



**FATORES DE VEÍCULOS DOS POSTOS DE PESAGENS LOCALIZADOS NA BR-
116 NO ESTADO DO PARANÁ**

CURITIBA
2018



ANA PAULA MATTEI GHEDIN
DÉBORA APOLINÁRIO
PEDRO HENRIQUE BRUZAMARELLO

**FATORES DE VEÍCULOS DOS POSTOS DE PESAGENS LOCALIZADOS NA BR-
116 NO ESTADO DO PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Pós-Graduação em Pavimentação Rodoviária, Pós-Graduação *lato sensu*, da Faculdade IDD como requisito parcial para a obtenção do Grau de Especialista em Pavimentação Rodoviária.

Orientador: Prof. Mestre Paulo Sergio Peterlini.

CURITIBA
2018

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus por permitir que tudo isso acontecesse, ao longo de nossas vidas, que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer.

Ao Prof. Paulo Sérgio Peterlini pelo conhecimento transmitido ao longo do curso e, pela dedicação e paciência na orientação deste trabalho.

Aos funcionários da Empresa Concessionária Arteris, em especial ao Jackson Rodrigo Beje Pereira, pela paciência em nos mostrar as instalações do local de estudo, por tirar todas as dúvidas que surgiram ao longo do trabalho e, por disponibilizar os materiais necessários para a realização deste estudo.

RESUMO

No presente Trabalho de Conclusão de Curso, foi realizado um estudo relacionado a Fatores de Veículos (FV), baseados em informações de pesagens realizadas nos anos de 2013, 2015 e 2017 em dois Postos de Pesagens de Veículos localizados na BR-116 no Estado do Paraná. Foram analisadas 1.705.194 pesagens, distribuídas entre vinte e nove configurações de veículos incluindo ônibus e caminhões. Para os respectivos cálculos foram utilizadas duas metodologias de referência no que se referem aos fatores de equivalência de cargas, a da American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) e da United State Army Corpo Of Enginners (USACE). Os principais comparativos foram o comportamento das configurações de veículos pesquisados ao longo dos anos, os valores de FV médios obtidos comparados com FV calculado utilizando os valores limites presentes nas Resoluções do Conselho Nacional de Trânsito e cálculos de espectros de cargas, tanto por eixo quanto pelo Peso Bruto Total (PBT) e Peso Bruto Total Combinado (PBTC), propiciando dessa forma um amplo número de dados atuais que possam facilitar cálculos para profissionais engajados em dimensionais estruturais de pavimentos viários.

Palavras-Chave: Fator de Veículo, PBT/PBTC, Tipos de Eixos, Postos de Pesagens de Veículos, BR-116.

ABSTRACT

In this study, a Vehicle Factor (VF) study was carried out, based on information from weighing of the years 2013, 2015 and 2017 at two Vehicle Weighing Stations at BR-116 in the State of Paraná. We analyzed 1,705,194 weighings, distributions among twenty-nine editions of light vehicles and trucks. The two meta-bolism were the two reference methodologies that referred to the load equivalence factors of the American Association of Road and State Authorities (AASHTO) and the United States Army Engineers Corporation (USACE). The main comparisons were the behavior of the vehicle series surveyed over the years, the values of VF in comparison to the load values, as well as Total Gross Weight (PBT) and Total Gross Gross Weight (PBTC), providing a number more accurate times for professionals engaged in road surface dimensions.

Key words: VehicleFactor, PBT/PBTC, Shaft Types, Vehicle Weighing Stations, BR-116.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
1.1.	PROBLEMA DE PESQUISA.....	11
1.2.	OBJETIVOS.....	11
1.2.1.	Objetivo geral	11
1.2.2.	Objetivos específicos	11
1.3	HIPÓTESE.....	12
1.3.	JUSTIFICATIVAS	12
1.3.1.	Tecnológicas	12
1.3.2.	Econômicas	13
1.3.3.	Sociais	13
1.3.4.	Ecológicas.....	13
1.4.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	13
1.5.	APRESENTAÇÃO DO TRABALHO.....	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1	ATUAÇÃO DAS CARGAS SOBRE O PAVIMENTO	15
2.2	CLASSIFICAÇÃO DOS VEÍCULOS	16
2.3	TIPOS DE EIXOS	18
2.3.1	Eixo padrão.....	18
2.3.2	Cargas por eixo.....	19
2.4	NÚMERO N	20
2.5	FATOR EQUIVALENTE DE CARGA.....	20
2.5.1	FEC da AASHTO.....	21
2.5.2	FEC da USACE	22
2.6	FATOR DE VEÍCULO	23
2.7	RESOLUÇÕES DO CONTRAN.....	24
2.7.1	Carga dos veículos.....	31
2.7.2	Limites de carga e tolerâncias.....	34
3	MÉTODO DE PESQUISA.....	37
3.1	LOCALIZAÇÃO DOS POSTOS DE PESAGEM	37
3.2	SISTEMAS DE PESAGEM	38

3.3	PERÍODOS DE ANÁLISES	41
3.4	APURAÇÃO DOS DADOS LEVANTADOS.....	44
3.4.1	Cálculo dos FV individuais.....	45
3.4.2	FV da frota	50
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	53
4.1	COMPARAÇÃO DOS FV.....	53
4.1.1	Análise temporal, comparação pela FEC_{AASHTO}	53
4.1.2	Análise temporal - comparação pela FEC_{USACE}	55
4.1.3	FV reais comparado com FV com cargas legais	57
4.2	ESPECTROS DE CARGA	61
4.2.1	Espectro de cargas por eixo - geral.....	62
4.2.2	Espectro de cargas por eixo por categorias	73
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	95
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
	APÊNDICES.....	99

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o modal mais utilizado de transportes é o rodoviário. Segundo o Relatório Gerencial de Rodovias, (BRASIL, 2017), a matriz rodoviária é responsável por 61% do transporte de cargas e 95% no transporte de passageiros.

A boa condição da malha rodoviária reflete diretamente em um menor consumo de combustíveis, reduzindo também o custo operacional dos veículos em geral e, principalmente, no número de acidentes (DNIT, 2005).

No Brasil, diversas configurações de veículos utilizados para transportes de cargas e passageiros podem ser observadas nas rodovias nacionais, para que se tenha o controle dos limites de carga de cada uma dessas configurações, o Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) através de Resoluções publicadas ao longo do tempo tem consolidado nomenclaturas, e estabelecido padrões para o formato dos veículos, bem como as combinações de tipos de eixos e pesos brutos totais máximos permitidos.

Um dos fatores mais relevantes para dimensionamentos estruturais de pavimentos são os estudos de tráfego, a fim de se obter o número de repetições referente à passagem de um eixo padrão de 8,2 tf. Esse fator é conhecido como número N que através dele podem-se dimensionar camadas necessárias do pavimento para atender ao período do horizonte de projeto (DNIT, 2006).

A concepção do número N parte do princípio de transformar os diversos tipos de veículos, os quais utilizam diferentes combinações de eixos, em um único tipo de eixo, através do eixo padrão. Para essa transformação é necessário utilizar as equações dos Fatores de Equivalência de Cargas (FEC) aplicando-as para cada tipo de veículo, baseado na combinação dos eixos. Sendo assim, é possível obter-se o Fator de Veículo (FV), definido pelo número de passagens do número N no qual uma única passada do veículo representa, (DNIT, 2006).

Como a principal variável dos FEC é o peso aplicado pelo eixo em análise, é de relevante importância, verificar se os pesos e dimensões definidos pelas Resoluções CONTRAN 210/2006, 211/2006 e 258/2007 estão sendo respeitados, por isso a necessidade de operações dos Postos de Pesagens de Veículos (PPV).

Baseado nisso, houve grande interesse no presente trabalho de se verificar, baseado em informações dos PPV localizados na BR-116 no Estado do Paraná, sendo o primeiro no km 129,0, subtrecho Fazenda Rio Grande – Mandirituba, lado

direito da quilometragem conforme fotos das Figuras 1 e 2 e o segundo no km 193,000, subtrecho Campo do Tenente – Rio Negro, lado esquerdo da quilometragem conforme fotos das Figuras 3 e 4.

FIGURA 1 - BR-116/PR PPV KM 129,000



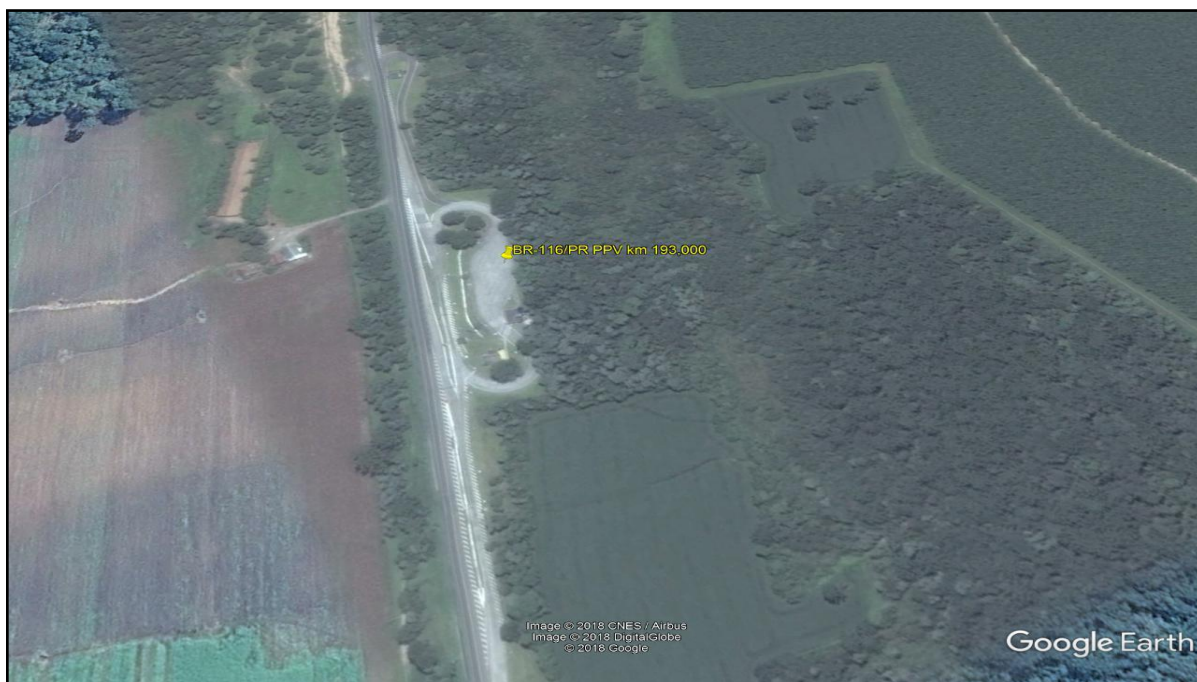
FONTE: (GOOGLE EARTH, 2018)

FIGURA 2 - BR-116/PR PPV KM 129,000 – BAIXO



FONTE: (GOOGLE EARTH, 2018)

FIGURA 3 - BR-116/PR PPV KM 193,000 - AÉREA



FONTE: (GOOGLE EARTH, 2018)

FIGURA 4. BR-116/PR PPV KM 193,000 – BAIXO



FONTE:(GOOGLE EARTH, 2018)

A rodovia federal BR-116 em todo o território paranaense desde a divisa com o Estado de São Paulo até a divisa com o Estado de Santa Catarina, do Km 0,000 ao km 214,900, está sob concessão sob responsabilidade da Agência Nacional de

Transportes Terrestres (ANTT) desde 14/02/2008 quando foi assinado contrato com a Empresa Concessionária Auto Pista Planalto Sul com duração de 25 anos.

Para se calcular os FV foram obtidas aproximadamente 1.705.194 pesagens de caminhões nos anos de 2013, 2015 e 2017. Optou-se por trabalhar com informações de dois em dois anos, para obter uma maior amplitude temporal, não sendo considerado então os anos pares (2014 e 2016).

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

As dificuldades de se obter dados de pesagens em balanças que operam em rodovias nacionais podem comprometer importantes pesquisas no que se refere avaliação de fator de veículo, importante parâmetro para avaliação de tráfego necessária nos dimensionamentos estruturais de pavimentos no país.

1.2. OBJETIVOS

Neste item apresentam-se os objetivos gerais e específicos da pesquisa a ser desenvolvida.

1.2.1. Objetivo geral

Verificar se os FV têm evoluído com o passar dos anos, baseado nos dados de pesagens dos dois postos localizados na BR-116/PR, nos anos de 2013, 2015 e 2017.

1.2.2. Objetivos específicos

a) Verificar o comportamento do FV utilizando as equações dos FEC tanto da metodologia do Corpo de Engenheiros do Exército Americano (USACE) bem como da Associação Americana de Oficiais de Transportes de Rodovias Estaduais (AASHTO), comparando os resultados obtidos nas duas balanças nos anos de 2013, 2015 e 2017;

- b) Comparar os valores de FV médio de cada configuração obtida nas balanças, com o respectivo cálculo do FV baseado nas cargas legais das resoluções do CONTRAN para a mesma configuração;
- c) Elaboração do cálculo das frequências de distribuição de cargas através de metodologia estatística, onde é possível verificar o espectro geral de carga.

1.3 HIPÓTESE

Os projetistas de pavimentos, na elaboração de cálculos de número N baseados em contagens classificatórias e volumétricas, muitas vezes utilizam as cargas permitidas descritas nas resoluções para aplicação das equações de FEC, devido a não existir um banco de dados com informações relevantes ao assunto.

O questionamento se dá, em busca da real situação do comportamento dos veículos em relação as rodovias, em especial a BR-116, quanto ao carregamento dos veículos em relação aos parâmetros estabelecidos da legislação, ou seja, busca-se informações mais técnicas para que os projetistas possam desenvolver seus trabalhos, baseado no real carregamento dos eixos passantes pelas rodovias..

1.3.JUSTIFICATIVAS

Todo estudo científico tende a trazer benefícios a sociedade de uma maneira geral, sendo cada estudo, relacionado à sua área de atuação. A isso, são apresentadas as justificativas tecnológicas, econômicas, sociais e ecológicas que visam esclarecer os motivos que fazem este trabalho ser necessário e benéfico no quesito pavimentação rodoviária.

1.3.1. Tecnológicas

A atualização das configurações de veículos que utilizam as rodovias, bem como a avaliação da carga que os mesmos têm transportado, possibilita a utilização

de novos FV, logo o dimensionamento de pavimentos futuros tende a serem mais precisos.

1.3.2. Econômicas

A precisão dos FV impacta diretamente no dimensionamento nos projetos de implantação e restauração, reduzindo a possibilidade de pavimentos subdimensionados, o que reduz também diretamente os custos com a manutenção da malha rodoviária.

1.3.3. Sociais

Quando os custos com manutenção são reduzidos, tem-se a possibilidade de evolução da malha nos quesitos relacionados ao conforto e segurança aos usuários, bem como ampliação da malha como obras de implantação de terceiras faixas ou mesmo duplicação, reduzindo o tempo de viagem, aumentando diretamente a qualidade de vida dos usuários.

1.3.4. Ecológicas

Com informações mais precisas dos veículos de carga que utilizam as rodovias, automaticamente gerando dimensionamentos e intervenções mais precisas, diminui-se o impacto ambiental, onde deve-se ter como resultado menor necessidade de exploração de jazidas, bem como menor produção de gás carbônico emitido pelos equipamentos utilizados na conservação do pavimento que muitas vezes necessita muita manutenção por estar subdimensionado.

1.4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a elaboração do presente estudo, fez-se necessário o conhecimento da legislação que trata do assunto, sendo os principais as resoluções do CONTRAN, bem como as portarias do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), que

estabelecem os parâmetros de classificação e limites de carregamento dos veículos que trafegam nas rodovias diariamente.

Foram escolhidos dois PPV na BR-116/PR, em vista da tamanha importância que possui esta rodovia, pois trata-se de uma das principais rotas que ligam o Estado de São Paulo com a Região Sul do país.

Foram solicitados à Empresa Concessionária Arteris – Planalto Sul dados de pesagem das balanças lentas que é a que contempla todas as pesagens, independente se o veículo está carregado ou não, para que pudesse avaliar o FV real das rodovias.

Após o recebimento das informações, foi necessário organizar os dados, para posterior cálculo do FV das composições.

1.5. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

No Capítulo 1 da Introdução, foi elaborada uma contextualização do assunto abordado, deixando de forma clara qual o problema da pesquisa e quais seus principais objetivos, esclarecendo também o que justifica sua realização e quais foram os procedimentos metodológicos adotados.

No Capítulo 2 da Fundamentação Teórica, para que o leitor tenha maior entendimento da forma que é tratado os estudos de tráfego, foram apresentadas as formas que as cargas atuam sobre o pavimento, a classificação básica sobre os tipos de veículos, a composição dos tipos de eixo, bem como o que é o número N e a forma que ele é calculado, através das metodologias da AASHTO e da USACE. Posteriormente foram apresentadas as configurações e limites de carregamento por tipo de eixo, além das tolerâncias previstas em lei das sobrecargas, sendo estas informações baseadas principalmente nas resoluções 210/2006 e 211/2006 do CONTRAN e a portaria 63/2009 do DENATRAN.

No Capítulo 3 da Metodologia de Pesquisa, apresenta-se a localização e o resumo das pesagens que foram analisados, baseados nas informações fornecidas pela Concessionária, onde foram separadas todas as configurações de veículos que transitaram pela rodovia no período, e posteriormente apresentada a forma que em foram calculados os FV de todas as configurações analisadas.

No Capítulo 4 da Apresentação e Análise dos Resultados, foram finalizados os cálculos de FV, e feitas as respectivas análises referentes ao comportamento da frota, as quais foram discutidas e avaliadas.

No Capítulo 5 das Considerações Finais foram apresentadas as conclusões e considerações obtidas pelo presente TCC, bem como as sugestões para trabalhos futuros, possibilitando e incentivando a continuidade dos estudos, sendo possível a partir disso verificar se existem outras variáveis que podem ser analisadas baseadas neste estudo inicial.

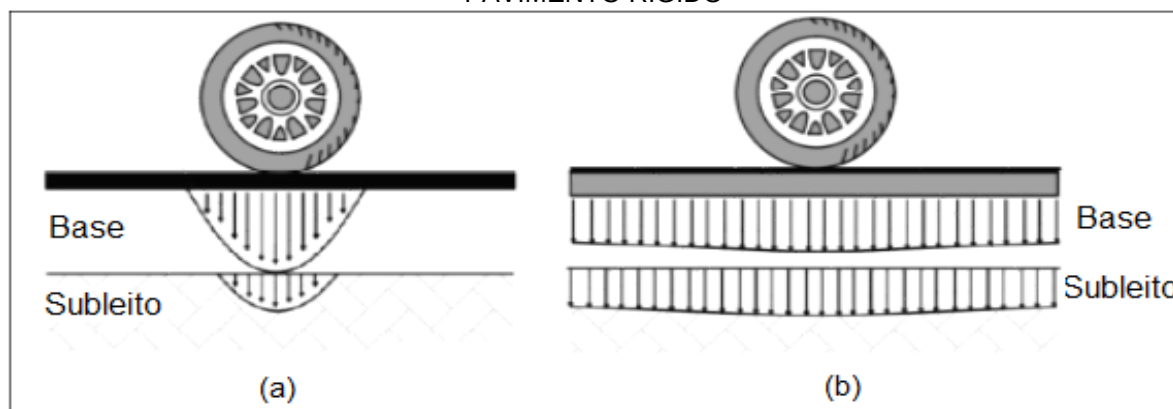
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ATUAÇÃO DAS CARGAS SOBRE O PAVIMENTO

A disposição das tensões e deformações, criadas na estrutura pelas cargas de roda do tráfego, se tem de modo que as camadas de revestimento e base descarregam as tensões verticais de compressão no subleito por meio da “absorção” de tensões cisalhantes. Balbo (1993) retrata as diferenças do efeito de carga em pavimentos rígidos e flexíveis de acordo com a ilustração da Figura 5.

A concentração de cargas em pavimentos flexíveis permite um campo de tensões muito aglomerado nas proximidades da aplicação da carga. Já em pavimentos rígidos, o campo de tensões é bem mais afastado e a disposição das cargas é semelhante em toda a dimensão da placa, ocasionando menores esforços verticais sobre o subleito (BALBO, 1993).

FIGURA 5 - (A) ÁREA DE TENSÕES DE PAVIMENTO FLEXÍVEL; (B) ÁREA DE TENSÕES DE PAVIMENTO RÍGIDO



FONTE: (BALBO, 2007)

O pavimento deve ser dimensionado para o tráfego previsto no período de projeto e para as condições climáticas a que estará sujeito. As diferentes camadas devem resistir aos esforços solicitantes e transferi-los, por sua vez, às camadas subjacentes. As tensões e deformações as quais a estrutura está sujeita dependem principalmente da espessura das camadas e da rigidez dos materiais. Se a estrutura estiver bem projetada para as cargas que atuarão e bem construída, essas cargas geram deslocamentos que não provocam ruptura ou deformação excessiva após uma única passada de roda ou algumas poucas solicitações (BERNUCCI, et al, 2006).

As estruturas de pavimento são projetadas para resistirem a numerosas solicitações de carga, dentro do período de projeto, sem que ocorram danos estruturais fora do aceitável e previsto. Os principais danos considerados são a deformação permanente e a fadiga. Para se dimensionar adequadamente uma estrutura de pavimento, devem-se conhecer bem as propriedades dos materiais que a compõem, sua resistência à ruptura, permeabilidade e deformabilidade, frente à repetição de carga e ao efeito do clima (BERNUCCI, et al, 2006).

Assim, cada tipo de veículo, requer o pavimento com determinada carga, que diferem entre si, de acordo com seu carregamento (DNIT, 2006).

Portanto, a mecânica dos pavimentos é a disciplina da engenharia civil que trata dessa forma de entendimento do pavimento como um sistema em camadas no qual devem estar compatibilizadas as tensões e deslocamentos solicitantes com as propriedades dos materiais e espessuras das camadas. Esses conceitos devem ser utilizados no dimensionamento da estrutura e condicionam a escolha dos materiais (MEDINA; MOTTA, 2005).

2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS VEÍCULOS

Tratando-se de veículos de carga, a grande diversidade de impactos gerados sobre o pavimento, levou à necessidade de dispor de uma classificação da frota (DNIT, 2006). A classificação dos veículos usuais é distribuída em cinco categorias segundo o Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006):

- 1) VP, representa os veículos leves, física e operacionalmente assimiláveis ao automóvel, incluindo minivans, vans, utilitários, pick-ups e similares;

- 2) CO, representa os veículos comerciais rígidos, não articulados e abrangem os caminhões e ônibus convencionais, normalmente de dois eixos e quatro a seis rodas;
- 3) O, representa os veículos comerciais rígidos de maiores dimensões, entre estes incluem-se os ônibus urbanos longos, ônibus de longo percurso e de turismo, bem como caminhões longos, frequentemente com três eixos (trucão), de maiores dimensões que o veículo CO básico sendo que seu comprimento se aproxima do limite máximo legal admissível para veículos rígidos;
- 4) SR, representa os veículos comerciais articulados, compostos de uma unidade tratora simples (cavalo mecânico) e um semirreboque sendo que seu comprimento se aproxima do limite máximo legal para veículos dessa categoria;
- 5) RE, representa os veículos comerciais com reboque. É composto de uma unidade tratora simples, um semirreboque e um reboque, frequentemente conhecido como bi-trem e o seu comprimento é o máximo permitido pela legislação.

Porém, é preferível que a classificação seja mais detalhada, pois podem ocorrer expressivas variações na capacidade de carga de uma determinada subclasse, em função do tipo de veículo e de sua rodagem. Assim, os semi-reboques eram classificados em: 2S1; 2S2; 3S2, 2S3; etc. Nesta condição, o primeiro algarismo representava o número de eixos do cavalo mecânico e o segundo, o número de eixos do semi-reboque de acordo com a classificação do DNIT (DNIT, 2006) que atualmente não tem mais validade legal.

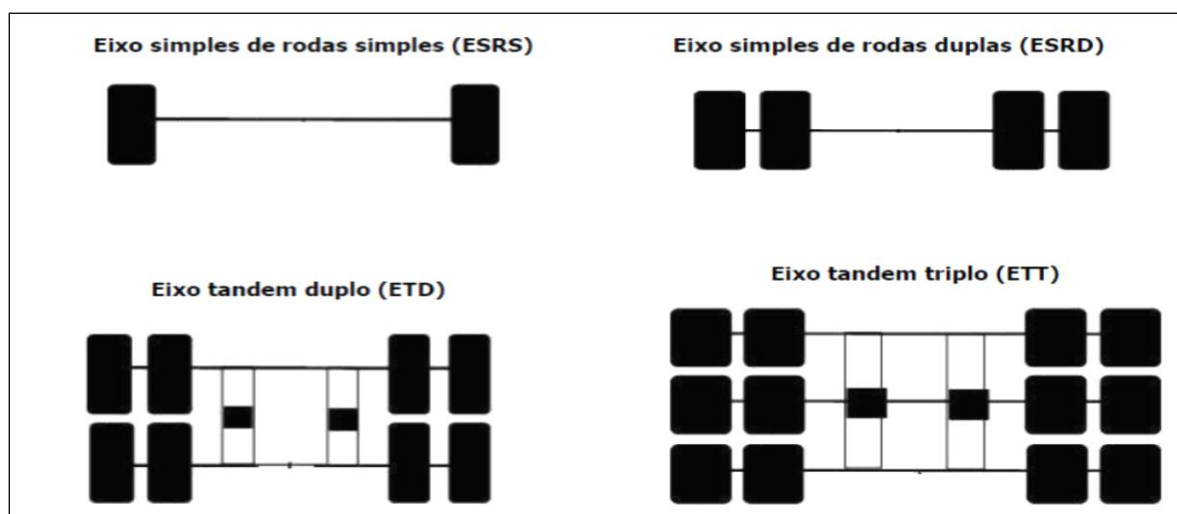
Entretanto, a frota brasileira de veículos tem suas configurações apoiadas na publicação da Portaria nº 63 de 31/03/2009 do DENATRAN que declara o disposto nas Resoluções nº 210/06 e nº. 211/06 do CONTRAN que correlata as combinações de veículos de transporte de carga, com seus respectivos limites de comprimento, peso por eixo, PBT e PBTC. A portaria divide as configurações de veículos da frota nacional através daquelas que tem necessidade de transitar com Autorização Especial de Trânsito (AET), PBTC acima de 57,0 t até o limite máximo de 74,0 t, das que não necessitam.

2.3 TIPOS DE EIXOS

Diante da diversidade de tipos de eixos dos veículos rodoviários, cria-se a necessidade a sua detalhada abordagem. Os modelos de eixos de veículos rodoviários de carga podem ser de duas classes: o isolado, chamado de eixo simples; e os em conjunto, denominados de eixos em tandem. Por exemplo, esses eixos podem ser favorecidos de apenas uma roda na extremidade (rodas simples) ou duas rodas (rodas duplas). Nota-se que se encontram combinações de eixos simples de rodas simples com eixos simples de rodas duplas em ônibus, o que não caracteriza um eixo tipo tandem duplo.

Chama-se a atenção para os conjuntos de 2 ou 3 eixos onde as distâncias entre eixos forem maiores que 2,40 m, assim sendo, estes serão considerados isolados. Na Figura 6 são apresentados os tipos de eixos de veículos rodoviários que giram nas rodovias brasileiras (DNIT, 2006).

FIGURA 6 - TIPOS DE EIXO DE VEÍCULOS RODOVIÁRIOS DE CARGA



FONTE: (DNIT, 2006)

2.3.1 Eixo padrão

O FEC correlaciona-se a passagem de um veículo padrão sobre o pavimento. O veículo padrão adotado possui 18.000 libras de carga por eixo simples de roda dupla (ESRD), sendo distribuída de forma idêntica a carga sobre cada conjunto de rodas (9.000 libras). Logo um eixo simples, carregado com 18.000 libras, a partir da

conversão para toneladas onde 1,0 libra equivale a 0,46 quilogramas, a carga sobre o eixo padrão corresponde a 8,2 toneladas, onde cada roda do eixo, atua com uma carga sobre o pavimento de 2,05 toneladas (SENÇO, 2007).

2.3.2 Cargas por eixo

O peso por eixo de cada um dos tipos de veículos de carga, assim como a classificação dos veículos, é de suma importância. Caso a distribuição da carga por eixo não for considerada, as previsões futuras do tráfego serão provavelmente incertas. Para a avaliação correta do efeito do tráfego sobre o pavimento é preciso conhecer as cargas por eixo nas quais os veículos de carga solicitam a estrutura do pavimento (DNIT, 2006).

Os procedimentos de pesagem podem ser feitos no próprio trecho em estudo, ou em trechos com tráfego similar, através de: balanças fixas, balanças portáteis e sistemas automáticos de pesagem, que permitem pesagem contínua através de longos períodos.

Nos últimos anos foram desenvolvidos equipamentos para pesar dinamicamente os veículos e classificá-los automaticamente. Em qualquer caso é necessário que os dados de pesagem sejam compatíveis com a classificação adotada para a frota de carga.

Segundo o DNIT (2006), para os fatores de veículos, recomenda-se a utilização de dados de tráfego coletados para o trecho em análise, pois proporcionarão uma avaliação mais precisa. Para tal, podem ser utilizadas balanças portáteis e automáticas, que oferecem alto grau de flexibilidade na coleta e oferecem dados mais confiáveis.

Sendo assim, para a avaliação correta do efeito do tráfego sobre o pavimento é preciso conhecer as cargas por eixo com as quais os veículos de carga solicitam a estrutura. Esta análise pode ser feita por meio de pesagens levadas a efeito no próprio trecho, ou em trecho com comportamento de tráfego similar.

2.4 NÚMERO N

Um dos fatores que influenciam no dimensionamento dos pavimentos flexíveis é o tráfego solicitante numa determinada via durante sua vida útil de serviço. As cargas que solicitam a estrutura do pavimento ao longo de um período são representadas pela ação do ciclo de carregamento e descarregamento em um determinado ponto fixo da superfície de rolamento quando da passagem das rodas dos veículos.

O Número N é o número equivalente de operações do eixo simples padrão durante o período de projeto e o parâmetro de tráfego usado no dimensionamento. Segundo o DNIT (2006), para o correto dimensionamento do reforço ou a definição de outros procedimentos é necessária a determinação do tráfego futuro.

Considerando o conceito do fator de equivalência, o número de operações do eixo-padrão, conhecido como número N é calculado pela seguinte equação:

$$N = \sum_{a=1}^{a=p} N_a \quad (1)$$

Onde:

N = Número equivalente de aplicações do Eixo Padrão, durante o período de projeto;

a = ano no período de projeto;

p = número de anos do período de projeto;

N_a = Número equivalente de aplicações do Eixo Padrão, durante o ano definido (equação 2);

$$N_a = \sum_{i=1}^{i=k} V_{ia} \cdot FV_i \cdot 365 \cdot c \quad (2)$$

Onde:

i = categoria do veículo, variando de 1 a k

Via = Volume de veículos da categoria i, durante o ano a do período de projeto.

2.5 FATOR EQUIVALENTE DE CARGA

A concepção de equivalência de cargas aponta da simples análise que, em estruturas parecidas de pavimentos, os impactos destrutivos ocasionados ao longo do

tempo por veículos diferentes são contrários, surgindo então a necessidade de um processo comparativo entre os efeitos destrutivos das passagens dos veículos.

