

**UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Felipe Mattos Tavares**

**O PERFIL DO TRABALHADOR E SUA RELAÇÃO COM A  
OCORRÊNCIA DE ATOS INSEGUROS: O CASO DE MAQUINISTAS  
DE TRENS DE UMA EMPRESA DE LOGÍSTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção.

**Prof. Dr. José Luís Garcia Hermosilla**  
**Orientador**

**Araraquara, SP – Brasil**

**2018**

## FICHA CATALOGRÁFICA

T23p Tavares, Felipe Mattos

O perfil do trabalhador e sua relação com a ocorrência de atos inseguros: o caso de maquinistas de trem de uma empresa de logística/ Felipe Mattos Tavares. – Araraquara: Universidade de Araraquara, 2018.

86f.

Dissertação (Mestrado) - Mestrado Profissional em Engenharia de Produção – Universidade de Araraquara - UNIARA

Orientador: Prof. Dr. José Luís Garcia Herмосilla

1. Atos inseguros. 2. Ferrovia. 3. Maquinista. 4. Perfil profissional. 5. Acidentes. I. Título.

CDU 62-1

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

TAVARES, F. M. **O perfil do trabalhador e sua relação com o a ocorrência de atos inseguros: o caso de maquinistas de trens de uma empresa de logística.** 2018. 88f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Universidade de Araraquara, Araraquara-SP.

## ATESTADO DE AUTORIA E CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Felipe Mattos Tavares

TÍTULO DO TRABALHO: O perfil do trabalhador e sua relação com a ocorrência de atos inseguros: o caso de maquinistas de trens de uma empresa de logística.

TIPO DO TRABALHO/ANO: Dissertação / 2018

Conforme LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998, o autor declara ser integralmente responsável pelo conteúdo desta dissertação e concede a Universidade de Araraquara permissão para reproduzi-la, bem como emprestá-la ou ainda vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem a sua autorização.



---

Felipe Mattos Tavares

Universidade de Araraquara – UNIARA

Rua Carlos Gomes, 1217, Centro. CEP: 14801–340, Araraquara-SP

Email do autor: [fm\\_tavares@icloud.com](mailto:fm_tavares@icloud.com)



UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA - UNIARA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade de Araraquara – UNIARA – para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção.

NOME DO AUTOR: **FELIPE MATTOS TAVARES**

TÍTULO DO TRABALHO:

**"O PERFIL DO TRABALHADOR E SUA RELAÇÃO COM A OCORRÊNCIA DE ATOS INSEGUROS: O CASO DE MAQUINISTAS DE TRENS DE UMA EMPRESA DE LOGÍSTICA."**

Assinatura do(a) Examinador(a)

Conceito

Prof(a). Dr(a). José Luís Garcia Hermosilla (orientador(a))  
Universidade de Araraquara - UNIARA

Aprovado ( ) Reprovado

Prof(a). Dr(a). Jorge Alberto Achcar  
Universidade de Araraquara - UNIARA

Aprovado ( ) Reprovado

Prof(a). Dr(a). Ana Paula Camargo Larocca  
Universidade de São Paulo – USP

Aprovado ( ) Reprovado

Versão definitiva revisada pelo(a) orientador(a) em: 3 / 5 / 18

Prof(a). Dr(a). José Luís Garcia Hermosilla (orientador(a))

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço,

A Deus, aquele que tem nos dado o dom da vida.

A minha esposa Ariane e filha Anne, aquelas que estão ao meu lado a cada passo e não me deixam faltar motivos para sorrir.

Aos amigos do mestrado, alunos e professores, pelo aprendizado nesta caminhada até aqui.

Em especial, aos professores Hermosilla e Jorge, pela sempre pronta e próxima orientação.

Trabalha como se tudo dependesse de ti e confia como se tudo dependesse de Deus.  
Trabalha e confia.

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo levantar as possíveis associações entre determinados fatores pessoais e profissionais de ocupantes do cargo de maquinista de uma empresa de logística ferroviária com a ocorrência de atos inseguros, que referem-se tanto a violações quanto a erros no cumprimento de procedimentos operacionais. A pesquisa descritiva, de natureza quantitativa, baseou-se na coleta de dados com uma população de 395 maquinistas de uma empresa de logística com atuação ferroviária, levantando as seguintes variáveis independentes: nível no cargo, região de atuação, estado civil, grau de escolaridade, idade, tempo de empresa, número de faltas ao trabalho, número de dependentes e número de viagens em trens por meses trabalhados. As variáveis resposta foram: número de atos inseguros, atos inseguros categorizados, taxa de atos inseguros e envolvimento em acidentes. O tratamento estatístico usou as técnicas de análise de variância (ANOVA), qui-quadrado, regressão linear múltipla, regressão de Poisson e regressão logística para identificar a associação entre as variáveis pessoais e profissionais dos trabalhadores e seu desempenho na função. Os dados coletados foram tratados estatisticamente utilizando os *softwares Minitab* versão 2011 e *OpenBugs*. Os resultados apontam para a existência significativa de correlação negativa entre as variáveis independentes nível do cargo e número de viagens e as variáveis resposta número de atos inseguros e a taxa de atos inseguros. Também foi identificada influência significativa da região de atuação na ocorrência de atos inseguros. As demais variáveis independentes não apresentaram relevância estatística. Os resultados da pesquisa reforçam a importância dos planos de carreira, das políticas de retenção e da ampliação de ferramentas de treinamento, como os simuladores, que ampliem a capacidade de aprendizagem técnica da função de maquinista.

**Palavras-chave:** Atos Inseguros. Ferrovia. Maquinista. Perfil Profissional. Acidentes.

## ABSTRACT

*The aim of this study was to identify the possible associations between personal and occupational factors of a railway logistics company conductors with unsafe acts, that consist both on errors and violations of operational procedures. The quantitative descriptive research was based on the data collection with a population of 395 drivers of a logistics company of railway operations, considering the following independent variables: level in the current position, region of operation, civil status, schooling, age , company time, absenteeism, number of dependents and number of trips on trains per month. Response variables were: number of unsafe acts, unsafe acts categorized, unsafe acts tax and involvement in accidents. The statistical treatment used Poisson and linear regression techniques to identify the association between workers personal and professional variables and their performance in the function. The data collected will be treated statistically using the software Minitab 2011 version and OpenBugs. The results point to the significant existence of negative correlation between the independent variables position level and number of trips and the response variables number of unsafe acts and unsafe acts tax. It was also identified a significant influence of the region of action in the occurrence of unsafe acts. The other independent variables were not statistically significant. The results of the research reinforce the importance of career plans, retention policies and the extension of training tools, such as simulators, that increase the conductor's technical learning capacity.*

**Keywords:** *Unsafe Acts. Railroad. Train conductor. Professional Profile. Accidents.*

## Lista de Figuras

Figura 1 - Categorias de Atos Inseguros. ....	22
Figura 2 - Variáveis da pesquisa.....	34
Figura 3 - Número de atos inseguros por idade categorizada. ....	45
Figura 4 - Taxa de atos inseguros por categoria de idade. ....	46
Figura 5 - Número médio de atos inseguros por estado civil. ....	48
Figura 6 - Taxa de atos inseguros por estado civil. ....	49
Figura 7 - Número médio de atos inseguros por número de dependentes.....	51
Figura 8 - Taxa de atos inseguros por número de dependentes.....	52
Figura 9 - Número médio de atos inseguros por tempo de empresa. ....	54
Figura 10 - Taxa média de atos inseguros por tempo de empresa.....	55
Figura 11 - Número médio de atos inseguros por nível do cargo.....	57
Figura 12 - Taxa média de atos inseguros por nível do cargo. ....	58
Figura 13 - Número de atos inseguros por viagens de trem por mês. ....	60
Figura 14 - Taxa de atos inseguros por viagens de trem por mês. ....	61
Figura 15 - Número médio de atos inseguros por região de atuação. ....	64
Figura 16 - Taxa de atos inseguros por região de atuação.....	65
Figura 17 - Número de atos inseguros por categoria de número de faltas ao trabalho. ....	67
Figura 18 - Taxa de atos inseguros por categoria de número de faltas ao trabalho.....	68

## Lista de Quadros

Quadro 1 - Fatores considerados na análise de acidentes segundo o modelo HFACS. ....	21
Quadro 2 - Variáveis pessoais e profissionais relacionadas a ocorrência de erros e violações, conforme literatura .....	28
Quadro 2 - Variáveis pessoais e profissionais relacionadas a ocorrência de erros e violações, conforme literatura (continuação) .....	29
Quadro 3 - Descrição das Variáveis Dependentes.....	34
Quadro 4 - Descrição das variáveis independentes utilizadas na pesquisa. ....	35
Quadro 4 - Descrição das variáveis independentes utilizadas na pesquisa.(continuação).....	36
Quadro 5 - Testes estatísticos utilizados por Variável Dependente .....	39

## Lista de Tabelas

Tabela 1 - Atos inseguros cometidos pelos maquinistas. ....	43
Tabela 2 - Maquinistas envolvidos em acidentes e a média de atos inseguros dos envolvidos e não envolvidos. ....	44
Tabela 3- Idade dos maquinistas. ....	45
Tabela 4 - Atos inseguros por categoria de idade. ....	45
Tabela 5 - Taxa de atos inseguros por categoria de idade. ....	46
Tabela 6 – Maquinistas envolvidos em acidentes por categoria de idade ....	47
Tabela 7 - Testes estatísticos para a VI idade. ....	47
Tabela 8- Estado civil dos maquinistas. ....	48
Tabela 9 - Média de atos inseguros por estado civil. ....	48
Tabela 10 - Taxa média de atos inseguros por estado civil ....	49
Tabela 11 - Envolvimento em acidentes por estado civil. ....	50
Tabela 12 - Testes estatísticos para a VI estado civil ....	50
Tabela 13 - Quantidade de dependentes dos maquinistas. ....	50
Tabela 14 - Número médio de atos inseguros por número de dependentes. ....	51
Tabela 15 - Taxa de atos inseguros por número de dependentes. ....	52
Tabela 16 - Envolvimento em acidentes por número de dependentes. ....	53
Tabela 17 - Testes estatísticos para a VI número de dependentes. ....	53
Tabela 18 - Tempo de empresa dos maquinistas. ....	54
Tabela 19 - Número médio de atos inseguros por tempo de empresa. ....	54
Tabela 20 - Taxa média de atos inseguros por tempo de empresa. ....	55
Tabela 21 - Envolvimento em acidentes por tempo de empresa. ....	56
Tabela 22 - Testes estatísticos para a VI tempo de empresa ....	56
Tabela 23 - Nível do cargo dos maquinistas ....	57
Tabela 24 - Número médio de atos inseguros por nível do cargo. ....	57
Tabela 25 - Taxa média de atos inseguros por nível do cargo. ....	58
Tabela 26 - Envolvimento em acidentes por nível no cargo. ....	59
Tabela 27 - Testes estatísticos para a VI nível do cargo ....	59
Tabela 28 - Número de viagens de trem realizadas pelos maquinistas por mês ....	60
Tabela 29 - Número de atos inseguros por viagens de trem por mês. ....	60
Tabela 30 - Taxa de atos inseguros por viagens de trem por mês. ....	61
Tabela 31 - Envolvimento em acidentes por viagens de trem por mês. ....	62
Tabela 32 - Testes estatísticos para a VI número de viagens de trem por mês ....	62
Tabela 33 - Região de atuação dos maquinistas. ....	63

Tabela 34 - Número médio de atos inseguros por região de atuação. ....	63
Tabela 35 - Taxa de atos inseguros por região de atuação. ....	64
Tabela 36 - Envolvimento em acidentes por região de atuação. ....	65
Tabela 37 - Testes estatísticos para a VI região de atuação ....	66
Tabela 38 - Número de faltas ao trabalho dos maquinistas. ....	66
Tabela 39 - Número de atos inseguros por categoria de número de faltas ao trabalho. ....	67
Tabela 40 - Taxa de atos inseguros por categoria de número de faltas ao trabalho. ....	67
Tabela 41 - Envolvimento em acidentes por número de faltas ao trabalho. ....	68
Tabela 42 - Testes estatísticos para a VI número de faltas ao trabalho. ....	69
Tabela 43 - Análise de variância para taxa de atos inseguros ....	70
Tabela 44 - Sumário do modelo de regressão para taxa de atos inseguros ....	70
Tabela 45 - Coeficientes para as categorias de nível do cargo no modelo de regressão linear para taxa de atos inseguros ....	70
Tabela 46 - Coeficientes para as categorias de número de viagens de trem por mês no modelo de regressão linear para taxa de atos inseguros ....	71
Tabela 47 - Coeficientes para as regiões de atuação no modelo de regressão linear para taxa de atos inseguros. ....	71
Tabela 48 - Análise de variância para número de atos inseguros. ....	72
Tabela 49 - Sumário do modelo de regressão para taxa de atos inseguros ....	72
Tabela 50 - Coeficientes para as categorias de nível do cargo no modelo de regressão linear para número de atos inseguros. ....	72
Tabela 51 - Coeficientes para as categorias de número de viagens de trem por mês no modelo de regressão linear para número de atos inseguros. ....	73
Tabela 52 - Resultados da regressão de Poisson para número de atos inseguros. ....	73
Tabela 53 - Resultados da regressão Logística para envolvimento em acidentes ....	74
Tabela 54 - Síntese das análise de variância e dependência. ....	74
Tabela 55 - Síntese dos resultados dos testes de regressão ....	75

## **Lista de Abreviaturas e Siglas**

- ABEPRO – Associação Brasileira de Engenharia de Produção.
- ANTF – Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários.
- ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres.
- BDTD – Biblioteca Digital Brasileira de Teses de Dissertações.
- HFACS – *Human Factors Analysis and Classification System*.
- INSS – Instituto Nacional de Previdência Social.
- OIT – Organização Internacional do Trabalho.
- RSSB – *Rail Safety and Standards Board Ltd*
- Scielo – *Scientific Electronic Library*.
- SPAD – *Signal Passed At Danger*
- VD – Variável dependente.
- VI – Variável independente.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1 Objetivo .....	16
1.2 Aspectos Metodológicos.....	16
1.3 Estrutura da Dissertação .....	18
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>19</b>
2.1 Acidentes ferroviários e fatores associados.....	19
2.2 Fatores pessoais e profissionais relacionados aos atos inseguros.....	25
<b>3 MÉTODO .....</b>	<b>30</b>
3.1 Enquadramento Metodológico .....	30
3.2 Caracterização do setor ferroviário.....	31
3.3 Seleção e delimitação do universo de pesquisa .....	31
3.4 Instrumentos e procedimentos de coleta de dados .....	33
3.5 Variáveis investigadas .....	33
3.6 Técnicas Estatísticas Empregadas .....	38
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>43</b>
4.1 Análise descritiva das variáveis resposta .....	43
4.2 Análise descritiva e testes de variância e independência das VIs em relação às VDs .....	44
4.2.1 Idade .....	44
4.2.2 Estado civil .....	48
4.2.3 Número de dependentes.....	50
4.2.4 Tempo de empresa.....	53
4.2.5 Nível do cargo.....	56
4.2.6 Número de viagens de trem por mês .....	59
4.2.7 Região de atuação .....	63
4.2.8 Número de faltas ao trabalho .....	66
4.2.9 Grau de escolaridade.....	69
4.3 Testes de Regressão.....	69
4.3.1 Taxa de Atos Inseguros .....	69
4.3.2 Número de Atos Inseguros .....	71
4.3.3 Envolvimento em Acidentes.....	74
4.4 Síntese dos resultados.....	74
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>79</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>82</b>

# 1 INTRODUÇÃO

As pessoas são fundamentais para o adequado desempenho de qualquer organização, pois, segundo Reis e Oliveira (2008), a eficiência e a capacidade de adaptação e sobrevivência das organizações no mercado estão diretamente relacionadas à qualidade dos serviços prestados pelos empregados. As pessoas se fazem ainda mais importantes para empresas como as do ramo de transportes, que, enquadradas no setor de serviços, dependem sobremaneira do fator humano para o cumprimento de suas metas.

