagem infravermelha, iluminando a face do motorista por LEDs, filtrando os outros componentes do espectro para obter condições de iluminação uniformes de dia e de noite” (ROZENTAL, 2009, p.11).

No conceito de Dalla Santa e Mussi (2020), a câmera de fadiga permite monitorar o comportamento dos motoristas, avaliando padrões de condução perigosos, distração e agressividade ao volante. Isso permite que os gestores de frota identifiquem motoristas que precisam de treinamento ou suporte para melhorar sua segurança e desempenho.

Ela pode detectar sinais como olhos pesados, movimentos lentos e bocejos, e emite alertas para alertar o motorista e a equipe de gestão da frota. A câmera de fadiga é projetada para aumentar a segurança e prevenir acidentes causados pela fadiga do motorista, protegendo a equipe e os veículos (ROZENTAL, 2009).

Segundo Kai (2023), os dados coletados são usados para avaliar o desempenho do motorista, identificar padrões de condução perigosos e fornecer feedback para melhorar a segurança e a eficiência. Além disso, o uso do equipamento na cabine detecta padrões de comportamento de risco, como excesso de velocidade, freadas bruscas e curvas acentuadas.

Ainda, de acordo com a autora, com o dispositivo também fica mais fácil fazer a avaliação de conformidade com políticas de segurança. A câmera ajuda a garantir que os motoristas estejam cumprindo as políticas da empresa, como o uso do cinto de segurança e a proibição do uso de celular no trânsito (KAI, 2023).

Ao detectar sinais de fadiga e distração, a câmara ajuda a prevenir acidentes, protegendo os motoristas, os veículos e a carga. E em casos de fadiga severa ou outros comportamentos perigosos, a equipe de gestão da frota pode intervir, instruindo o motorista a fazer uma pausa ou tomar outras medidas para garantir a segurança, explica Rozental (2009).

4. ESTUDO DE CASO

4.1 LOCAL DE ESTUDO

O estudo de caso refere-se a uma multinacional do setor de papel e celulose que aspira ser protagonista da transformação digital em suas operações e tem por direcionador “Buscar o lucro admirado”, que se refere à criação de valor de forma ética, sustentável e inovadora, gerando admiração e respeito entre os stakeholders. Este conceito torna-se particularmente relevante para empresas que operam em setores de alto risco, como a logística florestal, em que a implementação de projetos de monitoramento pode ter um impacto significativo na segurança e eficiência das operações.

Para garantir o abastecimento de três fábricas em São Paulo, a companhia conta com uma frota aproximada de 251 veículos, entre 8 transportadoras terceirizadas, que transitam pelas rodovias 24 horas por dia. Essa operação é composta por veículos extrapesados, o bitrem, com um cavalo mecânico e dois semi-reboques, o tritrem, um cavalo mecânico e três semi-reboques, e o super-bitrem, um cavalo mecânico, um semi-reboque e mais dois semi-reboque. Operar esses veículos exige um treinamento robusto, atenção redobrada e velocidade controlada, visto que variações bruscas no transporte de madeira em grandes dimensões, como no sistema de toras longas e derrubada direta, em que a madeira é transportada com mais de seis metros de comprimento, tendem a aumentar o risco de tombamento do veículo (GUIMARÃES, 2013).

4.2 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Os dados apresentados no presente estudo foram obtidos nas fases de planejamento, validação, implantação e pós-implantação do Projeto Central de Monitoramento e Controle (CMC) iniciado em julho de 2022 na empresa citada acima. As metodologias percorridas estão diretamente relacionadas à fluxos operacionais internos.

As análises foram estruturadas pela autora a partir do acompanhamento de dados gerados pelos softwares de telemetria ligados ao rotograma e às câmeras de fadiga de toda a frota de transporte de São Paulo observados no período de 18 meses.

Os dados obtidos foram do output de dados dos sistemas envolvidos, posteriormente, tratados e tabulados em planilha eletrônica do Microsoft Excel 2021 para realização das análises. Foi realizada uma análise quantitativa, comparativa e longitudinal das informações coletadas.