A partir da passagem de um veículo qualquer, e, um determinado tipo específico de pavimento, aponta-se danos provocados pelos veículos através do Fator de Equivalência de Cargas (FEC), arbitrariamente tomado como padrão, para um mesmo tipo de pavimento considerado. A consequência destrutiva sobre um pavimento só pode ser qualificada por meio da determinação da quantidade e do peso dos eixos que sobre ele circulam e apresenta várias pesquisas que produziram como propósito relacionar o peso dos eixos e seu efeito destrutivo, isto quer dizer, o fator de equivalência de uma carga P , que é definido como o número de passagens equivalentes de um eixo-padrão de 8,2 tf que produz o mesmo efeito no pavimento que a carga em questão. Para a obtenção dos mesmos existem duas metodologias, da *American Association of State Highways and Transportation Officials* (AASHTO) traduzida para o português como sendo Associação Americana de Oficiais de Transportes de Rodovias Estaduais, e da *United States Army Corps of Engineers* (USACE), Corpo de Engenheiro do Exército dos Estados Unidos) (PETERLINI, 2017).

2.5.1 FEC da AASHTO

Segundo DNIT (2006), os FEC da AASHTO fundamentam-se na perda de serventia (PSI) e variam com o tipo do pavimento (flexível e rígido), índice de serventia terminal e resistência do pavimento (número estrutural – SN).

Essa metodologia apresentou como propósito inicial, a determinação entre o comportamento dos pavimentos estudados, as estruturas e as cargas de tráfego aplicadas. A definição de comportamento está relacionada aos princípios de que um pavimento deve disponibilizar ao usuário, conforto e segurança. Já a concepção de serventia está conectada à habilidade que um pavimento necessita possuir de um rolamento suave, confortável e seguro o que, em última observação, é ocupação para a qual foi construído (PETERLINI, 2017).

As equações da metodologia são mostradas na planilha do Quadro 1.

QUADRO 1 - FEC_{AASHTO}

Tipos de eixo	Equações (P em tf)
Simples de rodagem simples	$F_{SS} = \left(\frac{P}{7,77} \right)^{4,32}$
Simples de rodagem dupla	$F_{SD} = \left(\frac{P}{8,17} \right)^{4,32}$
Tandem duplo (rodagem dupla)	$F_{TD} = \left(\frac{P}{15,08} \right)^{4,14}$
Tandem triplo (rodagem dupla)	$F_{TT} = \left(\frac{P}{22,95} \right)^{4,22}$
$P =$ Peso bruto total sobre o eixo	

FONTE: (PETERLINI, 2017)

2.5.2 FEC da USACE

Essa metodologia foi empregada pelo antigo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), com a finalidade de cálculo do número N. O parâmetro analisado do dano no pavimento é o afundamento plástico no subleito, observado a 70,0 cm de profundidade, possuindo como limite o padrão de uma polegada de afundamento. O cuidado inicial era com a deformação permanente da camada de fundação do pavimento (PETERLINI, 2017).

De acordo com, PEREIRA (1992) apud. PETERLINI (2006), o ponto inicial do dimensionamento de pavimentos empregando FEC_{USACE}, obteve por base a equação de dimensionamento de pavimentos flexíveis para aeroportos, que compreende em sua equação a pressão dos pneus, e o Índice Suporte Califórnia (ISC) do subleito (equação 3).

$$e = \sqrt{P \times \left(\frac{1}{8,2} \times \text{ISC} - \frac{1}{\pi} \times \pi \right)} \quad (3)$$

Onde:

e = espessura total do pavimento em polegadas;

P = carga de rodas simples em libras;

π = pressão de inflação do pneu em lb/pol²

ISC = índice de suporte Califórnia ou *California Bearing Ratio* (CBR).

Na presente metodologia, a carga de roda simples pode ser estabelecida como a carga atuante em uma área de contato idêntica nas rodas do conjunto, constituindo no subleito uma deflexão máxima decorrente da atuação do conjunto na estrutura do pavimento, criando a pressão de contato utilizada na equação (3), PEREIRA (1992) apud. PETERLINI (2006).

As equações desse método são mostradas na planilha do Quadro 2.

QUADRO 2 – FEC_{USACE}

Tipos de eixo	Faixas de cargas (t)	Equações (P em tf)
Dianteiro e traseiro simples	0 - 8	$FC = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$
Dianteiro e traseiro simples	> 8	$FC = 1,8320 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$
Tandem duplo	0 - 11	$FC = 1,5920 \times 10^{-4} \times P^{3,472}$
Tandem duplo	> 11	$FC = 1,5280 \times 10^{-6} \times P^{5,484}$
Tandem triplo	0 - 18	$FC = 8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,3549}$
Tandem triplo	> 18	$FC = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$
$P =$ Peso bruto total sobre o eixo		

FONTE: (PETERLINI, 2017)

Os valores de P são alcançados com dados de pesagem, seja em balanças móveis ou fixas (DNIT, 2006).

2.6 FATOR DE VEÍCULO

De acordo com PETERLINI (2017), o Fator de Veículo (FV) é estabelecido de maneira que a somatória dos valores $(\sum p_i) \times FEC$, computados concede o valor do chamado FV ou fator de caminhão ou equivalência de operações, referente ao perfil de tráfego verificado em pesagens por 100 veículos da amostra. Assim, o valor absoluto do FV é:

$$FV = \frac{\sum_{i=1}^n (p_i \times FEC_i)}{100} \quad (4)$$

Onde:

p_i = cálculo da percentagem de eixos tabulados em relação ao número total de veículos; e

FEC_i = contagem do produto para cada categoria de eixo estabelecida.

O FV é calculado a partir da pesagem de eixo simples e tandem, por categoria de veículo. É computada a frequência dos mesmos. Através de um fator de equivalência, calcula-se a em relação ao eixo padrão de 8,2 tf, determinando assim, o fator carga. Multiplicando-se o Fator Eixo (FE) pelo Fator Carga (FC), obtém-se o FV.

Os FV para automóveis e utilitários são desprezíveis interessando especialmente os FV para ônibus e caminhões.

É determinado ainda como sendo um fator que transforma o tráfego real, em um tráfego equivalente de eixos padrão, podendo-se conceituar que, para um FV, pertinente ao veículo, e sendo p_i a porcentagem com que esse veículo contribui para o tráfego total V_t , conforme equação 05.

$$FV_t = \frac{[\sum p_i \times FV_i]}{100} \quad (5)$$

2.7 RESOLUÇÕES DO CONTRAN

Segundo o CONTRAN (2006), as Combinações de Veículos de Carga (CVC), devem estar coerentes às determinações contidas nas Resoluções 210 e 211/2006.

As dimensões autorizadas para veículos, com ou sem carga, são as seguintes:

I – Largura máxima = 2,60m;

II – Altura máxima = 4,40m;

III – Comprimento total:

a) veículos não-articulados, máximo de 14,00 m;

b) veículos não-articulados de transporte coletivo urbano de passageiros que possuam 3º eixo de apoio direcional: máximo de 15,00 m;

c) veículos articulados de transporte coletivo de passageiros: máximo 18,60 metros;

d) veículos articulados com duas unidades, do tipo caminhão-trator e semirreboque: máximo de 18,60 m;

e) veículos articulados com duas unidades do tipo caminhão ou ônibus e reboque: máximo de 19,80 m;

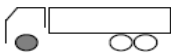
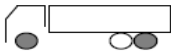
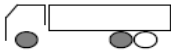
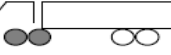
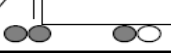
- f) veículos articulados com mais de duas unidades: máximo de 19,80 metros.

As CVC, com mais de duas unidades, com peso bruto total acima de 57,0t ou com comprimento total acima de 19,80 m, só poderão circular portando com a Autorização Especial de Trânsito (AET). Somente é concedida mediante atendimento dos seguintes requisitos:

- PBTC igual ou inferior a 74,0 t;
- comprimento superior a 19,80 m e máximo de 30,0 m, quando o PBTC for inferior ou igual a 57,0 t.
- comprimento mínimo de 25,00 m e máximo de 30,00 m, quando o PBTC for superior a 57,0 t.

A portaria nº 63 do DENATRAN publicada em 31 de março de 2009, padroniza a disposição dos eixos para ônibus, nos tipos comum, articulado e biarticulado. Em consequência, para efeitos comparativos, os quadros a seguir apresentam as configurações de caminhões rígidos, semirreboques e reboques. O anexo da portaria para caminhões rígidos é mostrado na planilha do Quadro 3.

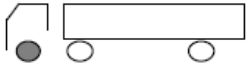
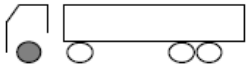
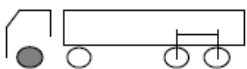
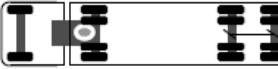
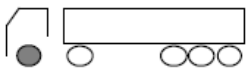
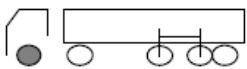
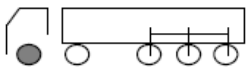
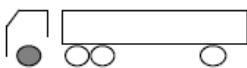
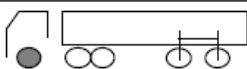
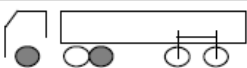
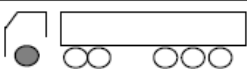
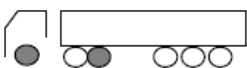
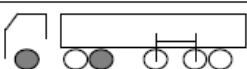
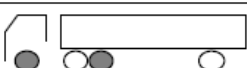
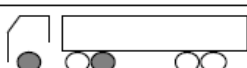
QUADRO 3 – CAMINHÕES RÍGIDOS

Caminhão			Peso máximo por eixo ou conjunto de eixos (t)
I-1			$6 + 6 = 12$
I-2			$6 + 10 = 16$
I-3			$6 + 17 = 23$
I-4			$6 + 13,5 = 19,5$
I-5			$6 + 13,5 = 19,5$
I-6			$12 + 17 = 29$
I-7			$12 + 13,5 = 25,5$
I-8			$12 + 13,5 = 25,5$

FONTE: (DENATRAN, 2009)

A planilha do Quadro 4 apresenta as configurações do tipo caminhão trator + semi-reboque.

QUADRO 4 – CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE

Caminhão Trator + Semi-reboque			Peso máximo por eixo ou conjunto de eixos (t)
I-9			$6 + 10 + 10 = 26$
I-10			$6 + 10 + 17 = 33$
I-11			$6 + 10 + 10 + 10 = 36$
I-12			$6 + 10 + 25,5 = 41,5$
I-13			$6 + 10 + 10 + 17 = 43$
I-14			$6 + 10 + 10 + 10 + 10 = 46$
I-15			$6 + 17 + 10 = 33$
I-16			$6 + 17 + 10 + 10 = 43$
I-17			$6 + 13,5 + 10 + 10 = 39,5$
I-18			$6 + 17 + 25,5 = 48,5$
I-19			$6 + 13,5 + 25,5 = 45$
I-20			$6 + 17 + 10 + 17 = 50$
I-21			$6 + 13,5 + 10 + 17 = 46,5$
I-22			$6 + 17 + 10 + 10 + 10 = 53$
I-23			$6 + 13,5 + 10 + 10 + 10 = 49,5$
I-24			$6 + 13,5 + 10 = 29,5$
I-25			$6 + 13,5 + 17 = 36,5$

FONTE: (DENATRAN, 2009)

A planilha do Quadro 5 apresenta a continuação das configurações do tipo caminhão trator + semi-reboque.

QUADRO 5 – CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE

Caminhão Trator + Semi-reboque			Peso máximo por eixo ou conjunto de eixos (t)
I-26			$6 + 17 + 17 = 40$
I-27			$12 + 13,5 + 10 + 17 = 52,5$
I-28			$12 + 10 + 25,5 = 47,5$
I-29			$12 + 17 + 25,5 = 54,5$
I-30			$12 + 13,5 + 25,5 = 51$
I-31			$12 + 17 + 10 = 39$
I-32			$12 + 13,5 + 10 = 35,5$
I-33			$12 + 17 + 17 = 46$
I-34			$12 + 13,5 + 17 = 42,5$
I-35			$12 + 17 + 10 + 10 = 49$
I-36			$12 + 13,5 + 10 + 10 = 45,5$

FONTE: (DENATRAN, 2009)

A planilha do Quadro 6 apresenta as configurações do tipo caminhão + dois reboques.

QUADRO 6 – CAMINHÃO + 2 REBOQUES

Caminhão + 2 Reboques			Peso máximo por eixo ou conjunto de eixos (t)
II-21			$6 + 17 + 10 + 10 + 10 + 10 = 63$
II-22			$6 + 17 + 10 + 10 + 10 + 17 = 70$
II-23			$12 + 17 + 10 + 10 + 10 + 10 = 69$

FONTE: (DENATRAN, 2009)

A planilha do Quadro 7 apresenta as configurações do tipo caminhão trator + semi-reboque + reboque.

QUADRO 7 – CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE + REBOQUE

Caminhão Trator + Semi-reboque + Reboque			Peso máximo por eixo ou conjunto de eixos (t)
I-50			$6 + 10 + 10 + 10 + 10 = 46$
I-51			$6 + 10 + 17 + 10 + 10 = 53$
I-52			$6 + 10 + 10 + 10 + 17 = 53$
I-53			$6 + 17 + 10 + 10 + 10 = 53$
I-54			$6 + 13,5 + 10 + 10 + 10 = 49,5$
I-55			$6 + 13,5 + 17 + 10 + 10 = 56,5$
I-56			$6 + 13,5 + 10 + 10 + 17 = 56,5$

FONTE:(DENATRAN, 2009)

A planilha do Quadro 8 apresenta as configurações do tipo caminhão trator + três semi-reboques.

QUADRO 8 – CAMINHÃO TRATOR + 3 SEMI REBOQUES

Caminhão Trator + 3 Semi-reboques			Peso máximo por eixo ou conjunto de eixos (t)
II-24			$6 + 17 + 17 + 10 + 10 = 60$
II-25			$6 + 17 + 10 + 17 + 10 = 60$
II-26			$6 + 17 + 10 + 10 + 17 = 60$
II-27			$6 + 17 + 17 + 17 + 10 = 67$
II-28			$6 + 17 + 17 + 10 + 17 = 67$
II-29			$6 + 17 + 10 + 17 + 17 = 67$
II-30			$6 + 17 + 17 + 17 + 17 = 74$
II-31			$6 + 13,5 + 17 + 10 + 10 = 56,5$

FONTE: (DENATRAN, 2009)

A planilha do Quadro 9 apresenta as configurações do tipo caminhão + reboque.

QUADRO 9 – CAMINHÃO + REBOQUE

Caminhão + Reboque			Peso máximo por eixo ou conjunto de eixos (t)
I-37			$6 + 10 + 10 + 10 = 36$
I-38			$6 + 10 + 10 + 17 = 43$
I-39			$6 + 10 + 17 + 17 = 50$
I-40			$6 + 17 + 10 + 10 = 43$
I-41			$6 + 17 + 10 + 17 = 50$
I-42			$6 + 17 + 17 + 17 = 57$
I-43			$6 + 13,5 + 10 + 10 = 39,5$
I-44			$6 + 13,5 + 10 + 17 = 46,5$
I-45			$6 + 13,5 + 17 + 17 = 53,5$
I-46			$12 + 17 + 10 + 10 = 49$
I-47			$12 + 17 + 10 + 17 = 56$
I-48			$12 + 13,5 + 10 + 10 = 45,5$
I-49			$12 + 13,5 + 10 + 17 = 52,5$

FONTE: (DENATRAN, 2009)

A planilha do Quadro 10 apresenta as configurações do tipo caminhão trator + 2 semi-reboques.

QUADRO 10 – CAMINHÃO TRATOR + 2 SEMI REBOQUE

Caminhão Trator + 2 Semi-reboques			Peso máximo por eixo ou conjunto de eixos (t)
I-57			$6 + 10 + 10 + 10 = 36$
I-58			$6 + 17 + 10 + 10 = 43$
I-59			$6 + 13,5 + 10 + 10 = 39,5$
I-60			$6 + 10 + 17 + 10 = 43$
I-61			$6 + 17 + 17 + 10 = 50$
I-62			$6 + 13,5 + 17 + 10 = 46,5$
I-63			$6 + 10 + 17 + 17 = 50$
I-64			$6 + 17 + 17 + 17 = 57$
I-65			$6 + 13,5 + 17 + 17 = 53,5$

FONTE:(DENATRAN, 2009)

A planilha do Quadro 11 apresenta as configurações do tipo caminhão trator + semi-reboque+ reboque.

QUADRO 11 – CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE + REBOQUE

Caminhão Trator + Semi-reboque + Reboque			Peso máximo por eixo ou conjunto de eixos (t)
II-1			$6 + 10 + 10 + 10 + 10 = 46$
II-2			$6 + 17 + 10 + 10 + 10 = 53$
II-3			$6 + 10 + 10 + 10 + 17 = 53$
II-4			$6 + 17 + 17 + 10 + 10 = 60$
II-5			$6 + 17 + 17 + 10 + 17 = 67$
II-6			$6 + 17 + 17 + 17 + 17 = 74$
II-7			$12 + 17 + 17 + 10 + 10 = 66$
II-8			$12 + 17 + 17 + 10 + 17 = 73$

FONTE: (DENATRAN, 2009)

A planilha do Quadro 12 apresenta as configurações do tipo caminhão trator + dois semi-reboque.

QUADRO 12 – CAMINHÃO TRATOR + 2 SEMI REBOQUE

Caminhão Trator + 2 Semi-reboques			Peso máximo por eixo ou conjunto de eixos (t)
II-9			$6 + 10 + 10 + 10 = 36$
II-10			$6 + 17 + 10 + 10 = 43$
II-11			$6 + 13,5 + 10 + 10 = 39,5$
II-12			$6 + 10 + 17 + 10 = 43$
II-13			$6 + 17 + 17 + 10 = 50$
II-14			$6 + 13,5 + 17 + 10 = 46,5$
II-15			$6 + 10 + 17 + 17 = 50$
II-16			$6 + 17 + 17 + 17 = 57$
II-17			$6 + 13,5 + 17 + 17 = 53,5$
II-18			$6 + 17 + 17 + 25,5 = 65,5$
II-19			$6 + 17 + 25,5 + 25,5 = 74$
II-20			$12 + 17 + 17 + 17 = 63$

FONTE: (DENATRAN, 2009)

A planilha do Quadro 13 apresenta as configurações do tipo caminhão + reboque.

QUADRO 13 – CAMINHÃO + REBOQUE

Caminhão + Reboque ¹				Peso máximo por eixo ou conjunto de eixos (t)
II-32				$6 + 10 + 10 + 10 = 36$
II-33				$6 + 10 + 10 + 17 = 43$
II-34				$6 + 10 + 17 + 17 = 50$
II-35				$6 + 17 + 10 + 10 = 43$
II-36				$6 + 17 + 10 + 17 = 50$
II-37				$6 + 17 + 17 + 17 = 57$
II-38				$6 + 13,5 + 10 + 10 = 39,5$
II-39				$6 + 13,5 + 10 + 17 = 46,5$
II-40				$6 + 13,5 + 17 + 17 = 53,5$
II-41				$12 + 17 + 10 + 10 = 49$
II-42				$12 + 17 + 10 + 17 = 56$
II-43				$12 + 13,5 + 10 + 10 = 45,5$
II-44				$12 + 13,5 + 10 + 17 = 52,5$

FONTE: (DENATRAN, 2009)

2.7.1 Carga dos veículos

Segundo o Anexo I do Código de Trânsito Brasileiro (CTB), compreende-se por PBT como o “peso máximo que o veículo transmite ao pavimento, constituído da soma da tara mais a lotação”, e por PBTC o “peso máximo transmitido ao pavimento pela combinação de um caminhão-trator mais seu semirreboque ou do caminhão mais o seu reboque ou reboques.”

A organização da carga de um veículo obtém se de três tipos:

- 1) PBT;
- 2) PBTC;
- 3) Carga por eixo.

Como definição de carga por eixo considera-se o peso total do veículo distribuído em cada um de seus eixos. A composição dos eixos nos veículos afeta diretamente a carga transmitida ao pavimento. De acordo com a Resolução nº 210 do CONTRAN publicado em 22/11/2006, definem-se os tipos de eixos e a carga máxima por eixo, conforme é mostrado no Quadro 14.

QUADRO 14 – CARGAS MÁXIMAS POR EIXO

Descrição	Pesos (t)
Peso bruto por eixo isolado de dois pneumáticos.	6,0
Peso bruto por eixo isolado de quatro pneumáticos.	10,0
Peso bruto por conjunto de dois eixos adicionais, com distância entre eixos de no mínimo 1,20 m, dotados de dois pneumáticos cada.	12,0
Peso bruto por conjunto de dois eixos tandem, quando a distância entre os dois planos verticais, que contenham os centros das roas, for superior a 1,20 m e inferior ou igual a 2,40 m.	17,0
Peso bruto por conjunto de dois eixos não em tandem, quando a distância entre os dois planos verticais, que contenham os centros das roas, for superior a 1,20 m e inferior ou igual a 2,40 m.	15,0
Peso bruto por conjunto de três eixos em tandem, aplicável somente a semirreboque, quando a distância entre os três planos verticais, for superior a 1,20m e inferior ou igual a 2,40m.	25,5
Peso bruto por conjunto de dois eixos, sendo um dotado de 4 pneumáticos e outro de 2 pneumáticos interligados por suspensão especial, quando a distância entre os dois planos verticais que contenham os centros de rodas for igual a 1,20m.	9,0
Peso bruto por conjunto de dois eixos, um dotado de 4 pneumáticos e outro de 2 pneumáticos interligados por suspensão especial, quando a distância entre os planos verticais for superior a 1,20m e inferior ou igual a 2,40m.	13,5

FONTE: (CONTRAN, 2006)

Em conformidade com essa mesma resolução, o PBT ou PBTC fica definido de acordo com a especificação do veículo de carga, e são definidos conforme o Quadro 15.

QUADRO 15 – LIMITES DE CARGAS LEGAIS

Descrição	Pesos (t)
PBT para veículo não articulado	29,0
Veículos com reboque ou semirreboque, exceto caminhões	39,5
PBTC para combinações de veículos articulados com duas unidades, do tipo caminhão-trator e semirreboque, e comprimento total inferior a 16m.	45,0
PBTC para combinações de veículos articulados com duas unidades, do tipo caminhão-trator e semirreboque com eixos em tandem triplo e comprimento total superior a 16m.	48,5
PBTC para combinações de veículos articulados com duas unidades, do tipo caminhão-trator e semirreboque com eixos distanciados, e comprimento total igual ou superior a 16m.	53,0
PBTC para combinações de veículos com duas unidades, do tipo caminhão e reboque, e comprimento inferior a 17,5 m.	45,0
PBTC para combinações de veículos articulados com unidades, do tipo caminhão e reboque, e comprimento igual ou superior a 17,5 m.	57,0
PBTC para combinações de veículos articulados com mais de duas unidades e comprimento inferior a 17,5 m.	45,0
PBTC para combinações de veículos de carga – CVC, com mais de duas unidades, incluída a unidade tratora.	57,0

FONTE:(CONTRAN, 2006)

As Combinações de Veículos de Carga - CVC, com mais de duas unidades, incluída a unidade tratora, com peso bruto total acima de 57 t ou com comprimento total acima de 19,80 m, só poderão circular portando Autorização Especial de Trânsito – AET.

2.7.2 Limites de carga e tolerâncias

A normatização do CTB vem passando por alterações e complementações sobre o entendimento das tolerâncias permitidas para cada configuração de veículos. Abaixo, algumas alterações desde o ano de 2006:

Resolução CONTRAN nº. 210/2006 estabeleceu novos limites de PBT, PBTC e PBT por eixo, revogando a Resolução nº. 12/1998. A planilha do Quadro 16 resume estes novos limites.

QUADRO 16 - LIMITES PERMITIDOS PELA RESOLUÇÃO Nº. 210/06

Descrição	Pesos (t)
Peso bruto total combinado para combinações de veículos articulados com duas unidades, do tipo caminhão e reboque, e comprimento igual ou superior a 17,50m.	57,0
Peso bruto total combinado para combinações de veículos articulados com mais de duas unidades e comprimento inferior a 17,50 m.	45,0
Peso bruto por eixo isolado de dois pneumáticos	6,0
Peso bruto por eixo isolado de quatro pneumáticos	10,0
Peso bruto por conjunto de dois eixos direcionais, com distância entre eixos de no mínimo 1,20 metros, dotados de dois pneumáticos cada	12,0
Peso bruto por conjunto de dois eixos em tandem, quando à distância entre os dois planos verticais, que contenham os centros das rodas, for superior a 1,20m e inferior ou igual a 2,40 m	17,0
Peso bruto por conjunto de dois eixos não em tandem, quando à distância entre os dois planos verticais, que contenham os centros das rodas, for superior a 1,20m e inferior ou igual a 2,40 m	15,0
Peso bruto por semirreboque, quando à distância entre os três planos verticais, que contenham os centros das rodas, for superior a 1,20m e inferior ou igual a 2,40m	25,5
Semirreboque, quando à distância entre os três planos verticais, que contenham os centros das rodas, for superior a 1,20m e inferior ou igual a 2,40m	13,5
Semirreboque, quando à distância entre os três planos verticais, que contenham os centros das rodas, for inferior ou igual a 1,20m	9,0

FONTE: (CONTRAN, 2006)

Resolução nº. 211 de 13 de novembro de 2006, onde refere-se a requisitos necessários à circulação de Combinações de Veículos de Carga – CVC, limitas resoluções 68/1998, 164/2004 e 184/2005, e dispõe sobre os requisitos fundamentais para a circulação de CVC:

a) “Art. 1º As Combinações de Veículos de Carga - CVC, com mais de duas unidades, incluída a unidade tratora, com peso bruto total acima de 57t ou com comprimento total acima de 19,80 m, só poderão circular portando Autorização Especial de Trânsito – AET.

b) Art. 2º A Autorização Especial de Trânsito - AET pode ser concedida pelo Órgão Executivo Rodoviário da União, dos Estados, dos Municípios ou do Distrito Federal, mediante atendimento aos seguintes requisitos:

I - para a CVC: PBTC igual ou inferior a 74,0 t;

II - comprimento superior a 19,80 m e máximo de 30,0 m, quando o PBTC for inferior ou igual a 57t.

III - comprimento mínimo de 25,0 m e máximo de 30,0 m, quando o PBTC for superior a 57,0 t.”

A Resolução CONTRAN nº. 258 de 30 de novembro de 2007, define a metodologia de aferição de pesagem de veículos e suas tolerâncias, regulamentando os artigos 231 e 232 do CTB e revogando as resoluções 102/1999 e 104/1999, no que se diz respeito à volta das multas nas balanças rodoviárias com tolerâncias no PBT e PBTC em 5%.

Resolução nº. 63 de 31 de março de 2009, reconhece os veículos e as combinações de veículos de transporte de carga e de passageiros, constantes do Anexo desta Portaria, com seus respectivos limites de comprimento, peso bruto total – PBT e peso bruto total combinado – PBTC.

Resolução nº. 489 de 05 de junho de 2014, modifica a tolerância permitida pela Resolução nº. 258/2007, resultando essa em 5% para o PBT e PBTC, 7,5% para os limites dos pesos por eixo para os veículos que ultrapassarem a tolerância de 5% para o PBT e PBTC e de 10% sobre os limites de peso por eixo daqueles que não ultrapassarem os limites do PBT e PBTC.

Resolução nº. 502 de 23 de setembro de 2014, que transformou os pesos permitidos por eixo de ônibus, sendo estes:

“I. Peso bruto por eixo:

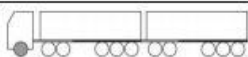
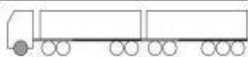
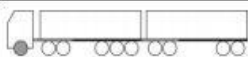
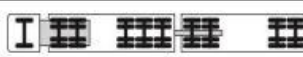
- a) Eixo simples dotado de 2 (dois) pneumáticos = 7t;
- b) Eixo simples dotado de 4 (quatro) pneumáticos = 11t;
- c) Eixo duplo dotado de 6 (seis) pneumáticos = 14,5t;
- d) Eixo duplo dotado de 8 (oito) pneumáticos = 18t;
- e) Dois eixos direcionais, com distância entre eixos de no mínimo 1,20 metros, dotados de 2 (dois) pneumáticos cada = 13t.

II. Peso bruto total (PBT) = somatório dos limites individuais dos eixos descritos no inciso I”

Resolução nº. 526/2015 altera os valores definidos pela Resolução nº. 258/2007, permitidas as tolerâncias de 5% (cinco por cento) sobre os limites de pesos regulamentares para o peso bruto total (PBT) e peso bruto total combinado PBTC) e de 10% (dez por cento) sobre os limites de peso regulamentares por eixo de veículos propagados à superfície das vias públicas. Também, impõe que “a tolerância máxima prevista não pode ser incorporada aos limites de peso previstos em regulamentação fixada *pelo* CONTRAN”. Em relação aos excessos de peso, o veículo poderá prosseguir viagem sem remanejamento da carga se os excessos de cada eixo sejam simultaneamente inferiores a 12,5% do menor valor entre os pesos e capacidades máximos estabelecidos tanto pelo CONTRAN quanto pelo fabricante.

Resolução nº. 640 de 14 de dezembro de 2016 modifica a Resolução nº. 211/2006, no que diz ao PBTC permitido, indo de 71,0 para 91,0 no máximo. A planilha do Quadro 17 mostra as configurações permitidas a partir da publicação dessa Resolução conforme detalhamento da Portaria 086 de 31/05/2017.

QUADRO 17 – CONFIGURAÇÕES PERMITIDAS PELA RESOLUÇÃO 086 DE 31/05/2017

COMPOSIÇÕES QUE NECESSITAM DE AUTORIZAÇÃO ESPECIAL DE TRÂNSITO – AET ^(a)					
Caminhão Trator + Semi-reboque + Dolly + Semi-reboque			Peso máximo por eixo ou conjunto de eixos (t)	PBTC (t)	Comprimento Máximo (m)
				Comprimento total (metros) Superior ou igual a 28,0 m	
IV-1			6 + 17 + 25,5 + 17 + 25,5 = 91,0	91,0	30,00
IV-2			6 + 17 + 17 + 17 + 25,5 = 82,5	82,5	
IV-3			6 + 17 + 25,5 + 17 + 17 = 82,5	82,5	

(a) Estas AET's somente poderão ser requeridas pelos Pólos Geradores de Tráfego de que trata o art. 93 do CTB, conforme disposto na Resolução CONTRAN nº 663, de 19 de abril de 2017, que altera a Resolução CONTRAN nº 211, de 13 de novembro de 2006, que estabelece requisitos necessários para circulação de Combinações de Veículos de Carga (CVC).

FONTE: (CONTRAN, 2017)

Convém salientar que essa Resolução está suspensa pela Deliberação nº 172 do DENATRAN de 05/09/2018 até que se julgue o mérito judicial.

3 MÉTODO DE PESQUISA

3.1 LOCALIZAÇÃO DOS POSTOS DE PESAGEM

Foram utilizadas informações referentes as pesagens de dois PPV, localizados na BR-116/PR, construídos pelo DNER, porém, hoje são operados pela Empresa Concessionária Autopista Planalto Sul.

O primeiro posto localiza-se no município de Fazenda Rio Grande, lado direito da quilometragem da BR-116/PR, Km 129,000. Este posto entrou em operação no ano de 1982.

O segundo posto localiza-se no município de Campo do Tenente, lado esquerdo da BR-116/PR, Km 193,000. Entrou em operação no mesmo período.

Para facilitar o entendimento da localização dos postos analisados neste estudo, os mesmos são identificados no Mapa Rodoviário do Paraná (adaptado), conforme é mostrado na ilustração da Figura 7.