No setor ferroviário, o colaborador diretamente relacionado com a atividade principal da empresa e sem o qual a produção não pode ocorrer é o maquinista ou condutor de trem, que é o profissional responsável pela movimentação das composições ferroviárias. A Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários (ANTF) estima que as empresas de logística ferroviária possuam até 20% dos funcionários atuando como maquinistas. Ademais, há estimativas de que até 2025 haja um aumento de 28% na necessidade desta mão de obra para a condução de trens na movimentação de cargas via ferrovias (ANTF, 2015). A formação destes profissionais fica a cargo das empresas, já que não há cursos externos para capacitação desta mão de obra, o que demanda investimentos financeiros em tecnologias de treinamento e dedicação de tempo de supervisores e instrutores. Além de serem fundamentais para que as empresas de transporte ferroviário produzam, os maquinistas são os principais responsáveis pela segurança operacional, uma vez que falhas na condução dos trens podem levar a acidentes ferroviários (BARBOSA, 1993). Assim, a qualidade desta mão de obra é primordial para que se atinjam os resultados organizacionais, tanto em termos de produtividade quanto de segurança operacional.

Para Shappell e Wiegmann (2000) estão relacionados à ocorrência de acidentes: fatores organizacionais, características da supervisão, fatores físicos e tecnológicos, condições do operador (como estado mental, físico e limitações) e da equipe, e a realização de atos inseguros por parte do operador. O conceito de atos inseguros estabelecido por estes autores foi empregado nesta pesquisa, sendo definido como falhas cometidas pelos operadores, que podem ser classificadas em erros (falhas não intencionais nas atividades mentais ou físicas dos indivíduos) e violações (desobediência de procedimentos operacionais existentes na organização). Este modelo de análise e classificação de causas de acidentes desenvolvido pelos autores, denominado *Human Factors Analysis and Classification System* (HFACS), tem sido bastante utilizado na investigação de acidentes no setor aéreo, bem como no ferroviário.

Neste segmento, os atos inseguros dos condutores, como excesso de velocidade, desrespeito à sinalização ou erro de sinalização, têm sido apontados como a principal causa dos acidentes, representando mais de 70% dos casos de acidentes com fatalidade analisados na Europa entre 1980 e 2013 (EVANS, 2014) e na Inglaterra entre 1945 e 2012 (KYRIAKIDIS; PAK; MAJUMDAR, 2015).

Diante disto, é fundamental que se garanta, além de um treinamento eficaz, uma seleção de qualidade desta mão de obra, visto que a formação de colaboradores sem o perfil adequado resulta em perda dos investimentos em treinamento e até mesmo em prejuízos decorrentes de falhas operacionais causadas pelos condutores. Segundo Spector (2003), é necessário que se estabeleça um perfil profissional desejado para cada cargo, com base nas tarefas a serem executadas e nos resultados esperados. O estabelecimento deste perfil desejado é realizado, geralmente, por meio de observação direta, questionários e entrevista com os ocupantes dos cargos e com os gestores (CHIAVENATTO, 2000). Não há, entretanto, na maior parte das vezes, um estudo científico sobre a interferência deste perfil no real desempenho profissional.

Apesar da importância do estabelecimento de um perfil profissional adequado, não se pode dizer que haja, por parte das empresas do ramo, e, em específico, na empresa aqui estudada, parâmetros objetivos e científicos acerca do perfil profissional recomendado para a função de maquinista. Sabe-se que o processo de seleção se pauta em alguns requisitos, principalmente em relação à exigência de segundo grau completo, mas não há definição sobre outras características pessoais que possam contribuir para um desempenho efetivo na função, relacionado, principalmente, ao cometimento de atos inseguros, ou seja, ao descumprimento de procedimentos operacionais e de segurança, seja devido a um erro, seja decorrente da violação intencional de um procedimento. O cumprimento dos procedimentos prescritos, em geral, garante a segurança da operação ferroviária e evita prejuízos causados por interrupções na movimentação de trens e por acidentes que podem decorrer de atos inseguros. Estes acidentes têm o potencial de causar prejuízos financeiros de grande ordem para as empresas, além de todos os riscos de ocorrência de danos pessoais, tanto para os colaboradores quanto para a população em geral. Deste modo, é fundamental identificar as características pessoais e profissionais dos maquinistas que podem contribuir para a segurança operacional nas empresas ferroviárias.

De uma forma geral, e abarcando as mais diversas funções, a literatura aponta para alguns fatores que mantêm relação com o desempenho profissional e organizacional, como as condições de saúde, características sociodemográficas, estilo de vida do trabalhador, bem

como as características específicas do próprio trabalho (ILMARINEN; TUOMI; SEITSAMO, 1991; MARTINEZ; LATORRE; FISCHER, 2008). Além disso, para Gonzaga (1998), o grau de escolaridade, a especificidade da atuação, o grau de qualificação e o rendimento salarial médio do empregado também são fatores que influenciam na qualidade do trabalho realizado.

Entretanto, não foram encontradas pesquisas sobre características pessoais e profissionais dos maquinistas em relação à ocorrência de atos inseguros. Pode-se considerar que há uma lacuna na literatura em relação a estudos no ramo ferroviário, dado que em buscas realizadas na base de dados da *Scielo* (*Scientific Electronic Library*) e da Biblioteca Digital Brasileira de Teses de Dissertações (BDTD) não foram localizados trabalhos com delineamento e população iguais ao que se propõe aqui. Foram localizadas pesquisas sobre relação entre perfil e desempenho na função em outros cargos, como gestores (SCHAEFER, 2005; QUINTANA, 2013) e assentadores de pisos (LIMA, 2003). Também foram encontradas pesquisas sobre o impacto do fator humano em algum aspecto do desempenho das empresas, como o estudo com trabalhadores do setor de engenharia de *software* (MARQUES, 2015; SANDHOF, 2004), anestesiológicas (HOLSBACH, 2005), trabalhadores da indústria de calçados (ALMEIDA, 2013), do setor de transporte rodoviário (PANITZ, 1999), do setor marítimo (BARBARINI, 2012), do setor aéreo (ZAMPROGNO, 2008; ATHAYDE, 2011; VASCONCELOS, 2006; SOBREDA, 2011; FREITAS, 2011) e do setor nuclear (MARTINS, 2008). Todas estas pesquisas, portanto, embora buscassem identificar o impacto do fator humano ou do perfil profissional no desempenho, estavam relacionadas a populações distintas da aqui estudada.

Ademais, a presente pesquisa pode ser considerada relevante por propor o estudo junto a um público raramente abordado na literatura. Na base de dados da *Scielo* foram localizados apenas dois artigos que tinham como participantes os maquinistas, sendo que um abordava aspectos relacionados à saúde mental (SELIGMANN-SILVA, 1997) e o outro se relacionava à segurança pessoal dos maquinistas (AREOSA, 2014). Na base da BDTD foram encontradas outras duas pesquisas que tinham como foco o maquinista ferroviário. O estudo de Farias (2004) abordava a questão do trabalho, do sofrimento e do uso de drogas por condutores de trens urbanos sob a ótica da Psicodinâmica do Trabalho. Já o estudo de Melo (2007) buscava estimar a carga mecânica e a atividade muscular de maquinistas condutores de trens metropolitanos sob o enfoque da Biomecânica Ocupacional. Considera-se, diante do exposto, que esta pesquisa, cujo objetivo é identificar a existência de características pessoais e profissionais que mantenham relação com a ocorrência de atos inseguros no setor ferroviário tem relevância científica.

A pesquisa também possui uma relevância prática, que reside no fato de que o estudo estatístico sobre a relação entre características pessoais e profissionais e os atos inseguros cometidos pelo maquinista pode conferir um melhor nível de confiabilidade ao processo de seleção e treinamento de pessoal da empresa estudada, bem como de outras empresas do setor. Assim, este estudo tem relevância por possibilitar a construção de um perfil profissional com base em testes estatísticos que comprovem ou refutem a relação entre determinadas características pessoais e profissionais com os atos inseguros. Embora não seja garantia, acredita-se que esta pesquisa possa contribuir para a melhoria do processo de seleção e para os problemas de segurança operacional observados na empresa estudada, permitindo, também, a redução do *turnover*, dos custos de seleção e de formação e dos prejuízos causados por falhas operacionais.

Por exemplo, através do estudo do perfil dos operadores de motosserra em regiões montanhosas, no caso características físicas antropométricas, foi possível determinar as características ideais dos operadores que maximizavam a produtividade do corte manual de eucalipto. (SANT'ANNA; MALINOVSKI; PIOVESAN, 1999). Em outro exemplo análogo, também com operadores de motosserra, os estudos revelaram a importância do estabelecimento de um perfil típico para, além da definição de um perfil de desempenho satisfatório de produção no trabalho, assegurar um número baixo de problemas de saúde para os operadores (RAMOS et al., 2015)

Tendo isto em vista, esta pesquisa buscou investigar de forma científica a relação entre os atos inseguros cometidos por maquinistas e suas características pessoais e profissionais. A questão da pesquisa que se buscou responder foi: Quais são as características pessoais e profissionais dos maquinistas que estão associadas a atos inseguros em uma empresa de transportes logísticos do ramo ferroviário?

## **1.1 Objetivo**

Identificar as características pessoais e profissionais dos maquinistas associadas a atos inseguros em uma empresa do ramo de logística.

## **1.2 Aspectos Metodológicos**

Para cumprir o objetivo proposto, foi realizada uma pesquisa de abordagem quantitativa, de natureza aplicada e com objetivo descritivo. Os dados foram obtidos por meio

de pesquisa documental na qual levantou-se diversas variáveis relacionadas à função de maquinista em uma empresa brasileira de grande porte do segmento de transporte ferroviário.

A empresa estudada realiza movimentações, tanto de importação quanto de exportação, de produtos como açúcar, fertilizantes, grãos, combustíveis, produtos industrializados da construção civil, siderurgia, florestal, consumo, petroquímico, fertilizantes e contêineres de carga geral. Sua infraestrutura é composta de 12,9 mil quilômetros de malha ferroviária, 966 locomotivas e 28 mil vagões. Além do transporte, a empresa também realiza operações de terminais intermodais. Possui mais de 13,3 mil funcionários diretos, sendo que destes, 2.100 ocupam a função de maquinistas, e cerca de 800 estão alocados no corredor logístico<sup>1</sup> estudado.

O maquinista, figura principal deste estudo, é o funcionário responsável pela condução dos trens, tendo também, dentre suas atribuições, o papel de conduzir manobras de trens, monitorar os equipamentos de bordo das locomotivas, adequar sua condução aos tipos de vagões, realizar inspeções nas locomotivas e vagões, tomar as providências para possíveis correções, cumprir os procedimentos de segurança e instruções específicas de cada ferrovia e fazer uso da sua capacidade comunicativa (MTE, 2016).

A fim de atender aos objetivos propostos nesta pesquisa, foram realizados os seguintes procedimentos de levantamento de dados: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental sobre a empresa e a função de maquinista e consulta à sistemas oficiais específicos internos de gestão e controle da empresa empregadora dos maquinistas para coletar os dados que compõem as variáveis analisadas.

Foram escolhidas nove variáveis independentes, que podem ser agrupadas em: a) variáveis pessoais (idade, grau de escolaridade, estado civil e número de dependentes); b) variáveis profissionais (tempo de empresa, nível do cargo, número de viagens de trem/mês, região de atuação e número de faltas ao trabalho). A variável dependente refere-se ao número de atos inseguros.

Inúmeras outras variáveis poderiam ter sido incluídas nesta pesquisa, entretanto, as elencadas foram selecionadas pelo fato de poderem ser obtidos dados confiáveis a respeito delas em sistemas de controle da empresa. Ademais, a experiência profissional do pesquisador

---

<sup>1</sup> O corredor logístico é composto de rotas modais e multimodais que viabilizam o transporte de cargas produzidas em sua área de influência (GEIPOT, 2002). Em linhas gerais, no caso da empresa estudada, um corredor logístico consiste em um sistema de carga, descarga e transporte, nos fluxos de importação e exportação, realizados por meio de uma via férrea principal, alimentada por rotas secundárias e por terminais de transbordo de cargas.

e os resultados de pesquisas sobre o tema também contribuíram para a seleção das variáveis e levaram ao desenvolvimento de hipóteses sobre as possíveis correlações entre estes fatores e a ocorrência de atos inseguros dos maquinistas.

Os dados coletados foram tratados utilizando-se os *softwares Minitab* versão 2011 e *OpenBugs*, e procedendo as análises descritivas, testes estatísticos de análise de variância, qui-quadrado, regressão linear múltipla, regressão de Poisson e regressão logística para identificar as variáveis pessoais e profissionais dos trabalhadores que estavam associadas à ocorrência de atos inseguros.

A presente pesquisa foi autorizada pela empresa estudada e o projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), Plataforma Brasil: CAAE 66030316.9.0000.5383; número do parecer 2.017.437.

### **1.3 Estrutura da Dissertação**

A seção 1 traz a introdução com problemática, justificativa, objetivos, aspectos metodológicos e estrutura geral do trabalho.

A seção 2 apresenta a fundamentação teórica sobre os fatores humanos associados aos acidentes ferroviários, com foco nos erros e violações de procedimentos. Também são apresentados estudos que abordam a relação entre variáveis pessoais e profissionais com a ocorrência de atos inseguros e acidentes, tanto no ramo ferroviário quanto em outros tipos de atividades.

A seção 3 apresenta os aspectos metodológicos com a classificação da pesquisa, descrição dos métodos de coleta e do tratamento dos dados e caracterização do setor ferroviário e das funções e indicadores de desempenho para o cargo de maquinista.

A seção 4 apresenta a análise dos dados, como as estatísticas descritivas, os resultados dos testes de variância e qui-quadrado e os resultados dos testes de regressão, bem como uma síntese dos resultados e sua relação com a teoria estudada.

A seção 5 traz as considerações finais, apontando os aspectos a serem investigados futuramente, limitações e contribuições da presente pesquisa.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Acidentes ferroviários e fatores associados

A segurança das operações ferroviárias depende de vários fatores, incluindo regras de operação ferroviária, confiabilidade da infraestrutura de via férrea e do material rodante (locomotivas, vagões), cultura de segurança organizacional e fatores humanos. Os erros dos condutores têm sido apontados como a principal causa dos acidentes. Na Europa, por exemplo, ao menos 75% dos acidentes com fatalidade entre 1980 e 2013 foram causados por erro humano, como excesso de velocidade, desrespeito à sinalização ou erro de sinalização (EVANS, 2014). De forma semelhante, Kyriakidis, Pak e Majumdar (2015) apontam que na Inglaterra, no período entre 1945 e 2012, 73% dos acidentes ferroviários foram causados exclusivamente pelos condutores, principalmente relacionados à passagem de sinal vermelho.

Deste modo, grande parte dos acidentes e incidentes ferroviários têm relação com atos inseguros, ou seja, erros e violações de procedimentos por parte dos condutores. Estes atos inseguros podem ter resultados diversos, que variam de uma atos inseguros sem nenhuma consequência, passando por aqueles que causam incidentes e chegando a atos inseguros que causam acidentes de grande porte.

Na operação ferroviária, os acidentes são definidos pela ANTT (Agência Nacional de Transporte Terrestre) como “(...) a ocorrência que, com a participação direta de veículo ferroviário, provocar danos a este, a pessoas, a outros veículos, a instalações, a obras-de-arte, à via permanente, ao meio ambiente e, desde que ocorra paralisação do tráfego, a animais (ANTT, 2006, Art. 2º).