4.3 GERENCIAMENTO DE RISCO E AS CAMERAS DE FADIGA

O acompanhamento da jornada dos motoristas é feito por telemetria embarcada, em bases descentralizadas, através de um software especializado que permite acesso em tempo real aos veículos. Dentro das cabines, é utilizado o rotograma falado que, além do mapeamento completo da rota logística, alerta os trechos da viagem que apresentam maior risco. Por meio das cercas eletrônicas é possível gerir desvios de velocidade em que, ao ultrapassar a velocidade limite, são geradas infrações que compõem um índice de matriz de consequência de atos faltosos de impacto financeiro aos transportadores contratados. Estas são divididas em três extratos:

- Média: de 01 a 02 km por hora superior ao limite estabelecido em rotograma;
- Grave: de 03 a 05 km por hora superior ao limite estabelecido em rotograma;
- Gravíssima: velocidade igual ou superior a 05 km por hora comparado ao limite estabelecido em rotograma.

Ainda assim, diante dos enormes desafios da logística florestal, como a movimentação de grandes volumes de madeira em terrenos acidentados e remotos e a elevada probabilidade de acidentes que podem resultar em danos à vida dos trabalhadores, ao meio ambiente e perdas financeiras, a implementação de um sistema de monitoramento logístico que permite a identificação precoce de situações de perigo e a avaliação de comportamento dos motoristas, não é apenas uma medida de mitigação de riscos, mas também um passo estratégico para alinhar a operação aos princípios do "lucro admirado".

Em vista disso, iniciou-se o Projeto CMC “Central de Monitoramento e Controle”, com intuito de centralizar o acompanhamento operacional e estabelecer critérios relacionados ao estado de fadiga e atenção na condução do veículo, alertar o condutor de forma a minimizar efetivamente os riscos de acidentes de trânsito, promover um ambiente de trabalho mais seguro, além de preservar a saúde, segurança e integridade física de colaboradores.

A tecnologia utilizada de câmeras de fadiga funciona de dia e de noite, em qualquer condição climática, com uso de óculos de grau ou escuro e bonés, desde que o veículo transite em velocidade superior a 15 km/h. A partir da instalação do equipamento no painel do veículo, o sensor realiza a leitura da face do condutor e emite alertas de acordo com o desvio encontrado. Em caso de fechamento das pálpebras de 1,5 segundos o sistema emite um alerta sonoro e, de 2,5 segundos o sistema emite um alarme sonoro, a frase “Tome cuidado!” e apita três vezes. Ainda, o dispositivo armazena horários e locais que ocorrem mais desvios, obstrução de sensores e ou ausência do condutor com o veículo em movimento, utilização de celular, rádio, cigarro e manuseio de objetos que possam retirar a atenção da estrada, conforme exemplos:

- Bocejo superior a 1,5 segundos: “Por favor, faça uma pausa para descansar”;
- Desvios de atenção na condução de 3 a 5 segundos: “Não olhe para o lado”;
- Uso de celular durante condução de 2 a 6 segundos: “Por favor, se concentre na direção”;
- Uso de cigarro durante a condução ao realizar de 2 a 4 tragadas: “Não fume”;
- Ausência ou oclusão do sensor de fadiga a partir de 10 segundos: sensor sonoro.