FIGURA 7 - LOCALIZAÇÃO DOS PPV



FONTE: (INFRAESTUTURA.PR.GOV.BR)

Com o objetivo de facilitar o entendimento do leitor, quanto aos postos em questão, definiu-se a indicação dos mesmos conforme esquema abaixo:

1)PPV- 1: BR-116/PR, km 129,000 LD

2)PPV-2: BR-116/PR, km 193,000 LE

3.2 SISTEMAS DE PESAGEM

Para um maior entendimento de como funciona o sistema de pesagem, os autores visitaram o PPV-1, onde um dos funcionários da Concessionária acompanhou todo o processo de pesagem e controle das informações necessárias para a realização da pesquisa.

Na primeira fase de pesagem, a balança utilizada como meio de pesagem é nomeada, ou classificada, como “seletiva”. O sistema computa a pesagem como uma única linha e possui uma classificação reduzida diante de todas as configurações de veículos, conforme mostra a foto da Figura 8 onde são mostrados os laços de pesagens.

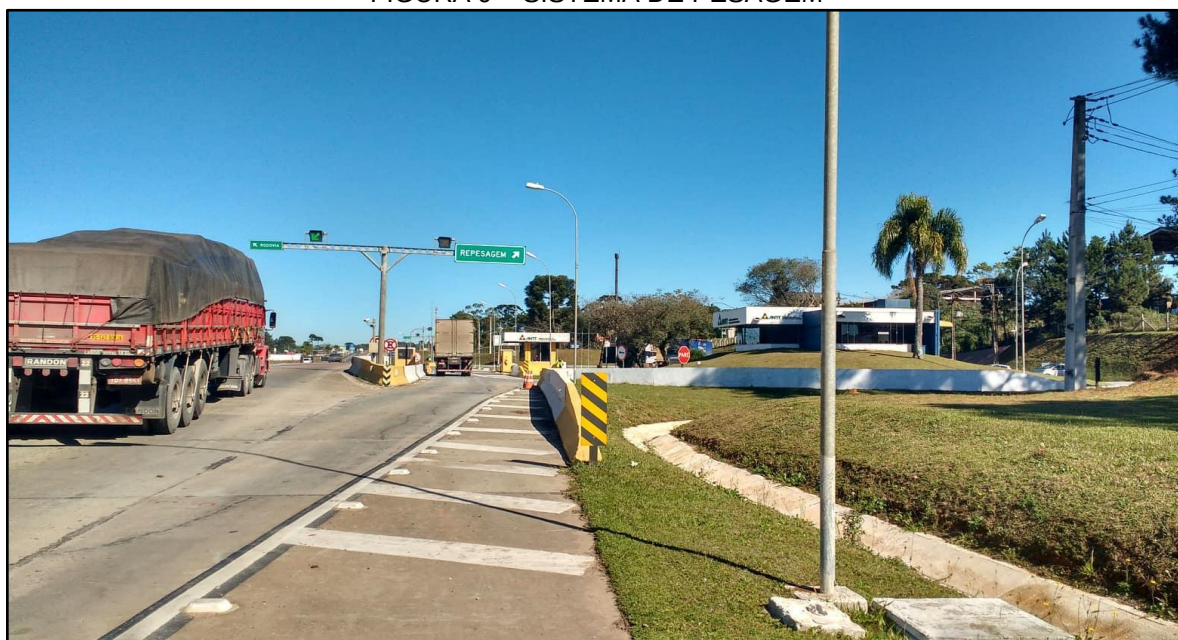
FIGURA 8 - BALANÇA SELETIVA



FONTE: (AUTORES, 2018)

A medição é realizada através de laços de pesagem no pavimento rígido, os quais enviam dados para o sistema operacional. Caso o veículo ultrapasse a velocidade de 60 km/h, mais a tolerância que é de 10%, faz-se obrigatório a pesagem na balança nomeada como “lenta”, conforme mostra a foto da Figura 9.

FIGURA 9 – SISTEMA DE PESAGEM



FONTE:(AUTORES, 2018)

Na segunda verificação, na balança denominada lenta, a pesagem é realizada com duas verificações: Laço, Plataforma e Laço (Figura 10).A velocidade de passagem é de 2 a 12 km/h, caso a tolerância seja excedida, o veículo é restringido ao pátio da Balança, onde aplica-se uma multa ao proprietário do veículo através de um agente da ANTT, ou faz-se o transbordo de carga. Neste contexto, são aplicadas, em média 50 multas por dia.

FIGURA 10 – SISTEMA LAÇO – PLATAFORMA - LAÇO



FONTE: (AUTORES, 2018)

De acordo com a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) que fiscaliza a concessão, o desnível do pavimento não pode ultrapassar 1,0 mm a cada 2,0 m.

Devida a demanda de funcionamento dos aparelhos, ambos os pontos de pesagem, possuem uma cabine de resfriamento, mostrada na foto da Figura 11, para evitar superaquecimento dos aparelhos, bem como possíveis danos e falhas no sistema.

FIGURA 11 – CABINE DE REFRIGERAÇÃO DO SISTEMA



FONTE: (AUTORES, 2018)

Para a averiguação de passagem dos veículos, a empresa conta com uma sala de operações, como mostra a foto da Figura 12, com dois operadores, onde acontece a classificação e verificação de cada configuração de veículo e suas cargas.

Foi constatado pelo representante da concessionária que não são realizadas as medições quanto ao comprimento dos veículos nessa pesagem. Entretanto, segundo a resolução do CONTRAN nº 211 de 13/11/2006, o PBT também é definido pelo comprimento dos veículos, sendo assim, existe uma possível falha neste contexto, que consequentemente influenciará nos valores de FV.

FIGURA 12 – SALA DE MONITORAMENTO DAS BALANÇAS



FONTE: (AUTORES, 2018)

A Concessionária opera com cinco funcionários, em cada PPV, sendo um fiscal de operação e os demais, auxiliares de controle, em cada. Convém salientar que também trabalha um agente de trânsito da ANTT.

De acordo com a Portaria nº 375, de 24/07/2013 do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), os equipamentos possuem validade de 10 anos, sendo que a cada 365 dias o equipamento deve passar pelo processo de verificação e aferição do mesmo. Nenhum dispositivo pode ser utilizado para a finalidade deste regulamento após ter excedido o prazo de validade da verificação, que é demonstrada em seu certificado de verificação. Os operadores dos instrumentos em execução devem sujeitar-se à conferência periódica pelo órgão metrológico capacitado, o Instituto de Pesos e Medidas do Paraná (IPEM), juntamente com o INMETRO, antes que o prazo de validade da última verificação acabe, ou antes, da colocação do instrumento em uso após reparo ou manutenção. Conforme Portaria nº 47 do Inmetro, as balanças atendem a margem de erro de 2,5% no PBT e 4% no Eixo fixado.

3.3 PERÍODOS DE ANÁLISES

Quanto aos períodos analisados, com o objetivo de verificar se os valores de FV eram crescentes com o passar do tempo, foi definido como delimitação do trabalho avaliar um período de três anos, com intervalos entre os mesmos de um ano. Desta forma, foram coletados dados de pesagens de 2013, 2015 e 2017.

Como os equipamentos de pesagem passam pela aferição do INMETRO anualmente, necessita-se muitas vezes de reformas e alterações na estrutura física, como por exemplo, a reestruturação do piso de concreto de cimento Portland da balança lenta, como citado anteriormente, que não se pode ultrapassar 1mm a cada 2 metros. Entretanto, não depende somente de refazer o pavimento, mas também de todos os componentes que estão fixados no mesmo para o controle da balança. Logo, muitas vezes acabam ficando algum tempo sem operação, não sendo possível analisar um ano específico por completo, a isso os períodos analisados em cada balança são demonstrados na Tabela 1.

TABELA 1 – PERÍODOS DE ANÁLISE POR ANO

PPV	PERÍODO ANALISADO			Nº DE DIAS		
	2013	2015	2017	2013	2015	2017
PPV- 1	02/01 a 20/04	01/01 a 28/05	01/01 a 13/04	276	213	172
(km 129)	16/07 a 31/12	26/10 a 31/12	23/07 a 01/10			
PPV- 2	06/06 a 31/12	01/01 a 07/05	01/01 a 15/10	208	273	287
(km 193)		05/08 a 30/12				

FONTE: (AUTORES, 2018).

Os dados referentes às pesagens tratam dos registros realizados pela balança seletiva, na qual todos os veículos de transporte de cargas são obrigados a passar independente se estão carregados ou vazios. Quanto aos ônibus, os dados fornecidos pela empresa, não apresentam dados suficientes para embasar o presente trabalho, a isso a análise foi realizada em cima de veículos de transporte.

Os arquivos fornecidos, segue como critério de classificação a tabela do DNIT, entretanto, tendo em vista que as tabelas do DNIT não possuem validade jurídica, logo foi necessário que os dados fossem revisados e organizados conforme as configurações de veículo presentes na Portaria Nº 063/2009 do DENATRAN. Portanto, as balanças estão desatualizadas de acordo com o modelo do CONTRAN. Assim, os arquivos foram organizados na seguinte sequência:

- 1) por PPV;
- 2) pelo ano de referência;

3) pela configuração seguindo a Portaria Nº 063/2009 do DENATRAN, comparando a classificação na descrição da pesagem que segue o manual do DNIT utilizado pela empresa;

Na planilha da Tabela 2, são apresentados os totais de pesagem em cada período, de acordo com o tipo de veículo, no PPV-1e no PPV-2.

TABELA 2 – TOTAL DE PESAGENS POR CONFIGURAÇÃO DE VEÍCULO EM CADA PPV

Portaria 63/2009	PPV-1				Portaria 63/2009	PPV-2			
	2013	2015	2017	Totais		2013	2015	2017	Totais
I-2	109.443	64.473	59.442	233.358	I-2	36.497	25.840	40.058	102.395
I-3	143.432	74.136	77.261	294.829	I-3	72.216	57.899	77.369	207.484
I-9	8.458	5.884	7.893	22.235	I-9	5.835	3.998	9.705	19.538
I-10	64.265	33.332	31.077	128.674	I-10	34.417	24.316	36.916	95.649
I-12	37.630	16.239	13.823	67.692	I-12	27.154	15.725	17.985	60.864
I-14	499	421	404	1.324	I-14	635	400	712	1.747
I-15	966	376	912	2.254	I-15	618	405	679	1.702
I-18	33.175	26.533	31.360	91.068	I-18	40.096	32.212	45.600	117.908
I-22	9.837	8.287	10.280	28.404	I-22	10.690	9.675	16.962	37.327
I-26	11.569	6.543	7.334	25.446	I-26	4.975	3.351	4.681	13.007
I-37	8.751	6.555	6.139	21.445	I-37	8.152	6.221	11.861	26.234
I-38	1.299	533	349	2.181	I-38	977	538	555	2.070
I-40	4.248	3.821	5.182	13.251	I-40	2.973	2.512	4.132	9.617
I-41	2.364	922	1.057	4.343	I-41	1.753	838	1.560	4.151
I-51	48	190	197	435	I-51	55	201	206	462
I-52	73	18	2	93	I-52	25	1	16	42
I-60	178	130	178	486	I-60	120	54	182	356
I-63	538	121	219	878	I-63	305	142	486	933
I-64	9.749	4.573	6.119	20.441	I-64	6.447	4.341	6.729	17.517
II-4	21	5	5	31	II-4	44	21	8	73
II-13	590	347	564	1.501	II-13	206	252	262	720
II-18	70	127	117	314	II-18	54	50	44	148
II-19	2.296	1.918	2.437	6.651	II-19	2.014	2.192	5.671	9.877
II-25	109	82	149	340	II-25	102	31	24	157
II-26	79	26	8	113	II-26	108	71	71	250
II-27	5	8	10	23	II-27	12	8	1	21
II-28	11	7	0	18	II-28	11	4	2	17
II-29	9	2	7	18	II-29	21	2	1	24
II-30	1.342	944	728	3.014	II-30	1.483	1.026	1.535	4.044
TOTAL	451.054	256.553	263.253	970.860		257.995	192.326	284.013	734.334
Total geral.....									1.705.194

FONTE: (AUTORES, 2018).

No PPV-1, verificou-se que as configurações com maior número de passagens, foram os caminhões rígidos, classificados como I-2, I-3, representando 54,40% da frota total.

Após os rígidos, outro grupo composto pela configuração caminhão trator +semi-reboque, sendo os que mais tiveram registros de pesagem foram I-9, I-10, I-12, I-18, I-22 e I-26, que juntos representaram 37,44%, da frota. Essas duas classes quando somadas, representaram mais de 91,84%. Logo as demais configurações, representam apenas 8,16%.

Em relação ao PPV-2, praticamente se repetiu sendo caminhões rígidos e caminhões trator + semirreboque, que quando somados, totalizaram 89,55%. Os veículos I-2 e I-3, representaram 42,20%, já os veículos compostos pelo caminhão trator +semirreboque, representaram 47,35%, onde o maior número de veículos deste grupo composto pelas configurações I-09, I-10, I-12, I-18 e I-22.

Quando comparado o número total de pesagens entre os dois PPV, o que se observou é que embora o PPV-1 possua um número de dias de pesagem em cerca de 16,18% menor que o PPV-2, o número de pesagens do mesmo foi 32,20% maior. Isso ocorreu porque o PPV-1 parece ter influência do tráfego urbano do município de Fazenda Rio Grande, município da Região Metropolitana de Curitiba, composto por veículos menores, sendo que ao comparar a quantidade de veículos do tipo I-2 e I-3, observa-se que o eles tiveram 70,45% a mais em número de pesagens que o PPV-2.

3.4 APURAÇÃO DOS DADOS LEVANTADOS

Para que fosse possível apurar com precisão, as configurações para posteriormente se calcular os FV, foi necessário seguir procedimento de organização das planilhas fornecidas pela Concessionária. O processo é descrito na seguinte sequência:

- a) Organização das configurações, a planilha de dados fornecidas pelas equipes dos PPV, seguiu sequência pelo número de pesagens diárias, ou seja, é dada por cada pesagem que a balanças seletiva processa, independentemente da configuração de veículo, como uns dos objetivos exigiu a separação por tipo de veículo, a primeira etapa foi de subdividir a tabela inicial composta pelas pesagens, em outras tabelas conforme a classe de veículo apontada pela balança seletiva.

b) compatibilização das classificações e organizados dos eixos, após a separação das pesagens por tipo de veículo, as planilhas foram compatibilizadas com as identificações presentes na Portaria 63 (DENATRAN, 2009) sendo que em cada planilha também foram classificados os tipos de eixo, presentes em cada configuração, sendo o eixo simples de roda simples (ESRS), o eixo simples de roda dupla (ESRD), o eixo tandem-duplo (ETD) e o eixo tandem-triplo (ETT);

c) com os dados organizados pela classificação, a próxima etapa foi a realização do cálculo dos FEC pelas duas metodologias já mencionadas.

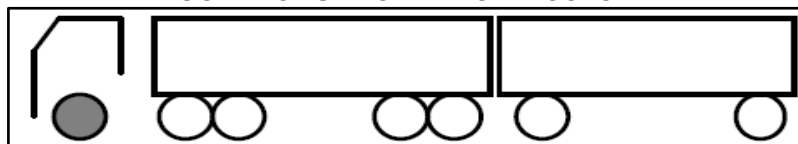
d) O cálculo do FV, nada mais é do que a soma dos FEC somados para cada veículo, ou seja, calculou-se separadamente o valor de cada eixo em função da carga e posteriormente realiza-se a soma dos diferentes FEC, sendo que este valor significa o número de passagens do eixo padrão de 8,2 tf.

Como o objetivo do presente TCC é verificar o comportamento médio dos veículos em relação ao FV, foi calculada a média dos valores de FV para cada configuração.

3.4.1 Cálculo dos FV individuais

Após a organização das pesagens fornecidas pela Concessionária, foi possível calcular os FV de cada configuração de veículo. Para exemplificar o procedimento de cálculos, foi utilizado o veículo II-4, composto pelo caminhão trator+semirreboque+reboque conforme silhueta da Figura 13 e planta da Figura 14.

FIGURA 13 - SILHUETA DO VEÍCULO II-4



FONTE: (DENATRAN, 2009)

FIGURA 14 – PLANTA DO VEÍCULO II-4



FONTE: (DENATRAN, 2009)

Esse tipo de configuração possui cinco eixos com PBTC de 60,0 t, distribuído no ESRS = 6,0 t (direcional), ETD = 17,0 t (caminhão trator), ETD = 17,0 t do semi-reboque e dois ESRD de 10,0 t do reboque. Baseado nisso a planilha da Tabela 3 mostra exemplo de cálculo do FV, com informações do PPV-1 no ano de 2013. Neste foram calculados os FEC pelas duas metodologias existentes.

TABELA 3 - CÁLCULO DO FV DA CONFIGURAÇÃO II-4

IDENT. DENATRAN	CARREGAMENTO POR EIXO (kg)					MÉTODO USACE						MÉTODO AASHTO					
	1º EIXO	2º EIXO	3º EIXO	4º EIXO	5º EIXO	1º EIXO	2º EIXO	3º EIXO	4º EIXO	5º EIXO	FV	1º EIXO	2º EIXO	3º EIXO	4º EIXO	5º EIXO	FV
	ESRS	ETD	ETD	ESRD	ESRD	ESRS	ETD	ETD	ESRD	ESRD		ESRS	ETD	ETD	ESRD	ESRD	
II-4	5273	6559	6335	4005	4466	0,165	0,109	0,097	0,055	0,085	0,511	0,187	0,032	0,028	0,046	0,074	0,366
II-4	5413	6199	6585	4860	4590	0,184	0,090	0,111	0,119	0,095	0,598	0,210	0,025	0,032	0,106	0,083	0,456
II-4	6221	16576	17483	9331	10100	0,321	7,443	9,968	2,133	3,501	23,367	0,383	1,479	1,844	1,775	2,500	7,981
II-4	6223	16653	17032	9776	10187	0,322	7,635	8,637	2,855	3,694	23,142	0,383	1,508	1,655	2,171	2,594	8,312
II-4	6089	16474	16373	8659	9785	0,295	7,195	6,957	1,337	2,871	18,655	0,349	1,442	1,406	1,285	2,180	6,662
II-4	6448	16872	16540	8483	10606	0,371	8,202	7,355	1,176	4,753	21,856	0,447	1,592	1,466	1,176	3,087	7,768
II-4	5722	16484	18669	3024	5017	0,230	7,219	14,287	0,018	0,135	21,889	0,267	1,446	2,420	0,014	0,122	4,268
II-4	5783	6022	6374	4077	3343	0,240	0,081	0,099	0,059	0,027	0,505	0,279	0,022	0,028	0,050	0,021	0,401
II-4	4787	7506	7612	5294	9776	0,112	0,174	0,183	0,168	2,855	3,492	0,123	0,056	0,059	0,153	2,171	2,563
II-4	6763	14556	17363	8667	8934	0,450	3,650	9,599	1,344	1,625	16,668	0,549	0,864	1,793	1,291	1,471	5,967
II-4	5463	5251	5178	3821	2821	0,191	0,050	0,048	0,045	0,013	0,348	0,218	0,013	0,012	0,038	0,010	0,291
II-4	5719	15523	16796	8100	8195	0,229	5,193	8,001	0,881	0,947	15,251	0,266	1,127	1,562	0,964	1,013	4,933
II-4	5999	16111	12293	5435	3983	0,278	6,368	1,445	0,187	0,054	8,331	0,327	1,315	0,429	0,172	0,045	2,288
II-4	5759	11634	11002	2745	4244	0,236	1,068	0,786	0,012	0,069	2,171	0,274	0,342	0,271	0,009	0,059	0,955
II-4	5249	6268	6256	4912	4361	0,162	0,093	0,093	0,124	0,077	0,550	0,184	0,026	0,026	0,111	0,066	0,414
II-4	5200	7417	7456	4887	4693	0,156	0,167	0,170	0,122	0,104	0,719	0,176	0,053	0,054	0,109	0,091	0,483
II-4	5503	12599	13454	5578	6907	0,196	1,653	2,370	0,207	0,489	4,916	0,225	0,475	0,624	0,192	0,484	2,000
II-4	5279	7137	7519	4401	7314	0,166	0,146	0,175	0,080	0,616	1,184	0,188	0,045	0,056	0,069	0,620	0,979
II-4	6947	18686	20512	5011	4509	0,501	14,359	23,943	0,135	0,088	39,025	0,617	2,429	3,574	0,121	0,077	6,817
II-4	6277	12103	16913	9934	9841	0,333	1,327	8,312	3,156	2,976	16,103	0,398	0,402	1,608	2,327	2,234	6,969
II-4	6928	17874	17785	9204	9437	0,495	11,254	10,950	1,958	2,289	26,947	0,609	2,021	1,980	1,673	1,864	8,148
FATOR VEÍCULO (F.V.)						USACE =						AASHTO =					
						DESVIO PADRÃO =						DESVIO PADRÃO =					

FONTE: (AUTORES, 2018)

Para verificar a variação dos valores da amostra em relação à média aritmética, foi aplicado o cálculo do desvio padrão. Como se pode observar, no exemplo apresentado os valores de desvio padrão estão muito próximos ao valor da média, logo entende-se que a variação de carga entre os veículos é significativa, pois a balança seletiva pesa tanto os veículos vazios quanto os carregados, gerando uma grande amplitude entre os valores mínimos e máximos de carregamento.

Baseado na metodologia aplicada para o exemplo acima, foram realizados os cálculos desses fatores para todas as configurações de veículos que passaram

pela balança lenta, nos anos 2013, 2015 e 2017 pelos dois PPV. As planilhas das Tabelas 4, 5 e 6 mostram os valores médios obtidos.

TABELA 4 – CÁLCULOS DOS FV (2013)

IDENT. DENATRAN	SILHUETA / PLANTA	FATOR DE VEÍCULO MÉDIO - 2013							
		PPV 1				PPV 2			
		MÉDIA		DESVIO PADRÃO		MÉDIA		DESVIO PADRÃO	
		AASHTO	USACE	AASHTO	USACE	AASHTO	USACE	AASHTO	USACE
I-2		0,707	0,777	0,777	1,115	0,731	0,88	0,968	1,458
I-3		0,996	4,262	0,825	4,271	1,274	5,313	0,859	4,566
I-9		0,917	0,961	0,704	1,108	1,079	1,136	0,856	1,243
I-10		1,04	1,871	1,114	3,323	1,299	2,979	1,107	4,115
I-12		2,964	8,472	1,88	7,013	2,625	6,414	1,752	5,854
I-14		6,973	9,781	4,325	7,604	6,802	9,429	4,083	8,06
I-15		0,794	1,396	0,63	2,715	1,06	2,156	0,945	4,516
I-18		2,756	13,7	1,162	7,606	3,239	15,995	1,049	6,868
I-22		7,444	16,014	3,851	10,248	8,959	19,239	3,167	8,251
I-26		0,92	3,305	1,073	6,235	1,142	3,972	1,089	6,308
I-37		1,298	1,433	1,238	1,916	1,923	2,229	1,918	2,888
I-38		4,845	12,018	3,015	10,41	5,531	12,907	3,075	9,783
I-40		1,178	2,342	2,031	6,068	1,144	2,167	1,823	5,535
I-41		3,105	12,196	2,82	16,487	5,052	18,425	2,675	12,739
I-51		1,32	2,802	1,588	5,454	1,166	2,998	1,18	3,043
I-52		1,941	3,664	1,902	5,794	4,482	7,387	2,506	6,399
I-60		0,989	1,385	1,088	2,471	1,289	2,182	1,537	3,998
I-63		0,894	1,432	1,125	3,54	2,615	6	1,888	7,939
I-64		4,769	24,773	2,565	15,589	5,033	25,467	2,365	14,247
II-4		3,763	11,725	3,15	11,471	1,393	3,523	2,102	7,581
II-13		1,107	3,456	2,005	8,983	2,241	8,539	2,38	11,019
II-18		3,855	21,462	3,237	24,16	3,424	16,803	2,536	15,317
II-19		5,31	29,97	1,735	12,45	5,623	31,104	1,321	9,293
II-25		0,53	0,722	0,362	0,687	1,123	2,712	1,79	7,526
II-26		1,015	2,143	1,311	4,116	4,66	11,016	1,486	5,818
II-27		3,021	12,331	1,96	11,07	4,61	20,552	2,922	16,597
II-28		4,857	23,466	5,696	34,802	3,049	13,055	3,637	18,321
II-29		1,187	3,881	0,959	4,771	4,486	19,654	4,228	21,659
II-30		6,428	33,665	3,148	21,494	7,233	37,535	2,523	16,153

FONTE: (AUTORES, 2018)

TABELA 5 – CÁLCULO DOS FV (2015)

IDENT. DENATRAN	SILHUETA / PLANTA	FATOR DE VEÍCULO MÉDIO - 2015							
		PPV 1				PPV 2			
		MÉDIA		DESVIO PADRÃO		MÉDIA		DESVIO PADRÃO	
		AASHTO	USACE	AASHTO	USACE	AASHTO	USACE	AASHTO	USACE
I-2		0,694	0,769	0,771	1,18	0,746	0,896	0,963	1,489
I-3		1,024	4,39	1,09	7,603	1,25	5,387	0,979	5,784
I-9		1,153	1,326	1,257	3,703	1,175	1,263	0,917	1,747
I-10		1,221	2,434	1,298	4,393	1,369	3,954	1,156	5,974
I-12		3,119	8,786	1,966	7,21	2,601	6,735	1,815	6,421
I-14		6,308	8,844	4,376	8,174	5,929	7,989	3,967	6,891
I-15		1,047	1,502	0,694	1,776	0,987	1,87	1,093	4,325
I-18		3,024	15,332	1,361	9,112	3,326	17,06	1,304	8,758
I-22		8,321	17,902	3,756	10,005	9,538	20,572	3,196	9,07
I-26		1,068	3,876	1,264	8,453	1,092	3,929	1,254	7,725
I-37		1,768	2,158	2,055	3,814	2,203	2,733	2,499	3,987
I-38		5,85	16,108	3,536	14,665	6,523	16,684	2,945	10,33
I-40		1,126	2,083	1,914	5,557	1,307	2,575	2,238	9,124
I-41		4,012	16,846	3,447	20,652	5,724	23,518	3,65	23,023
I-51		1,04	1,705	0,965	3,125	0,822	1,404	1,011	3,774
I-52		3,366	6,347	4,047	9,806	6,318	9,379	-	-
I-60		1,148	1,635	1,092	3,466	1,132	1,876	1,077	3,218
I-63		1,335	2,809	1,877	6,1	2,732	6,142	1,519	4,974
I-64		4,715	24,514	2,948	18,867	5,187	26,561	2,346	14,96
II-4		5,517	23,449	3,077	12,821	2,782	12,486	2,706	15,786
II-13		1,411	4,287	1,951	9,094	2,178	8,673	3,139	16,812
II-18		5,659	31,988	3,055	20,606	3,437	17,646	2,804	17,629
II-19		5,444	30,384	1,802	12,812	5,674	31,797	1,5	11,281
II-25		0,632	0,854	0,427	0,685	0,941	1,366	0,92	1,58
II-26		2,695	7,855	4,275	14,444	4,529	10,608	1,395	4,247
II-27		2,793	18,499	4,894	42,733	4,45	22,003	1,618	9,135
II - 28		2,47	9,558	2,143	10,793	8,377	45,87	10,32	74,101
II-29		4,771	12,4	3,468	7,152	0,565	0,834	0,163	0,278
II-30		5,698	28,293	3,133	20,298	7,585	40,281	2,788	17,989

FONTE: (AUTORES, 2018)

TABELA 6 – CÁLCULO DOS FV (2017)

IDENT. DENATRAN	SILHUETA / PLANTA	FATOR DE VEÍCULO MÉDIO - 2017							
		PPV 1				PPV 2			
		MÉDIA		DESVIO PADRÃO		MÉDIA		DESVIO PADRÃO	
		AASHTO	USACE	AASHTO	USACE	AASHTO	USACE	AASHTO	USACE
I-2		0,578	0,691	0,932	2,574	0,559	0,615	0,797	2,282
I-3		1,266	5,943	1,322	9,055	1,046	4,455	0,85	4,857
I-9		1,326	1,699	1,714	5,454	0,99	1,039	0,902	1,196
I-10		1,279	2,779	1,29	5,083	1,118	3,263	0,895	4,374
I-12		3,388	9,984	2,247	9,638	2,099	5,178	1,415	4,743
I-14		6,564	9,284	4,481	7,933	3,986	4,677	2,659	3,992
I-15		1,246	1,905	0,985	3,295	0,912	1,928	1,199	4,384
I-18		3,279	17,052	1,414	10,739	2,652	12,992	1,706	12,196
I-22		9,043	19,925	3,65	10,272	7,247	13,861	2,34	5,659
I-26		1,081	3,738	1,17	7,218	0,841	2,887	0,902	5,383
I-37		2,33	3,191	3,125	6,795	1,787	2,115	2,09	3,074
I-38		6,593	17,65	3,409	12,458	5,107	12,44	2,872	8,672
I-40		1,338	2,505	2,162	6,04	1,362	2,698	2,385	6,381
I-41		4,245	19,355	4,802	32,882	4,648	19,386	3,226	23,44
I-51		0,899	1,163	0,652	1,078	1,175	2,085	1,991	3,9
I-52		1,085	1,104	0,098	0,099	2,795	5,369	1,464	4,705
I-60		1,154	1,812	1,426	5,048	0,946	1,463	1,299	2,962
I-63		2,038	4,401	2,932	11,539	2,01	4,64	1,631	4,959
I-64		5,475	29,506	3,207	22,626	4,147	20,435	2,174	14,962
II-4		3,517	17,758	2,393	15,152	2,434	6,896	2,032	6,455
II-13		1,199	3,536	1,972	11,354	1,477	4,733	1,911	8,192
II-18		6,003	33,917	3,04	18,993	3,407	17,11	2,191	14,14
II-19		5,813	33,037	1,661	12,151	4,512	23,821	0,992	6,693
II-25		0,562	0,72	0,152	0,189	0,766	0,997	0,595	0,735
II-26		2,329	9,909	3,14	21,884	3,739	10,255	1,441	9,038
II-27		0,978	2,713	1,074	4,862	2,33	12,679	0	0
II - 28		-	-	-	-	4,963	22,946	2,246	12,405
II-29		0,482	0,666	0,081	0,184	0,651	2,08	0	0
II-30		7,554	40,365	2,74	17,602	6,334	32,06	2,131	12,574

FONTE: (AUTORES, 2018)

3.4.2 FV da frota

Com os veículos separados por classe, quantidade e valores de FV de cada configuração, foi possível calcular o FV do conjunto de veículos, também denominado como FV da frota. Os valores para os dois PPV, para os anos de 2013, são apresentados na planilha da Tabela 7.