A ANTT (2006), em seu artigo 3º classifica os acidentes ferroviários quanto à sua natureza, que pode ser: atropelamento (colisão com pessoa e/ou animal), colisão (impacto contra um obstáculo), abalroamento (colisão com qualquer veículo, exceto outro veículo ferroviário), explosão, incêndio e descarrilamento (quando uma ou mais rodas do veículo ferroviário saem dos trilhos), que pode resultar em tombamento (inclinação lateral do veículo ferroviário) total ou parcial.

Além disso, este órgão classifica os acidentes quanto à sua causa, que pode estar relacionada à falha humana, via permanente, material rodante, sistemas de telecomunicação, sinalização e energia, atos de vandalismo e casos fortuitos ou de força maior. Verifica-se, portanto, que o fator humano pode estar associado à ocorrência de acidentes ferroviários,

especialmente diante do descumprimento de procedimentos operacionais, que impactam diretamente na continuidade das operações das empresas ferroviárias, na sua produtividade, nos custos de recuperação de ativos, na segurança dos funcionários, da comunidade e do meio ambiente (BERALDO, 2008).

Não se considera aqui, entretanto, que as causas dos acidentes estão sempre relacionadas a fatores humanos, tendo-se em vista as contribuições das diversas teorias sobre causas de acidentes desenvolvidas nos últimos anos. Neste sentido, Reason (1995) considera que os problemas de fatores humanos são um produto de uma cadeia de causas na qual os fatores pessoais individuais, como falta de atenção momentânea e esquecimentos, representam a última barreira no processo de gerenciamento, ou seja, os acidentes ocorrerão por um erro humano quando todas as salvaguardas do sistema de prevenção de acidentes também tiverem falhado previamente.

A fim de fundamentar conceitualmente o termo atos inseguros, que será considerado, nesta pesquisa, uma das variáveis a serem investigadas, serão utilizados os conceitos desenvolvidos por Shappell e Wiegmann (2000). Estes autores desenvolveram o modelo *Human Factors Analysis and Classification System* (HFACS), que, de acordo com Fajer, Almeida e Fischer (2011) tem sido bastante utilizado para análise de acidentes, por permitir identificar um grande número de fatores que contribuem para sua ocorrência. Além disso, o modelo foi desenvolvido para análise de acidentes na aviação, o que confere uma grande aplicabilidade deste modelo ao setor ferroviário, dada a similaridade – guardadas as devidas proporções de complexidade – entre as operações de transporte aéreo e ferroviário, como utilização de sistemas de comunicação e sinalização, operação de comandos diversificados, nível de emprego do fator humano para realização das operações, trabalho em escalas, dentre outros. Este modelo de análise foi utilizado por Reinach e Viale (2006), Baysary, McIntosh e Wilson (2008) e Baysary et al. (2009), dentre outros, na análise de acidentes ferroviários. Outro modelo de análise do fator humano nos acidentes e incidentes, que foi adaptado para utilização em operações ferroviárias é o TRACER, desenvolvido pela Rail Safety and Standards Board Ltd (RSSB), uma organização britânica de pesquisas sobre segurança ferroviária.

Os fatores considerados no modelo HFACS podem ser visualizados no Quadro 1.

Quadro 1 - Fatores considerados na análise de acidentes segundo o modelo HFACS.

Influências Organizacionais	Clima Processo organizacional Gestão de recursos
Supervisão Insegura	Supervisão inadequada Planejamento inadequado das operações Falha em corrigir problemas conhecidos Violações de fiscalização
Condições prévias de atos inseguros	Fatores físicos e tecnológicos
Condições do operador	Estado mental e fisiológico adversos Limitações físicas e mentais
Fatores de pessoal	Falta de coordenação entre membros da equipe Prontidão pessoal
Atos inseguros	Erros de decisão Erros de habilidade Erros de percepção Violações de rotina Violações excepcionais

Fonte: Adaptado de Shappell e Wiegmann (2000).

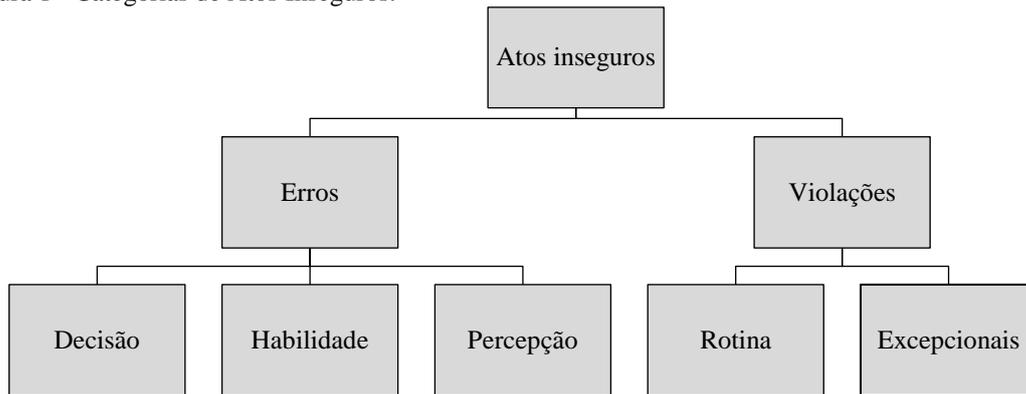
Diante dos propósitos da presente dissertação será dado maior destaque à descrição dos conceitos de ato inseguro, erros e violações, conforme definido por Shappell e Wiegmann (2000), o que não significa desconsiderar os demais fatores como importantes para a ocorrência de acidentes. Os atos inseguros, de acordo com Shappell e Wiegmann (2000) podem ser classificados em: erros e violações. A principal distinção entre estes dois conceitos é que os erros consistem em falhas não intencionais nas atividades mentais ou físicas dos indivíduos, enquanto as violações referem-se à desobediência de regras, regulamentos, instruções e normas (de segurança ou relacionadas a procedimentos operacionais) existentes na organização (RSSB, 2014; SHAPPELL; WIEGMANN, 2000).

Shappell e Wiegmann (2000) classificam os erros em: erros de decisão, erros de habilidade e erros de percepção. Por sua vez, as violações são categorizadas em: violações de rotina e violações excepcionais. Estas classificações podem ser verificadas na figura 1.

Os erros de decisão consistem na adoção de um comportamento que o indivíduo considerou que seria efetivo, mas mostrou-se inadequado para aquela situação. Estes erros podem ser classificados em: a) erros de procedimento, que ocorrem quando o procedimento errado é aplicado devido a um erro de diagnóstico da situação; b) escolha “pobre”, em que fatores como pouca experiência, tempo, ou outras pressões prejudicam a tomada de decisão e; c) erros de resolução de problemas, que ocorrem geralmente diante de situações novas ou para as quais não existem procedimentos claros definidos (SHAPPELL; WIEGMANN, 2000). Os erros de habilidade, segundo estes autores, são decorrentes de falhas, que podem ser de

atenção (desatenção e comportamentos automatizados), de memória (esquecimento de um item do *checklist* ou de um passo do procedimento) ou de técnica (uso inadequado da técnica). Já os erros de percepção, de acordo com Shappell e Wiegmann (2000), decorrem de diferenças entre o que o indivíduo percebe e a realidade concreta como, por exemplo, devido a ilusões visuais, erros de percepção espacial, de distância, de velocidade e de cores.

Figura 1 - Categorias de Atos Inseguros.



Fonte: Adaptado de Shappell e Wiegmann (2000).

De acordo com a conceituação da RSSB (2014), os erros podem ser classificados em: a) erros de percepção (não conseguir ver ou escutar algo); b) erros de ação (execução errônea, não intencional, de um ato ou fala planejada); c) lapsos de memória (falhas na memória de curto ou longo prazo); erros de decisão (erros de julgamento, decisão ou estratégia, decorrentes de aplicação inadequada do conhecimento).

As violações, diferentemente dos erros, consistem no desrespeito intencional às regras e regulamentos e, embora ocorram de forma menos frequente do que os erros, tendem a produzir consequências mais graves. As violações de rotina são habituais e geralmente toleradas pela supervisão, consistindo em um padrão de comportamento do indivíduo. Já as violações excepcionais ocorrem de forma isolada e não são toleradas pela supervisão. Por não consistirem em um padrão de comportamento, são mais difíceis de previsão (SHAPPELL; WIEGMANN, 2000). De forma semelhante a RSSB (2014) classifica as violações em: situacionais e de rotina. As violações de rotina consistem em tornar as violações na forma normal de trabalhar, e passam despercebidas até que ocorra um incidente ou uma auditoria. As violações situacionais, por outro lado, decorrem de determinadas circunstâncias ou pressões da tarefa que levam ao descumprimento de uma regra.

Segundo a RSSB (2014), as violações, enquanto atos intencionais, relacionam-se com o desejo de manter o emprego ou realizar um tarefa em um tempo menor. Na concepção desta

associação “[a]s pessoas raramente quebram as regras por malícia, mas por causa de sistemas ou procedimentos mal desenvolvidos, falta de tempo, conflito de objetivos e falta de uma cultura de segurança” (p. 29).

É importante ressaltar a diferença entre, de um lado, violações não intencionais ou errôneas e, de outro, violações com intenções deliberadas de provocar danos, conhecidas como sabotagem (LAWTON, 1998). Acredita-se que os indicadores apurados para esta pesquisa consistam em erros e violações errôneas e não violações com intuito de sabotagem. Além disso, há de se ressaltar que, muitas vezes, devido a incoerências em procedimentos, condições inadequadas do posto de trabalho, falta de equipamento necessário e escassez de recursos humanos, algumas violações podem ser cometidas com o propósito de garantir a execução do trabalho ou a segurança da operação. Este tipo de violação é classificado por Lawton (1998) como circunstanciais.

Assim, como aponta a RSSB (2014), além dos fatores relacionados ao indivíduo, como fadiga, estresse, escalas de trabalho e competência (conhecimento, habilidade e experiência), outros dois fatores contribuem para a ocorrência de comportamentos inseguros, que são: o emprego/ambiente de trabalho e a organização, que não são o foco deste estudo, mas precisam ser considerados.

Em uma pesquisa que envolveu a análise de 19 incidentes ferroviários na Austrália, utilizando o modelo HFACS, Baysary et al. (2009) identificaram que em todos os eventos houve pelo menos um ato inseguro por parte do condutor, totalizando 27 atos inseguros. Quanto a classificação destes, 21 foram considerados como erros e 6 como violações de procedimentos. Os erros mais comuns foram relacionados a erros de habilidade, principalmente relacionados a falhas de atenção. Entre as violações, todas foram classificadas como violações de rotina, isto é, o descumprimento de procedimentos ocorria de forma regular, não sendo percebido ou até mesmo sendo tolerado pela supervisão. Resultados semelhantes são apresentados em Baysary, McIntosh e Wilson (2008).

Um aspecto importante abordado por Shappell e Wiegmann (2000) e relevante para esta pesquisa refere-se às condições dos operadores. Segundo os autores, a fadiga mental devido a falta de sono ou outros estressores, a fadiga física e o excesso de confiança, dentre outros fatores, podem aumentar as chances de ocorrência de atos inseguros. Para RSSB (2014), a fadiga pode levar a um menor tempo de reação, causar perda de concentração e reduzir a habilidade para avaliar velocidade e distância. No estudo de Baysary et al. (2009), descrito anteriormente, em metade dos incidentes foi verificada a existência de precondições

para ocorrência de acidentes, relacionadas ao estado mental adverso, isto é, fadiga mental. Os autores também verificaram a existência de fadiga física em 42% dos incidentes.

Estas condições podem decorrer, no caso da presente pesquisa, do elevado número de jornadas de trabalho em um mês – que pode gerar fadiga física e mental – e do tempo de experiência, visto que quanto maior a experiência, maiores as chances de haver excesso de confiança. Assim, a quantidade de viagens que o maquinista faz em um mês pode estar relacionada com a ocorrência de erros e violações, principalmente, em razão da fadiga física e mental ocasionada pelo cumprimento de diversas jornadas de trabalho em um mesmo mês. A jornada de trabalho do maquinista é de até 12 horas, tendo-se, depois desta, um período de repouso mínimo de dez horas contínuas, respeitando-se o direito ao descanso semanal (BRASIL, 1943). Assim, um maquinista pode realizar, em um mesmo dia, mais de uma viagem de trem e atuar em horários bastante diversificados.

Diversos estudos apontam para as consequências do trabalho em turnos de revezamento, como a dessincronização do ciclo natural sono-vigília (ANTUNES, 2009), redução da vigilância decorrente dos diversos distúrbios do sono (TAILLARD et al., 2011) e aumento dos riscos de acidentes (SILVA; PRATA; FERREIRA, 2014). Especificamente em maquinistas brasileiros, Narciso et al. (2014), identificaram que o trabalho em turnos gerava danos ao bem-estar, saúde, sociabilização e ao sono de qualidade. Sussman e Raslear (2007) apontam a quantidade de informações a serem processadas pelos condutores de trens varia muito ao longo da jornada, tendo momentos em que uma grande quantidade de informação é recebida e deve ser processada. Segundo os autores, esta condição, que já é difícil em situações normais, torna-se bastante difícil para um condutor cansado. A fadiga, para estes autores, pode ser decorrente de: irregularidade de escalas, monotonia em algumas operações e grande proporção de trabalho noturno. Edkins e Pollock (1997), por meio da análise de 112 acidentes e incidentes ferroviários na Austrália, identificaram que a dificuldade de manter a atenção, em especial à sinalização ferroviária, estiveram entre os erros mais comuns nos casos estudados.

Outro aspecto importante a ser abordado em relação à ocorrência de atos inseguros, refere-se ao conhecimento técnico do maquinista sobre a operação da composição, sobre regras de comunicação, procedimentos de segurança, etc., adquirido por meio da experiência e de treinamentos. Estes treinamentos podem ser realizados por meio de instruções teóricas e pela prática de condução monitorada por um outro maquinista que atue como instrutor, mas também através do uso de simuladores, que consiste na utilização de um ambiente virtual de aprendizado, que propicia a vivência fidedigna da operação de uma locomotiva e de um trem

em movimento (MENDES; MENDES; BOMFIN, 2013). Considera-se, deste modo, que o uso de simuladores pode proporcionar a vivência de situações que oferecem perigo ou que demorariam a ocorrer no aprendizado comum, conferindo, assim, maior segurança e potencialização da capacidade e rapidez de aquisição de habilidades na condução das composições.

Compreende-se, deste modo, que os fatores humanos estão relacionados em grande parte com a ocorrência de acidentes no ramo ferroviário, assim como ocorre em outras atividades que demandam alto grau de envolvimento de um operador ou condutor na execução da tarefa.

## **2.2 Fatores pessoais e profissionais relacionados aos atos inseguros**

A seguir, serão apresentados resultados de pesquisas que apontam as possíveis relações entre aspectos pessoais e profissionais com os atos inseguros, ou seja, com os erros e as violações de procedimentos, como idade, grau de escolaridade, estado civil, tempo de empresa e de experiência, papel da liderança, dentre outros.

Um dos fatores pessoais que podem estar relacionados com o comportamento seguro é a experiência profissional. Mendes, Mendes e Bomfin (2013) apontam para a importância da experiência na condução de trens (medida em horas) para a redução de acidentes que decorrem de violações de procedimentos pelos maquinistas. No contexto analisado pelos autores, os maquinistas com ao menos 4.500 horas de condução foram avaliados como profissionais já adaptados à operação de trens, haja visto que a maioria dos acidentes foram provocados por profissionais com pouco tempo na atividade, ou seja, baixo domínio de suas atribuições. Ainda sob a ótica da absorção de treinamentos relacionados à segurança, os autores avaliaram os efeitos da faixa etária, tempo de empresa, nível de escolaridade e tempo na função, não tendo encontrado nenhuma relação significativa para o contexto analisado.