Figura 2. Configurações padrão dos alarmes de fadiga

Tipos de alarme	Vel. Inicial (km/h)	Gatilhos	Intervalos	Lembrete de voz	Documentos comprovativos	Método de teste
Atenção	30	De 3s a 5s após detecção de falta de atenção	30s	"Não olhe para o lado"	Imagens e vídeos de 12s	Para testar esse alarme, primeiro é necessário manter o estado de condução normal por 10s e focar a imagem da câmara o máximo possível no rosto do condutor para que a mesma possa realizar uma autocalibração. Quando ouvir uma voz da câmara como "di di di", significa que a autocalibração foi concluída e é possível realizar o teste do alarme.
Ausência	15	10s	60s	"ding-ding"	Imagens	A partir do estado de condução normal, inverte a posição da câmara para outras direções para que ela não consiga detectar o rosto do condutor.
Bocejo	15	1,5s	-	"Por favor faça uma pausa para descansar."	Imagens	Simular um bocejo abrindo a boca e mantendo a posição durante alguns segundos.
Câmara coberta	15	10s	60s	"ding-ding"	Imagens	A partir do estado de condução normal, cobrir a câmara com um pano ou outra coisa que bloqueie a visão da mesma.
Celular	15	6s	60s	"Por favor se concentre na direção."	Imagens	Colocar o celular ao lado da orelha e simular uma ligação.
Cigarro	15	Realizar de 2~4 tragadas	60s	"Não fume"	Imagens	Após acender um cigarro, colocar na boca e realizar de 2 a 4 tragadas
Fadiga N1	15	De 1s a 3s após detecção de fadiga	O intervalo entre Fadiga N1 e Fadiga N2 é de 1,5s.	"du-du-du"	Imagens	Fechar os olhos, simular sonolência ou olhar pra baixo para mexer no celular.
Fadiga N2	15	1,5s depois da Fadiga N1	4s após o término da voz de aviso da câmara, ciclo de intervalo	"du-du-dui Cuidado! Cuidado!"	Imagens e vídeos de 12s	Mantem o estado realizado no alerta de Fadiga N1 após o alerta de voz da câmara ser realizado (continuar de olhos fechados, olhar para baixo para mexer no celular, etc...)

Fonte: Procedimento interno CMC.

4.3.1 Classificação de Risco

O sistema de monitoramento de fadiga e distração é uma ferramenta gerenciada pela central de telemetria e todos os alertas são classificados em função de sua frequência *versus* tempo de monitoramento e intervalo se dividindo nos aspectos de alto, médio, baixo e sem risco. Para determinação da regra de risco precisam ser avaliados os tipos de alerta, ocorrência que gerou no veículo e será tratada; a frequência, quantas vezes o alerta deve ocorrer; a gravidade, classificação para o ou grupo de alertas; o intervalo em minutos, período entre os alertas para serem classificados no grupo; o período em minutos, tempo limite para que a quantidade de alertas seja avaliada. Baseado nas sinalizações, o CMC atua na comunicação com o motorista e reporte aos gestores e tomadores de decisão.

4.3.1.1 Alto Risco

Para esse tipo de alerta, considera-se a ocorrência dentro de toda a jornada de trabalho de um ou mais eventos de FADIGA NIVEL 2 (pisar por 1,5 segundos), um ou mais eventos de USO DE CELULAR, quatro ou mais eventos de FADIGA NIVEL 1 (pisar por 2,5 segundos ou mais), dentro de 60 minutos com intervalo de 15 minutos, dez ou mais eventos de BOCEJO dentro de 60 minutos com intervalo de 10 minutos, um ou mais eventos de CINTO DE SEGURANÇA, quando não há a utilização por parte do condutor. A tratativa das ocorrências é feita a partir do contato direto com o condutor, por mensagem à cabine ou ligação telefônica, desde que o veículo seja parado antes do atendimento. A primeira solicitação de parada é designada “Parar 1” e quando o pedido não é atendido e o colaborador continua a viagem é registrada a ocorrência “Parar 2”, que o direciona à gestão de consequência.

4.3.1.2 Médio Risco

Os alertas de médio risco são aqueles nos quais existem três ou mais eventos de AUSENCIA (impossibilidade de detectar o rosto do condutor), três ou mais eventos de OBSTRUÇÃO DE SENSOR, dois a três eventos de FADIGA NIVEL 1 dentro de 30 minutos com intervalo de 15 minutos, de quatro a nove eventos de BOCEJO dentro

de 30 minutos com tolerância de 10 minutos, um evento de CIGARRO durante a condução dentro de toda a jornada. O papel da central é monitorar a evolução dos alertas e ao final de cada turno emitir um comunicado ao gestor imediato do condutor e ao time da empresa contratante.