TABELA 7 - CÁLCULO DE FV DA FROTA NO ANO DE 2013

CLASSE	PBT (t)	FATOR DE VEÍCULO - 2013									
		PPV 1					PPV 2				
		QUANT. DE VEÍCULOS	MÉDIA		FROTA		QUANT. DE VEÍCULOS	MÉDIA		FROTA	
			ASSHTO	USACE	ASSHTO	USACE		ASSHTO	USACE	ASSHTO	USACE
I-2	16	109.443	0,707	0,777	0,172	0,189	36.497	0,731	0,88	0,103	0,124
I-3	23	143.432	0,996	4,262	0,317	1,355	72.216	1,274	5,313	0,357	1,487
I-9	26	8.458	0,917	0,961	0,017	0,018	5.835	1,079	1,136	0,024	0,026
I-10	33	64.265	1,04	1,871	0,148	0,267	34.417	1,299	2,979	0,173	0,397
I-12	41.5	37.630	2,964	8,472	0,247	0,707	27.154	2,265	6,414	0,238	0,675
I-14	46	499	6,973	9,781	0,008	0,011	635	6,802	9,429	0,017	0,023
I-15	33	966	0,794	1,396	0,002	0,003	618	1,06	2,156	0,003	0,005
I-18	48.5	33.175	2,756	13,7	0,203	1,008	40.096	3,239	15,995	0,503	2,486
I-22	53	9.837	7,444	16,014	0,162	0,349	10.690	8,959	19,239	0,371	0,797
I-26	40	11.569	0,92	3,305	0,024	0,085	4.975	1,142	3,972	0,022	0,077
I-37	36	8.751	1,298	1,433	0,025	0,028	8.152	1,923	2,229	0,061	0,07
I-38	43	1.299	4,845	12,018	0,014	0,035	977	5,531	12,907	0,021	0,049
I-40	43	4.248	1,178	2,342	0,011	0,022	2.973	1,144	2,167	0,013	0,025
I-41	50	2.364	3,105	12,196	0,016	0,064	1.753	5,052	18,425	0,034	0,125
I-51	53	48	1,32	2,802	0	0	55	1,166	2,998	0	0,001
I-52	53	73	1,941	3,664	0	0,001	25	4,182	7,387	0	0,001
I-60	43	178	0,989	1,385	0	0,001	120	1,289	2,182	0,001	0,001
I-63	50	538	0,894	1,432	0,001	0,002	305	2,615	6,001	0,003	0,007
I-64	57	9.749	4,769	24,773	0,103	0,535	6.447	5,033	25,467	0,126	0,636
II-4	60	21	3,763	11,725	0	0,001	44	1,393	3,523	0	0,001
II-13	50	590	1,107	3,456	0,001	0,005	206	2,241	8,539	0,002	0,007
II-18	65.5	70	3,855	21,462	0,001	0,003	54	3,424	16,804	0,001	0,004
II-19	74	2.296	5,31	29,97	0,027	0,153	2.014	5,623	31,104	0,044	0,243
II-25	60	109	0,53	0,722	0	0	102	1,113	2,712	0	0,001
II-26	60	79	1,015	2,143	0	0	108	4,66	11,016	0,002	0,005
II-27	67	5	3,021	12,331	0	0	12	4,61	20,552	0	0,001
II - 28	67	11	4,857	23,466	0	0,001	11	3,049	13,055	0	0,001
II-29	67	9	1,187	3,881	0	0	21	4,381	36,347	0	0,003
II-30	74	1.342	6,428	33,665	0,019	0,1	1.483	7,233	37,535	0,042	0,216
TOTAL		451.054			1,519	4,94	257.995			2,163	7,493

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na sequência são apresentados os valores de FV da frota para os dois PPV no ano de 2015, conforme Tabela 8.

TABELA 8 - CÁLCULO DE FV DA FROTA NO ANO DE 2015

CLASSE	PBT (t)	FATOR DE VEÍCULO - 2015									
		PPV 1					PPV 2				
		QUANT. DE VEÍCULOS	MÉDIA		FROTA		QUANT. DE VEÍCULOS	MÉDIA		FROTA	
			ASSHTO	USACE	ASSHTO	USACE		ASSHTO	USACE	ASSHTO	USACE
I-2	16	64.473	0,694	0,769	0,099	0,11	25.840	0,746	0,896	0,075	0,09
I-3	23	74.136	1,024	4,39	0,168	0,722	57.899	1,25	5,387	0,281	1,209
I-9	26	5.884	1,153	1,326	0,015	0,017	3.998	1,175	1,263	0,018	0,02
I-10	33	33.332	1,221	2,434	0,09	0,18	24.316	1,369	3,954	0,129	0,373
I-12	41.5	16.239	3,119	8,786	0,112	0,316	15.725	2,601	6,735	0,159	0,411
I-14	46	421	6,308	8,844	0,006	0,008	400	5,929	7,989	0,009	0,012
I-15	33	376	1,047	1,502	0,001	0,001	405	0,987	1,87	0,002	0,003
I-18	48.5	26.533	3,024	15,332	0,178	0,902	32.212	3,326	17,06	0,415	2,13
I-22	53	8.287	8,321	17,902	0,153	0,329	9.675	9,538	20,572	0,358	0,771
I-26	40	6.543	1,068	3,876	0,015	0,056	3.351	1,092	3,929	0,014	0,051
I-37	36	6.555	1,768	2,158	0,026	0,031	6.221	2,203	2,733	0,053	0,066
I-38	43	533	5,85	16,108	0,007	0,019	538	6,523	16,684	0,014	0,035
I-40	43	3.821	1,126	2,083	0,01	0,018	2.512	1,307	2,575	0,013	0,025
I-41	50	922	4,012	16,846	0,008	0,034	838	5,724	23,518	0,019	0,076
I-51	53	190	1,04	1,705	0	0,001	201	0,822	1,404	0,001	0,001
I-52	53	18	3,366	6,347	0	0	1	6,318	9,379	0	0
I-60	43	130	1,148	1,635	0	0	54	1,132	1,876	0	0
I-63	50	121	1,335	2,809	0	0,001	142	2,732	6,142	0,002	0,003
I-64	57	4.573	4,715	24,514	0,048	0,249	4.341	5,187	26,561	0,087	0,447
II-4	60	5	5,517	23,449	0	0	21	2,782	12,486	0	0,001
II-13	50	347	1,411	4,287	0,001	0,003	252	2,178	8,673	0,002	0,008
II-18	65.5	127	5,659	31,988	0,002	0,009	50	3,437	17,646	0,001	0,003
II-19	74	1.918	5,444	30,384	0,023	0,129	2.192	5,674	31,797	0,048	0,27
II-25	60	82	0,632	0,854	0	0	31	0,941	1,366	0	0
II-26	60	26	2,695	7,855	0	0	71	4,529	10,608	0,001	0,003
II-27	67	8	2,793	18,499	0	0	8	4,45	22,003	0	0,001
II - 28	67	7	2,47	9,558	0	0	4	8,377	45,87	0	0,001
II-29	67	2	4,771	12,4	0	0	2	0,565	0,834	0	0
II-30	74	944	5,698	28,293	0,012	0,059	1.026	7,585	40,281	0,03	0,16
TOTAL		256.553			0,976	3,197	192.326			1,73	6,171

FONTE: (AUTORES, 2018)

Os valores de FV da frota para os dois PPV no ano de 2017 são apresentados na Tabela 9.

TABELA 9 - CÁLCULO DE FV DA FROTA NO ANO DE 2017

CLASSE	PBT (t)	FATOR DE VEÍCULO - 2017									
		PPV 1					PPV 2				
		QUANT. DE VEÍCULOS	MÉDIA		FROTA		QUANT. DE VEÍCULOS	MÉDIA		FROTA	
			ASSHTO	USACE	ASSHTO	USACE		ASSHTO	USACE	ASSHTO	USACE
I-2	16	59.442	0,578	0,691	0,076	0,091	40.058	0,559	0,615	0,087	0,095
I-3	23	77.261	1,266	5,943	0,217	1,018	77.369	1,046	4,455	0,314	1,336
I-9	26	7.893	1,326	1,699	0,023	0,03	9.705	0,99	1,039	0,037	0,039
I-10	33	31.077	1,279	2,779	0,088	0,191	36.916	1,118	3,263	0,16	0,467
I-12	41.5	13.823	3,388	9,984	0,104	0,306	17.985	2,099	5,178	0,146	0,361
I-14	46	404	6,564	9,284	0,006	0,008	712	3,986	4,677	0,011	0,013
I-15	33	912	1,246	1,905	0,003	0,004	679	0,912	1,928	0,002	0,005
I-18	48.5	31.360	3,279	17,052	0,228	1,186	45.600	2,652	12,992	0,469	2,296
I-22	53	10.280	9,043	19,925	0,206	0,454	16.962	7,247	13,861	0,476	0,911
I-26	40	7.334	1,081	3,738	0,018	0,061	4.681	0,841	2,887	0,015	0,052
I-37	36	6.139	2,33	3,191	0,032	0,043	11.861	1,787	2,115	0,082	0,097
I-38	43	349	6,593	17,65	0,005	0,014	555	5,107	12,44	0,011	0,027
I-40	43	5.182	1,338	2,505	0,015	0,029	4132	1,362	2,698	0,022	0,043
I-41	50	1.057	4,245	19,355	0,01	0,045	1.560	4,648	19,386	0,028	0,117
I-51	53	197	0,899	1,163	0	0,001	206	1,175	2,085	0,001	0,002
I-52	53	2	1,085	1,104	0	0	16	2,795	5,369	0	0
I-60	43	178	1,154	1,812	0	0,001	182	0,946	1,463	0,001	0,001
I-63	50	219	2,038	4,401	0,001	0,002	486	2,01	4,64	0,004	0,009
I-64	57	6.119	5,475	29,506	0,074	0,4	6.729	4,147	20,435	0,108	0,533
II-4	60	5	3,517	17,758	0	0	8	2,434	6,896	0	0
II-13	50	564	1,199	3,536	0,001	0,004	262	1,477	4,733	0,001	0,005
II-18	65.5	117	6,003	33,917	0,002	0,009	44	3,407	17,11	0,001	0,003
II-19	74	2.437	5,813	33,037	0,031	0,178	5.671	4,512	23,821	0,099	0,524
II-25	60	149	0,562	0,72	0	0	24	0,766	0,997	0	0
II-26	60	8	2,329	9,909	0	0	71	3,739	10,255	0,001	0,003
II-27	67	10	0,978	2,713	0	0	1	2,33	12,679	0	0
II-28	67	0			-	-	2	4,963	22,946	0	0
II-29	67	7	0,482	0,666	0	0	1	0,651	2,08	0	0
II-30	74	728	7,554	40,365	0,012	0,065	1.535	6,334	32,06	0,038	0,191
TOTAL		263.253			1,153	4,141	284.013			2,115	7,131

FONTE: (AUTORES, 2018)

Ao avaliar a representatividade de cada uns dos veículos em relação ao total de pesagens avaliadas no ano, pode-se observar que embora o veículo I-3, não

possua um valor alto de FV por possuir apenas 2 eixos, devido à grande quantidade de passagens pela rodovia, seu FV é bastante significativo quando analisado em relação a frota. De maneira semelhante, temos os veículos I-12, I-18 e I-22. Quanto ao FV de veículos que possuem o mesmo PBT/PBTC, devido a pequena amostragem para essas classes, os valores do FV apresentam grande variação, não sendo possível avaliar ocorrências claras do carregamento atribuído a esses veículos, quando alterado apenas o posicionamento dos eixos.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 COMPARAÇÃO DOS FV

O presente TCC tem por objetivo principal, verificar o comportamento do tráfego quanto ao dano gerado ao pavimento pelo carregamento dos eixos, cujo parâmetro utilizado é número N, oriundos dos cálculos dos FV, calculados pelas duas metodologias já citadas.

Com as informações organizadas conforme capítulo anterior, foram realizados dois tipos de análise relacionada ao mesmo. A primeira visou verificar se o valor de FV médio de cada configuração, aumentou com o passar dos anos. A segunda buscou comparar os valores médios obtidos com os valores calculados em cada configuração, utilizando os limites da carga legal, conforme as Resoluções CONTRAN 210 e 211.

4.1.1 Análise temporal, comparação pela FEC_{AASHTO}

A planilha da Tabela 10 mostra os valores obtidos dos FV nos dois PPV da pesquisa realizada, para os três anos de análise.

TABELA 10 - VALORES DOS FV PELO FEC_{AASHTO} NOS TRÊS ANOS

Portaria 63/2009	FV - FEC _{AASHTO}					
	PPV- 1			PPV- 2		
	2013	2015	2017	2013	2015	2017
I-2	0,707	0,694	0,578	0,731	0,746	0,559
I-3	0,996	1,024	1,266	1,274	1,25	1,046
I-9	0,917	1,153	1,326	1,079	1,175	0,99
I-10	1,04	1,221	1,279	1,299	1,369	1,118
I-12	2,964	3,119	3,388	2,625	2,601	2,099
I-14	6,973	6,308	6,564	6,802	5,929	3,986
I-15	0,794	1,047	1,246	1,06	0,987	0,912
I-18	2,756	3,024	3,279	3,239	3,326	2,652
I-22	7,444	8,321	9,043	8,959	9,538	7,247
I-26	0,92	1,068	1,081	1,142	1,092	0,841
I-37	1,298	1,768	2,33	1,923	2,203	1,787
I-38	4,845	5,85	6,593	5,531	6,523	5,107
I-40	1,178	1,126	1,338	1,144	1,307	1,362
I-41	3,105	4,012	4,245	5,052	5,724	4,648
I-51	1,32	1,04	0,899	1,166	0,822	1,175
I-52	1,941	3,366	1,085	4,482	6,318	2,795
I-60	0,989	1,148	1,154	1,289	1,132	0,946
I-63	0,894	1,335	2,038	2,615	2,732	2,01
I-64	4,769	4,715	5,475	5,033	5,187	4,147
II-4	3,763	5,517	3,517	1,393	2,782	2,434
II-13	1,107	1,411	1,199	2,241	2,178	1,477
II-18	3,855	5,659	6,003	3,424	3,437	3,407
II-19	5,31	5,444	5,813	5,623	5,674	4,512
II-25	0,53	0,632	0,562	1,123	0,941	0,766
II-26	1,015	2,695	2,329	4,66	4,529	3,739
II-27	3,021	2,793	0,978	4,61	4,45	2,33
II-28	4,857	2,47	0	3,049	8,377	4,963
II-29	1,187	4,771	0,482	4,486	0,565	0,651
II-30	6,428	5,698	7,554	7,233	7,585	6,334

FONTE: (AUTORES, 2018)

A planilha da Tabela 11 mostra as cinco configurações de veículos com os maiores valores de FV no PPV-1.

TABELA 11 – CONFIGURAÇÕES COM OS MAIORES VALORES DE FV NO PPV-1

Portaria 63/2009		FV - FEC _{AASHTO}		VARIAÇÃO (%)	
		2015	2017	2013/2015	2015/2017
I-22	7,444	8,321	9,043	11,78%	8,68%
I-14	6,973	6,308	6,564	-9,54%	4,06%
II-30	6,428	5,698	7,554	-11,36%	32,57%
I-38	4,845	5,85	6,593	20,74%	12,70%
II-19	5,31	5,444	5,813	2,52%	6,78%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Dentre os veículos que apresentaram maiores valores, a configuração I-22 foi a que apresentou maior valor individual em cada um dos três anos pesquisados. Também foi a que apresentou maior quantidade de veículos dentre as cinco, 2,92% do total das pesagens. Das cinco analisadas, três delas apresentaram aumentos consecutivos ao longo três anos, sendo que a I-38 foi que apresentou maior variação no período, aumentou 33,44%.

A planilha da Tabela 12, mostra as cinco configurações com maiores valores de FV do PPV-2.

TABELA 12 - CONFIGURAÇÕES COM OS MAIORES VALORES DE FV NO PPV-2

IDENTIF. DENATRAN	FV - FEC _{AASHTO}			VARIAÇÃO (%)	
	2013	2015	2017	2013/2015	2015/2017
I-22	8,959	9,538	7,247	6,46%	-24,02%
II-30	7,233	7,585	6,334	4,87%	-16,49%
I-38	5,531	6,523	5,107	17,94%	-21,71%
I-14	6,802	5,929	3,986	-12,83%	-32,77%
II-28	3,049	8,377	4,963	174,75%	-40,75%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Os valores mais consideráveis no PPV-2 também foram da configuração I-22. Foi observado aumento entre 2013 e 2015 para as configurações I-22, II-30, I-38 e II-28 e diminuição da configuração I-14. Observou-se também diminuição entre os anos de 2015 e 2017 para todas elas. Importante ressaltar que o II-28 apresentou grandes variações, tendo aumento significativo no período de 2013 a 2015 e redução relevante no período de 2015 a 2017.

4.1.2 Análise temporal - comparação pela FEC_{USACE}

A planilha da Tabela 13 mostra os valores obtidos dos FV nos dois PPV da pesquisa realizada.

TABELA 13 - VALORES DE FV NOS TRÊS ANOS

IDENTIF. DENATRAN	FEC _{USACE}					
	PPV1			PPV2		
	2013	2015	2017	2013	2015	2017
I-2	0,777	0,769	0,691	0,88	0,896	0,615
I-3	4,262	4,39	5,943	5,313	5,387	4,455
I-9	0,961	1,326	1,699	1,136	1,263	1,039
I-10	1,871	2,434	2,779	2,979	3,954	3,263
I-12	8,472	8,786	9,984	6,414	6,735	5,178
I-14	9,781	8,844	9,284	9,429	7,989	4,677
I-15	1,396	1,502	1,905	2,156	1,87	1,928
I-18	13,7	15,332	17,052	15,995	17,06	12,992
I-22	16,014	17,902	19,925	19,239	20,572	13,861
I-26	3,305	3,876	3,738	3,972	3,929	2,887
I-37	1,433	2,158	3,191	2,229	2,733	2,115
I-38	12,018	16,108	17,65	12,907	16,684	12,44
I-40	2,342	2,083	2,505	2,167	2,575	2,698
I-41	12,196	16,846	19,355	18,425	23,518	19,386
I-51	2,802	1,705	1,163	2,998	1,404	2,085
I-52	3,664	6,347	1,104	7,387	9,379	5,369
I-60	1,385	1,635	1,812	2,182	1,876	1,463
I-63	1,432	2,809	4,401	6	6,142	4,64
I-64	24,773	24,514	29,506	25,467	26,561	20,435
II-4	11,725	23,449	17,758	3,523	12,486	6,896
II-13	3,456	4,287	3,536	8,539	8,673	4,733
II-18	21,462	31,988	33,917	16,803	17,646	17,11
II-19	29,97	30,384	33,037	31,104	31,797	23,821
II-25	0,722	0,854	0,72	2,712	1,366	0,997
II-26	2,143	7,855	9,909	11,016	10,608	10,255
II-27	12,331	18,499	2,713	20,552	22,003	12,679
II-28	23,466	9,558	0	13,055	45,87	22,946
II-29	3,881	12,4	0,666	19,654	0,834	2,08
II-30	33,665	28,293	40,365	37,535	40,281	32,06

FONTE: (AUTORES, 2018)

As cinco configurações com os maiores valores de FV do PPV-1, são demonstradas na Tabela 14.

TABELA 14 - VARIAÇÃO ENTRE OS MAIORES VALORES DE FV NO PPV-1

IDENTIF. DENATRAN	FV USACE			VARIAÇÃO (%)	
	2013	2015	2017	2013/2015	2015/2017
II-30	33,665	28,293	40,365	-15,96%	42,67%
II-19	29,97	30,384	33,037	1,38%	8,73%
II-18	21,462	31,988	33,917	49,04%	6,03%
I-64	24,773	24,514	29,506	-1,05%	20,36%
I-22	16,014	17,902	19,925	11,79%	11,30%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Em relação aos valores calculados pelo método das USACE, entre as cinco configurações que apresentam valores mais relevantes de FV, verificou-se que três apresentaram ganhos positivos ao passar dos anos. Na Tabela 15, apresenta-se as cinco configurações com maiores valores de FV do PPV-2 baseado nas equações da USACE.

TABELA 15 - VARIAÇÃO ENTRE OS MAIORES VALORES DE FV NO PPV-2

IDENTIF. DENATRAN	FV USACE			VARIAÇÃO (%)	
	2013	2015	2017	2013/2015	2015/2017
II-30	37,535	40,281	32,06	7,32%	-20,41%
II-19	31,104	31,797	23,821	2,23%	-25,08%
II-28	13,055	45,87	22,946	251,36%	-49,98%
I-64	25,467	26,561	20,435	4,30%	-23,06%
I-41	18,425	23,518	19,386	27,64%	-17,57%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Diferente do PPV-1, dentre as cinco configurações que apresentaram maiores valores de variação no PPV-2, nenhuma delas apresentou crescimento contínuo. Quando comparado com as configurações que apresentaram maiores valores pela FEC_{AASHTO}, quatro das seis configurações também apresentam valores significativos pela FEC_{USACE} as quais foram as II-30, I-22, II-19 e II-28.

É importante ressaltar que as configurações que mais trafegaram pela rodovia, devido ao fato de serem veículos com baixa capacidade de carga (I-2 e I-3), não apresentam valores relevantes. Numa análise geral quanto ao crescimento de valores desses fatores, dentre as 29 configurações analisadas, 15 delas apresentaram variação positiva tanto no comparativo entre 2013 e 2015 quanto nos anos de 2015 e 2017. Isso significa que, ao longo dos anos a maioria das configurações tem trafegado com mais carregamento que os anos anteriores.

4.1.3 FV reais comparado com FV com cargas legais

Foi comparado os valores de FV médios calculados através dos dados obtidos das balanças, com o valor referencial quando utilizado as cargas legais presentes nas resoluções 210 e 211.

Esta análise visa apresentar um comparativo entre os valores dos FV reais, com os valores obtidos de cada configuração quando se considera os limites de

carregamento previstos nas resoluções acima citadas, sem a utilização das tolerâncias permitidas, que seriam de 7,5% nos eixos nos anos de 2013 até 2015, e 10% a partir de 2015. Para isto, foram calculados para cada uma delas os FEC de cada configuração de eixo. Posteriormente com os valores calculados dos FV, verificou-se o percentual que os valores médios, representaram em relação aos calculados com a carga legal. Na planilha da Tabela 16, observa-se os valores de FV utilizando as equações da FEC_{AASHTO} nos anos de 2013, 2015 e 2017 do PPV1.

TABELA 16 - COMPARATIVO ENTRE FV FEC_{AASHTO} COM CARGA LEGAL E FV MÉDIO CALCULADO PELAS PESAGENS NO PPV-1

IDENTIF. DENATRAN	FV (Carga Legal)	PPV1					
		2013		2015		2017	
		FV	(%)	FV	(%)	FV	(%)
I-2	2,722	0,707	25,974	0,694	25,496	0,578	21,234
I-3	1,97	0,996	50,558	1,024	51,98	1,266	64,264
I-9	5,116	0,917	17,924	1,153	22,537	1,326	25,919
I-10	4,364	1,04	23,831	1,221	27,979	1,279	29,308
I-12	4,282	2,964	69,22	3,119	72,84	3,388	79,122
I-14	9,905	6,973	70,399	6,308	63,685	6,564	66,27
I-15	4,364	0,794	18,194	1,047	23,992	1,246	28,552
I-18	3,53	2,756	78,074	3,024	85,666	3,279	92,89
I-22	9,153	7,444	81,329	8,321	90,91	9,043	98,798
I-26	3,612	0,92	25,471	1,068	29,568	1,081	29,928
I-37	7,511	1,298	17,281	1,768	23,539	2,33	31,021
I-38	6,759	4,845	71,682	5,85	86,551	6,593	97,544
I-40	6,759	1,178	17,429	1,126	16,659	1,338	19,796
I-41	6,007	3,105	51,69	4,012	66,789	4,245	70,668
I-51	9,153	1,32	14,422	1,04	11,362	0,899	9,822
I-52	9,153	1,941	21,206	3,366	36,775	1,085	11,856
I-60	6,759	0,989	14,632	1,148	16,985	1,154	17,067
I-63	6,007	0,894	14,883	1,335	22,224	2,038	33,923
I-64	5,255	4,769	90,752	4,715	89,724	5,475	104,186
II-4	8,401	3,763	44,792	5,517	65,671	3,517	41,861
II-13	6,007	1,107	18,429	1,411	23,489	1,199	19,963
II-18	5,172	3,855	74,536	5,659	109,416	6,003	116,061
II-19	5,089	5,31	104,343	5,444	106,976	5,813	114,222
II-25	8,401	0,53	6,309	0,632	7,523	0,562	6,693
II-26	8,401	1,015	12,082	2,695	32,08	2,329	27,719
II-27	7,649	3,021	39,495	2,793	36,515	0,978	12,791
II-28	7,649	4,857	63,498	2,47	32,293	0	0
II-29	7,649	1,187	15,518	4,771	62,374	0,482	6,295
II-30	6,897	6,428	93,2	5,698	82,616	7,554	109,521

FONTE: (AUTORES, 2018)

Com os valores apresentados na Tabela 16, observou-se que com o passar dos anos o FV médio de algumas configurações tem aumentado, como pode ser observado na I-22, cujo valor em 2013 representou 81,32% e que passou a 90,91% em 2015 e 98,80% em 2017, ou seja, o valor médio do FV da configuração, tem se

aproximado ano a ano do valor calculado que considerou os valores limites das cargas legais para cada tipo de eixo. Dentre todas as configurações, a II-19 apresentou FV superiores quando utilizou-se as cargas legais apresentadas na Resolução CONTRAN 210/2006. Das vinte e nove configurações avaliadas, em média dezessete delas apresentaram valores de FV médio de até 50%, o que corresponde a cerca de 58,62% das avaliadas, entre 50% e 100% dos valores calculados no ano de 2013 e 2015 foram classificadas onze configurações, o que representa 37,90% do total, sendo que no ano 2017 esse número caiu para sete aumentando o número de configurações que excedem o valor do FV calculado, de dois para quatro.

Na Tabela 17, são apresentados os valores comparativos, que utilizaram as equações FEC_{ASSTHO} do PPV2.

TABELA 17 - COMPARATIVO ENTRE FV FEC_{ASSTHO} COM CARGA LEGAL E FV MÉDIO CALCULADO PELAS PESAGENS NO PPV-2

IDENT. DENATRAN	FV (Carga Legal)	PPV2					
		2013		2015		2017	
		FV	(%)	FV	(%)	FV	(%)
I-2	2,722	0,731	26,855	0,746	27,406	0,559	20,536
I-3	1,97	1,274	64,67	1,25	63,452	1,046	53,096
I-9	5,116	1,079	21,091	1,175	22,967	0,99	19,351
I-10	4,364	1,299	29,766	1,369	31,37	1,118	25,619
I-12	4,282	2,625	61,303	2,601	60,743	2,099	49,019
I-14	9,905	6,802	68,672	5,929	59,859	3,986	40,242
I-15	4,364	1,06	24,29	0,987	22,617	0,912	20,898
I-18	3,53	3,239	91,756	3,326	94,221	2,652	75,127
I-22	9,153	8,959	97,88	9,538	104,206	7,247	79,176
I-26	3,612	1,142	31,617	1,092	30,233	0,841	23,283
I-37	7,511	1,923	25,602	2,203	29,33	1,787	23,792
I-38	6,759	5,531	81,832	6,523	96,508	5,107	75,559
I-40	6,759	1,144	16,926	1,307	19,337	1,362	20,151
I-41	6,007	5,052	84,102	5,724	95,289	4,648	77,376
I-51	9,153	1,166	12,739	0,822	8,981	1,175	12,837
I-52	9,153	4,482	48,968	6,318	69,026	2,795	30,541
I-60	6,759	1,289	19,071	1,132	16,745	0,946	13,994
I-63	6,007	2,615	43,533	2,732	45,473	2,01	33,458
I-64	5,255	5,033	95,775	5,187	98,706	4,147	78,915
II-4	8,401	1,393	16,581	2,782	33,119	2,434	28,971
II-13	6,007	2,241	37,306	2,178	36,261	1,477	24,59
II-18	5,172	3,424	66,203	3,437	66,456	3,407	65,88
II-19	5,089	5,623	110,493	5,674	111,494	4,512	88,667
II-25	8,401	1,123	13,367	0,941	11,201	0,766	9,116
II-26	8,401	4,66	55,47	4,529	53,914	3,739	44,506
II-27	7,649	4,61	60,269	4,45	58,171	2,33	30,455
II-28	7,649	3,049	39,861	8,377	109,518	4,963	64,884
II-29	7,649	4,486	58,648	0,565	7,385	0,651	8,514
II-30	6,897	7,233	104,872	7,585	109,972	6,334	91,834

FONTE: (AUTORES, 2018)

No PPV-2, a situação é semelhante ao PPV-1, porém nenhuma configuração apresentou valores superiores aos valores calculados ao longo dos três anos. No geral no ano de 2017 a maioria das configurações apresentam valores inferiores a 50% do valor calculado, ou seja, se utilizado o valor limite de carga legal sem tolerância nos eixos, (7,5% nos eixos nos anos de 2013 e 2015, e 10% a partir de 2015) No dimensionamento muitas vezes pode estar sendo considerado um valor 2 vezes maior de dano gerado pela configuração em relação ao valor real transportado.

Na Tabela 18, observa-se o mesmo comparativo, agora utilizando as equações FEC_{USACE} , para o PPV1.

TABELA 18 - COMPARATIVO ENTRE FV FEC_{USACE} COM CARGA LEGAL E FV MÉDIO CALCULADO PELAS PESAGENS NO PPV-1

IDENTIF. DENATRAN	FV (Carga Legal)	PPV1					
		2013		2015		2017	
		FV	(%)	FV	(%)	FV	(%)
I-2	3,567	0,777	21,783	0,769	21,559	0,691	19,372
I-3	8,827	4,262	48,284	4,39	49,734	5,943	67,328
I-9	6,857	0,961	14,015	1,326	19,338	1,699	24,778
I-10	12,116	1,871	15,442	2,434	20,089	2,779	22,937
I-12	12,867	8,472	65,843	8,786	68,283	9,984	77,594
I-14	13,436	9,781	72,797	8,844	65,823	9,284	69,098
I-15	12,116	1,396	11,522	1,502	12,397	1,905	15,723
I-18	18,127	13,7	75,578	15,332	84,581	17,052	94,07
I-22	18,695	16,014	85,659	17,902	95,758	19,925	106,579
I-26	17,376	3,305	19,02	3,876	22,307	3,738	21,512
I-37	10,146	1,433	14,124	2,158	21,269	3,191	31,451
I-38	15,406	12,018	78,009	16,108	104,557	17,65	114,566
I-40	15,406	2,342	15,202	2,083	13,521	2,505	16,26
I-41	20,665	12,196	59,018	16,846	81,519	19,355	93,661
I-51	18,695	2,802	14,988	1,705	9,12	1,163	6,221
I-52	18,695	3,664	19,599	6,347	33,95	1,104	5,905
I-60	15,406	1,385	8,99	1,635	10,613	1,812	11,762
I-63	20,665	1,432	6,93	2,809	13,593	4,401	21,297
I-64	25,924	24,773	95,56	24,514	94,561	29,506	113,817
II-4	23,954	11,725	48,948	23,449	97,892	17,758	74,134
II-13	20,665	3,456	16,724	4,287	20,745	3,536	17,111
II-18	26,675	21,462	80,457	31,988	119,918	33,917	127,149
II-19	27,426	29,97	109,276	30,384	110,785	33,037	120,459
II-25	23,954	0,722	3,014	0,854	3,565	0,72	3,006
II-26	23,954	2,143	8,946	7,855	32,792	9,909	41,367
II-27	29,214	12,331	42,209	18,499	63,322	2,713	9,287
II-28	29,214	23,466	80,325	9,558	32,717	0	0
II-29	29,214	3,881	13,285	12,4	42,445	0,666	2,28
II-30	34,473	33,665	97,656	28,293	82,073	40,365	117,092

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 19, observam-se os valores de FV utilizando as equações da AASHTO, comparando os valores obtidos pelas cargas legais para cada classe, com os valores obtidos baseado nas pesagens de 2013, 2015 e 2017.