Também no contexto ferroviário, a RSSB (2014) aponta que pouco conhecimento, habilidade e experiência podem reduzir a velocidade na tomada de decisão e dificultar a capacidade de lidar com situações complexas. Por outro lado, ter muitos anos de experiência não conduz necessariamente a maior performance em termos de segurança, pois condutores experientes podem se tornar complacentes ou muito confiantes, o que reduz a percepção de riscos. A influência da familiaridade com a atividade na ocorrência de acidentes e incidentes

ferroviários, no sentido de que a maior familiaridade conduzia a mais erros e violações também foi apontada por Kyriakidis, Pak e Majumdar (2015).

Para Sturman (2003), pode-se pensar em experiência no trabalho tanto em termos quantitativos, isto é, em relação à passagem linear do tempo, quanto em termos qualitativos, que se refere à intensidade da prática da atividade. Quiñones, Ford e Teachout (1995) consideram que tempo de experiência no trabalho e tempo de empresa são conceitos diferentes, visto que o segundo envolve o acúmulo de conhecimentos que vão além do conhecimento sobre a tarefa. Segundo Sturman (2003), o conhecimento sobre a organização obtido por meio da experiência organizacional tem efeitos únicos no desempenho do trabalho além do que podem ser atribuídos à experiência adquirida realizando um conjunto específico de tarefas.

Quanto à influência da idade sobre o desempenho de forma geral e ao comportamento seguro de modo específico, pode-se citar o estudo de Ng e Feldman (2008), no qual os autores verificaram a relação da idade com 10 dimensões do desempenho: desempenho na tarefa, criatividade, desempenho em programas de treinamento, civismo organizacional, comportamentos seguros, comportamentos contraproducentes no trabalho, agressão no ambiente organizacional, uso de substâncias no trabalho, atraso e absenteísmo. Os resultados apontaram que, apesar de pequena, houve correlação negativa entre idade e desempenho em treinamentos, ou seja, o desempenho dos mais velhos no treinamento pode ser considerado ligeiramente menor. Houve correlação positiva entre idade e comportamento seguro, o que indica que os funcionários mais velhos podem apresentar maior compromisso com regras e procedimentos de segurança. Funcionários mais velhos também apresentaram menor tendência a se envolverem em episódios de agressão no trabalho, a abusar de substâncias e atrasar-se. Quanto ao absenteísmo, os resultados diferem quando se analisa o absenteísmo em geral e quando este é decomposto de acordo com suas causas: houve correlação negativa entre idade e absenteísmo em geral, bem como absenteísmo voluntário, ou seja, os mais velhos tendem a faltar menos. Por outro lado, foi encontrada correlação positiva, embora pequena, entre idade e absenteísmo causado por doenças. Os resultados da pesquisa realizada pelos autores sugerem que os funcionários mais velhos têm melhores resultados em aspectos do desempenho que não são diretamente relacionados com a tarefa, como maior civismo organizacional, comportamento mais seguro, e menor engajamento em atitudes contraproducentes.

No setor ferroviário de transporte de cargas holandês, Van der Weide, Frieling e Bruijn (2012) identificaram que os condutores com idade entre 30 e 49 anos estiveram

envolvidos em maior número de atos inseguros de um tipo específico: desobediência a sinalização de parada, ou seja, continuar conduzindo a composição em vez de para-la diante de uma sinalização, que é chamado na língua inglesa de *Signal Passed At Danger* – SPAD e constitui uma das maiores causas de acidentes e incidentes ferroviários. Os autores, também identificaram que esta violação ocorreu com maior frequência entre condutores com experiência de 3 a 10 anos.

O processo de envelhecimento, segundo Sturman (2003) pode estar relacionado ao desempenho na função, e, conseqüentemente, ao comportamento seguro, por diversos motivos: processos degenerativos; mudanças na motivação; alteração na forma como as pessoas são avaliadas; e elevação da experiência profissional.

De acordo com Iida (2005), o processo de envelhecimento, que se inicia por volta dos 30 anos de idade e se acelera aos 50 anos, promove a degradação progressiva da função cardiovascular, das forças musculares, da flexibilidade das articulações, dos órgãos do sentido e da função cerebral. O autor aponta que o envelhecimento dificulta o processamento de estímulos, em especial os mais complexos, e afeta o tempo de reação. Além disso, Iida (2005) aponta o aumento da dificuldade de retenção de informações na memória de curta duração, diminuição da capacidade de focalização de objetos próximos e de perceber pequenos detalhes e de discriminar cores. A capacidade auditiva também começa a declinar, já a partir dos 20 anos de idade, mas acentuando-se aos 50 anos.

Por outro lado, os trabalhadores de mais idade tendem a ser mais cautelosos na tomada de decisões do que os mais jovens, adotando procedimentos mais seguros. Além disso, pode-se dizer que há uma compensação, pois à medida que se reduz a sua capacidade de receber e processar informações, surge a tendência a estreitar o campo de interesse, o que contribui para reduzir a dispersão e aumentar a concentração e a confiabilidade nos resultados (IIDA, 2005).

Diante dos poucos estudos que relacionam fatores sociodemográficos à ocorrência de violações e erros no setor ferroviário, fez necessário recorrer a estudos destas associações em outros tipos de atividade. Um estudo que pode fornecer um indicativo desta associação foi realizado por Shawky, Al-Badi e Al-Ghafli (2017) sobre a influência dos fatores sociodemográficos nos acidentes/incidentes de trânsito causados por violações de regras de trânsito. Ressalvadas as diferenças entre a condução de trens e a condução de veículos, este estudo aponta para uma curva em U na relação entre idade e acidentes e incidentes de trânsito, ou seja, ocorrência mais frequente de ocorrências entre os mais jovens (18-24 anos) e os mais velhos (65 anos ou mais). Um maior número de acidentes e incidentes foi verificado em condutores solteiros, mas não foi possível verificar correlação entre estado civil e ocorrências

de acidentes e incidentes; esta diferença pode ser interpretada como relacionada com a idade do condutor. Em relação ao nível educacional, condutores com ensino superior se envolveram menos em acidentes do que os condutores com ensino médio ou primário.

Quanto ao papel da liderança no comportamento seguro, Correa e Cardoso Júnior (2007) apontam algumas práticas e características da liderança que podem contribuir na ocorrência de erros e violações: falhas de comunicação/coordenação, falha em realizar orientações de segurança de forma adequada, falha em usar todos os recursos disponíveis, falta de apoio para a equipe, dentre outras.

Segundo Shappell e Wiegmann (2000) são exemplificações de falhas na supervisão, que podem levar a acidentes, as falhas: de direcionamento, de vigilância, de apoio, de exigência ao respeito aos procedimentos, no descanso adequado, na tolerância junto aos equipamentos deficientes, na resolução de problemas, na identificação de situações de risco, no reporte de condições inseguras, na alta complacência com o erro, nas autorizações em situações de perigo e na escolha de não habilitados para realizar a tarefa. Os autores ainda afirmam que um ambiente onde há falta de solução diante de problemas conhecidos estimula as violações de regras, como por exemplo, em acidentes na aviação, onde em muitos casos os fatos geradores já possuíam histórico.

As variáveis pessoais e profissionais apontadas pela literatura que podem ter alguma relação com a ocorrência de atos inseguros estão elencadas no quadro 2.

Quadro 2 - Variáveis pessoais e profissionais relacionadas a ocorrência de erros e violações, conforme literatura

Variável	Relação	Referência
Experiência na função	Maior experiência leva a menor envolvimento em acidentes ferroviários	Mendes, Mendes e Bomfin (2013)
	Alta familiaridade com a atividade conduz a maior número de erros e violações de procedimento ferroviários	Kyriakidis, Pak e Majumdar (2015)
	- Pouca experiência leva a dificuldades de tomada de decisão e de manejo de situações complexas - Muita experiência gera complacência e excesso de confiança	RSSB (2014)
	Condutores de trens com 3 a 10 anos de experiência estiveram envolvidos com maior frequência em SPADs.	Van der Weide, Frieling e Bruijn (2012)

(Continua...)

Quadro 3 - Variáveis pessoais e profissionais relacionadas a ocorrência de erros e violações, conforme literatura (continuação)

Variável	Relação	Referência
Idade	Trabalhadores com maior idade apresentam comportamento mais seguro	Ng e Feldman (2008) Iida (2005)
	Condutores de trens com idade entre 30 e 49 anos se envolveram com maior frequência em SPADs	Van der Weide, Frieling e Bruijn (2012)
	Condutores de veículo entre 18-24 anos e com 65 anos ou mais estiveram envolvidos com maior frequência em violações de regras de trânsito	Shawky, Al-Badi e Al-Ghafli (2017)
Estado Civil	Não houve correlação entre estado civil de condutores de veículo e envolvimento em violações de trânsito, embora os solteiros se envolvessem com maior frequência que os demais.	Shawky, Al-Badi e Al-Ghafli (2017)
Escolaridade	Condutores de veículos com maior nível de escolaridade estiveram envolvidos com menor frequência em violações de regras de trânsito	Shawky, Al-Badi e Al-Ghafli (2017)
Liderança	Falhas da liderança conduzem a maiores níveis de erros e violações de procedimentos	Correa e Cardoso Júnior (2007) Shappell e Wiegmann (2000)
Precondições do operador (fadiga)	A fadiga mental e física de condutores de trens e pilotos tem sido apontada como causa de grande parte das ocorrência de erros, violações e acidentes nestes dois setores	Shappell e Wiegmann (2000). RRSB (2014) Baysary et al. (2009) Sussman e Raslear (2007)

Fonte: elaborado pelo autor

Diante do exposto nesta revisão de literatura, algumas variáveis pessoais e profissionais foram eleitas como variáveis independentes, que serão melhor detalhadas na seção 3.5.

## 3 MÉTODO

Esta seção apresenta o método e as técnicas utilizadas para levantamento e análise das informações levantadas. Além disso, traz uma caracterização do setor ferroviário, a delimitação do universo de pesquisa e as variáveis investigadas.

### 3.1 Enquadramento Metodológico

- Quanto à natureza: é aplicada

A pesquisa apresenta natureza aplicada dado que seus resultados práticos podem ser empregados para solucionar problemas reais tais como: influenciar nos perfis de recrutamento e seleção, políticas internas de retenção e planos específicos de treinamento e capacitação profissional. A natureza aplicada, segundo Turrioni e Melo (2012), se caracteriza justamente pelo interesse prático da pesquisa, uma vez que os resultados obtidos podem ser imediatamente aproveitados na resolução de problemas reais.

- Quanto aos objetivos: é descritiva

A pesquisa é do tipo descritiva, dado que a questão de pesquisa possui limitado estudo específico anterior, e buscou-se, no seu decorrer, elucidar os padrões de comportamento das variáveis estudadas. Uma pesquisa descritiva, segundo Turrioni e Melo (2012), busca descrever as características de uma dada população ou fenômeno, ou estabelecer relações entre variáveis, como é o caso da presente pesquisa.

- Quanto à abordagem: é quantitativa

Esta pesquisa utilizou a abordagem quantitativa, uma vez que foram empregados métodos estatísticos para o tratamento e apresentação dos resultados, que foram analisados estatisticamente pelas técnicas de análise de variância (ANOVA), qui-quadrado, regressão linear múltipla, regressão de Poisson e regressão logística para esclarecer correlações entre as variáveis da investigação. As técnicas estatísticas foram escolhidas de forma complementar entre elas e conforme aplicações específicas, de forma a aproveitar as vantagens de cada método.

- Quanto ao tipo de pesquisa: é uma pesquisa documental

Segundo Gil (2008) a pesquisa documental utiliza como fonte de dados materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa. Na presente pesquisa, os dados foram colhidos diretamente dos sistemas de controle da empresa estudada, sem análises prévias, consistindo, portanto de documentos de primeira mão na classificação do autor.

### **3.2 Caracterização do setor ferroviário**

Segundo a ANTF (Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários), no contexto brasileiro de comércio exterior, as movimentações de cargas através do modal ferroviário possuem notável e crescente participação no volume transportado. Este modal é responsável, anualmente, por 25% de toda a movimentação de cargas que chegam até os portos, transportando mais de 90% do volume de minério, 55% de açúcar, 36% de farelo de soja e 29% de soja, dentre outros produtos. O volume de transporte ferroviário elevou-se em 94,4% no período de 1997 a 2015, atingindo seu recorde no ano de 2015 com 492 milhões de toneladas transportadas (ANTF, 2017). Além da relevância estratégica, a ANTF (s/d) destaca a importância da ferrovia na geração de empregos diretos e indiretos, tendo sido o setor responsável em 2015 pela geração de 39.741 postos de trabalho.

A ampliação do modal ferroviário, atualmente com 27.782 km, é apontada como estratégia para superação dos gargalos logísticos do país, seguindo os exemplos bem-sucedidos de outros grandes países tais como Rússia, Canadá, Austrália e EUA (ANTF, 2017). Neste mesmo sentido, Fleury (2012) afirma que o modal ferroviário brasileiro pode ser aperfeiçoado, sendo que as principais oportunidades estão relacionadas ao adensamento da malha ferroviária para atendimento de um número maior de localidades, aumento das distâncias médias percorridas em vagões pelas cargas transportadas e redução do número de acidentes ferroviários, que no Brasil é cerca de 3,6 vezes maior que a taxa americana.

### **3.3 Seleção e delimitação do universo de pesquisa**

A pesquisa teve como participantes todos os maquinistas empregados em uma unidade operacional de uma empresa do ramo ferroviário, presentes no quadro de funcionários da referida empresa em todo o período entre 01 de janeiro de 2014 e 31 de dezembro de 2016. Ou seja, para ser considerado na análise dos dados, os maquinistas deveriam estar empregados

na empresa estudada durante todo o período analisado. Desta forma, todos têm, no mínimo, três anos de atuação como maquinistas. Os dados coletados sobre os atos inseguros também referem-se a este período. Desta forma, não se trata de amostragem, mas sim estudo de uma população em um determinado recorte temporal. Diante deste recorte, foram analisados os dados de 395 maquinistas.

O critério para seleção da empresa foi por acesso e disposição da base de dados para estudo, além do interesse científico da instituição estudada em conhecer e usar o presente projeto para a melhoria contínua dos processos.

O maquinista é definido pelo Ministério do Trabalho e Emprego – MTE (2016) como o responsável pela condução específica dos trens, e representa cerca de 20% do quadro de funcionários ativos nas empresas ferroviárias (ANTF, 2015).

A definição do cargo de maquinista no Brasil é apresentada pelo MTE (2016), através do Código Brasileiro de Ocupações (CBO) sob o número CBO 7826-10: Maquinista de Trem. Segundo este enquadramento, são sinônimos desta classificação os Maquinistas de Locomotivas ou Operadores de Locomotivas. São relacionados à esta profissão, porém não são objetos deste estudo, os operadores de trem de metrô, maquinistas de trens metropolitanos, motorneiros, auxiliares de maquinista de trem e operadores de teleférico.

Na descrição sumária do cargo maquinista de trens do MTE (2016) observa-se a relação direta da atuação deste com a segurança das operações, em atividades tais como: condução de manobras, monitoramento de equipamentos de bordo, atuação no controle (manual, semiautomática e automática), realização de inspeções e vistorias nos veículos, providências para correção de falhas detectadas nos equipamentos, cumprimento de procedimentos de segurança, obediência à sinalização, acatar instruções enviadas por rádio e acionar freios diante em situação de risco e emergência. O MTE ainda destaca a importância da comunicação no exercício desta função, além de outros requisitos tais como ensino médio, cursos de qualificação e treinamento específicos para cada perfil de via (planialtimétrico). As principais características do trabalho do maquinista mencionadas pelo MTE são a atuação sob supervisão, em horários irregulares, longos períodos em posições desconfortáveis, atuação sob pressão, atuação em grandes alturas, subterrâneos, expostos a materiais tóxicos e elétricos, ruído intenso, altas temperaturas, vandalismo e fuligem. Segundo o MTE, o pleno desempenho das atividades é decorrente da prática profissional no posto de trabalho.