4.3.1.3 Baixo Risco e Sem Risco

Os eventos de baixo risco são todos os acontecidos abaixo dos classificados no Médio e Alto Risco, mas existe a necessidade acompanhar e monitorar a evolução das ocorrências sem realizar tratativas de forma imediata. A classificação Sem Risco refere-se às jornadas de trabalho em que os condutores não registraram nenhuma ocorrência.

4.3.2 Gestão de Consequência

Frente às evidências de condução perigosa, quando o aceite à interceptação da jornada não é positivo ou em casos de alertas de uso do celular, cigarro, cinto de segurança, câmera coberta ou deslocada e gesto obsceno ou xingamento é aplicado uma falta grave em cada um dos desvios identificados, que acompanham uma multa ao CNPJ de contrato. A seguir está um exemplo a aplicação de atos faltosos nas prestadoras de serviço:

Figura 3. Exemplo de Gestão de Consequência de AFs

		Gestão de Consequência - Câmera de Fadiga 01/11 a 31/11								
Alertas		EPS 1	EPS 2	EPS 3	EPS 4	EPS 5	EPS 6	EPS 7	EPS 8	Total Geral
AF	Celular	13	19	17	46	37	30	11	13	186
	Cigarro	2	6	0	2	5	0	5	7	27
	Cinto de Segurança	0	3	7	2	3	1	0	5	21
	Parar 2	0	3	0	5	1	0	6	0	15
	Câmera coberta/deslocada	0	1	0	0	0	3	2	0	6
	Gesto obsceno	0	0	0	2	0	2	0	1	5
Total de Afs		15	32	24	57	46	36	24	26	260

Fonte: Material próprio.

Ao considerar a operação de logística florestal, deve ser abordada com o motorista a importância de tratar fatores que causam sonolência, por exemplo, manter uma rotina de descanso regular e adequado é essencial para a saúde física e mental, também limitar as jornadas de acordo com as regulamentações de trabalho e realizar

pausas durante viagens longas, manter avaliações de saúde periódicas e respeitar aspectos básicos de trânsito, como a utilização do cinto de segurança e limites de velocidade.