TABELA 19 - COMPARATIVO ENTRE FV FEC_{USACE} COM CARGA LEGAL E FV MÉDIO CALCULADO PELAS PESAGENS – PPV-1

IDENTIF. DENATRAN	FV (Carga Legal)	PPV2					
		2013		2015		2017	
		FV	(%)	FV	(%)	FV	(%)
I-2	3,567	0,88	24,671	0,896	25,119	0,615	17,241
I-3	8,827	5,313	60,19	5,387	61,029	4,455	50,47
I-9	6,857	1,136	16,567	1,263	18,419	1,039	15,152
I-10	12,116	2,979	24,587	3,954	32,635	3,263	26,931
I-12	12,867	6,414	49,848	6,735	52,343	5,178	40,242
I-14	13,436	9,429	70,177	7,989	59,46	4,677	34,809
I-15	12,116	2,156	17,795	1,87	15,434	1,928	15,913
I-18	18,127	15,995	88,239	17,06	94,114	12,992	71,672
I-22	18,695	19,239	102,91	20,572	110,04	13,861	74,143
I-26	17,376	3,972	22,859	3,929	22,612	2,887	16,615
I-37	10,146	2,229	21,969	2,733	26,937	2,115	20,846
I-38	15,406	12,907	83,779	16,684	108,295	12,44	80,748
I-40	15,406	2,167	14,066	2,575	16,714	2,698	17,513
I-41	20,665	18,425	89,16	23,518	113,806	19,386	93,811
I-51	18,695	2,998	16,036	1,404	7,51	2,085	11,153
I-52	18,695	7,387	39,513	9,379	50,168	5,369	28,719
I-60	15,406	2,182	14,163	1,876	12,177	1,463	9,496
I-63	20,665	6	29,035	6,142	29,722	4,64	22,453
I-64	25,924	25,467	98,237	26,561	102,457	20,435	78,827
II-4	23,954	3,523	14,707	12,486	52,125	6,896	28,789
II-13	20,665	8,539	41,321	8,673	41,97	4,733	22,903
II-18	26,675	16,803	62,992	17,646	66,152	17,11	64,142
II-19	27,426	31,104	113,411	31,797	115,937	23,821	86,856
II-25	23,954	2,712	11,322	1,366	5,703	0,997	4,162
II-26	23,954	11,016	45,988	10,608	44,285	10,255	42,811
II-27	29,214	20,552	70,35	22,003	75,317	12,679	43,4
II-28	29,214	13,055	44,687	45,87	157,014	22,946	78,545
II-29	29,214	19,654	67,276	0,834	2,855	2,08	7,12
II-30	34,473	37,535	108,882	40,281	116,848	32,06	93

FONTE: (AUTORES, 2018)

4.2 ESPECTROS DE CARGA

Além das análises relacionadas ao FV, os dados fornecidos permitiram (realizar outros tipos de análise, sendo uma delas os espectros de carga, que basicamente são as distribuições de frequência dos pesos dos eixos das configurações de veículos pesquisados.

4.2.1 Espectro de cargas por eixo - geral

Para a composição do espectro de cargas por eixo foi necessário definir quais seriam os intervalos mais interessantes a se conhecer para a distribuição dos dados. Como referência, foram utilizados parâmetros de carga por eixo baseados nos valores estabelecidos pela Resolução CONTRAN 210/2006.

Optou-se em dividir em quatro itens, que vão desde a que considera o caminhão vazio até a que ultrapassa as tolerâncias legais da seguinte maneira:

- Vazios: 1/3 dos pesos das cargas legais
- Máxima legal: pesos das cargas legais conforme Quadro 15;
- Limite legal mais tolerâncias: neste caso as informações foram separadas devido a alteração causada pela Resolução CONTRAN nº. 526 de 29/04/2015, que alterou de forma definitiva a tolerância de 7,5% para 10,0 % no eixo, logo as informações referentes a 2013 utilizam a tolerância de 7,5% e os anos de 2015 e 2017 utilizaram 10,0%;
- Acima da carga legal mais tolerâncias: seguindo as orientações do intervalo anterior, esta classe separa os veículos que excederam a carga legal mais as tolerâncias permitidas.

Com o objetivo de auxiliar os projetistas de pavimentos no cálculo do número N, foram realizados detalhamentos do comportamento do tráfego, que apresenta quais os números de eixos e os percentuais que representam em relação ao total da configuração, no determinado ano e PPV. Para isso foi utilizado o ano de 2017 dos dois postos para as análises. No apêndice 7 é apresentado o resumo do espectro de carga do PPV1 2013, no apêndice 14, consta o resumo do PPV2 para o mesmo ano, já nos apêndices 21 e 28 são apresentados os resumos referentes ao ano de 2015.

Na Tabela 20, são apresentados os eixos de cada configuração que trafegaram no ano de 2017 considerando-os como vazios.

TABELA 20– EIXOS VAZIOS NO PPV-1, ANO DE 2017

ID. DENATRAN	EIXOS "VAZIOS"										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	206	0,17%	4021	3,38%	0	-	0	-	0	-	118884
I-3	2	0,00%	2198	1,42%	0	-	0	-	0	-	154522
I-9	9	0,04%	259	1,09%	254	1,07%	0	-	0	-	23679
I-10	1	0,00%	194	0,21%	501	0,54%	0	-	0	-	93231
I-12	0	-	5	0,01%	761	1,84%	0	-	0	-	41469
I-14	0	-	0	-	12	0,59%	15	0,743%	16	0,79%	2020
0	1	0,04%	8	0,29%	20	0,73%	0	-	0	-	2736
I-18	0	-	10	0,01%	187	0,20%	0	-	0	-	94080
I-22	0	-	0	-	20	0,04%	522	1,016%	23	0,04%	51400
I-26	1	0,00%	23	0,10%	39	0,18%	0	-	0	-	22002
I-37	2	0,01%	9	0,04%	742	3,02%	438	1,784%	0	-	24556
I-38	0	-	0	-	12	0,86%	18	1,289%	0	-	1396
I-40	0	-	3	0,01%	626	3,02%	144	0,695%	0	-	20728
I-41	0	-	2	0,05%	325	7,69%	255	6,031%	0	-	4228
I-51	0	-	27	2,74%	1	0,10%	21	2,132%	3	0,30%	985
I-52	0	-	0	-	0	-	0	-	1	10,00%	10
I-60	0	-	0	-	17	2,39%	8	1,124%	0	-	712
I-63	0	-	1	0,11%	13	1,48%	28	3,196%	0	-	876
I-64	0	0,00%	2	0,01%	55	0,22%	199	0,813%	0	0,00%	24476
II-4	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	25
II-13	0	-	0	-	221	9,80%	3	0,133%	0	-	2256
II-18	0	-	0	-	0	-	20	4,274%	0	-	468
II-19	0	-	1	0,01%	21	0,22%	25	0,256%	0	-	9748
II-25	0	-	0	-	1	0,13%	100	13,423%	2	0,27%	745
II-26	0	-	0	-	1	2,50%	0	-	0	-	40
II-27	0	-	0	-	7	14,00%	5	10,000%	0	-	50
II-29	0	-	0	-	0	-	5	14,286%	5	14,29%	35
II-30	0	-	0	-	10	0,27%	8	0,220%	18	0,49%	3640
								TOTAL DE EIXOS		698997	
								TOTAL DE EIXOS VAZIOS		12713	
								EIXOS VAZIOS (%)		1,82%	

FONTE: (AUTORES, 2018)

Dentre os 698.997 eixos analisados, 12.713 passaram sobre a balança seletiva com carga inferior a 1/3 da carga legal, resultando em 1,82% do total.

Na Tabela 21, são apresentados os eixos de cada configuração que trafegaram até o limite das cargas legais estabelecidas pela Resolução CONTRAN 210/2006.

TABELA 21–EIXOS COM CARGA LEGAL NO PPV-1, ANO DE 2017

ID. DENATRAN	CARGA LEGAL										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	56757	47,74%	53874	45,32%	0	-	0	-	0	-	118884
I-3	54412	35,21%	53930	34,90%	0	-	0	-	0	-	154522
I-9	7502	31,68%	7524	31,77%	7365	31,10%	0	-	0	-	23679
I-10	25871	27,75%	29185	31,30%	28527	30,60%	0	-	0	-	93231
I-12	7388	17,82%	9497	22,90%	8336	20,10%	0	-	0	-	41469
I-14	146	7,23%	286	14,16%	316	15,64%	302	14,95%	261	12,92%	2020
I-15	648	23,68%	892	32,60%	845	30,88%	0	-	0	-	2736
I-18	11280	11,99%	20289	21,57%	15395	16,36%	0	-	0	-	94080
I-22	2002	3,89%	4753	9,25%	6392	12,44%	9757	18,98%	5067	9,86%	51400
I-26	4262	19,37%	7119	32,36%	6824	31,02%	0	-	0	-	22002
I-37	5262	21,43%	5452	22,20%	5005	20,38%	5271	21,47%	0	-	24556
I-38	84	6,02%	187	13,40%	220	15,76%	155	11,10%	0	-	1396
I-40	3173	15,31%	5002	24,13%	4374	21,10%	4858	23,44%	0	-	20728
I-41	508	12,02%	750	17,74%	548	12,96%	412	9,74%	0	-	4228
I-51	112	11,37%	170	17,26%	196	19,90%	174	17,66%	193	19,59%	985
I-52	1	10,00%	2	20,00%	2	20,00%	2	20,00%	1	10,00%	10
I-60	149	20,93%	174	24,44%	160	22,47%	170	23,88%	0	-	712
I-63	118	13,47%	196	22,37%	199	22,72%	189	21,58%	0	-	876
I-64	1440	5,88%	2379	9,72%	2127	8,69%	2489	10,17%			24476
II-4	4	16,00%	3	12,00%	2	8,00%	5	20,00%	5	20,00%	25
II-13	341	15,12%	531	23,54%	318	14,10%	547	24,25%	0	-	2256
II-18	14	2,99%	32	6,84%	30	6,41%	96	20,51%	0	-	468
II-19	336	3,45%	787	8,07%	820	8,41%	1129	11,58%	0	-	9748
II-25	86	11,54%	149	20,00%	148	19,87%	49	6,58%	147	19,73%	745
II-26	4	10,00%	7	17,50%	7	17,50%	8	20,00%	7	17,50%	40
II-27	5	10,00%	9	18,00%	3	6,00%	5	10,00%	10	20,00%	50
II-29	6	17,14%	7	20,00%	7	20,00%	2	5,71%	2	5,71%	35
II-30	92	2,53%	293	8,05%	170	4,67%	431	11,84%	223	6,13%	3640
								TOTAL DE EIXOS			698997
								TOTAL DE EIXOS LEGAIS			505785
								EIXOS LEGAIS (%)			72,36%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Os eixos que trafegaram nos limites das cargas legais foram predominantes, resultando em 72,36% do total.

Na Tabela 22, são apresentados os eixos de cada configuração que trafegaram com carregamento dentro do parâmetro classificado como carga legal mais a tolerância de 10,0%.

TABELA 22–EIXOS COM CARGA LEGAL MAIS TOLERÂNCIA DE 10% NO PPV-1, ANO DE 2017

ID. DENATRAN	CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	1923	1,62%	1072	0,90%	0	-	0	-	0	-	118884
I-3	13792	8,93%	13419	8,68%	0	-	0	-	0	-	154522
I-9	320	1,35%	81	0,34%	157	0,66%	0	-	0	-	23679
I-10	3498	3,75%	1222	1,31%	1280	1,37%	0	-	0	-	93231
I-12	4952	11,94%	2840	6,85%	3708	8,94%	0	-	0	-	41469
I-14	177	8,76%	77	3,81%	57	2,82%	63	3,12%	79	3,91%	2020
I-15	255	9,32%	5	0,18%	34	1,24%	0	-	0	-	2736
I-18	13850	14,72%	8848	9,40%	12109	12,87%	0	-	0	-	94080
I-22	4872	9,48%	4143	8,06%	3014	5,86%	1	0,00%	3571	6,95%	51400
I-26	2594	11,79%	146	0,66%	315	1,43%	0	-	0	-	22002
I-37	657	2,68%	379	1,54%	219	0,89%	244	0,99%	0	-	24556
I-38	163	11,68%	84	6,02%	58	4,15%	63	4,51%	0	-	1396
I-40	1657	7,99%	124	0,60%	114	0,55%	101	0,49%	0	-	20728
I-41	328	7,76%	171	4,04%	101	2,39%	144	3,41%	0	-	4228
I-51	78	7,92%	0	-	0	-	2	0,20%	1	0,10%	985
I-52	1	10,00%	0	-	0	-	0	-	0	-	10
I-60	27	3,79%	2	0,28%	0	-	0	-	0	-	712
I-63	90	10,27%	15	1,71%	6	0,68%	2	0,23%	0	-	876
I-64	2506	10,24%	2459	10,05%	2462	10,06%	2576	10,52%			24476
II-4	0	-	2	8,00%	0	-	0	-	0	-	25
II-13	189	8,38%	16	0,71%	6	0,27%	7	0,31%	0	-	2256
II-18	23	4,91%	15	3,21%	8	1,71%	0	-	0	-	468
II-19	1100	11,28%	1033	10,60%	1123	11,52%	1044	10,71%	0	-	9748
II-25	63	8,46%	0	-	0	-	0	-	0	-	745
II-26	4	10,00%	0	-	0	-	0	-	0	-	40
II-27	4	8,00%	1	2,00%	0	-	0	-	0	-	50
II-29	1	2,86%	0	-	0	-	0	-	0	-	35
II-30	314	8,63%	322	8,85%	287	7,88%	244	6,70%	346	9,51%	3640
								TOTAL DE EIXOS		698997	
								TOTAL DE EIXOS ATÉ 10%		123460	
								EIXOS ATÉ 10% (%)		17,66%	

FONTE: (AUTORES, 2018)

Esses eixos resultaram em 17,66% do total, ou seja, 123.460 de um total de 698.997.

Na Tabela 23, são apresentados os eixos de cada configuração que trafegaram com carregamento acima da carga legal mais a tolerância de 10,0%.

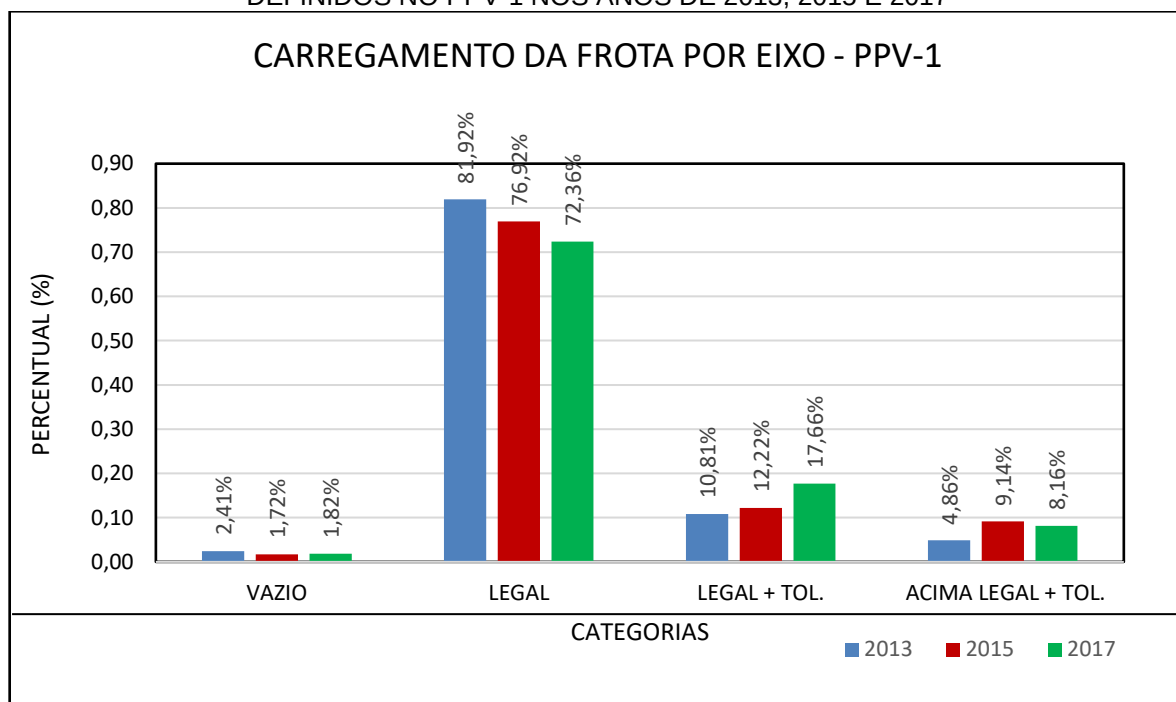
TABELA 23–EIXOS COM EXCESSO DE CARGA NO PPV-1, ANO DE 2017

ID. DENATRAN	EXCESSO DE CARGA										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	556	0,47%	475	0,40%	0	-	0	-	0	-	118.884
I-3	9055	5,86%	7714	4,99%	0	-	0	-	0	-	154.522
I-9	62	0,26%	29	0,12%	117	0,49%	0	-	0	-	23.679
I-10	1707	1,83%	476	0,51%	769	0,82%	0	-	0	-	93.231
I-12	1483	3,58%	1481	3,57%	1018	2,45%	0	-	0	-	41.469
I-14	81	4,01%	41	2,03%	19	0,94%	24	1,19%	48	2,38%	2.020
I-15	8	0,29%	7	0,26%	13	0,48%	0	-	0	-	2.736
I-18	6230	6,62%	2213	2,35%	3669	3,90%	0	-	0	-	94.080
I-22	3406	6,63%	1384	2,69%	854	1,66%	0	-	1619	3,15%	51.400
I-26	477	2,17%	46	0,21%	156	0,71%	0	-	0	-	22.002
I-37	218	0,89%	299	1,22%	173	0,70%	186	0,76%	0	-	24.556
I-38	102	7,31%	78	5,59%	59	4,23%	113	8,09%	0	-	1.396
I-40	352	1,70%	53	0,26%	68	0,33%	79	0,38%	0	-	20.728
I-41	221	5,23%	134	3,17%	83	1,96%	246	5,82%	0	-	4.228
I-51	7	0,71%	0	-	0	-	0	-	0	-	985
I-52	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	10
I-60	2	0,28%	2	0,28%	1	0,14%	0	-	0	-	712
I-63	11	1,26%	7	0,80%	1	0,11%	0	-	0	-	876
I-64	2173	8,88%	1279	5,23%	1475	6,03%	855	3,49%			24.476
II-4	1	4,00%	0	-	3	12,00%	0	-	0	-	25
II-13	34	1,51%	17	0,75%	19	0,84%	7	0,31%	0	-	2.256
II-18	80	17,09%	70	14,96%	79	16,88%	1	0,21%	0	-	468
II-19	1001	10,27%	616	6,32%	473	4,85%	239	2,45%	0	-	9.748
II-25	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	745
II-26	0	-	1	2,50%	0	-	0	-	1	2,50%	40
II-27	1	2,00%	0	-	0	-	0	-	0	-	50
II-29	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	35
II-30	322	8,85%	113	3,10%	261	7,17%	45	1,24%	141	3,87%	3.640
								TOTAL DE EIXOS		698.997	
								TOTAL DE EIXOS > 10%		57.039	
								EIXOS > 10% (%)		8,16%	

FONTE: (AUTORES, 2018)

Esse eixos resultaram em 8,16%, ou seja, 57.039 de um total de 698.997. A partir da informação das tabelas 20 a 23 e com os dados gerados pelas tabelas dos anos de 2013, as quais seguem no apêndice (7 e 14) foi possível gerar o gráfico da Figura 15.

FIGURA 15 - PERCENTUAIS DE CARREGAMENTO DOS EIXOS CONFORME OS INTERVALOS DEFINIDOS NO PPV-1 NOS ANOS DE 2013, 2015 E 2017



Os caminhões que trafegam vazios, variaram entre 1,72% e 2,41%, não apresentando aumento ou redução contínua em relação aos três anos, diferente dos veículos que trafegam dentro da carga legal que tiveram redução contínua dentro da classe passando de 81,92% em 2013 para 76,92% em 2015 e 72,36% em 2017. Observou-se que os veículos que trafegaram utilizando as tolerâncias foram de 10,81% em 2013 (7,5%) para 17,66% em 2017 (10,0%), um aumento de 63,36% que passaram a utilizar a tolerância como ganho real de carga. Da mesma forma observou-se evolução ao ano de 2013 para os anos de 2015 e 2017 em relação aos veículos que trafegam com excesso de peso, sendo essa evolução foi de 88,06% entre os anos de 2013 e 2015 e 67,90% quando comparados aos anos de 2013 e 2017.

No PPV-2 foram realizadas no ano de 2017, 284.013 pesagens, totalizando 805.170 eixos. Na Tabela 24 são apresentados os eixos de cada configuração que trafegaram no ano de 2017 com carregamento dentro do parâmetro classificado como vazios.

TABELA 24– EIXOS VAZIOS NO PPV-2, ANO DE 2017

ID. DENATRAN	EIXOS "VAZIOS"										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	600	0,75%	4314	5,38%	0	-	0	-	0	-	80116
I-3	10	0,01%	2408	1,56%	0	-	0	-	0	-	154738
I-9	15	0,05%	585	2,01%	616	2,12%	0	-	0	-	29115
I-10	4	0,00%	462	0,42%	1469	5,05%	0	-	0	-	110748
I-12	0	-	10	0,02%	482	1,66%	0	-	0	-	53955
I-14	1	0,03%	0	-	16	0,05%	20	0,56%	22	0,62%	3560
I-15	1	0,05%	37	1,82%	53	0,18%	0	-	0	-	2037
I-18	0	-	16	0,01%	98	0,34%	0	-	0	-	136800
I-22	0	-	8	0,01%	30	0,10%	38	0,04%	41	0,05%	84810
I-26	2	0,01%	64	0,46%	150	0,52%	0	-	0	-	14043
I-37	3	0,01%	23	0,05%	1663	5,71%	2047	4,31%	0	-	47444
I-38	0	-	5	0,23%	18	0,06%	30	-	0	-	2220
I-40	0	-	7	0,04%	256	0,88%	245	1,48%	0	-	16528
I-41	0	-	1	0,02%	24	0,08%	62	0,99%	0	-	6240
I-51	0	-	43	4,17%	0	-	80	7,77%	28	2,72%	1030
I-52	0	-	1	1,25%	1	-	0	0,00%	2	-	80
I-60	0	-	2	0,27%	36	0,12%	5	0,69%	0	-	728
I-63	0	-	1	0,05%	7	0,02%	28	1,44%	0	-	1944
I-64	0	0,00%	6	0,02%	69	0,24%	140	0,52%			26916
II-4	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	40
II-13	0	-	5	0,48%	18	0,06%	8	0,76%	0	-	1048
II-18	0	-	0	-	0	-	7	3,98%	0	-	176
II-19	0	-	0	-	6	0,02%	13	0,06%	0	-	22684
II-25	0	-	0	-	0	-	5	4,17%	1	0,83%	120
II-26	0	-	0	-	0	-	1	0,28%	3	0,85%	355
II-27	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	5
II-28	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	10
II-29	0	-	0	-	1	0,00%	0	-	0	-	5
II-30	0	-	0	-	4	0,01%	4	0,05%	5	0,07%	7675
								TOTAL DE EIXOS		805170	
								TOTAL DE EIXOS VAZIOS		16486	
								EIXOS VAZIOS (%)		2,05%	

FONTE: (AUTORES, 2018)

Dentre os eixos analisados no PPV-2 em 2017, 16.486 eixos passaram sobre a balança com carga inferior a 1/3 da carga legal, resultando em 2,05% do total.

Na Tabela 25, são apresentados os eixos de cada configuração que trafegaram com carregamento dentro do parâmetro classificado como carga legal.

TABELA 25– EIXOS COM CARGA LEGAL NO PPV-2, ANO DE 2017

ID. DENATRAN	CARGA LEGAL										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	36355	45,38%	35043	43,74%	0	-	0	-	0	-	80116
I-3	68740	44,42%	60125	38,86%	0	-	0	-	0	-	154738
I-9	9041	31,05%	9050	31,08%	9013	30,96%	0	-	0	-	29115
I-10	34540	31,19%	36199	32,69%	31201	28,17%	0	-	0	-	110748
I-12	16733	31,01%	15953	29,57%	15996	29,65%	0	-	0	-	53955
I-14	570	16,01%	663	18,62%	657	18,46%	648	18,20%	652	18,31%	3560
I-15	631	30,98%	616	30,24%	619	30,39%	0	-	0	-	2037
I-18	34993	25,58%	39224	28,67%	31781	23,23%	0	-	0	-	136800
I-22	11781	13,89%	14408	16,99%	13081	15,42%	11651	13,74%	12978	15,30%	84810
I-26	4514	32,14%	4518	32,17%	4386	31,23%	0	-	0	-	14043
I-37	11382	23,99%	11394	24,02%	9635	20,31%	9480	19,98%	0	-	47444
I-38	465	20,95%	404	18,20%	413	18,60%	330	-	0	-	2220
I-40	3932	23,79%	3990	24,14%	3702	22,40%	3716	22,48%	0	-	16528
I-41	1037	16,62%	1182	18,94%	1273	20,40%	944	15,13%	0	-	6240
I-51	198	19,22%	163	15,83%	205	19,90%	125	12,14%	175	16,99%	1030
I-52	16	20,00%	15	18,75%	15	18,75%	16	20,00%	11	-	80
I-60	173	23,76%	180	24,73%	144	19,78%	176	24,18%	0	-	728
I-63	430	22,12%	450	23,15%	475	24,43%	447	22,99%	0	-	1944
I-64	5093	18,92%	5069	18,83%	5025	18,67%	4938	18,35%			26916
II-4	6	15,00%	7	17,50%	8	20,00%	7	17,50%	8	20,00%	40
II-13	241	23,00%	238	22,71%	211	20,13%	245	23,38%	0	-	1048
II-18	31	17,61%	34	19,32%	34	19,32%	29	16,48%	0	-	176
II-19	3723	16,41%	3868	17,05%	3809	16,79%	4075	17,96%	0	-	22684
II-25	22	18,33%	24	20,00%	24	20,00%	19	15,83%	23	19,17%	120
II-26	59	16,62%	66	18,59%	71	20,00%	69	19,44%	61	17,18%	355
II-27	1	20,00%	0	-	1	20,00%	1	20,00%	1	20,00%	5
II-28	0	-	0	-	1	10,00%	0	-	0	-	10
II-29	1	20,00%	1	20,00%	0	-	1	20,00%	1	20,00%	5
II-30	1000	13,03%	1032	13,45%	558	7,27%	1131	14,74%	660	8,60%	7675
								TOTAL DE EIXOS		805170	
								TOTAL DE EIXOS LEGAIS		674580	
								EIXOS LEGAIS (%)		83,78%	

FONTE: (AUTORES, 2018)

No PPV-2 em 2017, 674.580 eixos estão com carregamento dentro do limite legal sem utilizar a tolerância, resultando em 83,78% do total.

Na Tabela 26, são apresentados os eixos de cada configuração que trafegaram com carregamento dentro do parâmetro classificado como carga legal + a tolerância por eixo.

TABELA 26– EIXOS COM CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA NO PPV-2, ANO DE 2017

ID. DENATRAN	CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	956	1,19%	555	0,69%	0	-	0	-	0	-	80116
I-3	7295	4,71%	13296	8,59%	0	-	0	-	0	-	154738
I-9	135	0,46%	58	0,20%	59	0,20%	0	-	0	-	29115
I-10	1922	1,74%	215	0,19%	3654	3,30%	0	-	0	-	110748
I-12	1067	1,98%	1643	3,05%	1461	2,71%	0	-	0	-	53955
I-14	45	1,26%	40	1,12%	28	0,79%	38	1,07%	33	0,93%	3560
I-15	24	1,18%	18	0,88%	6	0,29%	0	-	0	-	2037
I-18	9972	7,29%	6066	4,43%	13101	9,58%	0	-	0	-	136800
I-22	4791	5,65%	2404	2,83%	3208	3,78%	4404	5,19%	3447	4,06%	84810
I-26	151	1,08%	84	0,60%	89	0,63%	0	-	0	-	14043
I-37	340	0,72%	358	0,75%	440	0,93%	284	0,60%	0	-	47444
I-38	73	3,29%	103	4,64%	81	3,65%	156	-	0	-	2220
I-40	177	1,07%	97	0,59%	84	0,51%	94	0,57%	0	-	16528
I-41	391	6,27%	229	3,67%	193	3,09%	370	5,93%	0	-	6240
I-51	7	0,68%	0	-	1	0,10%	1	0,10%	3	0,29%	1030
I-52	0	-	0	-	0	-	0	0,00%	3	-	80
I-60	4	0,55%	0	-	2	0,27%	1	0,14%	0	-	728
I-63	35	1,80%	23	1,18%	3	0,15%	10	0,51%	0	-	1944
I-64	1472	5,47%	1428	5,31%	1510	5,61%	1507	5,60%			26916
II-4	2	5,00%	0	-	0	-	0	-	0	-	40
II-13	19	1,81%	18	1,72%	21	2,00%	7	0,67%	0	-	1048
II-18	12	6,82%	10	5,68%	7	3,98%	7	3,98%	0	-	176
II-19	1864	8,22%	1615	7,12%	1769	7,80%	1542	6,80%	0	-	22684
II-25	2	1,67%	0	-	0	-	0	-	0	-	120
II-26	11	3,10%	4	1,13%	0	-	0	-	2	0,56%	355
II-27	0	-	1	20,00%	0	-	0	-	0	-	5
II-28	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	10
II-29	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	5
II-30	500	6,51%	485	6,32%	853	11,11%	382	4,98%	789	10,28%	7675
								TOTAL DE EIXOS		805170	
								TOTAL DE EIXOS ATÉ 10%		99667	
								EIXOS ATÉ 10% (%)		12,38%	

FONTE: (AUTORES, 2018)

Verificou-se que no PPV-2 o número de veículos que utiliza a tolerância de 10% no eixo prevista na lei, corresponde a 12,38% do total de veículos analisados no ano de 2017.

São apresentados na Tabela 27, os eixos de cada configuração que trafegaram com carregamento extrapolando os limites previstos pela legislação.