Barbosa (1993) aponta que o maquinista tem papel fundamental na condução e segurança dos trens, uma vez que suas ações no comando das locomotivas, como sequência e intervalo de tempo na aplicação de freios e aceleração, refletem diretamente na dinâmica da

composição. Cabe ao maquinista, por exemplo, discernir qual é a melhor forma de parar o trem de acordo com o tipo de perfil planialtimétrico escolhendo a melhor sequência de comandos para cada trem. Ainda segundo o autor, quanto maior é o trem mais complexa é a sua condução pelo maquinista. Neste mesmo sentido, Mendes, Mendes e Bomfin (2013) destacam a contribuição dos maquinistas para a segurança ferroviária e apontam a importância da utilização de meios cada vez mais modernos de treinamento para estes profissionais, como o uso de simulador de condução de trens (ambiente real reproduzido de forma virtual). O treinamento dos maquinistas visa, principalmente, garantir a segurança operacional durante a operação dinâmica dos trens e prevenir acidentes.

### **3.4 Instrumentos e procedimentos de coleta de dados**

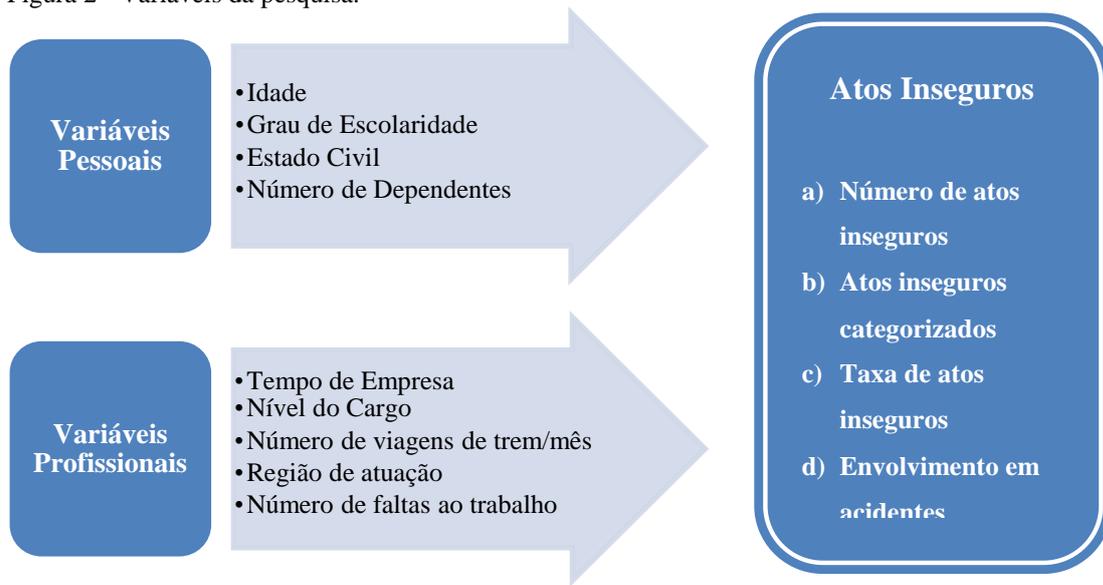
Os dados foram coletados por meio de consulta aos dados registrados nos programas oficiais do setor de Recursos Humanos e no *software* “Visualizador de Viagens”, que contém informações sobre: dados pessoais, sociodemográficos, absenteísmo e desempenho na condução de trens.

Os dados coletados foram tratados utilizando-se os *softwares* *Minitab* versão 2011 e *OpenBugs*. Os dados apresentados neste trabalho foram obtidos exclusivamente através de consulta direta à sistemas internos oficiais da empresa tendo consentimento e ciência formal desta. Não foram, portanto, coletadas informações por meio de contato com os maquinistas, tampouco foram expostas as características pessoais dos funcionários de forma nominal, preservando assim as identidades envolvidas. Os nomes das cidades envolvidas (regiões de atuação) também foram preservados e substituídos por números.

### **3.5 Variáveis investigadas**

As variáveis consideradas nesta pesquisa encontram-se ilustradas na figura 2. À esquerda estão as variáveis independentes e à direita as variáveis dependentes.

Figura 2 - Variáveis da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A variável dependente (VD) refere-se às ocorrências de atos inseguros registrados, ou seja, erros e violações de procedimento cometidos pelo maquinista, tendo estes resultado em acidentes ou não. Os atos inseguros podem ser detectados por meio de registro de desvios de padrões de condução registrados pelo computador de bordo das locomotivas, observações realizadas por supervisores e acidentes cuja responsabilidade foi atribuída ao maquinista. Para a análise dos dados, a variável foi analisada de quatro formas, conforme quadro 3.

Quadro 4 - Descrição das Variáveis Dependentes

<b>VD</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
Número de Atos Inseguros	Discreta	Número de vezes em que foi registrado um erro/violação de procedimento cometido pelo maquinista.
Atos Inseguros Categorizados	Catagórica	Número de atos inseguros, de acordo com as seguintes categorias: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 a 9 atos</li> <li>• 10 a 19 atos</li> <li>• 20 a 29 atos</li> <li>• 30 a 39 atos</li> <li>• 40 a 49 atos</li> <li>• Acima de 50 atos</li> </ul>
Taxa de Atos Inseguros	Contínua	Número de atos inseguros cometidos pelo maquinista no período analisado, dividido pelo número de viagens de trens realizadas no mesmo período.
Envolvimento em Acidentes	Catagórica	Indica se houve ou não envolvimento do maquinista em acidentes ferroviários. As categorias são: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sim: houve envolvimento em um ou mais acidentes</li> <li>• Não: não houve envolvimento em acidentes</li> </ul> Para cálculo, adotou-se o valor zero para os maquinistas que não haviam se envolvido em acidentes ferroviários no período analisado e valor um para aqueles que se envolveram em acidentes no período, independente da quantidade de acidentes. Para exemplificar, se em um grupo de 10 maquinistas um deles tiver acidente registrado, o resultado da média será de 0,1, ou seja, 10% dos maquinistas se envolveram em acidentes neste grupo.

Fonte: Elaboração do autor

As variáveis independentes (VI) são compostas pelas variáveis pessoais e profissionais dos maquinistas, ou seja, nível no cargo, região de atuação, estado civil, grau de escolaridade, idade, tempo de empresa, número de faltas ao trabalho, número de dependentes e número de viagens em trens por meses trabalhados. Estas variáveis, todas do tipo categórica, são mais bem descritas no quadro 4 .

Quadro 5 - Descrição das variáveis independentes utilizadas na pesquisa.

<b>Variáveis Independentes</b>	<b>Descrição</b>
Idade	Idade em anos, seguindo as seguintes categorias: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 26 a 29 anos</li> <li>• 30 a 33 anos</li> <li>• 34 a 37 anos</li> <li>• 38 a 41 anos</li> <li>• 42 a 45 anos</li> <li>• Acima de 46 anos</li> </ul>
Grau de Escolaridade	Grau de escolaridade de acordo com as categorias: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensino Médio (Colegial completo)</li> <li>• Superior (Completo e Incompleto)</li> </ul>
Estado Civil	Estado civil cadastrado, de acordo com as categorias: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Casado (formalmente ou informalmente)</li> <li>• Solteiro/Sozinho (Divorciado, Viúvo, Solteiro)</li> </ul>
Número de dependentes	Número de dependentes cadastrados no sistema da empresa. Podem ser filhos, esposas, enteados e outros indivíduos sob sua tutela. Seguem as seguintes categorias: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nenhum dependente</li> <li>• Um dependente</li> <li>• Dois dependentes</li> <li>• Três dependentes</li> <li>• Acima de quatro dependentes</li> </ul>
Tempo de empresa	Tempo de empresa em anos, classificados de acordo com: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 a 5 anos</li> <li>• 6 a 8 anos</li> <li>• 9 a 11 anos</li> <li>• 12 a 14 anos</li> <li>• Acima de 15 anos</li> </ul>
Nível do cargo (Tempo de experiência)	Nível em do cargo em que o maquinista se encontrava na data da coleta de dados, dependendo da sua experiência, expressa em faixas de tempo de condução: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nível 1: Até 3.000 horas</li> <li>• Nível 2: 3.001 – 7.500 horas</li> <li>• Nível 3: 7.501 – 12.000 horas</li> <li>• Nível 4: Acima de 12.001 horas</li> </ul>
Quantidade de viagens por mês	Soma da quantidade de viagens de trem nos anos de 2014, 2015 e 2016 dividida pela soma de meses trabalhados nestes anos (excluídas férias e afastamentos pelo INSS), seguindo as seguintes categorias: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abaixo de 7 trens por mês</li> <li>• 7 a 8 trens por mês</li> <li>• 9 a 10 trens por mês</li> <li>• 11 a 12 trens por mês</li> <li>• 13 a 14 trens por mês</li> <li>• 15 a 16 trens por mês</li> <li>• 17 a 18 trens por mês</li> <li>• Acima de 19 trens por mês</li> </ul>
Região de atuação	Nome da região em que atua, categorizadas em números de 1 a 8.

(continua...)

Quadro 6 - Descrição das variáveis independentes utilizadas na pesquisa.(continuação)

<b>Variáveis Independentes</b>	<b>Descrição</b>
Número de faltas ao trabalho	Soma no número de faltas nos anos de 2014, 2015 e 2016, excluídos os afastamentos pelo INSS, segundo as seguintes categorias: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 a 8 faltas</li> <li>• 9 a 17 faltas</li> <li>• 18 a 26 faltas</li> <li>• 27 a 35 faltas</li> <li>• Acima de 36 faltas</li> </ul>

Fonte: Elaboração do autor

Apesar de a maioria das variáveis independentes apresentadas serem de fácil compreensão por meio do quadro 3, outras necessitam de maiores esclarecimentos, como as variáveis: quantidade de viagens por mês, número de faltas ao trabalho, região e nível do cargo (tempo de experiência).

Quantidade de viagens por mês consiste em um indicador que é calculado dividindo-se a quantidade de viagens em trens realizadas por um maquinista no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2016 pela quantidade de meses em que esteve ativo neste mesmo período, ou seja, os meses em que não esteve afastado de suas atividades por doenças ou férias. Considera-se como viagem o ato de conduzir uma locomotiva durante sua jornada de trabalho de rotina. Um mesmo maquinista realiza, geralmente, uma viagem por jornada de trabalho, tendendo às 8 horas de serviço diário. A variabilidade na quantidade de viagens por mês deve-se, principalmente, à existência do sistema de acionamento do maquinista de acordo com a demanda de trabalho.

O número de faltas ao trabalho consta como uma variável categórica, em que se considera o número total de faltas ocorridas no período estudado. Não são consideradas nos número de faltas as ausências previstas em lei, como por exemplo, licenças remuneradas e comparecimentos em juízo, assim como não serão computadas as ausências superiores a 15 dias e que caracterizam afastamento pelo INSS (Instituto Nacional de Previdência Social). Vale destacar que os afastamentos pelo INSS já serão considerados e refletidos como deflatores no número de meses trabalhados.

A região de trabalho do maquinista consiste no seu local de apresentação para o trabalho. Geralmente, este reside na mesma cidade que leva o nome da região de atuação ou em cidades vizinhas. As regiões de atuação diferenciam-se quanto ao nível de desenvolvimento e tamanho das cidades, quantidade diferentes de maquinistas, distâncias percorridas até local de apresentação, tempo médio de jornada, complexidade do trabalho por

procedimentos específicos, instalações físicas e, principalmente, diferenciam-se devido à existência de supervisores diferentes em cada região de atuação.

O nível do cargo, pode ser considerado como um indicador do tempo de experiência de trabalho na empresa estudada, no qual utiliza-se o número total de horas de prática em condução de trens na empresa estudada, por maquinista, desde a admissão até o momento da coleta de dados. Este número de horas de prática foi categorizado em faixas de horas, conforme pode ser verificado no quadro 4. Existem ainda aqueles maquinistas analisados que tiveram experiência na atuação como maquinistas em outras empresas do ramo ferroviário, porém, este número de horas em outras empresas não aparece contabilizado na variável acima. Estima-se que menos de 5% do quadro enquadra-se neste perfil, caracterizando assim uma baixa relevância estatística diante do número total de maquinistas. Vale destacar que a existência de diferenças significativas na forma de gestão dos maquinistas nas empresas ferroviárias, tais como diferentes diretrizes para treinamento, formação e procedimentos operacionais específicos peculiares à cada corporação também são argumentos para se descartar tal efeito.

Dentre todas as variáveis apontadas anteriormente, a maior parte encontra respaldo em dados de pesquisas, que apontam a existência de relação entre estes fatores pessoais e profissionais e a ocorrência de violações, erros e acidentes. Algumas, entretanto, foram adicionadas aos achados da literatura, como é o caso das variáveis: número de dependentes, número de faltas ao trabalho, tempo de empresa e região de atuação.

A opção por incluir a região de atuação como uma variável independente foi em razão, principalmente, da variabilidade na gestão de pessoas que podem existir entre as regiões, ou seja, embora a empresa tenha procedimentos operacionais padronizados, sabe-se que as lideranças possuem perfis diferentes, o que pode resultar em comportamentos diferentes entre maquinistas nas diversas regiões. Assim, esta variável visa verificar a relação entre a liderança e as violações de procedimentos, aspecto abordado pela literatura. Outro ponto a ser considerado quanto à região de atuação refere-se a diferenças na complexidade do procedimento de condução, pois há regiões que incluem condução em trechos de serra, ou como muito pátios de manobra, que acrescentam dificuldades ao trabalho do maquinista.

Quanto ao tempo de empresa, a opção por incluí-la foi para complementar a avaliação da relação da experiência com a violação de procedimentos, pois segundo Sturman (2003), o conhecimento sobre a organização tem efeitos únicos no desempenho do trabalho além dos que podem ser atribuídos à experiência adquirida realizando um conjunto específico de tarefas. Assim, avaliar a experiência na empresa pode oferecer um nível de compreensão além

do que se obtém através do estudo dos efeitos da experiência na função ao longo do tempo.

Em relação ao número de faltas ao trabalho, esta variável foi incluída como uma forma de verificar, mesmo que indiretamente, a existência de alguma relação entre a satisfação e motivação para o trabalho e a ocorrência de violações, já que, segundo Alnasrallah (2016), o absenteísmo é um importante indicador da satisfação dos funcionários com seu trabalho. Desta forma, o número de faltas ao trabalho pode ser considerado como um indicador relevante de ser relacionado com as violações de procedimentos.

Já em relação ao número de dependentes, não foi localizado nenhum estudo que tratasse deste fator como relevante para a ocorrência de atos inseguros, entretanto, por ser uma variável de fácil acesso, foi incluída com caráter exploratório.

Outras variáveis que são consideradas como intervenientes na ocorrência de atos inseguros, acidentes e incidentes, como aspectos organizacionais e aspectos psicológicos dos operadores não serão considerados como variáveis nesta pesquisa, primeiramente porque não fazem parte do objeto de estudo e, em segundo lugar, porque demandariam outro tipo de dados e implicariam no emprego de outros instrumentos de coleta de informações.

### **3.6 Técnicas Estatísticas Empregadas**

Após a digitação dos dados, foram realizadas as análises descritivas, bem como os testes estatísticos para identificação da correlação entre as variáveis pessoais e os atos inseguros cometidos pelos maquinistas. A exposição dos dados foi realizada por meio de tabelas e gráficos originários dos *softwares* ou produzidas pelo pesquisador, sendo apresentados na seção 4. Os testes adotaram, em geral, o padrão residual de 5%, entretanto, para algumas variáveis, como estado civil e número de faltas ao trabalho surgiram resultados apenas com um nível de significância de 10%, que foram apontadas ao longo do texto.