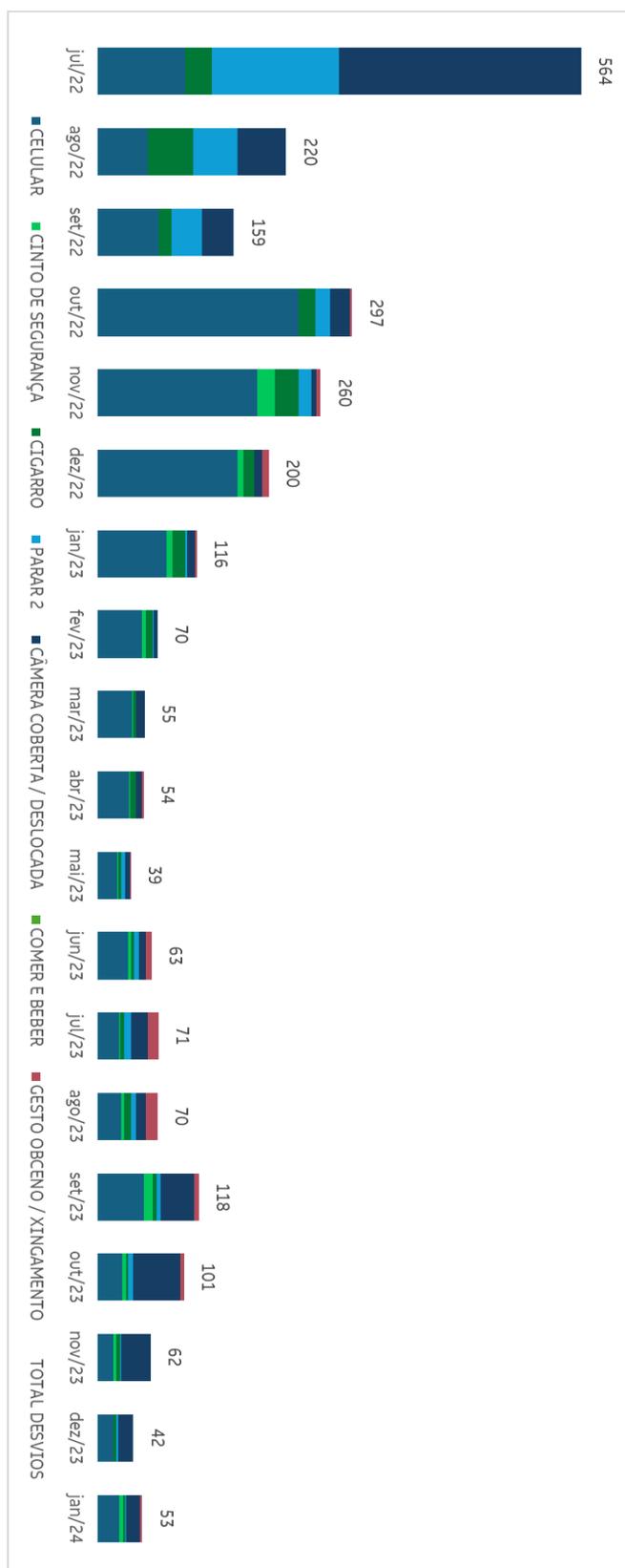
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A implantação do Projeto atingiu mais de 400 pessoas, dentre motoristas, gestores, analistas e técnicos e representou uma transformação significativa, não somente pela inclusão de novas tecnologias, mas pela mudança cultural e pelo processo de aprendizagem proposto. O engajamento e colaboração das partes envolvidas foi fundamental para que o estudo atingisse seu objetivo de atestar a influência das câmeras de fadiga nos comportamentos causadores de acidentes no trânsito.

Vale ressaltar que com as medidas propostas pela Lei nº 13.709, Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), existem limites sobre o uso de dispositivos eletrônicos para monitoramento do ambiente de trabalho e há possibilidade de utilizá-los, desde que os indivíduos impactos sejam formalmente informados da localização e finalidade da captação de imagem, e que não estejam em recintos dedicados ao repouso ou que possam expor a intimidade dos empregados, como banheiros e vestiários.

Como qualquer transição, percebe-se resistência dos colaboradores à introdução de novos métodos, o que pode ser observado pela quantidade de desvios de obstrução de imagem ou gestos e respostas indevidos à inteligência artificial. Apesar disso, através de comunicação transparente sobre os benefícios do projeto ao colaborador e empresas em questão e o estabelecimento de canais de feedback onde os funcionários possam expressar suas preocupações, houve uma redução significativa na quantidade de ocorrências, conforme gráfico abaixo:

Figura 4. Evolução de Infrações de Câmera de Fadiga de jul/22 a jan/24



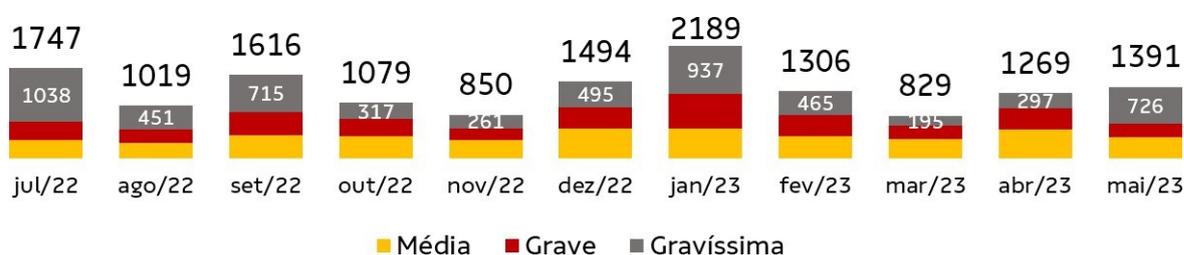
Fonte: Material próprio.