TABELA 27–EIXOS COM EXCESSO DE CARGA NO PPV-2, ANO DE 2017

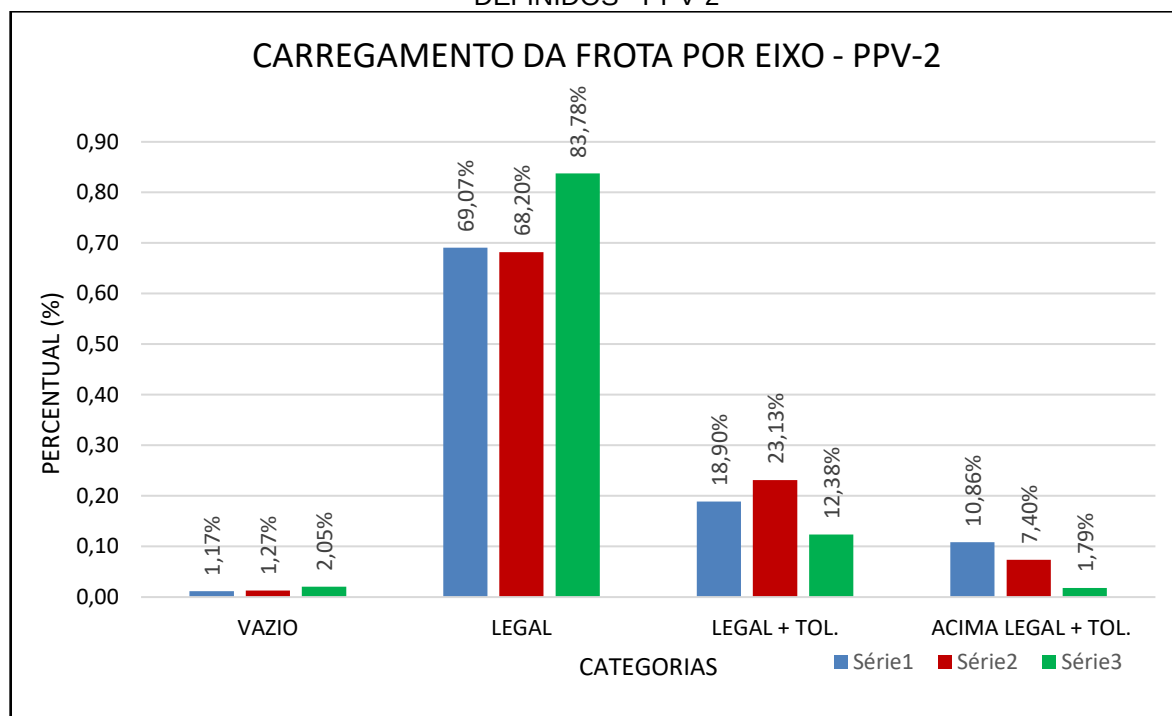
ID. DENATRAN	EXCESSO DE CARGA										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	2147	2,68%	146	0,18%	0	-	0	-	0	-	80116
I-3	1324	0,86%	1540	1,00%	0	-	0	-	0	-	154738
I-9	514	1,77%	12	0,04%	17	0,06%	0	-	0	-	29115
I-10	450	0,41%	40	0,04%	592	0,53%	0	-	0	-	110748
I-12	185	0,34%	379	0,70%	46	0,09%	0	-	0	-	53955
I-14	96	2,70%	9	0,25%	11	0,31%	6	0,17%	5	0,14%	3560
I-15	23	1,13%	8	0,39%	1	0,05%	0	-	0	-	2037
I-18	635	0,46%	294	0,21%	620	0,45%	0	-	0	-	136800
I-22	390	0,46%	142	0,17%	643	0,76%	869	1,02%	496	0,58%	84810
I-26	14	0,10%	15	0,11%	56	0,40%	0	-	0	-	14043
I-37	136	0,29%	86	0,18%	123	0,26%	50	0,11%	0	-	47444
I-38	17	0,77%	43	1,94%	43	1,94%	39	-	0	-	2220
I-40	23	0,14%	38	0,23%	90	0,54%	77	0,47%	0	-	16528
I-41	132	2,12%	148	2,37%	70	1,12%	184	2,95%	0	-	6240
I-51	1	0,10%	0	-	0	-	0	-	0	-	1030
I-52	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	80
I-60	5	0,69%	0	-	0	-	0	-	0	-	728
I-63	21	1,08%	12	0,62%	1	0,05%	1	0,05%	0	-	1944
I-64	164	0,61%	226	0,84%	125	0,46%	144	0,53%			26916
II-4	0	-	1	2,50%	0	-	1	2,50%	0	-	40
II-13	2	0,19%	1	0,10%	12	1,15%	2	0,19%	0	-	1048
II-18	1	0,57%	0	-	3	1,70%	1	0,57%	0	-	176
II-19	84	0,37%	188	0,83%	87	0,38%	41	0,18%	0	-	22684
II-25	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	120
II-26	1	0,28%	1	0,28%	0	-	1	0,28%	5	1,41%	355
II-27	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	5
II-28	2	20,00%	2	20,00%	1	10,00%	2	20,00%	2	20,00%	10
II-29	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	5
II-30	35	0,46%	18	0,23%	120	1,56%	18	0,23%	81	1,06%	7675
								TOTAL DE EIXOS		805170	
								TOTAL DE EIXOS > 10%		14437	
								EIXOS > 10% (%)		1,79%	

FONTE: (AUTORES, 2018)

No PPV-2, o número de veículos que passaram com eixos ultrapassando a carga permitida, mesmo com a tolerância, foi de 1,79%, o que corresponde a 14.437 eixos.

Semelhante ao PPV-1, foram realizados os espectros de carga do PPV-2 nos demais anos e o resumo da situação do comportamento dos veículos quanto ao carregamento de ano a ano do estudo, são apresentados na Figura 16.

FIGURA 16 - PERCENTUAIS DE CARREGAMENTO DOS EIXOS CONFORME OS INTERVALOS DEFINIDOS - PPV-2



FONTE: (AUTORES, 2018)

No PPV-2, semelhante ao PPV-1, os caminhões que trafegam vazios na rodovia, variam entre 1,17 e 2,05%, porém neste caso, apresentou aumento contínuo em relação aos três anos. Quanto aos veículos que trafegam dentro da carga legal sem tolerâncias, os valores nos anos de 2013 (69,07%) e 2015 (68,20%) foram para 83,78% em 2017, o qual representa um aumento acima de 20% para esta faixa de carregamento.

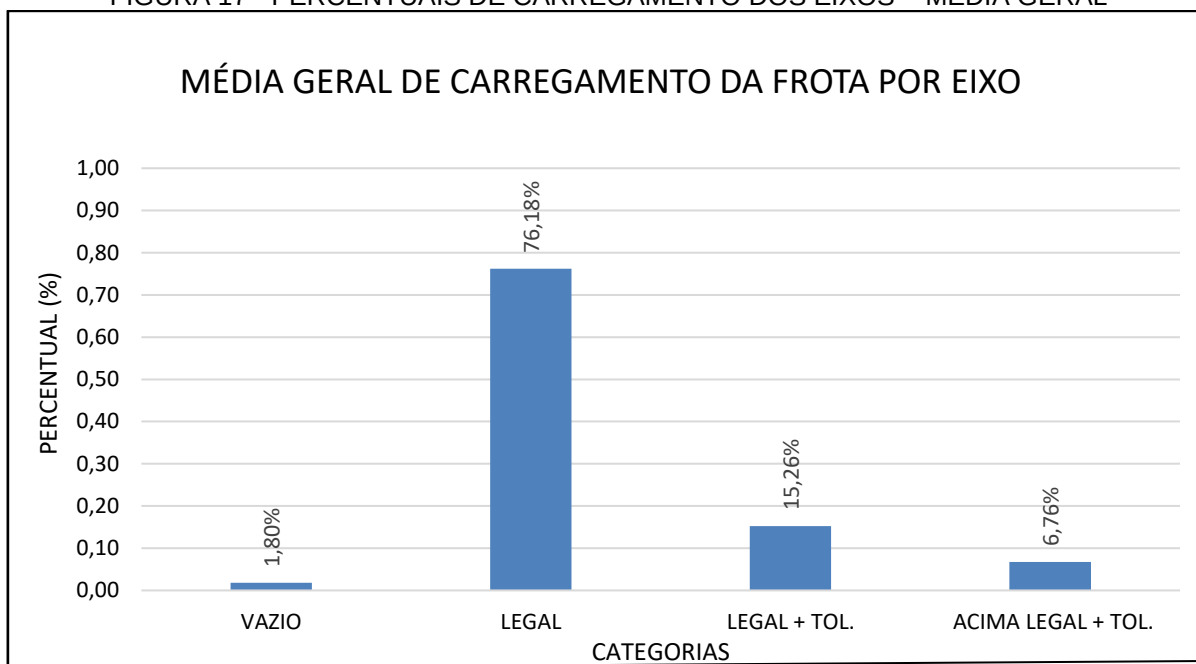
Já na faixa de carregamento que considera a tolerância somada a carga legal, os valores não apresentaram ganho contínuo, aumentando em relação aos anos de 2013 para 2015 e diminuindo em relação a 2015 para 2017. Quanto aos veículos que ultrapassam os limites permitidos, verifica-se que neste PPV, os percentuais foram caindo de ano a ano, iniciando e 10,86% em 2013, 7,40% em 2015 e 1,79% em 2017, queda de 83,52% em relação a 2013.

Quando comparado de maneira geral o comportamento entre os dois PPV's, verificou-se que a quantidade de veículos que trafegam vazios, neste caso representado por carregamento nos eixos de até 1/3 da carga legal, ficou na casa dos 2%, já os veículos que trafegam com carga acima de 1/3 da carga legal, mas não utilizam as tolerâncias ficaram na faixa de 68,20% até 83,78%, da mesma forma os

veículos que utilizam as tolerâncias se encaixam na faixa de 10,81% até 23,13% e os veículos que excedem os limites estabelecidos, apresentam variação entre 1,79%, a 10,86%.

Para melhor esclarecimento da condição geral de carregamento por eixo, o gráfico da Figura 17, retrata a média geral de cada faixa de carregamento analisada.

FIGURA 17 - PERCENTUAIS DE CARREGAMENTO DOS EIXOS – MÉDIA GERAL



FONTE: (AUTORES, 2018)

Baseado na Figura 17 verificou-se que o percentual de veículos que trafegam com excesso de peso em algum de seus eixos quando considerado o valor médio de todas as 1.705.194 pesagens realizadas, é de 6,76%, valor alto quando considerado que os postos de pesagem presentes nas rodovias têm função de aplicação de multa quando não respeitadas as tolerâncias estabelecidas pela legislação.

Observa-se também que os números de veículos que utilizam os valores de tolerância são consideráveis, totalizando 15,26%. No contexto geral 93,24% dos veículos respeitam a legislação e não trafegam com excessos além do permitido.

4.2.2 Espectro de cargas por eixo por categorias

Visando aprofundar o comportamento dos veículos, foi analisado o espectro de cargas separado por categorias que compuseram os grupos de configurações, cujo

objetivo foi organizá-las por suas dimensões para o ano de 2017. Na Tabela 28 são apresentados os valores obtidos dos veículos considerados vazios, ou seja, caminhões rígidos (sem articulações) dos tipos I-2 e I-3.

TABELA 28 – CAMINHÕES RÍGIDOS VAZIOS NO PPV-1, ANO DE 2017

ID. DENATRAN	VAZIO				NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		
	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	206	0,17%	4021	3,38%	118884
I-3	2	0,00%	2198	1,42%	154522
TOTAL DE EIXOS					273406
TOTAL DE EIXOS > 10%					6427
EIXOS > 10% (%)					2,35%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 29 são apresentados os valores obtidos de caminhões rígidos com as cargas legais nos eixos.

TABELA 29– CAMINHÕES RÍGIDOS COM CARGAS LEGAIS NOS EIXOS NO PPV-1, ANO 2017

ID. DENATRAN	CARGA LEGAL				NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		
	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	56757	47,74%	53874	45,32%	118884
I-3	2	0,00%	2198	1,42%	154522
		TOTAL DE EIXOS			273406
		TOTAL DE EIXOS > 10%			112831
		EIXOS > 10% (%)			41.27%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 30 são apresentados os valores obtidos de caminhões rígidos com as cargas legais dos eixos mais a tolerância de 10,0%.

TABELA 30– CAMINHÕES RÍGIDOS COM AS CARGAS LEGAIS MAIS TOLERÂNCIA DE 10% NO-PPV-1, ANO DE 2017

ID. DENATRAN	CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA				NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		
	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	1923	1,62%	1072	0,90%	118884
I-3	13792	8,93%	13419	8,68%	154522
TOTAL DE EIXOS					273406
TOTAL DE EIXOS > 10%					30206
EIXOS > 10% (%)					11.05%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 31 são apresentados os valores obtidos de caminhões rígidos que excederam as tolerâncias de 10%.

TABELA 31– CAMINHÕES RÍGIDOS QUE EXCEDERAM A TOLERÂNCIA DE 10% NO PPV-1, ANO DE 2017

ID. DENATRAN	EXCESSO DE CARGA				NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		
	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	556	0,47%	475	0,40%	118884
I-3	9055	5,86%	7714	4,99%	154522
TOTAL DE EIXOS					273406
TOTAL DE EIXOS > 10%					17800
EIXOS > 10% (%)					6,51%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 32 são apresentados os valores de veículos vazios (1/3 da carga legal) para a configuração Caminhão Trator + Semi-reboque.

TABELA 32– CAMINHÃO TRATOR + SEMI-REBOQUE VAZIOS NO PPV-1, ANO DE 2017

ID. DENATRAN	VAZIO										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-9	9	0,04%	259	1,09%	254	1,07%	0	-	0	-	23679
I-10	1	0,00%	194	0,21%	501	0,54%	0	-	0	-	93231
I-12	0	-	5	0,01%	761	1,84%	0	-	0	-	41469
I-14	0	-	0	-	12	0,59%	15	0,74%	16	0,79%	2020
I-15	1	0,04%	8	0,29%	20	0,73%	0	-	0	-	2736
I-18	0	-	10	0,01%	187	0,20%	0	-	0	-	94080
I-22	0	-	0	-	20	0,04%	522	1,02%	23	0,04%	51400
I-26	1	0,00%	23	0,10%	39	0,18%	0	-	0	-	22002
								TOTAL DE EIXOS			330617
								TOTAL DE EIXOS > 10%			2881
								EIXOS > 10% (%)			0,87%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 33 são apresentados os valores obtidos de Caminhão Trator + Semi-reboque com cargas legais nos eixos.

TABELA 33–CAMINHÃO TRATOR + SEMI-REBOQUE COM CARGA LEGAL NO PPV-1, ANO 2017

ID. DENATRAN	CARGA LEGAL										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-9	7502	31,68%	7524	31,77%	7365	31,10%	0	-	0	-	23679
I-10	25871	27,75%	29185	31,30%	28527	30,60%	0	-	0	-	93231
I-12	7388	17,82%	9497	22,90%	8336	20,10%	0	-	0	-	41469
I-14	146	7,23%	286	14,16%	316	15,64%	302	14,95%	261	12,92%	2020
I-15	648	23,68%	892	32,60%	845	30,88%	0	-	0	-	2736
I-18	11280	11,99%	20289	21,57%	15395	16,36%	0	-	0	-	94080
I-22	2002	3,89%	4753	9,25%	6392	12,44%	9757	18,98%	5067	9,86%	51400
I-26	4262	19,37%	7119	32,36%	6824	31,02%	0	-	0	-	22002
								TOTAL DE EIXOS			330617
								TOTAL DE EIXOS > 10%			228031
								EIXOS > 10% (%)			68,97%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 34 são apresentados os valores obtidos de Caminhão Trator + Semi-reboque com cargas legais + tolerância nos eixos.

TABELA 34– CAMINHÃO TRATOR + SEMI-REBOQUE COM CARGA LEGAL MAIS TOLERÂNCIA DE 10% NO PPV-1, ANO 2017

ID. DENATRAN	CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-9	320	1,35%	81	0,34%	157	0,66%	0	-	0	-	23679
I-10	3498	3,75%	1222	1,31%	1280	1,37%	0	-	0	-	93231
I-12	4952	11,94%	2840	6,85%	3708	8,94%	0	-	0	-	41469
I-14	177	8,76%	77	3,81%	57	2,82%	63	3,12%	79	3,91%	2020
I-15	255	9,32%	5	18,00%	34	1,24%	0	-	0	-	2736
I-18	13850	14,72%	8848	9,40%	12109	12,87%	0	-	0	-	94080
I-22	4872	9,48%	4143	8,06%	3014	5,86%	1	0,00%	3571	6,95%	51400
I-26	2594	11,79%	146	0,66%	315	1,43%	0	-	0	-	22002
								TOTAL DE EIXOS			330617
								TOTAL DE EIXOS > 10%			72268
								EIXOS > 10% (%)			21,86%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 35 são apresentados os valores obtidos de Caminhão Trator + Semi-reboque com excesso de carga nos eixos.

TABELA 35– CAMINHÃO TRATOR + SEMI-REBOQUE COM EXCESSO DE CARGA NO PPV-1, ANO 2017

ID. DENATRAN	EXCESSO DE CARGA										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-9	62	0,26%	29	0,12%	117	0,49%	0	-	0	-	23679
I-10	1707	1,83%	476	0,51%	769	0,82%	0	-	0	-	93231
I-12	1483	3,58%	1481	3,57%	1018	2,45%	0	-	0	-	41469
I-14	81	4,01%	41	2,03%	19	0,94%	24	1,19%	48	2,38%	2020
I-15	8	0,29%	7	0,26%	13	0,48%	0	-	0	-	2736
I-18	6230	6,62%	2213	2,35%	3669	3,90%	0	-	0	-	94080
I-22	3406	6,63%	1384	2,69%	854	1,66%	0	-	1619	3,15%	51400
I-26	477	2,17%	46	0,21%	156	0,71%	0	-	0	-	22002
								TOTAL DE EIXOS			330617
								TOTAL DE EIXOS > 10%			27437
								EIXOS > 10% (%)			8,30%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 36 são apresentados os valores obtidos dos veículos considerados vazios da configuração Caminhão + Reboque.

TABELA 36–CAMINHÃO + REBOQUE VAZIOS NO PPV-1, ANO DE 2017

ID. DENATR AN	VAZIO								NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-37	2	0,01%	9	0,04%	742	3,02%	438	1,78%	24556
I-38	0	-	0	-	12	0,86%	18	1,29%	1396
I-40	0	-	3	0,01%	626	3,02%	144	0,70%	20728
I-41	0	-	2	0,05%	325	7,69%	255	6,03%	4228
						TOTAL DE EIXOS			50908
						TOTAL DE EIXOS > 10%			2576
						EIXOS > 10% (%)			5,06%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 37 são apresentados os valores obtidos dos veículos com carga legal nos eixos da configuração Caminhão + Reboque.

TABELA 37– CAMINHÃO + REBOQUE COM CARGA LEGAL NO PPV-1, ANO DE 2017

TABELA 01 - CAMINHOS - PREÇO COM CARGA LEGAL NO T.V. 1, ANO DE 2017									
ID. DENATR AN	CARGA LEGAL								NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-37	5262	21,43%	5452	22,20%	5005	20,38%	5271	21,47%	24556
I-38	84	6,02%	187	13,40%	220	15,76%	155	11,10%	1396
I-40	3173	15,31%	5002	24,13%	4374	21,10%	4858	23,44%	20728
I-41	508	12,02%	750	17,74%	548	12,96%	412	9,74%	4228
						TOTAL DE EIXOS			50908
						TOTAL DE EIXOS > 10%			41261
						EIXOS > 10% (%)			81,05%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 38 são apresentados os valores obtidos dos veículos com carga legal + tolerância nos eixos da configuração Caminhão + Reboque.

TABELA 38– CAMINHÃO + REBOQUE COM CARGA LEGAL MAIS TOLERÂNCIA DE 10% NOS EIXOS NO PPV-1, ANO DE 2017

ID. DENATR AN	CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA								NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-37	657	2,68%	379	1,54%	219	0,89%	244	0,99%	24556
I-38	1633	11,68%	84	6,02%	58	4,15%	63	4,51%	1396
I-40	1657	7,99%	124	0,60%	114	0,55%	101	0,49%	20728
I-41	328	7,76%	171	4,04%	101	2,39%	144	3,41%	4228
						TOTAL DE EIXOS			50908
						TOTAL DE EIXOS > 10%			6077
						EIXOS > 10% (%)			11,94%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 39 são apresentados os valores de veículos com excesso de carga para a configuração Caminhão + Reboque.

TABELA 39– CAMINHÃO + REBOQUE COM EXCESSO DE CARGA NO PPV-1, ANO DE 2017

TABELA 39 – CAMINHÃO 1 REBOQUE COM EXCESSO DE CARGA NO PPV-1, ANO DE 2017									
ID.	EXCESSO DE CARGA								NÚMERO EIXOS
DENATR	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		
AN	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-37	218	0,89%	299	1,22%	173	0,70%	186	0,76%	24556
I-38	102	7,31%	78	5,59%	59	4,23%	113	8,09%	1396
I-40	352	1,70%	53	0,26%	68	0,33%	79	0,38%	20728
I-41	221	5,23%	134	3,17%	83	1,96%	246	5,82%	4228
					TOTAL DE EIXOS				50908
					TOTAL DE EIXOS > 10%				2464
					EIXOS > 10% (%)				4,84%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 40 são apresentados os valores obtidos de caminhões vazios para a configuração Caminhão Trator + Semi-reboque+ Reboque.

TABELA 40– CAMINHÃO TRATOR + SEMI-REBOQUE + REBOQUE VAZIOS NO PPV-1, ANO DE 2017

ID. DENATRAN	VAZIO (1/3 CARGA LEGAL)										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-51	0	-	27	2,74%	1	0,10%	21	2,13%	3	0,30%	985
I-52	0	-	0	-	0	-	0	-	1	10,00%	10
II-4	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	25
							TOTAL DE EIXOS				1.020
							TOTAL DE EIXOS VAZIOS				53
							EIXOS VAZIOS (%)				5,20%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 41 são apresentados os valores obtidos de caminhões com carga legal para a configuração Caminhão Trator + Semi-reboque+ Reboque.

TABELA 41– CAMINHÃO TRATOR + SEMI-REBOQUE + REBOQUE. COM CARGA LEGAL NO PPV-1, ANO DE 2017

ID. DENATRAN	CARGALEGAL										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-51	112	11,37%	170	17,26%	196	19,90%	174	17,66%	193	19,59%	985
I-52	1	10,00%	2	20,00%	2	20,00%	2	20,00%	1	10,00%	10
II-4	4	16,00%	3	12,00%	2	8,00%	5	20,00%	5	20,00%	25
							TOTAL DE EIXOS				1020
							TOTAL DE EIXOS C. LEGAL				872
							EIXOS C. LEGAL (%)				85,49%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 42 são apresentados os valores obtidos de caminhões com carga legal + tolerância para a configuração caminhão trator + semi-reboque + reboque.

TABELA 42– CAMINHÃO TRATOR + SEMI-REBOQUE + REBOQUE. COM CARGA LEGAL MAIS TOLERÂNCIA NO PPV-1, ANO DE 2017.

ID. DENATRAN	CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-51	78	7,92%	0	-	0	-	2	0,20%	1	0,10%	985
I-52	1	10,00%	0	-	0	-	0	-	0	-	10
II-4	0	-	2	8,00%	0	-	0	-	0	-	25
							TOTAL DE EIXOS				1.020
							TOTAL DE EIXOS C/ TOLERÂNCIA				84
							EIXOS C/ TOLERÂNCIA (%)				8,24%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 43 são apresentados os valores obtidos de caminhões com excesso de carga para a configuração Caminhão Trator + Semi-reboque+ Reboque.

TABELA 43– CAMINHÃO TRATOR + SEMI-REBOQUE + REBOQUE. COM EXCESSO DE CARGA NO PPV-1, ANO DE 2017.

ID. DENATRAN	EXCESSO DE CARGA										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-51	7	0,71%	0	-	0	-	0	-	0	-	985
I-52	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	10
II-4	1	4,00%	0	-	3	12,00%	0	-	0	-	25
								TOTAL DE EIXOS			1.020
								TOTAL DE EIXOS > 10%			11
								EIXOS > 10% (%)			1,08%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 44 são apresentados os valores de veículos vazios (1/3 da carga legal) para a categoria Caminhão Trator + 2 Semi-reboques

TABELA 44– CAMINHÃO TRATOR + 2 SEMI-REBOQUES VAZIOS NO PPV-1, ANO DE 2017.

ID. DENATRAN	VAZIO (1/3 CARGA LEGAL)										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-60	0	-	0	-	17	2,39%	8	1,12%	0	-	712
I-63	0	-	1	0,11%	13	1,48%	28	3,20%	0	-	876
I-64	0	-	2	0,01%	55	0,22%	199	0,81%	0	-	24.476
II-13	0	-	0	-	221	9,80%	3	0,13%	0	-	2256
II-18	0	-	0	-	0	-	20	4,27%	0	-	468
II-19	0	-	1	0,01%	21	0,22%	25	0,26%	0	-	9748
							TOTAL DE EIXOS				38.536
							TOTAL DE EIXOS VAZIOS				614
							EIXOS VAZIOS (%)				1,59%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 45 são apresentados os valores de com carga legal para a categoria Caminhão Trator + 2 Semi-reboques

TABELA 45– CAMINHÃO TRATOR + 2 SEMI-REBOQUES COM CARGA LEGAL NO PPV-1, ANO DE 2017

ID. DENAT RAN	CARGA LEGAL										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-60	149	20,93%	174	24,44%	160	22,47%	170	23,88%	0	-	712
I-63	118	13,47%	196	22,37%	199	22,72%	189	21,58%	0	-	876
I-64	1440	5,88%	2379	9,72%	2127	8,69%	2489	10,17%	0	-	24476
							TOTAL DE EIXOS				26064
							TOTAL DE EIXOS > 10%				9790
							EIXOS > 10% (%)				37,56%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 46 são apresentados os valores de com carga legal + tolerância para a categoria Caminhão Trator + 2 Semi-reboques.

TABELA 46– CAMINHÃO TRATOR + 2 SEMI-REBOQUES COM CARGA LEGAL MAIS TOLERÂNCIA NO PPV-1, ANO DE 2017.

ID. DENAT/RAN	CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-60	27	3,79%	2	0,28%	0	-	0	-	0	-	712
I-63	92	10,27%	15	1,71%	6	0,68%	2	0,23%	0	-	876
I-64	2506	10,24%	2459	10,05%	2462	10,06%	2576	10,52%	0	-	24.476
II-13	189	8,38%	16	0,71%	6	0,27%	7	0,31%	0	-	2256
II-18	23	4,91%	15	3,21%	8	1,71%	0	-	0	-	468
II-19	1100	11,28%	1033	10,60%	1123	11,52%	1044	10,71%	0	-	9748
TOTAL DE EIXOS										38.536	
TOTAL DE EIXOS C/TOLERÂNCIA										14.711	
EIXOS C/TOLERÂNCIA (%)										38,17%	

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 47 são apresentados os valores de com excesso de carga para a categoria Caminhão Trator + 2 Semi-reboques

TABELA 47– CAMINHÃO TRATOR + 2 SEMI-REBOQUES COM EXCESSO DE CARGA NO PPV-1, ANO DE 2017.

ID. DENATRAN	EXCESSO DE CARGA										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-60	2	0,28%	2	0,28%	1	0,14%	0	-	0	-	712
I-63	11	1,26%	7	0,80%	1	0,11%	0	-	0	-	876
I-64	2173	8,88%	1279	5,23%	1475	6,03%	855	3,49%	0	-	24.476
II-13	34	1,51%	17	0,75%	19	0,84%	7	0,31%	0	-	2256
II-18	80	17,09%	70	14,96%	79	16,88%	1	2,10%	0	-	468
II-19	1001	10,27%	616	6,32%	473	4,85%	239	2,45%	0	-	9748
TOTAL DE EIXOS										38.536	
TOTAL DE EIXOS > 10%										8.442	
EIXOS > 10% (%)										21,91%	

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 48 são apresentados os valores de veículos vazios (1/3 da carga legal) para a categoria Caminhão Trator + 3 Semi-reboques

TABELA 48– CAMINHÃO TRATOR + 3 SEMI-REBOQUES VAZIOS NO PPV-1, ANO DE 2017.

ID. DENATRAN	VAZIO (1/3 CARGA LEGAL)										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
II-25	0	-	0	-	1	0,13%	100	13,42%	2	0,27%	745
II-26	0	-	0	-	1	2,50%	0	-	0	-	40
II-27	0	-	0	-	7	14,00%	5	10,00%	0	-	50
II-28	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
II-29	0	-	0	-	0	-	5	14,29%	5	14,29%	35
II-30	0	-	0	-	10	0,27%	8	0,22%	18	0,49%	3640
TOTAL DE EIXOS											4510
TOTAL DE EIXOS > 10%											162
EIXOS > 10% (%)											3,59%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 49 são apresentados os valores de veículos com carga legal para a categoria Caminhão Trator + 3 Semi-reboques.

TABELA 49 – CAMINHÃO TRATOR + 3 SEMI-REBOQUES COM CARGA LEGAL NO PPV-1, ANO DE 2017.

ID. DENATRAN	CARGA LEGAL										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
II-25	86	11,54%	149	20,00%	148	19,87%	49	6,58%	147	19,73%	745
II-26	4	10,00%	7	17,50%	7	17,50%	8	20,00%	7	17,50%	40
II-27	5	10,00%	9	18,00%	3	6,00%	5	10,00%	10	20,00%	50
II-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
II-29	6	17,14%	7	20,00%	7	20,00%	2	5,71%	2	5,71%	35
II-30	92	2,53%	293	8,05%	170	4,67%	431	11,84%	223	6,13%	3640
TOTAL DE EIXOS											4510
TOTAL DE EIXOS C. LEGAL											1877
EIXOS C. LEGAL (%)											41,62%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 50 são apresentados os valores de veículos com carga legal + tolerância para a categoria Caminhão Trator + 3 Semi-reboques.

TABELA 50 – CAMINHÃO TRATOR + 3 SEMI-REBOQUES COM CARGA LEGAL MAIS TOLERÂNCIAS NO PPV-1, ANO DE 2017.

ID. DENATRAN	CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
II-25	63	8,46%	0	-	0	-	0	-	0	-	745
II-26	4	10,00%	0	-	0	-	0	-	0	-	40
II-27	4	8,00%	1	2,00%	0	-	0	-	0	-	50
II-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
II-29	1	2,86%	0	-	0	-	0	-	0	-	35
II-30	314	8,63%	322	8,85%	287	7,88%	244	6,70%	346	9,51%	3640
TOTAL DE EIXOS										4510	
TOTAL DE EIXOS > 10%										1586	
EIXOS > 10% (%)										35,17%	

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 51 são apresentados os valores de veículos com excesso de carga para a categoria Caminhão Trator + 3 Semi-reboques

TABELA 51– CAMINHÃO TRATOR + 3 SEMI-REBOQUES COM EXCESSO DE CARGA NO PPV-1, ANO DE 2017.

ID. DENATRAN	EXCESSO DE CARGA										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
II-25	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	745
II-26	0	-	1	2,50%	0	-	0	-	1	2,50%	40
II-27	1	20,00%	0	-	0	-	0	-	0	-	50
II-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
II-29	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	35
II-30	322	8,85%	113	3,10%	261	7,17%	45	1,24%	141	3,87%	3640
TOTAL DE EIXOS										4510	
TOTAL DE EIXOS > 10%										885	
EIXOS > 10% (%)										19,62%	

FONTE: (AUTORES, 2018)

Dentre as categorias, a que apresentou menor percentual de eixos considerados vazios foi a composição do tipo caminhão trator + semi-reboque, de acordo com a Tabela 45, com apenas 0,87%. Em contrapartida, a que apresentou maior número foi o tipo caminhão trator + semi-reboque+ reboque, de acordo com a Tabela 42, com 5,20%. Essa mesma composição foi a que apresentou, em relação às cargas legais sem tolerâncias, o maior percentual, 85,48% e o menor foi a do tipo caminhão trator + 2 semi-reboques, de acordo com a Tabela 47, com 38,33%. Constatou-se também que essa mesma composição é que mais fez uso da tolerância de 10%, com alto percentual de 38,17%, e que também apresentou os maiores excessos de cargas, percentual de 21,91%. As composições do tipo caminhão trator + semi-reboque+ reboque é o que menos utiliza essa tolerância, 8,24% e também a apresentou menos eixos com excesso de peso, 1,08%.

A Tabela 52 mostra um resumo do espectro de cargas por tipo de composições no PPV-1 nos três anos pesquisados.