Quanto aos testes estatísticos, foram utilizados: a) ANOVA (Análise de Variância), para análise de variância, empregada às variáveis dependentes “número de atos inseguros” e “taxa de atos inseguros”; b) Qui-quadrado para análise das associações entre as variáveis independentes e as variáveis dependentes “atos inseguros categorizados” e “envolvimento em acidentes”; c) Regressão Linear para as variáveis dependentes “número de atos inseguros” e “taxa de atos inseguros”; d) Regressão Logística para a VD “envolvimento em acidentes”; e) Regressão de Poisson (Análise Bayesiana) para a VD “número de atos inseguros”, sendo que para esta última análise utilizou-se o *software OpenBugs*. Estas informações estão dispostas no quadro 5.

Quadro 7 - Testes estatísticos utilizados por Variável Dependente

Variável Dependente	Testes Estatísticos
Número de atos inseguros	ANOVA Regressão Linear Regressão de Poisson
Atos inseguros categorizados	Qui-quadrado
Taxa de atos inseguros	ANOVA Regressão Linear
Envolvimento em acidentes	Qui-quadrado Regressão Logística

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Análise de Variância (ANOVA) é uma metodologia estatística para testar se um determinado fator tem efeito significativo sobre a variável dependente Y. Ou seja, a ANOVA informa como duas ou mais variáveis independentes interagem umas com as outras e que efeitos essas interações apresentam sobre a variável dependente. A ANOVA informa se três ou mais médias populacionais são iguais, assim, ela testa a hipótese de que as médias de todas as condições são iguais (FIELD, 2009). De uma forma mais detalhada, supondo  $\mu_j$  representando o verdadeiro valor da média da variável dependente classificada em diferentes níveis de um fator, significa que, para o nível j, a técnica de ANOVA testa a hipótese de que não existem diferenças entre as médias  $\mu_j$ , assumindo que não há diferenças entre a variabilidade das observações em cada grupo (variância constante) (MONTGOMERY; RUNGER, 2010). A vantagem da ANOVA, segundo Field (2009) é que ela pode ser utilizada para analisar situações nas quais existem diversas variáveis independentes e informar como essas variáveis independentes interagem umas com as outras e que efeitos essas interações apresentam sobre a variável dependente. Utilizar a ANOVA em vez de testes *t* para cada par de variáveis, por exemplo, faz com que se reduza a probabilidade de erro do Tipo 1, aumentando a confiabilidade dos resultados. Por outro lado, a análise de ANOVA requer certo tempo para coletar, tratar e analisar os dados. Além disso, por ser um teste abrangente a ANOVA apenas informa se há diferenças entre os grupos, mas não a forma dessas diferenças.

O teste qui-quadrado de Pearson ( $X^2$ ) busca comparar as frequências observadas em uma categoria com as frequências que poderiam ser observadas por acaso nestas categorias.

Os testes de regressão, por sua vez, buscam identificar uma relação funcional entre a variável dependente e uma ou mais variáveis independentes, indicando o quanto a variação nas VIs (X) pode gerar variação na VD (Y). A análise de regressão é útil para avaliar a relação entre uma ou mais variáveis explicativas – variáveis independentes, preditoras ou covariáveis – e uma única variável resposta – variável dependente, prevista (FIELD, 2009) e encontrar uma equação ou modelo de regressão que consiga prever a variável resposta a partir

de uma combinação das variáveis explicativas.

A regressão linear múltipla busca prever um resultado a partir de diversas variáveis previsoras (FIELD, 2009), isto é, verificar o efeito conjunto de  $k$  covariáveis na resposta  $Y$  (DRAPER E SMITH, 1981; SEBER; LEE, 2003; MONTGOMERY; RUNGER, 2010). A seguir é apresentado o modelo de regressão linear múltipla:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \beta_4 x_{4i} + \beta_5 x_{5i} + \beta_6 x_{6i} + \beta_7 x_{7i} + \beta_8 x_{8i} + \beta_9 x_{9i} \\ + \beta_{10} x_{10i} + \beta_{11} x_{11i} + \beta_{12} x_{12i} + \beta_{13} x_{13i} + \dots + \beta_{1k} x_{1ki} + \varepsilon_i$$

Onde  $i=1,2,\dots,n$  (tamanho amostral);  $\varepsilon_i$  são erros aleatórios supostos como independentes, com uma distribuição normal com média zero, e variância constante  $\sigma^2$ . A variável resposta é dada por uma transformação logarítmica, isto é,  $y_i = \log(\text{resposta})$ . Estimadores de mínimos quadrados dos coeficientes de regressão do modelo são obtidos usando o *software Minitab*. Por sua natureza, entretanto, a regressão linear só considera relações lineares entre as variáveis dependentes e independentes. Ou seja, assume-se que há uma relação linear entre elas, o que certas vezes não é correto. Ademais, *outliers* podem ter enormes efeitos sobre a regressão (FIELD, 2009).

A regressão de Poisson é uma alternativa às regressões lineares quando a variável resposta não tem um caráter linear. O modelo de regressão de Poisson utiliza métodos Bayesianos, assumindo as respostas na escala original sem necessidade de transformação logarítmica. Seja  $Y_i$  uma variável aleatória com uma distribuição de Poisson dada por,

$$P(Y_i = y_i) = \frac{e^{-\lambda_i} \lambda_i^{y_i}}{y_i!}, \quad (1)$$

Onde  $y_i = 0, 1, 2, \dots$  denota o número total de ocorrências da  $i$ -ésima unidade amostral,  $i = 1, 2, \dots, n$ . Observar que a média e a variância da distribuição de Poisson (1) são iguais à  $\lambda_i$ .

Para relacionar o parâmetro  $\lambda_i$  com as covariáveis, considera-se o seguinte modelo de regressão:

$$\log(\lambda_i) = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \beta_4 x_{4i} + \beta_5 x_{5i} + \beta_6 x_{6i} + \beta_7 x_{7i} + \beta_8 x_{8i} + \beta_9 x_{9i} \\ + \beta_{10} x_{10i} + \beta_{11} x_{11i} + \beta_{12} x_{12i} + \beta_{13} x_{13i} + \dots + \beta_{1k} x_{1ki} \quad (2)$$

A formulação (2) garante que  $\lambda_i$  seja positivo, para  $i = 1, 2, \dots, n$ .

Assumindo o modelo definido acima, a função de verossimilhança para o vetor  $\theta$  de parâmetros associados a cada modelo é dada por,

$$L(\boldsymbol{\theta}) = \prod_{i=1}^{605} f(\text{dados}/\boldsymbol{\theta}) \quad (3)$$

Onde  $\boldsymbol{\theta} = (\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7, \beta_8, \beta_9, \beta_{10}, \beta_{11}, \beta_{12}, \beta_{13}, \dots, \beta_{1k})$  e  $f(\text{dados}/\theta)$  é a função de probabilidade de Poisson (1) para os dados.

Para a análise Bayesiana, assume-se as seguintes distribuições *a priori* para os parâmetros de regressão:  $\beta_0 \sim N(0,1000)$ ,  $\beta_r \sim N(0,1)$ ,  $r = 1,2,\dots,k$ , onde  $N(a,b^2)$  denota uma distribuição normal com média igual à  $a$  e variância igual à  $b^2$ .

Combinando-se a distribuição *a priori* conjunta para  $\theta$  (um produto de distribuições normais) com a função de verossimilhança  $L(\theta)$ , dada em (3), determina-se, a partir da fórmula de Bayes, a distribuição *a posteriori* para  $\theta$  (BOX; TIAO, 1973).

Os sumários *a posteriori* de interesse foram obtidos usando métodos de Monte Carlo em Cadeias de Markov (GELFAND; SMITH, 1990; CHIB; GREENBERG,1995). Uma grande simplificação na geração de amostras da distribuição *a posteriori* para  $\theta$  é obtida usando o software *OpenBugs* (SPIEGELHALTER et al., 2003), que só requer a especificação da distribuição para os dados e as distribuições *a priori* para os parâmetros.

Assumindo a regressão de Poisson definidas por (1) e (2), e usando o software *OpenBugs* com uma amostra simulada de aquecimento (“*burn-in-sample*”) de tamanho 1.000, descartada para eliminar o efeito dos valores iniciais usados no algoritmo Gibbs Sampling, e simulando outras 10.000 amostras escolhidas de 10 em 10 para se ter amostras aproximadamente não-correlacionadas, foi obtida uma amostra final de tamanho 1.000 de valores gerados para  $\beta_0$  e  $\beta_r$   $r = 1,2,\dots,k$ . Dessas amostras foram obtidas sumários obtidos (média *a posteriori*, desvio-padrão *a posteriori* e intervalos de credibilidade com probabilidade igual à 0,95). A convergência do algoritmo foi monitorada usando métodos gráficos (PAULINO; TURKMAN; MURTEIRA, 2003; GAMERMAN,1997) e obtidas diretamente do software *OpenBugs*.

A regressão logística é uma regressão múltipla, mas com uma variável dependente categórica dicotômica e variáveis previsoras contínuas ou categóricas. O modelo de regressão logística prevê a probabilidade de um evento ocorrer para pessoas que constituem uma mesma categoria. Tem como vantagens o fato de requerer um pequeno número de suposições e um alto grau de confiabilidade (FIELD, 2009).



## 4 RESULTADOS

Nesta seção, que está estruturada em quatro subseções, são apresentados os resultados das análises dos dados coletados com os 395 maquinistas da empresa em estudo. A primeira subseção apresenta a análise descritiva dos dados coletados para as variáveis resposta; a segunda, refere-se à análise descritiva e resultados dos testes de variância ou qui-quadrado de cada uma das variáveis independentes (preditoras) em relação às quatro variáveis dependentes (resposta); a terceira subseção traz os resultados das análises estatísticas que visaram capturar o efeito conjunto das variáveis independentes sobre as variáveis resposta; por fim, a quarta subseção apresenta uma síntese das análises, bem como a interpretação dos resultados à luz da literatura consultada.

### 4.1 Análise descritiva das variáveis resposta

Os maquinistas estudados cometeram, no total, 9.436 atos inseguros, o que corresponde a um média de 24 atos inseguros por maquinista no período analisado. A tabela 1 mostra o número de atos inseguros categorizados e, por meio dela, pode-se observar que a maioria dos maquinistas (51%) cometeu até 19 atos inseguros no período analisado. A quantidade de atos inseguros varia de zero a 102, ou seja, há maquinistas que não cometeram nenhum ato inseguro no período.

Tabela 1 - Atos inseguros cometidos pelos maquinistas.

Número de atos inseguros	<i>n</i>	%	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
0 a 9 atos	83	21%	5,16	2,93	0	9
10 a 19 atos	120	30%	14,23	2,76	10	19
20 a 29 atos	68	17%	24,35	2,93	20	29
30 a 39 atos	49	12%	33,68	2,88	30	39
40 a 49 atos	39	10%	43,73	3,01	40	49
Acima de 50 atos	36	9%	63,58	15,38	50	102

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observando-se a taxa de atos inseguros, que consiste na quantidade de atos inseguros a cada 100 viagens de trem, tem-se uma taxa média de 219 atos inseguros, sendo o mínimo igual a zero e o máximo igual a 5.700 atos inseguros a cada 100 trens. Importante observar que, em decorrência da existência de maquinistas que se afastaram no período ou de sedes em que os maquinistas realizam poucas viagens, surgiram algumas taxas bastante elevadas e destoantes da taxa média observada. Estas ocorrências, entretanto, retratam o fato de que

alguns maquinistas cometeram muitos atos inseguros nas poucas viagens que foram contabilizadas, e portanto, ao fazer o cálculo da taxa, seus atos inseguros tornaram-se bastante evidentes.

Importante salientar, que nem todos os atos inseguros geraram acidentes e somente 34% dos maquinistas estiveram envolvidos neste tipo de ocorrência, sendo que estes cometeram uma média ligeiramente maior de atos inseguros do que os que não se envolveram em acidentes, conforme pode ser verificado na tabela 2.

Tabela 2 - Maquinistas envolvidos em acidentes e a média de atos inseguros dos envolvidos e não envolvidos.

<b>Envolvimento em Acidentes</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>Média de Atos Inseguros</b>
Não	260	66%	23
Sim	135	34%	26

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na sequência, serão analisadas cada uma das variáveis independentes, em relação às variáveis dependentes.

## **4.2 Análise descritiva e testes de variância e independência das VIs em relação às VDs**

Nesta seção, composta de nove subseções, são apresentadas as análises de cada uma das variáveis independentes, sendo, primeiramente apresentadas as análises descritivas e na sequência os resultados dos testes de variância ou independência para cada uma delas. A relação da VI com as variáveis resposta segue sempre a sequência: 1) Número de atos inseguros; 2) Atos inseguros categorizados; 3) Taxa de atos inseguros; 4) Envolvimento em acidentes. As relações entre estes resultados e o que foi encontrado na literatura serão apresentadas na seção 4.4.

De uma forma ampla, os 395 maquinistas cujos dados foram analisados, são todos do sexo masculino e possuem o ensino médio completo, têm, em média, 37 anos de idade e nove anos de trabalho na empresa. São em sua maioria casados (formal ou informalmente) e têm dois ou mais dependentes.

### **4.2.1 Idade**

De acordo com a tabela 3, que apresenta a idade dos maquinistas, pode-se observar que estes concentram-se na faixa de 30 a 37 anos de idade, na qual se encontram 59% deles. A média de idade é de 37 anos.

Tabela 3- Idade dos maquinistas.

Idade	<i>n</i>	%
26 a 29 anos	23	6%
30 a 33 anos	100	25%
34 a 37 anos	135	34%
38 a 41 anos	74	19%
42 a 45 anos	30	8%
Acima de 46 anos	33	8%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na tabela 4 pode-se observar o número médio de atos inseguros cometidos pelos maquinistas de cada uma das categorias de idade, bem como o desvio padrão e o número mínimo e máximo de atos inseguros. A partir dos dados desta tabela, pode-se identificar que há uma maior média de atos inseguros entre os maquinistas na faixa de 38 a 41 anos.

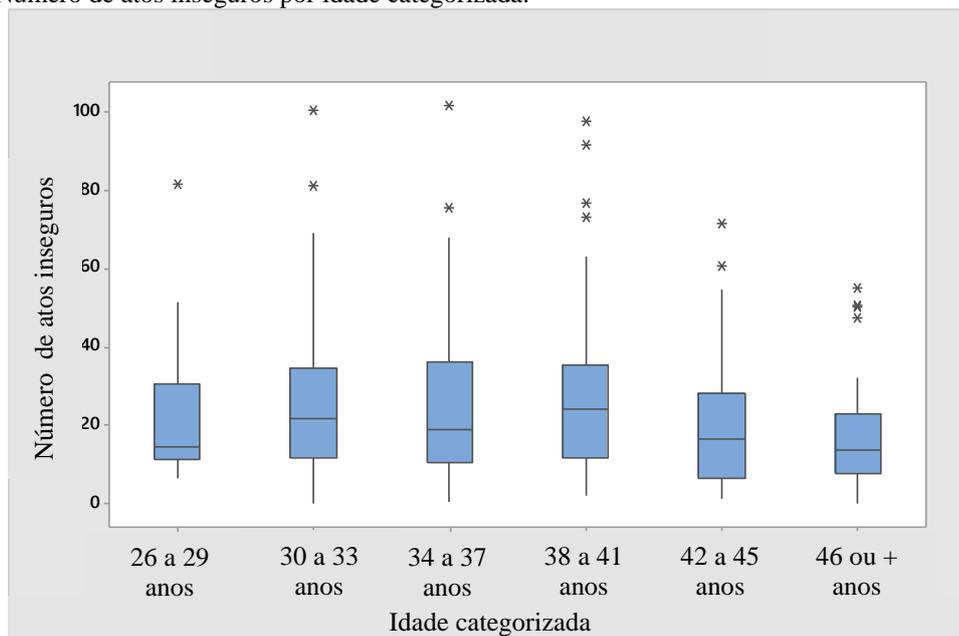
Tabela 4 - Atos inseguros por categoria de idade

Idade	Número médio de atos inseguros	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
26 a 29 anos	21,91	17,85	7,00	82,00
30 a 33 anos	24,91	18,48	0,00	101,00
34 a 37 anos	23,91	17,17	1,00	102,00
38 a 41 anos	27,03	19,77	2,00	98,00
42 a 45 anos	20,98	18,58	1,00	72,00
Acima de 46 anos	17,67	14,78	0,00	55,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Estes dados também podem ser observados no gráfico da figura 3, que mostra uma tendência de haver mais atos inseguros nas faixas intermediárias de idade.