Nota-se que os 6 meses seguintes após o *kick-off* do Projeto o número de infrações cai de 564 para uma média de aproximadamente 208. No espaço de tempo total, de julho de 2022 até janeiro de 2024 a redução na quantidade de desvios é de 91%, sendo que, dentre as principais reduções, estão o alerta “Parar 2” com 99% de atenuação, câmera coberta com 94% e cigarro e uso do celular com 94% e 75%, respectivamente.

No âmbito financeiro, cada desvio observado pela câmera e as infrações de rotograma geram sanções especificadas em contrato, com valores que variam de acordo com a data de negociação e se é uma empresa atuante do Simples Nacional. No mesmo período citado acima, o custo evitado é de aproximadamente R\$1.066.000,00.

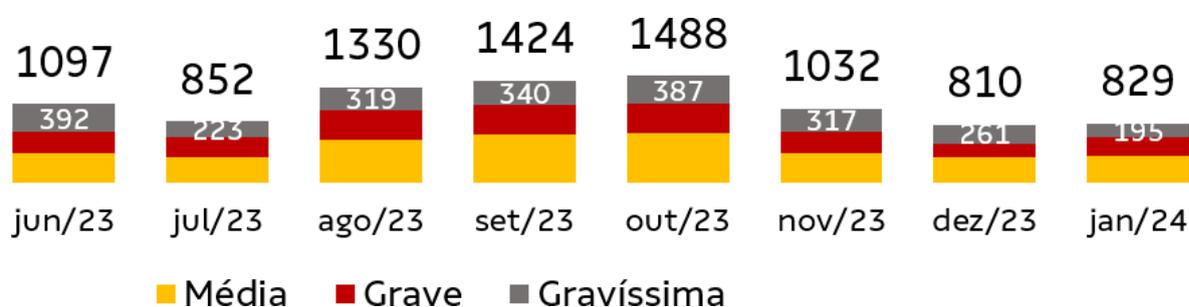
No que se refere ao impacto da utilização das câmeras no sistema de - rotograma já existente, após a implantação do Projeto se comportaram da seguinte forma:

Figura 5. Evolução mensal de infrações de Rotograma durante e após implantação – Parte 1



Fonte: Material próprio.

Figura 6. Evolução mensal de infrações de Rotograma durante e após implantação – Parte 2



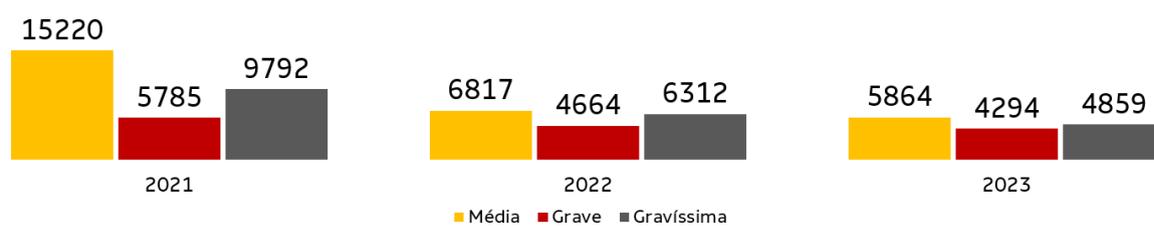
Fonte: Material próprio.

Percebe-se, ainda com variações, no período de junho de 2023 a janeiro de 2024 as infrações gravíssimas não apresentaram aumento, como era visto nos meses

anteriores. Até o mês de maio de 2023 a média desse tipo de infrações era de 536 e, após esse momento passou a ser 304. Ainda, o número total de infrações apresenta o mesmo comportamento.

Quando se compara o período anterior à implantação, temos o seguinte resultado, que evidencia a redução de infrações a partir da instalação da nova tecnologia:

Figura 7. Evolução anual de infrações de rotograma



Fonte: Material próprio.