TABELA 52– RESUMO DO ESPECTRO DAS COMPOSIÇÕES NO PPV-1 NOS TRÊS ANOS

ESPECTRO DE CARGA POR CATEGORIA - PPV-1												
CATEGORIA	VAZIO (%)			CARGA LEGAL (%)			CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA (%)			EXCESSO DE CARGA (%)		
	2013	2015	2017	2013	2015	2017	2013	2015	2017	2013	2015	2017
CAMINHÃO	2,8	2,17	2,35	85,43	83,22	80,09	8,78	8,54	11,05	3	6,07	6,51
CAMINHÃO TRATOR + SEMI-REBOQUE	1,49	0,86	0,87	81,49	73,17	68,97	11,7	15,07	21,86	5,7	10,9	8,3
CAMINHÃO + REBOQUE	6,28	4,37	5,06	85,41	84,95	81,05	4,99	5,88	9,05	3,33	4,8	4,84
CAMINHÃO TRATOR + SEMI-REBOQUE + REBOQUE	6,62	5,16	5,2	86,34	86,48	85,48	4,23	5,07	8,24	2,82	3,29	1,08
CAMINHÃO TRATOR + 2 SEMI-REBOQUES	2,93	2	1,59	52,35	46,91	38,33	26,94	26,29	38,17	17,78	24,79	21,91
CAMINHÃO TRATOR + 3 SEMI-REBOQUES	1,41	2,02	3,59	56,31	56,99	41,62	22,83	19,33	35,17	19,45	21,67	19,62

FONTE: (AUTORES, 2018)

Analisando os resultados da tabela acima constatou-se que no PPV-1, a composição que apresentou maior respeito à legislação foi a do tipo caminhão trator+semi-reboque+reboque, pois foi esta categoria de maneira geral, apresentou mais de 90% nos três anos do estudo, valores de carregamento sem excesso de carga ou mesmo utilização da tolerância.

Já a composição caminhão trator + 2 semi-reboques e caminhão trator + 3 semi-reboques, apresentaram percentuais acima de 40% dos veículos trafegando com utilização da tolerância como ganha de carga, ou mesmo excesso de carga.

Na Tabela 53 são apresentados os valores obtidos de caminhões vazios para a categoria Caminhão, também conhecidos como caminhões rígidos no PPV-2.

TABELA 53–CAMINHÕES RÍGIDOS VAZIOS NO PPV2-2, ANO DE 2017.

ID. DENATRAN	VAZIO				NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		
	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	600	0,75%	4314	5,38%	80.116
I-3	10	0,01%	2408	1,56%	154.738
TOTAL DE EIXOS					234.854
TOTAL DE EIXOS VAZIOS					7.332
EIXOS VAZIOS (%)					3.12%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 54 são apresentados os valores obtidos de caminhões com carga legal para a configuração Caminhão.

TABELA 54– CAMINHÕES RÍGIDOS COM CARGA LEGAL NO PPV2-2, ANO DE 2017.

ID. DENATRAN	CARGA LEGAL				NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		
	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	36355	45,38%	35043	43,74%	80.116
I-3	68740	44,42%	60125	38,86%	154.738
	TOTAL DE EIXOS				234.854
	TOTAL DE EIXOS C. LEGAL				200.263
	EIXOS C. LEGAL (%)				85,27%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 55 são apresentados os valores obtidos de caminhões com carga legal + tolerância para a configuração Caminhão.

TABELA 55– CAMINHÕES RÍGIDOS COM CARGA LEGAL MAIS TOLERÂNCIA NO PPV2-2, ANO DE 2017.

ID. DENATRAN	CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA				NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		
	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	956	1,19%	555	0,69%	80.116
I-3	7295	4,71%	13296	8,59%	154.738
	TOTAL DE EIXOS				234.854
	TOTAL DE EIXOS C/ TOLERÂNCIA				22.102
	EIXOS C/ TOLERÂNCIA (%)				9.41%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 56 são apresentados os valores obtidos de caminhões com excesso de carga para a configuração Caminhão.

TABELA 56– CAMINHÕES RÍGIDOS COM EXCESSO DE CARGA NO PPV2-2, ANO DE 2017.

ID. DENATRAN	EXCESSO DE CARGA				NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		
	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	2147	2,68%	146	0,18%	80.116
I-3	1324	0,86%	1540	1,00%	154.738
	TOTAL DE EIXOS				234.854
	TOTAL DE EIXOS > 10%				5.157
	EIXOS > 10% (%)				2.20%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 57 são apresentados os valores de veículos vazios (1/3 da carga legal) para a configuração Caminhão Trator + Semi-reboque.

TABELA 57– CAMINHÃO TRATOR + SEMI-REBOQUE VAZIOS NO PPV-2, ANO DE 2017.

TABELA 37 - CAMINHOS TRATOR - SEMI REBOQUE VAZIOS NO PIV 2, ANO DE 2017.											
ID. DENATRAN	VAZIO										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-9	15	0,05%	585	2,01%	616	2,12%	0	-	0	-	29.115
I-10	4	0,00%	462	0,42%	1469	5,05%	0	-	0	-	110.748
I-12	0	-	10	0,02%	482	1,66%	0	-	0	-	53.955
I-14	1	0,03%	0	-	16	0,05%	20	0,56%	22	0,62%	3.560
I-15	1	0,05%	37	1,82%	53	0,18%	0	-	0	-	2.037
I-18	0	-	16	0,01%	98	0,34%	0	-	0	-	136.800
I-22	0	-	8	0,01%	30	0,10%	38	0,04%	41	0,05%	84.810
I-26	2	0,01%	64	0,46%	150	0,52%	0	-	0	-	14.043
								TOTAL DE EIXOS			435.068
								TOTAL DE EIXOS VAZIOS			4.240
								EIXOS VAZIOS (%)			0,97%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 58 são apresentados os valores de com carga legal para a configuração Caminhão Trator + Semi-reboque.

TABELA 58– CAMINHÃO TRATOR + SEMI-REBOQUE COM CARGA LEGAL NO PPV-2, ANO DE 2017

ID. DENATRAN	CARGA LEGAL										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-9	9041	31,05%	9050	31,08%	9013	30,96%	0	-	0	-	29.115
I-10	34540	31,19%	36199	32,69%	31201	28,17%	0	-	0	-	110.748
I-12	16733	31,01%	15953	29,57%	15996	29,65%	0	-	0	-	53.955
I-14	570	16,01%	663	18,62%	657	18,46%	648	18,20%	652	18,31%	3.560
I-15	631	30,98%	616	30,24%	619	30,39%	0	-	0	-	2.037
I-18	34993	25,58%	39224	28,67%	31781	23,23%	0	-	0	-	136.800
I-22	11781	13,89%	14408	16,99%	13081	15,42%	11651	13,74%	12978	15,30%	84.810
I-26	4514	32,14%	4518	32,17%	4386	31,23%	0	-	0	-	14.043
							TOTAL DE EIXOS				435.068
							TOTAL DE EIXOS C. LEGAL				366.097
							EIXOS C. LEGAL (%)				84.15%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 59 são apresentados os valores de com carga legal + tolerância para a configuração Caminhão Trator + Semi-reboque.

TABELA 59– CAMINHÃO TRATOR + SEMI-REBOQUE COM CARGA LEGAL MAIS TOLERÂNCIA NO PPV-2, ANO DE 2017

ID. DENATRAN	CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-9	135	0,46%	58	0,20%	59	0,20%	0	-	0	-	29.115
I-10	1922	1,74%	215	0,19%	3654	3,30%	0	-	0	-	110.748
I-12	1067	1,98%	1643	3,05%	1461	2,71%	0	-	0	-	53.955
I-14	45	1,26%	40	1,12%	28	0,79%	38	1,07%	33	0,93%	3.560
I-15	24	1,18%	18	0,88%	6	0,29%	0	-	0	-	2.037
I-18	9972	7,29%	6066	4,43%	13101	9,58%	0	-	0	-	136.800
I-22	4791	5,65%	2404	2,83%	3208	3,78%	4404	5,19%	3447	4,06%	84.810
I-26	151	1,08%	84	0,60%	89	0,63%	0	-	0	-	14.043
							TOTAL DE EIXOS				435.068
							TOTAL DE EIXOS C/ TOLERÂNCIA				58.163
							EIXOS C/ TOLERÂNCIA(%)				13,37%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 60 são apresentados os valores de com excesso de carga para a configuração Caminhão Trator + Semi-reboque.

TABELA 60– CAMINHÃO TRATOR + SEMI-REBOQUE COM EXCESSO DE CARGA NO PPV-2, ANO DE 2017

ID. DENATRAN	EXCESSO DE CARGA										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-9	514	1,77%	12	0,04%	17	0,06%	0	-	0	-	29.115
I-10	450	0,41%	40	0,04%	592	0,53%	0	-	0	-	110.748
I-12	185	0,34%	379	0,70%	46	0,09%	0	-	0	-	53.955
I-14	96	2,70%	9	0,25%	11	0,31%	6	0,17%	5	0,14%	3.560
I-15	23	1,13%	8	0,39%	1	0,05%	0	-	0	-	2.037
I-18	635	0,46%	294	0,21%	620	0,45%	0	-	0	-	136.800
I-22	390	0,46%	142	0,17%	643	0,76%	869	1,02%	496	0,58%	84.810
I-26	14	0,10%	15	0,11%	56	0,40%	0	-	0	-	14.043
TOTAL DE EIXOS											435.068
TOTAL DE EIXOS > 10%											6.568
EIXOS > 10% (%)											1.51%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 61 são apresentados os valores de veículos vazios (1/3 da carga legal) para a configuração Caminhão + Reboque.

TABELA 61–CAMINHÃO + REBOQUE VAZIOS NO PPV-2, ANO DE 2017.

ID. DENATRAN	VAZIO								NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-37	3	0,01%	23	0,05%	1663	5,71%	2047	4,31%	47.444
I-38	0	-	5	0,23%	18	0,06%	30	-	2.220
I-40	0	-	7	0,04%	256	0,88%	245	1,48%	16.528
I-41	0	-	1	0,02%	24	0,08%	62	0,99%	6.240
					TOTAL DE EIXOS				72.432
					TOTAL DE EIXOS VAZIOS				4.384
					EIXOS VAZIOS (%)				6.05%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 62 são apresentados os valores de veículos com carga legal para a configuração Caminhão + Reboque.

TABELA 62– CAMINHÃO + REBOQUE COM CARGA LEGAL NO PPV-2, ANO DE 2017.

ID. DENATRAN	CARGA LEGAL								NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-37	11382	23,99%	11394	24,02%	9635	20,31%	9480	19,98%	47.444
I-38	465	20,95%	404	18,20%	413	18,60%	330	-	2.220
I-40	3932	23,79%	3990	24,14%	3702	22,40%	3716	22,48%	16.528
I-41	1037	16,62%	1182	18,94%	1273	20,40%	944	15,13%	6.240
					TOTAL DE EIXOS				72.432
					TOTAL DE EIXOS C. LEGAL				63.279
					EIXOS C. LEGAL (%)				87,36%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 63 são apresentados os valores de veículos com carga legal + tolerância para a configuração Caminhão + Reboque.

TABELA 63– CAMINHÃO + REBOQUE COM CARGA LEGAL MAIS TOLERÂNCIA NO PPV-2, ANO DE 2017.

DE 2017:

ID. DENATRAN	CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA								NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-37	340	0,72%	358	0,75%	440	0,93%	284	0,60%	47.444
I-38	73	3,29%	103	4,64%	81	3,65%	156	-	2.220
I-40	177	1,07%	97	0,59%	84	0,51%	94	0,57%	16.528
I-41	391	6,27%	229	3,67%	193	3,09%	370	5,93%	6.240
					TOTAL DE EIXOS				72.432
					TOTAL DE EIXOS C/ TOLERÂNCIA				3.470
					EIXOS C/ TOLERÂNCIA (%)				4.80%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 64 são apresentados os valores de veículos com excesso de carga para a configuração Caminhão + Reboque.

TABELA 64– CAMINHÃO + REBOQUE COM EXCESSO DE CARGA NO PPV-2, ANO DE 2017.

ID. DENATRAN	EXCESSO DE CARGA								NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-37	136	0,29%	86	0,18%	123	0,26%	50	0,11%	47.444
I-38	17	0,77%	43	1,94%	43	1,94%	39	-	2.220
I-40	23	0,14%	38	0,23%	90	0,54%	77	0,47%	16.528
I-41	132	2,12%	148	2,37%	70	1,12%	184	2,95%	6.240
TOTAL DE EIXOS									72.432
TOTAL DE EIXOS > 10%									1.299
EIXOS > 10% (%)									1,79%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 65 são apresentados os valores obtidos de caminhões vazios para a configuração Caminhão Trator + Semi-reboque+ Reboque.

TABELA 65–CAMINHÃO TRATOR + SEMI-REBOQUE + REBOQUE VAZIOS NO PPV-2, ANO DE 2017.

ID. DENATRAN	VAZIO										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-51	0	-	43	4,17%	0	-	80	7,77%	28	2,72%	1.030
I-52	0	-	1	1,25%	1	-	0	0,00%	2	-	80
II-4	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	40
								TOTAL DE EIXOS			1.150
								TOTAL DE EIXOS VAZIOS			155
								EIXOS VAZIOS (%)			13,48%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 66 são apresentados os valores obtidos de caminhões com carga legal para a configuração Caminhão Trator + Semi-reboque+ Reboque.

TABELA 66– CAMINHÃO TRATOR + SEMI-REBOQUE + REBOQUE COM CARGA LEGAL NO PPV-2, ANO DE 2017.

ID. DENATRAN	CARGA LEGAL										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-51	198	19,22%	163	15,83%	205	19,90%	125	12,14%	175	16,99%	1.030
I-52	16	20.00%	15	18.75%	15	18.75%	16	20.00%	11	-	80
II-4	6	15,00%	7	17,50%	8	20,00%	7	17,50%	8	20,00%	40
							TOTAL DE EIXOS				1.150
							TOTAL DE EIXOS C. LEGAL				975
							EIXOS C. LEGAL (%)				84,78%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 67 são apresentados os valores obtidos de caminhões com carga legal + tolerância para a configuração Caminhão Trator + Semi-reboque + Reboque.

TABELA 67– CAMINHÃO TRATOR + SEMI-REBOQUE + REBOQUE COM CARGA LEGAL MAIS TOLERÂNCIA NO PPV-2, ANO DE 2017.

ID. DENATRAN	CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-51	7	0,68%	0	-	1	0,10%	1	0,10%	3	0,29%	1.030
I-52	0	-	0	-	0	-	0	0,00%	3	-	80
II-4	2	5,00%	0	-	0	-	0	-	0	-	40
							TOTAL DE EIXOS				1.150
							TOTAL DE EIXOS C/TOLERÂNCIA				17
							EIXOS C/TOLERÂNCIA (%)				1,48%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 68 são apresentados os valores obtidos de caminhões com excesso de carga para a configuração Caminhão Trator + Semi-reboque+ Reboque.

TABELA 68– CAMINHÃO TRATOR + SEMI-REBOQUE + REBOQUE COM EXCESSO DE CARGA NO PPV-2, ANO DE 2017.

ID. DENATRAN	EXCESSO DE CARGA										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-51	1	0,10%	0	-	0	-	0	-	0	-	1.030
I-52	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	80
II-4	0	-	1	2,50%	0	-	1	2,50%	0	-	40
								TOTAL DE EIXOS			1.150
								TOTAL DE EIXOS > 10%			3
								EIXOS > 10% (%)			0,26%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 69 são apresentados os valores de veículos vazios (1/3 da carga legal) para a categoria Caminhão Trator + 2 Semi-reboques.

TABELA 69– CAMINHÃO TRATOR + 2 SEMI-REBOQUES VAZIOS NO PPV-2, ANO DE 2017

ID. DENATRAN	VAZIO								NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-60	0	-	2	0,27%	36	0,12%	5	0,69%	728
I-63	0	-	1	0,05%	7	0,02%	28	1,44%	1.944
I-64	0	-	6	0,02%	69	0,24%	140	0,52%	26.916
II-13	0	-	5	0,48%	18	0,06%	8	0,76%	1.048
II-18	0	-	0	-	0	-	7	3,98%	176
II-19	0	-	0	-	6	0,02%	13	0,06%	22.684
TOTAL DE EIXOS								53.496	
TOTAL DE EIXOS VAZIOS								351	
EIXOS VAZIOS (%)								0,66%	

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 70 são apresentados os valores de com carga legal para a categoria Caminhão Trator + 2 Semi-reboques

TABELA 70– CAMINHÃO TRATOR + 2 SEMI-REBOQUES COM CARGA LEGAL NO PPV-2, ANO DE 2017

ID. DENATRAN	CARGA LEGAL								NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-60	173	23,76%	180	24,73%	144	19,78%	176	24,18%	728
I-63	430	22,12%	450	23,15%	475	24,43%	447	22,99%	1.944
I-64	5093	18,92%	5069	18,83%	5025	18,67%	4938	18,35%	26.916
II-13	241	23,00%	238	22,71%	211	20,13%	245	23,38%	1.048
II-18	31	17,61%	34	19,32%	34	19,32%	29	16,48%	176
II-19	3723	16,41%	3868	17,05%	3809	16,79%	4075	17,96%	22.684
					TOTAL DE EIXOS				53.496
					TOTAL DE EIXOS C. LEGAL				39.138
					EIXOS C. LEGAL (%)				73,16%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 71 são apresentados os valores de com carga legal + tolerância para a categoria Caminhão Trator + 2 Semi-reboques.

TABELA 71– CAMINHÃO TRATOR + 2 SEMI-REBOQUES COM CARGA LEGAL MAIS TOLERÂNCIA NO PPV-2, ANO DE 2017.

ID. DENATRAN	CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA								NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-60	4	0,55%	0	-	2	0,27%	1	0,14%	728
I-63	35	1,80%	23	1,18%	3	0,15%	10	0,51%	1.944
I-64	1472	5,47%	1428	5,31%	1510	5,61%	1507	5,60%	26.916
II-13	19	1,81%	18	1,72%	21	2,00%	7	0,67%	1.048
II-18	12	6,82%	10	5,68%	7	3,98%	7	3,98%	176
II-19	1864	8,22%	1615	7,12%	1769	7,80%	1542	6,80%	22.684
					TOTAL DE EIXOS				53.496
					TOTAL DE EIXOS C/ TOLERÂNCIA				12.886
					EIXOS C/ TOLERÂNCIA (%)				24,09%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 72 são apresentados os valores de com excesso de carga para a categoria Caminhão Trator + 2 Semi-reboques

TABELA 72– CAMINHÃO TRATOR + 2 SEMI-REBOQUES COM EXCESSO DE CARGA NO PPV-2, ANO DE 2017.

ANO DE 2017									
ID. DENATRAN	EXCESSO DE CARGA								NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-60	5	0,69%	0	-	0	-	0	-	728
I-63	21	1,08%	12	0,62%	1	0,05%	1	0,05%	1.944
I-64	164	0,61%	226	0,84%	125	0,46%	144	0,53%	26.916
II-13	2	0,19%	1	0,10%	12	1,15%	2	0,19%	1.048
II-18	1	0,57%	0	-	3	1,70%	1	0,57%	176
II-19	84	0,37%	188	0,83%	87	0,38%	41	0,18%	22.684
TOTAL DE EIXOS									53.496
TOTAL DE EIXOS > 10%									1.121
EIXOS > 10% (%)									2,10%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 73 são apresentados os valores de veículos vazios (1/3 da carga legal) para a categoria Caminhão Trator + 3 Semi-reboques.

TABELA 73– CAMINHÃO TRATOR + 3 SEMI-REBOQUES VAZIOS NO PPV-2, ANO DE 2017.

ID. DENATRAN	VAZIO										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
II-25	0	-	0	-	0	-	5	4,17%	1	0,83%	120
II-26	0	-	0	-	0	-	1	0,28%	3	0,85%	355
II-27	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	5
II-28	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	10
II-29	0	-	0	-	1	0,00%	0	-	0	-	5
II-30	0	-	0	-	4	0,01%	4	0,05%	5	0,07%	7.675
								TOTAL DE EIXOS			8.170
								TOTAL DE EIXOS VAZIOS			24
								EIXOS VAZIOS (%)			0,29%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 74 são apresentados os valores de veículos com carga legal para a categoria Caminhão Trator + 3 Semi-reboques.

TABELA 74– CAMINHÃO TRATOR + 3 SEMI-REBOQUES COM CARGA LEGAL NO PPV-2, ANO DE 2017.

ID. DENATRAN	CARGA LEGAL										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
II-25	22	18,33%	24	20,00%	24	20,00%	19	15,83%	23	19,17%	120
II-26	59	16,62%	66	18,59%	71	20,00%	69	19,44%	61	17,18%	355
II-27	1	20,00%	0	-	1	20,00%	1	20,00%	1	20,00%	5
II-28	0	-	0	-	1	10,00%	0	-	0	-	10
II-29	1	20,00%	1	20,00%	0	-	1	20,00%	1	20,00%	5
II-30	1000	13,03%	1032	13,45%	558	7,27%	1131	14,74%	660	8,60%	7.675
							TOTAL DE EIXOS				8.170
							TOTAL DE EIXOS C. LEGAL				4.828
							EIXOS C. LEGAL (%)				59,09%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 75 são apresentados os valores de veículos com carga legal + tolerância para a categoria Caminhão Trator + 3 Semi-reboques.

TABELA 75– CAMINHÃO TRATOR + 3 SEMI-REBOQUES COM CARGA LEGAL MAIS TOLERÂNCIA NO PPV-2, ANO DE 2017.

ID. DENATRAN	CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
II-25	2	1,67%	0	-	0	-	0	-	0	-	120
II-26	11	3,10%	4	1,13%	0	-	0	-	2	0,56%	355
II-27	0	-	1	20,00%	0	-	0	-	0	-	5
II-28	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	10
II-29	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	5
II-30	500	6,51%	485	6,32%	853	11,11%	382	4,98%	789	10,28%	7.675
							TOTAL DE EIXOS				8.170
							TOTAL DE EIXOS C/ TOLERÂNCIA				3.029
							EIXOS C/ TOLÉRÂNCIA (%)				37,07%

FONTE: (AUTORES, 2018)

Na Tabela 76 são apresentados os valores de veículos com excesso de carga para a categoria Caminhão Trator + 3 Semi-reboques

TABELA 76– CAMINHÃO TRATOR + 3 SEMI-REBOQUES COM EXCESSO DE CARGA NO PPV-2, ANO DE 2017.

ID. DENATRAN	EXCESSO DE CARGA										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
II-25	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	120
II-26	1	0,28%	1	0,28%	0	-	1	0,28%	5	1,41%	355
II-27	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	5
II-28	2	20,00%	2	20,00%	1	10,00%	2	20,00%	2	20,00%	10
II-29	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	5
II-30	35	0,46%	18	0,23%	120	1,56%	18	0,23%	81	1,06%	7.675
									TOTAL DE EIXOS		8.170
									TOTAL DE EIXOS > 10%		289
									EIXOS > 10% (%)		3,55%

FONTE: (AUTORES, 2018)

No PPV 2, dentre as categorias, a que apresentou menor percentual de eixos considerados vazios foi a composição do tipo caminhão trator + 3 semi-reboques de acordo com a Tabela 73, com apenas 1,08%. Em contrapartida, a que apresentou maior número foi o tipo caminhão trator + semi-reboque+ reboque, de acordo com a Tabela 65, com 13,48%. A composição Caminhão Trator + Reboque, foi a que apresentou, em relação às cargas legais sem tolerâncias, o maior percentual, 87,36% e o menor foi a do tipo caminhão trator + 3 semi-reboques, de acordo com a Tabela 74, com 59,09%. Constatou-se também que essa mesma composição é que mais fez uso da tolerância de 10%, com alto percentual de 37,07%, e que também apresentou os maiores excessos de cargas, percentual de 3,55%. As composições do tipo caminhão trator + semi-reboque+ reboque é o que menos utiliza essa tolerância, 1,48% e também a apresentou menos eixos com excesso de peso, 0,26%.

Semelhante ao PPV-1, foi composta uma tabela que apresenta os percentuais de carregamento para as diferentes categorias, nos três anos que compõem este estudo (Tabela 77).

TABELA 77– RESUMO ESPECTRO DE CARGA POR CATEGORIAS – PPV-2

ESPECTRO DE CARGA POR CATEGORIA - PPV-2												
CATEGORIA	VAZIO			CARGA LEGAL			CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA			EXCESSO DE CARGA		
	2013	2015	2017	2013	2015	2017	2013	2015	2017	2013	2015	2017
Caminhão	2,18	2	3,12	75,38	76,46	85,27	15,73	16,69	9,41	6,71	4,84	2,2
Caminhão Trator + Semi-reboque	0,57	0,56	0,97	66,86	64,94	84,15	20,36	26,09	13,37	12,22	8,41	1,51
Caminhão + Reboque	1,74	3,67	6,05	83,45	81,9	87,36	8,79	10,26	4,8	6,02	4,16	1,79
Caminhão Trator + Semi-reboque+ Reboque	4,19	4,22	13,48	86,61	92,29	84,78	3,87	2,24	1,48	5,32	1,26	0,26
Caminhão Trator + 2 Semi-reboques	0,87	0,71	0,66	39,74	38,15	73,16	34,52	47,2	24,09	24,88	13,93	2,1
Caminhão Trator + 3 Semi-reboques	0,71	0,89	0,29	42,91	38	59,09	31,1	38,11	37,07	25,27	22,99	3,55

FONTE: (AUTORES, 2018)

Através do resumo, pode-se verificar que no PPV-2, a categoria que apresentou maiores valores de caminhões que respeita a legislação é a mesma verificada no PPV-1, que é composta por Caminhão Trator + Semi-reboque+ Reboque, pois foi a que apresenta maiores percentuais em relação a eixos vazios e eixos que não utilizam a tolerância.

Já a categoria de Caminhão Trator + 2 Semi-reboques, é a que apresenta maior número de eixos utilizando a tolerância, bem como apresentando excesso de

carga, contudo para este PPV, no ano de 2017 a categoria Caminhão Trator + 3 Semi-reboques foi a que apresentou maior utilização da tolerância e eixos com excesso de carga.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação ao FV ao longo dos anos, conclui-se que no PPV-1 das cinco configurações (I-14, I-22, I-38, II-19 e II-30) que apresentaram maior FV, três delas (I-22, I-38 e II-19), apresentaram ganhos progressivos entre os anos de 2013, 2015 e 2017, já no PPV-2 das cinco principais configurações (I-14, I-22, I-38, II-28 e II-30) que apresentaram maior valor, quatro (I-22, I-38, II-28 e II-30) tiveram ganhos entre os anos de 2013 e 2015, porém todas tiveram reduções de 2015 para 2017.

Em se tratando de uma análise geral em relação ao FV ao longo dos anos, conclui-se que das 29 configurações, 15 apresentaram ganhos progressivos ao longo dos anos (2013 até 2017), isso representa 51,72% das classes com aumento nos valores dos fatores.

Importante ressaltar que as equações de FEC são exponenciais, logo não se faz necessário que a carga aplicada na equação seja 50% menor para que o resultado do FEC também seja 50% menor, ou seja, devido ao tipo de equação utilizada a escala entre carregamento no eixo resultado do FEC não é proporcional.

No comparativo entre os valores de FV calculados, utilizando-se as equações do FEC de ambas as metodologias utilizadas, e como parâmetro, o uso das cargas legais presentes na legislação, com os valores de FV médio, conclui-se que menos de 5% das configurações apresentaram valores que extrapolaram o FV calculado utilizando as cargas legais citadas na legislação, devido à sobrecarga em alguns eixos. Devido ao carregamento por eixo dos caminhões estar grande parte abaixo dos valores de carregamento previstos na legislação, os valores de FV se apresentaram bem abaixo que quando calculado com os valores previstos na legislação. Cerca de 58,62% apresentaram FV médio abaixo dos 50% do calculado, e 37,93%, apresentaram valores entre 50 e 100% do FV calculado, ou seja, embora 51,72% das classes tenham apresentado ganhos nos valores de FV ao passar dos anos, o valor médio ainda está distante do valor calculado com as cargas padrões, o que indica que a grande maioria respeita legislação

Quanto ao espectros de carga, baseado no ano de 2017, conclui-se que : no PPV-1 as composições do tipo caminhões rígidos trafegaram entre 2,35% vazios, 80,09% nos limites da carga legal, 11,05% utilizando os limites máximos das tolerâncias com relação à carga legal e 6,51% além desses limites. Já as

composições compostas por caminhão trator + Semi-reboque apresentam 0,87% de vazios, 68,97% nos limites da carga legal, 21,86% de utilização das tolerâncias e 8,30%. As composições compostas por caminhão + reboque apresentam 5,06% de vazios, 81,05% nos limites da carga legal, 9,05% de utilização das tolerâncias e 4,84%. O grupo de composições de caminhão trator + semi-reboque + reboque apresentam 5,20% de vazios, 85,48% nos limites da carga legal, 8,24% de utilização das tolerâncias e 1,08%. Os caminhões trator + 2 semi-reboque apresentam 1,59% de vazios, 38,33% nos limites da carga legal, 38,17% de utilização das tolerâncias e 21,91%. Já caminhões trator + 3 semi-reboque apresentam 3,59% de vazios, 41,62% nos limites da carga legal, 35,17% de utilização das tolerâncias e 19,62%.

No PPV-2 as composições do tipo caminhões rígidos trafegaram entre 3,12% vazios, 85,27% nos limites da carga legal, 9,41% utilizando os limites máximos das tolerâncias com relação à carga legal e 2,20% além desses limites. Já as composições compostas por caminhão trator + Semi-reboque apresentam 0,97% de vazios, 84,15% nos limites da carga legal, 13,37% de utilização das tolerâncias e 1,51%. As composições compostas por caminhão + reboque apresentam 6,05% de vazios, 87,36% nos limites da carga legal, 4,80% de utilização das tolerâncias e 1,79%. O grupo de composições de caminhão trator + semi-reboque + reboque apresentam 13,48% de vazios, 84,78% nos limites da carga legal, 1,48% de utilização das tolerâncias e 0,26%. Os caminhões trator + 2 semi-reboque apresentam 0,66% de vazios, 73,15% nos limites da carga legal, 24,09% de utilização das tolerâncias e 2,10%. Já caminhões trator + 3 semi-reboque apresentam 0,29% de vazios, 59,09% nos limites da carga legal, 37,07% de utilização das tolerâncias e 3,55%.

Como recomendações para trabalhos futuros fica aberta a possibilidade, de cruzar informações referentes a estudos semelhantes, porém relacionando rodovias de sentido Norte-Sul, como a BR-116/PR, bem como a rodovia BR-277/PR que segue sentido Leste-Oeste, além de ser de grande valia, realizar estudos semelhantes a este em outros postos de pesagem.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALBO, J. T. **Estudo das propriedades mecânicas das misturas de brita e cimento e sua aplicação aos pavimentos semirrígidos**. 1993. Tese de Doutorado.

BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito. **Resolução nº 210/2006 de 13/11/2006**. Estabelece os limites de peso e dimensões para veículos que transitem por vias terrestres e dá outras providências. Brasília, 2006. 7p.

BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito. **Resolução nº 63/2009 de 01/04/2009**. Homologar os veículos e as combinações de veículos de transporte de carga e de passageiros, constantes do Anexo desta Portaria, com seus respectivos limites de comprimento, peso bruto total – PBT e peso bruto total combinado – PBTC. Brasília, 2009.

BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito. **Resolução no 211/2006 de 13/11/2006**. Requisitos necessários à circulação de Combinações de Veículos de Carga – CVC, a que se referem os arts. 97, 99 e 314 do Código de Trânsito Brasileiro-CTB. Brasília, 2006.

BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito. **Resolução no 258/2007 de 30/11/2007**. Regulamenta os artigos 231, X e 323 do Código Trânsito Brasileiro, fixa metodologia de aferição de peso de veículos, estabelece percentuais de tolerância e dá outras providências. Brasília, 2007.

BRASIL. Departamento Nacional de Trânsito. **Portaria no. 63/2009 de 31/03/2009**. Homologa os veículos e as combinações de veículos de transporte de carga e de passageiros, constantes do Anexo desta Portaria, com seus respectivos limites de comprimento, peso bruto total – PBT e peso bruto total combinado – PBTC. Brasília, 2009. 1p.

BRASIL. Departamento Nacional de Trânsito. **Resolução nº. 486/2014 de 05/06/2014**. Modifica a tolerância permitida pela Resolução nº. 258/2007. Brasília, 2014.