Figura 3 - Número de atos inseguros por idade categorizada.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Entretanto, não existem evidências estatísticas de que as médias de atos inseguros por faixa de idade sejam diferentes, já que segundo análise de variância (ANOVA), para  $\alpha=0,05$ , obteve-se  $F_{(5,385)}=1,82$ ;  $p>0,05$ .

Tratando os atos inseguros de forma categórica também não foi observada, pelo teste de qui-quadrado, dependência entre os atos inseguros e a idade dos maquinistas  $X^2_{(25)} = 32,351$ ;  $p > 0,05$ .

Quando se relaciona as categorias de idade com a taxa de atos inseguros, conforme tabela 5, verifica-se que essa é maior na categoria de maquinistas acima de 46 anos (498,0), seguida pelas categorias de 30 a 33 anos e 34 a 37 anos, com taxas de atos inseguros de 253,5 e 217,8, respectivamente.

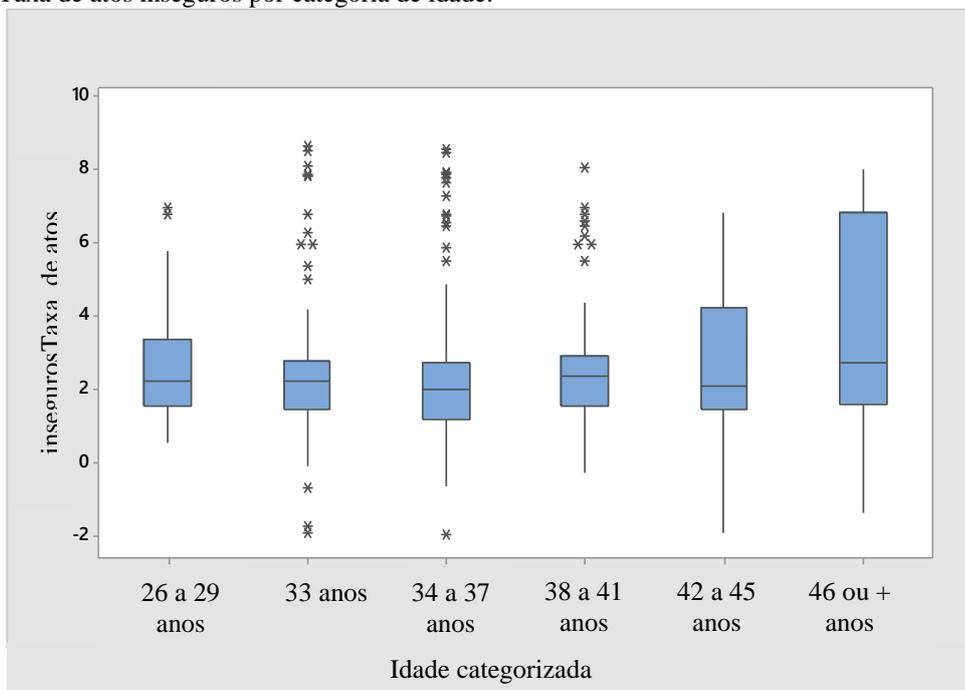
Tabela 5 - Taxa de atos inseguros por categoria de idade.

Idade	Taxa média de atos inseguros	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
26 a 29 anos	116,10	281,50	1,70	1.050,00
30 a 33 anos	253,50	926,80	0,00	5.700,00
34 a 37 anos	217,80	782,20	0,10	5.200,00
38 a 41 anos	118,50	412,60	0,80	3.150,00
42 a 45 anos	125,60	254,30	0,10	950,00
Acima de 46 anos	498,00	818,00	0,00	3.000,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Estes dados também podem ser visualizados no gráfico da figura 4.

Figura 4 - Taxa de atos inseguros por categoria de idade.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise de variância para a taxa de atos inseguros por idade, revela que há diferenças estatisticamente significativas entre as médias, pois para  $\alpha=0,05$ , obteve-se  $F_{(5,385)}=2,47$ ;  $p<0,05$ . Assim, embora não haja diferença estatisticamente significativa quando se analisa os atos inseguros pelo seu número e por categorias, esta diferença estatística se mostra presente quanto se analisa a variável idade em relação à taxa de atos inseguros, que é significativamente maior entre os maquinistas com mais de 46 anos de idade.

Quanto ao envolvimento em acidentes, de acordo com as categorias de idade, pode-se observar, por meio da tabela 6, que houve menor média de envolvimento em acidentes pelos maquinistas nas faixas de idade de 26 a 29 anos (21,74% dos maquinistas desta categoria se envolveram em acidentes) e acima de 46 anos (24,24%), ou seja, houve menor envolvimento em acidentes pelos maquinistas das categorias de idade mais extremas. Os resultados do teste de qui-quadrado, entretanto, revelaram não haver dependência entre o envolvimento em acidentes e a idade dos maquinistas  $X^2_{(5)} = 3,922$ ;  $p > 0,05$ .

Tabela 6 – Maquinistas envolvidos em acidentes por categoria de idade.

Idade	Envolvimento em acidentes	Desvio Padrão
26 a 29 anos	0,2174	0,4217
30 a 33 anos	0,3400	0,4761
34 a 37 anos	0,3778	0,4866
38 a 41 anos	0,3514	0,4807
42 a 45 anos	0,3667	0,4901
Acima de 46 anos	0,2424	0,4352

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em resumo, para a variável independente idade, os valores dos testes de variância e dependência, em geral, não indicaram haver relação entre a idade e os atos inseguros e acidentes, exceto em relação à taxa de atos inseguros, que aponta para maior taxa entre os maquinistas acima de 46 anos. Os resultados dos testes podem ser conferidos na tabela 7.

Tabela 7 - Testes estatísticos para a VI idade.

Variável Dependente	Número de atos inseguros	Atos inseguros categorizados	Taxa de atos inseguros	Envolvimento em acidentes
Teste aplicado	ANOVA	Qui-quadrado	ANOVA	Qui-quadrado
Resultados	$F_{(5,385)}=1,82$ $p=0,107$	$X^2_{(25)} = 32,351$ $p=0,148$	$F_{(5,385)}=2,47$ $p=0,032$	$X^2_{(5)} = 3,922$ $p=0,561$

Fonte: Elaborado pelo autor.

Vale ressaltar que os valores *outliers* observados nas taxas, principalmente naquelas representadas nas figuras 3 e 4, além da tabela 5, são reflexo, principalmente, de dois fatores: a baixa quantidade relativa de maquinistas com menos de 29 anos ou mais de 42 anos de

idade e a baixa quantidade de viagens acumuladas no período por parte de alguns maquinistas. Posteriormente, estes *outliers* serão abordados através dos modelos de regressão na tentativa de melhor explicar seus efeitos.

#### 4.2.2 Estado civil

Na tabela 8, que apresenta o estado civil dos maquinistas, verifica-se a predominância de indivíduos casados formal ou informalmente (amasiados), que representam 78% dos maquinistas.

Tabela 8- Estado civil dos maquinistas.

Estado Civil	N	%
Casado (Informal/Formal)	310	78%
Solteiro/Sozinho (Divorciado, Viúvo, Solteiro)	85	22%

Fonte: Elaborado pelo autor.

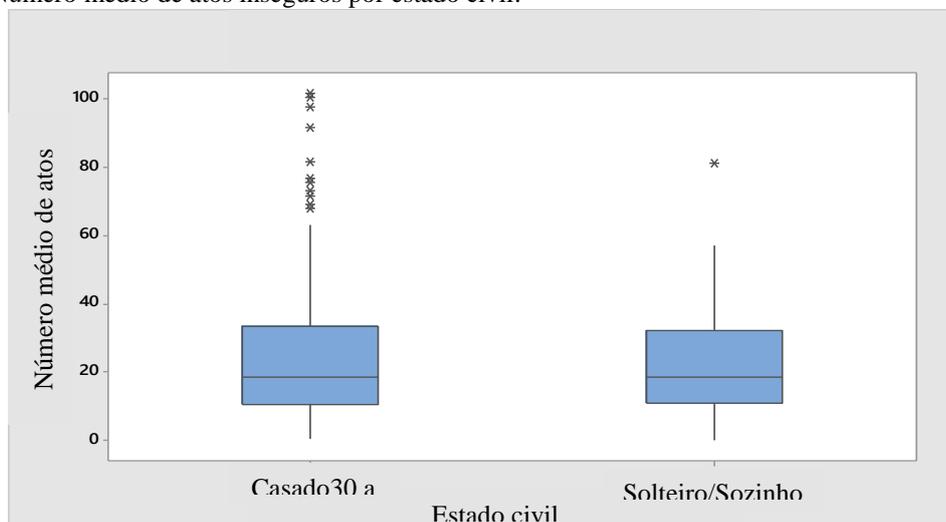
A média de atos inseguros cometidos pelos maquinistas de cada uma das categorias de estado civil pode ser verificada na tabela 9 e no gráfico da figura 5. A partir destas, observa-se que a média de atos inseguros é ligeiramente maior entre os casados. Entretanto, não existem evidências estatísticas de que as médias de atos inseguros por estado civil sejam diferentes, já que segundo análise de variância (ANOVA), para  $\alpha=0,05$ , obteve-se  $F_{(1,389)}=0,16$ ;  $p>0,05$ .

Tabela 9 - Média de atos inseguros por estado civil.

Estado Civil	Número médio de atos inseguros	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Casado (Informal/Formal)	24,28	18,61	1,00	102,00
Solteiro/Sozinho (Divorciado, Viúvo, Solteiro)	22,48	15,85	0,00	81,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 5 - Número médio de atos inseguros por estado civil.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando a figura 5, observa-se a existência de muitos *outliers* na categoria de maquinistas casados, o que influenciou para que a média fosse maior, já que as medianas estão bem próximas nas duas categorias.

Tratando os atos inseguros de forma categórica também não foi observada, pelo teste de qui-quadrado, dependência entre os atos inseguros e o estado civil dos maquinistas, pois obteve-se  $X^2_{(5)} = 3,224$ ;  $p > 0,05$ .

Em relação à taxa de atos inseguros por estado civil, percebe-se, por meio da tabela 10 e do gráfico da figura 6, que, assim como o número médio de atos inseguros, a taxa média de atos inseguros também é maior entre os maquinistas casados.

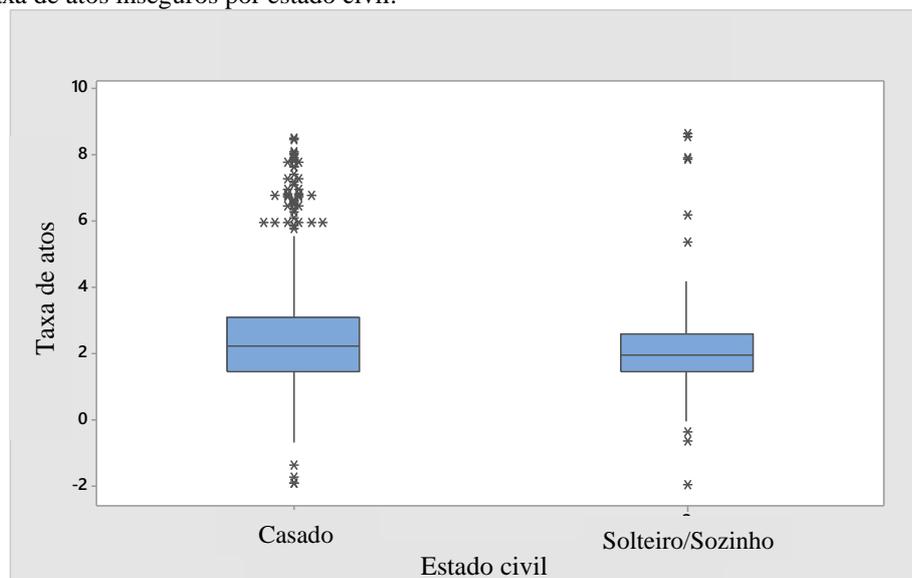
Tabela 10 - Taxa média de atos inseguros por estado civil.

Estado civil	Taxa média de atos inseguros	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Casado (Informal/Formal)	221,70	668,10	0,10	5.150,00
Solteiro/Sozinho (Divorciado, Viúvo, Solteiro)	207,70	916,10	0,00	5.700,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Novamente, a análise da figura 6 revela a existência de muitos *outliers* na categoria dos casados, influenciando na taxa média de atos inseguros. Apesar disso, a análise de variância para a taxa de atos inseguros por estado civil, revela que há diferenças estatisticamente significativas entre as médias, pois  $F_{(5,385)}=3,43$ ;  $p < 0,10$ , considerando-se, portanto, um nível de significância de 10%, sendo que a média é maior para os maquinistas casados.

Figura 6 - Taxa de atos inseguros por estado civil.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Já com relação à proporção de maquinistas envolvidos em acidentes, por estado civil, observa-se, como mostra a tabela 11, que este número é maior entre os solteiros/sozinhos: destes, 36,5% se envolveram em acidentes, enquanto 33,5% dos maquinistas casados estiveram envolvidos em acidentes no período analisado. Os resultados do teste de qui-quadrado, entretanto, revelam não haver dependência entre o envolvimento em acidentes e o estado civil dos maquinistas  $X^2_{(1)} = 0,253$ ;  $p > 0,05$ .

Tabela 11 - Envolvimento em acidentes por estado civil.

Estado Civil	Envolvimento em acidentes	Desvio Padrão
Casado (Informal/Formal)	0,3355	0,4729
Solteiro/Sozinho (Divorciado, Viúvo, Solteiro)	0,3647	0,4842

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em síntese, para a variável independente estado civil, os valores dos testes de variância e dependência, em geral, não indicam haver relação entre o estado civil e os atos inseguros e acidentes, exceto em relação à taxa de atos inseguros, considerando-se nível de significância de 10% neste caso, conforme tabela 12.

Tabela 12 - Testes estatísticos para a VI estado civil.

Variável Dependente	Número de atos inseguros	Atos inseguros categorizados	Taxa de atos inseguros	Envolvimento em acidentes
Teste aplicado	ANOVA	Qui-quadrado	ANOVA	Qui-quadrado
Resultados	$F_{(1,389)}=0,16$ $p= 0,686$	$X^2_{(5)} = 3,224$ $p= 0,665$	$F_{(1,389)}=3,43$ $p= 0,065$	$X^2_{(1)} = 0,253$ $p= 0,615$

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.2.3 Número de dependentes

Por meio da tabela 13, pode-se verificar que apenas 7% dos maquinistas não têm dependentes, e que a maior parte (35%) têm dois dependentes.

Tabela 13 - Quantidade de dependentes dos maquinistas.

Número de Dependentes	N	%
Nenhum dependente	26	7%
Um dependente	56	14%
Dois dependentes	138	35%
Três dependentes	111	28%
Acima de quatro dependentes	64	16%

Fonte: Elaborado pelo autor.