Em todos os quadros constata-se variações mensais dos indicadores, que podem ser determinadas pela combinação de inúmeros fatores operacionais, sazonais, de infraestrutura e comportamentais. As condições climáticas como chuva, neblina ou calor extremo podem afetar a visibilidade e as condições das estradas, aumentando o risco de acidentes em determinados meses e podem se intensificar ainda mais diante da sazonalidade do planejamento de escoamento da produção em operações florestais. Para mais, a intensidade das operações quanto às jornadas de trabalho e a rotatividade de funcionários também são impactantes, especialmente na chegada de pessoas inexperientes. Além disso, com uma frota extensa e diferentes empresas prestadoras de serviço, existe a dificuldade de padronização de processos e na exigência de padrões elevados para a contratação de motoristas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se através deste trabalho que o transporte rodoviário de cargas desempenha um papel crucial na economia brasileira, não apenas por sua significativa contribuição ao PIB, mas também pela influência direta no desempenho de diversos setores econômicos. No entanto, a predominância desse modal é acompanhada por

um elevado número de acidentes de trânsito, muitas vezes causados por fatores como sonolência e distração dos motoristas e que são agravados em operações de risco.

Através do estudo de caso, verificou-se que implementar um projeto de monitoramento logístico florestal exige investimentos significativos em tecnologia e comunicação, mas que a instalação de câmeras de fadiga em veículos de transporte de carga pode mitigar desvios comportamentais causadores de acidentes de trânsito, melhorando significativamente a segurança de todos os envolvidos. Além disso, a implementação desse tipo de sistema de monitoramento não só contribui para a segurança dos motoristas, mas também oferece benefícios econômicos para as empresas, como a redução de multas e de custos relacionados a acidentes.

De maneira geral, a execução do projeto transcende o âmbito de uma mudança tecnológica ordinária, mas representa uma transformação cultural dentro de uma corporação. Ao abordar proativamente a resistência à mudança, enfatizar a importância da segurança e sustentabilidade, e investir em treinamento e desenvolvimento contínuo, a empresa pode impulsionar a curva de aprendizado e propiciar que o projeto seja bem-sucedido.

Portanto, evidencia-se a importância de adotar soluções tecnológicas de monitoramento para aprimorar a segurança e eficiência do transporte rodoviário de cargas no Brasil, destacando a relevância de manter um registro detalhado das ocorrências de segurança, utilizar ferramentas de análise de dados para identificar padrões e correlações entre as variações mensais e os fatores contribuinte e revisar periodicamente as políticas operacionais para a identificação de ajustes, afim promover um ambiente de melhoria contínua cultura de segurança nas estradas.

REFERÊNCIAS

ANTT- Agencia Nacional de Transportes Terrestres. **Registro Nacional dos Transportadores Rodoviários de Carga**: primeiro diagnostico. Disponível em: <<http://www.antt.gov.br/rntrc>.> Acesso em 01 junho 2024.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BRASIL. Lei nº 9.503 de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. 1997.

BRASIL. Lei nº 13.103, de 2 de março de 2015. Dispõe sobre o exercício da profissão de motorista. [internet]. 2015 Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13103.htm>. Acesso em 28 maio 2024.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Dispõe sobre a proteção de dados pessoais. [internet]. 2018 Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm>. Acesso em 05 junho 2024.

BRASIL. CNT - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Boletim Estatístico CNT**. 2013 [Internet]. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/Boletim/boletim-estatistico-cnt>>. Acesso em 01 junho 2024.

BRASIL. DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Infraestrutura Rodoviária. Disponível em: <<https://www.gov.br/dnit/pt-br>>. Acesso em 25 maio 2024.

BRASIL. MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Transporte Rodoviário de Carga: como preservar vidas**. Disponível em: <<https://www.gov.br/transportes/pt-br>>. Acesso em 25 maio 2024.