BRASIL. Departamento Nacional de Trânsito. **Resolução nº. 502/2014 de 23/09/2014**. Acrescenta o Art. 2-A à Resolução nº 210, de 13 de novembro de 2006, do Conselho Nacional de Trânsito –CONTRAN, que estabelece os limites de peso e dimensões para veículos que transitam por vias terrestres e dá outras providências. Brasília, 2014.

BRASIL. Departamento Nacional de Trânsito. **Resolução nº. 526/2015 de 29/04/2015**. Referenda a Deliberação nº 142 de 17 de abril de 2015 que dispõe sobre a alteração da Resolução CONTRAN nº 211, de 13 de novembro de 2006, e da Resolução CONTRAN nº 258, de 30 de novembro de 2007 e revoga a Resolução CONTRAN nº 489 de 05 de junho de 2014. Brasília, 2015.

BRASIL. Departamento Nacional de Trânsito. **Resolução nº. 640/2016 de 14/12/2016**. Altera a Resolução CONTRAN nº 211, de 13 de novembro de 2006, que estabelece requisitos necessários para circulação de Combinações de Veículos de Carga (CVC). Brasília, 2016.

BRASIL. Departamento Nacional de Trânsito. **Portaria nº. 86/2017 de 31/05/2017**. Acrescenta o Anexo IV à Portaria DENATRAN nº 63, de 31 de março de 2009, que trata da homologação de veículos e combinações de veículos de transporte de carga e de passageiros, com seus respectivos limites de comprimento, peso bruto total (PBT) e peso bruto total combinado (PBTC). Brasília, 2017.

BERNUCCI, L. B. et al. Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2006.

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes; Diretoria de Planejamento e Pesquisa; Coordenação Geral de Estudos e Pesquisas; IPR - Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Estudos de Tráfego**. Rio de Janeiro, 2006. 384 p. (IPR. Publ., 723).

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de Pavimentos Rígidos**. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <http://etg.ufmg.br/~jisela/pagina/Manual%20de%20Pav%20Rigidos%202005.pdf> Acesso em 01/06/2010 as 19:37 horas.

MEDINA, J., MOTTA, L.M.G. **Mecânica dos pavimentos**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2005.

PETERLINI, P.S. Especialização em pavimentação rodoviária. **Material de apoio. Disciplina: Estudo de tráfego**. Instituto IDD. Curitiba, 2017.

SENÇO, Wlastermiller de. **Manual de Técnicas de Pavimentação: volume 1**. 2. ed. São Paulo, Pini, 2007.

APÊNDICES

**APÊNDICE 1 – ESPECTROS DE CARGA – CATEGORIA CAMINHÃO – PPV-
1/2013**

Caminhão					
ID. DENATRAN	VAZIO (1/3 CARGA LEGAL)				NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		
	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	719	0,33%	7237	3,31%	218.886
I-3	10	0,00%	6177	2,15%	286.864
	TOTAL DE EIXOS				505.750
	TOTAL DE EIXOS VAZIOS				14.143
	EIXOS VAZIOS (%)				2,80%

Caminhão					
ID. DENATRAN	CARGA LEGAL				NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		
	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	96791	44,22%	98949	45,21%	218.886
I-3	125503	43,75%	110795	38,62%	286.864
	TOTAL DE EIXOS				505.750
	TOTAL DE EIXOS C. LEGAL				432.038
	EIXOS C. LEGAL (%)				85,43%

Caminhão					
ID. DENATRAN	CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA				NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		
	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	8077	3,69%	2260	1,03%	218.886
I-3	11416	3,98%	22660	7,90%	286.864
	TOTAL DE EIXOS				505.750
	TOTAL DE EIXOS C/ TOLERÂNCIA				44.413
	EIXOS C/ TOLERÂNCIA (%)				8,78%

Caminhão					
ID. DENATRAN	EXCESSO DE CARGA				NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		
	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	3856	1,76%	997	0,46%	218.886
I-3	6503	2,27%	3800	1,32%	286.864
		TOTAL DE EIXOS			505.750
		TOTAL DE EIXOS > 10%			15.156
		EIXOS > 10% (%)			3.00%

**APÊNDICE 3 – ESPECTROS DE CARGA – CATEGORIA CAMINHÃO +
REBOQUE – PPV-1/2013**

Caminhão + Reboque									
ID. DENATRAN	VAZIO (1/3 CARGA LEGAL)							NÚMERO EIXOS	
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE		%
I-37	8	0,02%	37	0,11%	1240	3,54%	792	2,26%	35.004
I-38	5	-	20	-	50	0,96%	61	1,17%	5.196
I-40	0	-	10	0,06%	672	3,95%	282	1,66%	16.992
I-41	0	-	8	0,08%	553	5,85%	446	4,72%	9.456
					TOTAL DE EIXOS				66.648
					TOTAL DE EIXOS VAZIOS				4.184
					EIXOS VAZIOS (%)				6.28%

Caminhão + Reboque									
ID. DENATRAN	CARGA LEGAL								NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-37	8428	24,08%	8511	24,31%	7437	21,25%	7857	22,45%	35.004
I-38	716	13,78%	845	16,26%	969	18,65%	830	15,97%	5.196
I-40	3532	20,79%	4104	24,15%	3486	20,52%	3857	22,70%	16.992
I-41	1594	16,86%	1914	20,24%	1590	16,81%	1251	13,23%	9.456
					TOTAL DE EIXOS				66.648
					TOTAL DE EIXOS C. LEGAL				56.921
					EIXOS C. LEGAL (%)				85.41%

Caminhão + Reboque									
ID. DENATRAN	CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA								NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-37	269	0,77%	130	0,37%	48	0,14%	66	0,19%	35.004
I-38	379	7,29%	251	4,83%	164	3,16%	156	3,00%	5.196
I-40	507	2,98%	53	0,31%	39	0,23%	40	0,24%	16.992
I-41	530	5,60%	270	2,86%	130	1,37%	293	3,10%	9.456
					TOTAL DE EIXOS				66.648
					TOTAL DE EIXOS C/ TOLERÂNCIA				3.325
					EIXOS C/ TOLERÂNCIA (%)				4.99%

Caminhão + Reboque									
ID. DENATRAN	EXCESSO DE CARGA								NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-37	46	0,13%	73	0,21%	26	0,07%	36	0,10%	35.004
I-38	199	3,83%	183	3,52%	116	2,23%	252	4,85%	5.196
I-40	209	1,23%	81	0,48%	51	0,30%	69	0,41%	16.992
I-41	240	2,54%	172	1,82%	91	0,96%	374	3,96%	9.456
						TOTAL DE EIXOS			66.648
						TOTAL DE EIXOS > 10%			2.218
						EIXOS > 10% (%)			3.33%

**APÊNDICE 5 – ESPECTROS DE CARGA – CATEGORIA CAMINHÃO TRATOR +
2 SEMI-REBOQUE – PPV-1/2013**

Caminhão Trator + 2 Semi-reboques											
ID. DENATRAN	VAZIO (1/3 CARGA LEGAL)										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-60	4	-	7	-	3	0,82%	1	0,27%	9	-	365
I-63	0	-	0	0,00%	28	3,93%	12	1,69%	0	-	712
I-64	0	0,00%	0	0,00%	98	4,55%	243	11,29%	0	0,00%	2.152
II-13	0	-	0	-	254	10,76%	25	1,06%	0	-	2.360
II-18	0	-	0	-	1	-	14	5,00%	0	-	280
II-19	0	-	1	0,01%	3	0,03%	16	0,17%	0	-	9.184
							TOTAL DE EIXOS				15.053
							TOTAL DE EIXOS VAZIOS				719
							EIXOS VAZIOS (%)				1.59%

Caminhão Trator + 2 Semi-reboques											
ID. DENATRAN	CARGA LEGAL										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-60	61	16,71%	59	16,16%	70	19,18%	72	19,73%	58	-	365
I-63	169	23,74%	173	24,30%	148	20,79%	165	23,17%	0	-	712
I-64	514	23,88%	525	24,40%	438	20,35%	292	13,57%	0		2.152
II-13	463	19,62%	561	23,77%	292	12,37%	539	22,84%	0	-	2.360
II-18	39	13,93%	52	18,57%	43	15,36%	39	13,93%	0	-	280
II-19	788	8,58%	1.089	11,86%	841	9,16%	1.276	13,89%	0	-	9.184
							TOTAL DE EIXOS				15.053
							TOTAL DE EIXOS C. LEGAL				8.766
							EIXOS C. LEGAL (%)				38,33%

Caminhão Trator + 2 Semi-reboques											
ID. DENATRAN	CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-60	6	1,64%	3	0,82%	0	-	0	-	1	-	365
I-63	8	1,12%	3	0,42%	2	0,28%	1	0,14%	0	-	712
I-64	19	0,88%	7	0,33%	2	0,09%	2	0,09%	0		2.152
II-13	103	4,36%	18	0,76%	12	0,51%	10	0,42%	0	-	2.360
II-18	19	6,79%	10	3,57%	10	3,57%	10	-	0	-	280
II-19	979	10,66%	728	7,93%	756	8,23%	615	6,70%	0	-	9.184
							TOTAL DE EIXOS				15.053
							TOTAL DE EIXOS C/ TOLERÂNCIA				3.324
							EIXOS C/ TOLERÂNCIA (%)				38.17%

**APÊNDICE 6 – ESPECTROS DE CARGA – CATEGORIA CAMINHÃO TRATOR +
3 SEMI-REBOQUE – PPV-1/2013**

Caminhão Trator + 3 Semi-reboques											
ID. DENATRAN	VAZIO (1/3 CARGA LEGAL)										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
II-25	0	-	0	-	2	0,37%	59	10,83%	0	0,00%	545
II-26	0	-	0	-	5	1,27%	0	-	12	-	395
II-27	0		0		0		0		0		25
II-28	0	-	0	-	0	0,00%	0	0,00%	0	-	55
II-29	0	-	0	-	0	-	5	11,11%	6	13,33%	45
II-30	0	-	0	-	4	0,06%	7	0,10%	10	0,15%	6.710
							TOTAL DE EIXOS				7.775
							TOTAL DE EIXOS VAZIOS				110
							EIXOS VAZIOS (%)				1.41%

Caminhão Trator + 3 Semi-reboques											
ID. DENATRAN	CARGA LEGAL										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
II-25	92	16,88%	109	20,00%	107	19,63%	50	9,17%	109	20,00%	545
II-26	48	12,15%	76	19,24%	74	18,73%	77	19,49%	66	16,71%	395
II-27	2	8,00%	4	16,00%	3	12,00%	5	20,00%	5	20,00%	25
II-28	8	14,55%	11	20,00%	10	18,18%	9	16,36%	6	10,91%	55
II-29	6	13,33%	7	15,56%	9	20,00%	4	8,89%	3	6,67%	45
II-30	441	6,57%	830	12,37%	610	9,09%	898	13,38%	699	10,42%	6.710
							TOTAL DE EIXOS				7.775
							TOTAL DE EIXOS C. LEGAL				4.378
							EIXOS C. LEGAL (%)				56,31%

Caminhão Trator + 3 Semi-reboques											
ID. DENATRAN	CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
II-25	17	3,12%	0	-	0	-	0	-	0	-	545
II-26	27	6,84%	2	-	0	-	2	-	1	-	395
II-27	3	12,00%	0	0,00%	2	-	0	-	0	-	25
II-28	1	1,82%	0	0,00%	0	-	0	-	2	-	55
II-29	2	4,44%	2	-	0	-	0	-	0	-	45
II-30	525	7,82%	320	4,77%	305	4,55%	273	4,07%	291	4,34%	6.710
							TOTAL DE EIXOS				7.775
							TOTAL DE EIXOS C/ TOLERÂNCIA				1.775
							EIXOS C/ TOLERÂNCIA (%)				22.83%

**APÊNDICE 8 – ESPECTROS DE CARGA – CATEGORIA CAMINHÃO – PPV-
2/2013**

Caminhão					
ID. DENATRAN	VAZIO (1/3 CARGA LEGAL)				NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		
	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	100	0,14%	4382	6,00%	72.994
I-3	3	0,00%	251	0,17%	144.432
	TOTAL DE EIXOS				217.426
	TOTAL DE EIXOS VAZIOS				4.736
	EIXOS VAZIOS (%)				2.18%

Caminhão					
ID. DENATRAN	CARGA LEGAL				NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		
	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	34210	46,87%	29911	40,98%	72.994
I-3	47211	32,69%	52562	36,39%	144.432
	TOTAL DE EIXOS				217.426
	TOTAL DE EIXOS C. LEGAL				163.894
	EIXOS C. LEGAL (%)				75,38%

Caminhão					
ID. DENATRAN	CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA				NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		
	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	1480	2,03%	1465	2,01%	72.994
I-3	14930	10,34%	16325	11,30%	144.432
	TOTAL DE EIXOS				217.426
	TOTAL DE EIXOS C/ TOLERÂNCIA				34.200
	EIXOS C/ TOLERÂNCIA (%)				15,73%

Caminhão					
ID. DENATRAN	EXCESSO DE CARGA				NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		
	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	707	0,97%	739	1,01%	72.994
I-3	10072	6,97%	3078	2,13%	144.432
TOTAL DE EIXOS					217.426
TOTAL DE EIXOS > 10%					14.596
EIXOS > 10% (%)					6.71%

**APÊNDICE 9 – ESPECTROS DE CARGA – CATEGORIA CAMINHÃO TRATOR +
SEMI-REBOQUE – PPV-2/2013**

**APÊNDICE 10– ESPECTROS DE CARGA – CATEGORIA CAMINHÃO +
REBOQUE – PPV-2/2013**

Caminhão + Reboque									
ID. DENATRAN	VAZIO (1/3 CARGA LEGAL)								NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-37	1	0,00%	12	0,04%	318	0,98%	344	1,05%	32.608
I-38	0	-	2	-	21	0,54%	36	0,92%	3.908
I-40	0	-	0	0,00%	76	0,64%	75	0,63%	11.892
I-41	0	-	0	0,00%	32	0,46%	49	0,70%	7.012
					TOTAL DE EIXOS				55.420
					TOTAL DE EIXOS VAZIOS				966
					EIXOS VAZIOS (%)				1.74%

Caminhão + Reboque									
ID. DENATRAN	CARGA LEGAL								NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-37	6949	21,31%	7576	23,23%	7580	23,25%	7571	23,22%	32.608
I-38	283	7,24%	578	14,79%	718	18,37%	610	15,61%	3.908
I-40	2090	17,57%	2861	24,06%	2816	23,68%	2826	23,76%	11.892
I-41	463	6,60%	1027	14,65%	1205	17,18%	1095	15,62%	7.012
					TOTAL DE EIXOS				55.420
					TOTAL DE EIXOS C. LEGAL				46.248
					EIXOS C. LEGAL (%)				83,45%

Caminhão + Reboque									
ID. DENATRAN	CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA								NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-37	872	2,67%	391	1,20%	153	0,47%	163	0,50%	32.608
I-38	303	7,75%	229	5,86%	113	2,89%	174	4,45%	3.908
I-40	734	6,17%	50	0,42%	48	0,40%	44	0,37%	11.892
I-41	577	8,23%	442	6,30%	251	3,58%	328	4,68%	7.012
					TOTAL DE EIXOS				55.420
					TOTAL DE EIXOS C/ TOLERÂNCIA				4.872
					EIXOS C/ TOLERÂNCIA (%)				8.79%

Caminhão + Reboque									
ID. DENATRAN	EXCESSO DE CARGA								NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-37	330	1,01%	173	0,53%	101	0,31%	74	0,23%	32.608
I-38	391	10,01%	168	4,30%	125	3,20%	157	4,02%	3.908
I-40	149	1,25%	62	0,52%	33	0,28%	28	0,24%	11.892
I-41	713	10,17%	284	4,05%	265	3,78%	281	4,01%	7.012
						TOTAL DE EIXOS			55.420
						TOTAL DE EIXOS > 10%			3.334
						EIXOS > 10% (%)			6.02%

**APÊNDICE 12 – ESPECTROS DE CARGA – CATEGORIA CAMINHÃO TRATOR +
2 SEMI-REBOQUE – PPV-2/2013**

Caminhão Trator + 2 Semi-reboques											
ID. DENATRAN	VAZIO (1/3 CARGA LEGAL)										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-60	0	-	0	-	1	0,21%	7	1,46%	0	-	480
I-63	0	-	0	0,00%	11	0,90%	26	2,13%	0	-	1.220
I-64	0	0,00%	0	0,00%	49	0,19%	156	0,60%	0	0,00%	25.788
II-13	0	-	0	-	20	2,43%	6	0,73%	0	-	824
II-18	0	-	0	-	1	-	14	6,48%	0	-	216
II-19	0	-	0	0,00%	8	0,10%	18	0,22%	0	-	8056
							TOTAL DE EIXOS				36.584
							TOTAL DE EIXOS VAZIOS				317
							EIXOS VAZIOS (%)				1.59%

Caminhão Trator + 2 Semi-reboques											
ID. DENATRAN	EXCESSO DE CARGA										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-60	103	21,46%	116	24,17%	114	23,75%	113	23,54%	0	-	712
I-63	143	11,72%	274	22,46%	281	23,03%	273	22,38%	0	-	876
I-64	1311	5,08%	2596	10,07%	2686	10,42%	3319	12,87%	0		24.476
II-13	113	13,71%	162	19,66%	146	17,72%	184	22,33%	0	-	2256
II-18	20	9,26%	38	17,59%	35	16,20%	37	17,13%	0	-	468
II-19	130	1,61%	448	5,56%	718	8,91%	1177	14,61%	0	-	9748
							TOTAL DE EIXOS				38.536
							TOTAL DE EIXOS C. LEGAL				14.537
							EIXOS C. LEGAL (%)				38.33%

Caminhão Trator + 2 Semi-reboques											
ID. DENATRAN	CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-60	10	2,08%	3	0,63%	2	-	0	-	0	-	712
I-63	115	9,43%	17	1,39%	11	0,90%	4	0,33%	0	-	876
I-64	1891	7,33%	2453	9,51%	2821	10,94%	2112	8,19%	0	-	24.476
II-13	49	5,95%	24	2,91%	17	2,06%	15	1,82%	0	-	2256
II-18	15	6,94%	9	4,17%	10	4,63%	2	-	0	-	468
II-19	575	7,14%	912	11,32%	888	11,02%	674	8,37%	0	-	9748
							TOTAL DE EIXOS				38.536
							TOTAL DE EIXOS C/ TOLERÂNCIA				12.629
							EIXOS C/ TOLERÂNCIA (%)				38.17%

**APÊNDICE 13 – ESPECTROS DE CARGA – CATEGORIA CAMINHÃO TRATOR +
3 SEMI-REBOQUE – PPV-2/2013**

Caminhão Trator + 3 Semi-reboques											
ID. DENATRAN	VAZIO (1/3 CARGA LEGAL)										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
II-25	0	-	0	-	0	0,00%	20	3,92%	2	0,39%	510
II-26	0	-	0	-	0	0,00%	0	-	2	-	540
II-27	0		0		0		0		1		60
II-28	0	-	0	-	0	0,00%	0	0,00%	3	-	55
II-29	0	-	0	-	0	-	4	3,81%	7	6,67%	105
II-30	0	-	0	-	5	0,07%	5	0,07%	13	0,18%	7.415
							TOTAL DE EIXOS				8685
							TOTAL DE EIXOS VAZIOS				62
							EIXOS VAZIOS (%)				0.71%

Caminhão Trator + 3 Semi-reboques											
ID. DENATRAN	CARGA LEGAL										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
II-25	52	10,20%	97	19,02%	102	20,00%	77	15,10%	100	19,61%	510
II-26	61	11,30%	103	19,07%	106	19,63%	108	20,00%	102	18,89%	540
II-27	4	6,67%	8	13,33%	7	11,67%	11	18,33%	11	18,33%	60
II-28	7	12,73%	8	14,55%	8	14,55%	11	20,00%	5	9,09%	55
II-29	8	7,62%	12	11,43%	19	18,10%	12	11,43%	6	5,71%	105
II-30	169	2,28%	593	8,00%	497	6,70%	783	10,56%	640	8,63%	7.415
							TOTAL DE EIXOS				8685
							TOTAL DE EIXOS C. LEGAL				3727
							EIXOS C. LEGAL (%)				42.91%

Caminhão Trator + 3 Semi-reboques											
ID. DENATRAN	CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
II-25	46	9,02%	2	-	0	-	3	-	0	-	510
II-26	32	5,93%	2	-	2	-	0	-	1	-	540
II-27	6	10,00%	1	1,67%	2	-	1	-	0	-	60
II-28	3	5,45%	1	1,82%	2	-	0	-	3	-	55
II-29	9	8,57%	1	-	1	-	1	-	5	-	105
II-30	527	7,11%	523	7,05%	556	7,50%	462	6,23%	509	6,86%	7.415
							TOTAL DE EIXOS				8685
							TOTAL DE EIXOS C/ TOLERÂNCIA				2701
							EIXOS C/ TOLERÂNCIA (%)				31 10%

**APÊNDICE 15 – ESPECTROS DE CARGA – CATEGORIA CAMINHÃO – PPV-
1/2015**

Caminhão					
ID. DENATRAN	VAZIO (1/3 CARGA LEGAL)				NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		
	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	182	0,14%	3209	2,49%	128.946
I-3	1	0,00%	2626	1,77%	148.272
	TOTAL DE EIXOS				277.218
	TOTAL DE EIXOS VAZIOS				6.018
	EIXOS VAZIOS (%)				2.17%

Caminhão					
ID. DENATRAN	CARGA LEGAL				NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		
	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	58600	45,45%	59245	45,95%	128.946
I-3	56187	37,89%	56667	38,22%	148.272
	TOTAL DE EIXOS				277.218
	TOTAL DE EIXOS C. LEGAL				230.699
	EIXOS C. LEGAL (%)				83,22%

Caminhão					
ID. DENATRAN	CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA				NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		
	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	4034	3,13%	1536	1,19%	128.946
I-3	8997	6,07%	9109	6,14%	148.272
	TOTAL DE EIXOS				277.218
	TOTAL DE EIXOS C/ TOLERÂNCIA				23.676
	EIXOS C/ TOLERÂNCIA (%)				8,54%

Caminhão					
ID. DENATRAN	EXCESSO DE CARGA				NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		
	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	1657	1,29%	483	0,37%	128.946
I-3	8951	6,04%	5734	3,87%	148.272
TOTAL DE EIXOS					277.218
TOTAL DE EIXOS > 10%					16.825
EIXOS > 10% (%)					6,07%

**APÊNDICE 17- ESPECTROS DE CARGA – CATEGORIA CAMINHÃO +
REBOQUE – PPV-1/2015**

Caminhão + Reboque									
ID. DENATRAN	VAZIO (1/3 CARGA LEGAL)								NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-37	1	0,00%	4	0,02%	685	2,61%	368	1,40%	26.220
I-38	0	-	0	-	12	0,56%	19	0,89%	2.132
I-40	0	-	5	0,03%	458	3,00%	226	1,48%	15.284
I-41	0	-	1	0,03%	163	4,42%	127	3,44%	3.688
					TOTAL DE EIXOS				47.324
					TOTAL DE EIXOS VAZIOS				2.069
					EIXOS VAZIOS (%)				4.37%

Caminhão + Reboque									
ID. DENATRAN	CARGA LEGAL								NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-37	5.973	22,78%	6.123	23,35%	5.660	21,59%	5.977	22,80%	26.220
I-38	189	8,86%	305	14,31%	409	19,18%	288	13,51%	2.132
I-40	2.541	16,63%	3.720	24,34%	3.295	21,56%	3.516	23,00%	15.284
I-41	455	12,34%	682	18,49%	649	17,60%	418	11,33%	3.688
					TOTAL DE EIXOS				47.324
					TOTAL DE EIXOS C. LEGAL				40.200
					EIXOS C. LEGAL (%)				84,95%

Caminhão + Reboque									
ID. DENATRAN	CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA								NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-37	351	1,34%	265	1,01%	107	0,41%	105	0,40%	26.220
I-38	162	7,60%	103	4,83%	67	3,14%	68	3,19%	2.132
I-40	910	5,95%	50	0,33%	21	0,14%	28	0,18%	15.284
I-41	239	6,48%	125	3,39%	64	1,74%	117	3,17%	3.688
					TOTAL DE EIXOS				47.324
					TOTAL DE EIXOS C/ TOLERÂNCIA				2.782
					EIXOS C/ TOLERÂNCIA (%)				5.88%

Caminhão + Reboque									
ID. DENATRAN	EXCESSO DE CARGA								NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-37	230	0,88%	163	0,62%	103	0,39%	105	0,40%	26.220
I-38	182	8,54%	125	5,86%	45	2,11%	158	7,41%	2.132
I-40	370	2,42%	46	0,30%	47	0,31%	51	0,33%	15.284
I-41	228	6,18%	114	3,09%	46	1,25%	260	7,05%	3.688
						TOTAL DE EIXOS			47.324
						TOTAL DE EIXOS > 10%			2.273
						EIXOS > 10% (%)			4 80%

Caminhão Trator + 2 Semi-reboques											
ID. DENATRAN	EXCESSO DE CARGA										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-60	1	0,19%	2	0,38%	1	0,19%	1	-	0	-	520
I-63	9	1,86%	5	1,03%	3	0,62%	1	-	0	-	484
I-64	1566	8,56%	916	5,01%	1261	6,89%	897	4,90%	0		18.292
II-13	58	4,18%	11	0,79%	23	1,66%	5	0,36%	0	-	1.388
II-18	63	12,40%	66	12,99%	78	15,35%	2	0,39%	0	-	508
II-19	878	11,44%	580	7,56%	439	5,72%	290	3,78%	0	-	7.672
								TOTAL DE EIXOS		28.864	
								TOTAL DE EIXOS > 10%		7.156	
								EIXOS > 10% (%)		21.91%	

**APÊNDICE 22 – ESPECTROS DE CARGA – CATEGORIA CAMINHÃO – PPV-
2/2015**

Caminhão					
ID. DENATRAN	VAZIO (1/3 CARGA LEGAL)				NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		
	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	118	0,14%	2305	2,49%	51.680
I-3	2	0,00%	930	1,77%	115.798
	TOTAL DE EIXOS				167.478
	TOTAL DE EIXOS VAZIOS				3.355
	EIXOS VAZIOS (%)				2,00%

Caminhão					
ID. DENATRAN	CARGA LEGAL				NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		
	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	24383	45,45%	22052	45,95%	51.680
I-3	40272	37,89%	41355	38,22%	115.798
	TOTAL DE EIXOS				167.478
	TOTAL DE EIXOS C. LEGAL				128.062
	EIXOS C. LEGAL (%)				76.46%

Caminhão					
ID. DENATRAN	CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA				NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		
	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	1029	3,13%	1142	1,19%	51.680
I-3	13303	6,07%	12486	6,14%	115.798
	TOTAL DE EIXOS				167.478
	TOTAL DE EIXOS C/ TOLERÂNCIA				27.960
	EIXOS C/ TOLERÂNCIA (%)				16.69%

Caminhão					
ID. DENATRAN	EXCESSO DE CARGA				NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		
	QTDE	%	QTDE	%	
I-2	310	1,29%	341	0,37%	51.680
I-3	4322	6,04%	3128	3,87%	115.798
TOTAL DE EIXOS					167.478
TOTAL DE EIXOS > 10%					8.101
EIXOS > 10% (%)					4,84%

APÊNDICE 23 – ESPECTROS DE CARGA – CATEGORIA CAMINHÃO TRATOR + SEMI-REBOQUE – PPV-2/2015

Caminhão Trator + Semi-reboque											
ID. DENATRAN	VAZIO (1/3 CARGA LEGAL)										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-9	3	0,05%	287	1,12%	157	1,10%	0	-	0	-	11.994
I-10	2	0,00%	293	0,27%	208	0,59%	0	-	0	-	72.948
I-12	0	-	0	0,01%	299	1,78%	0	-	0	-	47.175
I-14	0	-	1	-	9	1,14%	15	0,950%	81	1,00%	2.000
I-15	0	0,00%	6	0,35%	19	0,27%	0	-	0	-	1.215
I-18	0	-	11	0,03%	97	0,25%	0	-	0	-	96.636
I-22	0	-	2	-	22	0,04%	24	0,084%	24	0,11%	48.375
I-26	1	0,00%	13	0,17%	49	0,53%	0	-	0	-	10.053
							TOTAL DE EIXOS				290.396
							TOTAL DE EIXOS VAZIOS				1.623
							EIXOS VAZIOS (%)				0.56%

Caminhão Trator + Semi-reboque											
ID. DENATRAN	CARGA LEGAL										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-9	3.910	31,97%	3.676	31,91%	3.804	31,66%	0	-	0	-	11.994
I-10	19.368	28,93%	23.536	31,08%	20.324	31,14%	0	-	0	-	72.948
I-12	10.633	21,15%	15.722	23,57%	12.635	22,27%	0	-	0	-	47.175
I-14	219	8,84%	292	13,49%	320	14,96%	319	15,44%	319	14,73%	2.000
I-15	355	21,63%	387	32,89%	378	32,71%	0	-	0	-	1.215
I-18	8.764	14,53%	18.192	23,98%	16.723	18,59%	0	-	0	-	96.636
I-22	1.265	5,78%	4.653	11,00%	4.938	14,07%	4.238	10,94%	4.973	10,64%	48.375
I-26	2.369	22,59%	3.179	32,33%	3.098	30,57%	0	-	0	-	10.053
							TOTAL DE EIXOS				290.396
							TOTAL DE EIXOS C. LEGAL				188.589
							EIXOS C. LEGAL (%)				64.94%

Caminhão Trator + Semi-reboque											
ID. DENATRAN	CARGA LEGAL + TOLERÂNCIA										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-9	49	1,08%	15	0,14%	28	0,22%	0	-	0	-	11.994
I-10	3395	2,56%	404	1,10%	2662	0,86%	0	-	0	-	72.948
I-12	4530	7,33%	2	5,59%	2406	6,05%	0	-	0	-	47.175
I-14	146	4,56%	70	3,52%	46	2,71%	53	2,42%	0	2,28%	2.000
I-15	44	9,31%	3	0,00%	5	0,18%	0	-	0	-	1.215
I-18	16390	9,79%	11848	6,38%	12339	8,67%	0	-	0	-	96.636
I-22	5336	6,56%	4184	5,47%	3326	3,99%	3852	5,17%	3520	5,01%	48.375
I-26	868	7,07%	118	0,49%	124	1,12%	0	-	0	-	10.053
							TOTAL DE EIXOS				290.396
							TOTAL DE EIXOS C/ TOLERÂNCIA				75.763
							EIXOS C/ TOLERÂNCIA (%)				26.09%

Caminhão Trator + 2 Semi-reboques											
ID. DENATRAN	EXCESSO DE CARGA										NÚMERO EIXOS
	EIXO 1		EIXO 2		EIXO 3		EIXO 4		EIXO 5		
	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	QTDE	%	
I-60	1	0,19%	0	0,38%	1	0,19%	0	-	0	-	216
I-63	8	1,86%	4	1,03%	2	0,62%	2	-	0	-	568
I-64	1088	8,56%	354	5,01%	402	6,89%	401	4,90%	0		17.364
II-13	26	4,18%	10	0,79%	34	1,66%	5	0,36%	0	-	1.008
II-18	6	12,40%	7	12,99%	9	15,35%	0	0,39%	0	-	200
II-19	738	11,44%	312	7,56%	295	5,72%	213	3,78%	0	-	8.768
								TOTAL DE EIXOS			28.124
								TOTAL DE EIXOS > 10%			3.918
								EIXOS > 10% (%)			21.91%