BOWERSOX, Donald J. **Logística Empresarial: O Processo de Integração da Cadeia de Suprimento**. 1ª ed. São Paulo: Atlas, 2001.

CHRISTOFER, M.. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. 1ª ed. São Paulo: Pioneira, 1997.

DALLA SANTA, Edson Donizetti; MUSSI, Clarissa Carneiro. 2016. **Desempenho no Transporte Rodoviário de Cargas: Potencialidades e Limitadores do Uso da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)**. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/bd33/0044887df32bce04b3f8eb1ddaff8ae11763.pdf>> Acesso em 20 maio 2024

GIANOPPOULOS, G.A.. **The Application of Information and Communication Technologies in Transport**. *European Journal of Operation Research*, 2004. Disponível em: <[cholar.google.com.br/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=GbKQpDwAAA&AJ&citation_for_view=GbKQpDwAAAAJ:ULOm3_A8WrAC](https://scholar.google.com.br/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=GbKQpDwAAA&AJ&citation_for_view=GbKQpDwAAAAJ:ULOm3_A8WrAC)>. Acesso em 29 maio 2024.

_____. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projeto de Pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOOGLE IMAGENS. <<https://www.google.com.br/imghp?hl=pt-PT>>. Acesso em 18 maio 2024.

GUIMARÃES, P. P. Perfil do motorista do transporte rodoviário florestal. 2013.

HUERTAS, Daniel Monteiro. Território e Circulação: Transporte Rodoviário de Carga no Brasil. Tese de Doutorado, 2013. Universidade de São Paulo USP. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-04112013-130623/publico/2013_DanielMonteiro_VCorr.pdf>. Acesso em 02 maio 2024.

KAI, Giovana. **Como funcionam as câmeras dos sensores de fadiga**. Blog Transportation 2023. Disponível em: <<https://tl.trimble.com/blog/cameras-sensores-de-fadiga/>>. Acesso em 30 maio 2024

KEEDI, S.; MENDONÇA, P. C. C. **Transporte e Seguro no Comércio Exterior**. São Paulo: Aduaneiras, 2003.

KOURI, Marcia Gatti. **Definição de Requisitos para um Sistema de Monitoramento de Veículos de Transporte Rodoviário de Cargas**. Dissertação. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2007.

LEITE, Francisco Tarciso. **Metodologia Científica**: métodos e técnicas de pesquisa (monografias, dissertações, teses e livros). São Paulo: Ideias & Letras, 2008.

MORAES, Antonio Carlos Robert. **Geografia Histórica do Brasil**: cinco ensaios, uma proposta e uma crítica. São Paulo: Annablume, 2005.

NOVAES, Antônio Galvão. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 2007.

REIS FILHO, Robson Gomes; et al. **Inteligência Artificial Para Monitoramento Em Operações de Transportes de Cargas Perigosas**. XLII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP 2022. Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, 04 a 07 de outubro de 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Ercilia-Stefano/publication/364516595_INTELIGENCIA_ARTIFICIAL_PARA_MONITORAMENTO_EM_OPERACOES_DE_TRANSPORTES_DE_CARGAS_PERIGOSAS/links/6357246f96e83c26eb503bcc/INTELIGENCIA-ARTIFICIAL-PARA-MONITORAMENTO-EM-OPERACOES-DE-TRANSPORTES-DE-CARGAS-PERIGOSAS.pdf. Acesso em 20 maio 2024.

RIBEIRO, Priscila Cristina Cabral; FERREIRA, Karina Araújo. **Logística e Transportes: Uma Discussão Sobre os Modais de Transportes e o Panorama Brasileiro. 2021** Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002_TR11_0689.pdf>. Acesso em: 18 maio 2025.

ROZENTAL, Valery Nobl. **Detecção de Fadiga de Condutores Através de Processamento de Imagens em Tempo Real em Sistemas Embarcados**. Monografia. Brasília: Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, 2009.
SCHULTZ, T.W.. **Construção de Aplicações Eficientes**. V.2 São Paulo: Prentice Hall, 1999.