O número médio de atos inseguros em relação ao número de dependentes dos maquinistas pode ser observado na tabela 14 e no gráfico da figura 7. Verifica-se que há uma maior média de atos inseguros entre aqueles com três dependentes (26,39), seguidos pelos

maquinistas com quatro ou mais dependentes (24,30). Os maquinistas que cometeram, em média, menos atos inseguros são aqueles que têm apenas um dependente (21,11). Entretanto, não existem evidências estatísticas de que as médias de atos inseguros por número de dependentes sejam significativamente diferentes, já que segundo análise de variância (ANOVA), para  $\alpha=0,05$ , obteve-se  $F_{(4,386)}=0,30$ ;  $p>0,05$ .

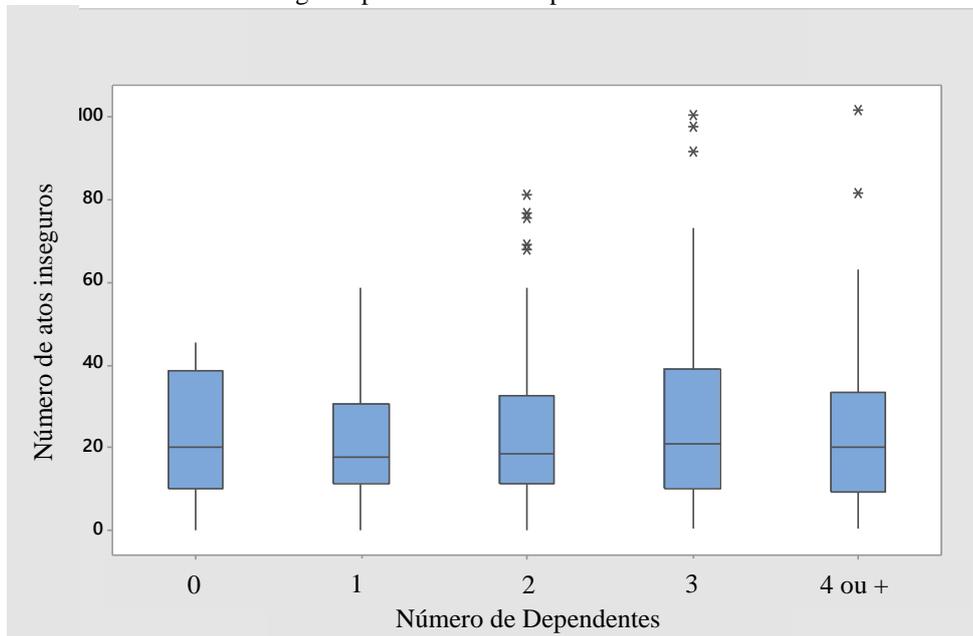
Tabela 14 - Número médio de atos inseguros por número de dependentes.

Número de Dependentes	Número médio de atos inseguros	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Nenhum dependente	23,02	14,97	0,00	46,00
Um dependente	21,11	14,13	0,00	59,00
Dois dependentes	22,97	16,72	0,00	81,00
Três dependentes	26,39	20,71	1,00	102,00
Acima de quatro dependentes	24,30	19,91	1,00	102,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tratando os atos inseguros de forma categórica também não foi observada, pelo teste de qui-quadrado, dependência entre os atos inseguros e o número de dependentes dos maquinistas  $X^2_{(20)} = 22,566$ ;  $p > 0,05$ .

Figura 7 - Número médio de atos inseguros por número de dependentes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação à taxa média de atos inseguros por número de dependentes, os dados diferem dos apresentados anteriormente. Na tabela 15 observa-se que há uma taxa muito menor de atos inseguros entre os maquinistas que não têm dependentes (44,10), enquanto aqueles que têm três dependentes apresentam a maior taxa de atos inseguros (326,00). Este

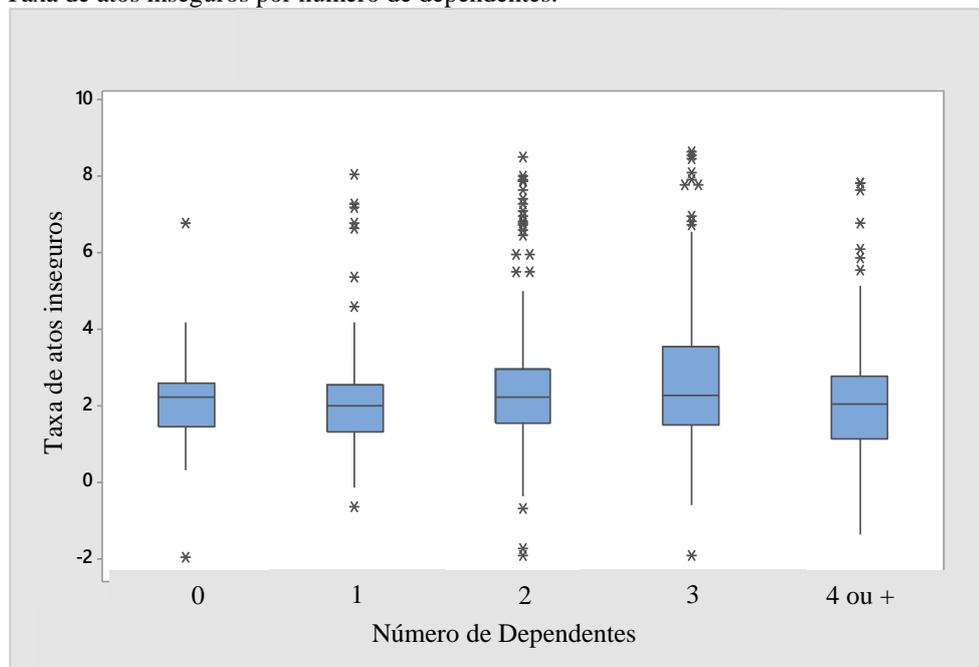
último dado assemelha-se ao que foi verificado em relação ao número de atos inseguros, mas a discrepância elevada entre os atos inseguros dos maquinistas que não têm dependentes e os demais não havia sido observada na tabela anterior. Esta discrepância pode ser devida ao aparecimento de muitos *outliers* diante da conversão do número de atos inseguros em taxa, conforme mostra a figura 8.

Tabela 15 - Taxa de atos inseguros por número de dependentes.

Número de Dependentes	Taxa média de atos inseguros	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Nenhum dependente	44,10	175,00	0,00	900,00
Um dependente	149,70	505,90	0,00	3.150,00
Dois dependentes	222,90	697,30	0,00	5.150,00
Três dependentes	326,00	988,50	0,10	5.700,00
Acima de quatro dependentes	155,00	517,70	0,30	2.550,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 8 - Taxa de atos inseguros por número de dependentes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Apesar das variações nas médias, a análise de variância para a taxa de atos inseguros por número de dependentes revela que não há diferenças estatisticamente significativas entre as médias, pois para  $\alpha=0,05$ , obteve-se  $F_{(4,386)}=1,46$ ;  $p>0,05$ .

Referente ao envolvimento em acidentes, a tabela 16 aponta que há maior envolvimento em acidentes na categoria de maquinistas que não têm dependentes (42,31% se envolveram em acidentes), em oposição aos dados da taxa de atos inseguros, que aponta esta categoria como a que menos comete atos inseguros/100 viagens de trem. A categoria de

maquinistas com três dependentes, que havia apresentado maior envolvimento em atos inseguros (tanto número, como taxa), figura como a que tem a menor proporção de maquinistas envolvidos em acidentes (27%). Os resultados do teste de qui-quadrado, entretanto, revelam não haver dependência entre o envolvimento em acidentes e o número de dependentes dos maquinistas  $X^2_{(4)} = 4,076$ ;  $p > 0,05$ .

Tabela 16 - Envolvimento em acidentes por número de dependentes.

Número de Dependentes	Envolvimento em acidentes	Desvio Padrão
Nenhum dependente	0,4231	0,5038
Um dependente	0,3393	0,4778
Dois dependentes	0,3696	0,4844
Três dependentes	0,2703	0,4461
Acima de quatro dependentes	0,3750	0,4880

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a variável independente número de dependentes, em síntese, os valores dos testes de variância e dependência não indicaram haver relação entre o número de dependentes e os atos inseguros e acidentes, conforme tabela 17.

Tabela 17 - Testes estatísticos para a VI número de dependentes.

Variável Dependente	Número de atos inseguros	Atos inseguros categorizados	Taxa de atos inseguros	Envolvimento em acidentes
Teste aplicado	ANOVA	Qui-quadrado	ANOVA	Qui-quadrado
Resultados	$F_{(4,386)} = 0,30$ $p = 0,877$	$X^2_{(20)} = 22,566$ $p = 0,311$	$F_{(4,386)} = 1,46$ $p = 0,213$	$X^2_{(4)} = 4,076$ $p = 0,396$

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.2.4 Tempo de empresa

A tabela 18 apresenta os dados sobre o tempo em que os maquinistas estão empregados na empresa estudada. Como já referido anteriormente, diante do recorte temporal adotado, todos os maquinistas têm ao menos três anos de empresa: 26% têm de 3 a 5 anos de empresa, 30% têm entre 6 e 8 anos e 25% têm entre 9 e 11 anos. Os maquinistas com 12 a 14 anos de empresa representam 13% e aqueles com 15 a 17 anos correspondem a 6% da população estudada.

Tabela 18 - Tempo de empresa dos maquinistas.

Tempo de Empresa	<i>n</i>	%
3 a 5 anos	104	26%
6 a 8 anos	117	30%
9 a 11 anos	98	25%
12 a 14 anos	51	13%
Acima de 15 anos	25	6%

Fonte: Elaborado pelo autor.

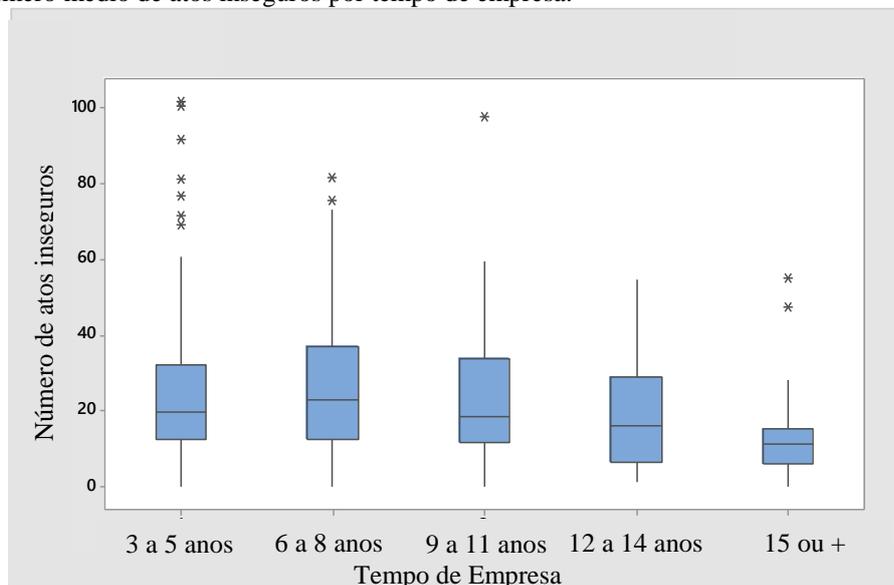
O número médio de atos inseguros por tempo de empresa pode ser observado na tabela 19 e no gráfico da figura 9, que revelam a diminuição deste valor médio à medida que o tempo de empresa aumenta, o que pode ser exemplificado no caso da média de atos inseguros dos maquinistas mais velhos de empresa (13,8) enquanto os demais apresentam valores acima de 20. Esta é uma evidência de que esses dois aspectos podem estar relacionados, podendo ter como justificativa a maior experiência adquirida ao longo da carreira profissional. Ainda, segundo análise de variância (ANOVA), há evidências estatísticas de que as médias de atos inseguros por tempo de empresa sejam diferentes, já que para  $\alpha=0,05$ , obteve-se  $F_{(4,386)}=4,80$ ;  $p<0,05$ . Ou seja, o menor número de atos inseguros entre os que têm maior tempo de empresa é estatisticamente significativo.

Tabela 19 - Número médio de atos inseguros por tempo de empresa.

Tempo de Empresa	Número médio de atos inseguros	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
3 a 5 anos	25,93	20,40	0,00	102,00
6 a 8 anos	25,96	17,62	0,00	82,00
9 a 11 anos	23,82	17,43	0,00	98,00
12 a 14 anos	20,05	15,17	1,00	55,00
Acima de 15 anos	13,80	13,29	0,00	55,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 9 - Número médio de atos inseguros por tempo de empresa.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tratando os atos inseguros de forma categórica também foi observada, por meio do teste de qui-quadrado, dependência entre os atos inseguros e o tempo de empresa dos maquinistas, com  $X^2_{(20)} = 36,338$ ;  $p < 0,05$ , havendo uma maior contribuição dos maquinistas com menos tempo de empresa na ocorrência de atos inseguros. Assim, tanto quando se considera o número de atos inseguros, quando se analisa estes categorizados, há evidências de que os maquinistas com menor tempo de empresa tendem a cometer maior número de atos inseguros.

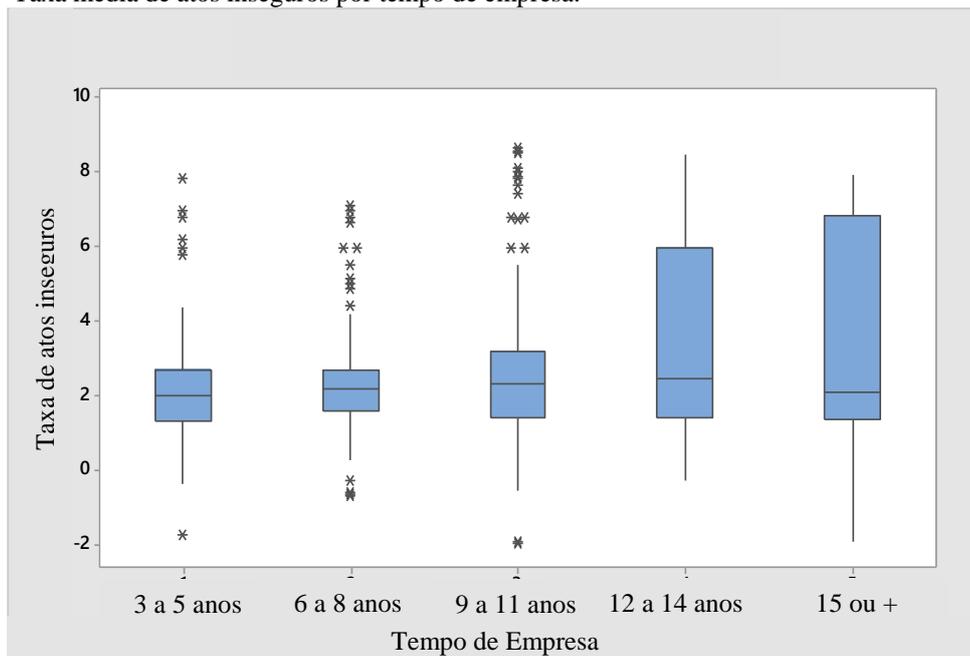
Por outro lado, dados bastante diferentes dos expostos anteriormente são apresentados na tabela 20 e gráfico da figura 10, que mostram maior taxa de atos inseguros entre os que têm maior tempo de empresa, especialmente a partir dos 9 anos de empresa. A análise de variância para a taxa de atos inseguros por tempo de empresa revelou que há diferenças estatisticamente significativas entre as médias, pois para  $\alpha=0,05$ , obteve-se  $F_{(4,386)}=4,46$ ;  $p < 0,05$ .

Tabela 20 - Taxa média de atos inseguros por tempo de empresa.

Tempo de Empresa	Taxa média de atos inseguros	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
3 a 5 anos	64,70	283,40	0,00	2.500,00
6 a 8 anos	56,80	189,90	0,00	1.250,00
9 a 11 anos	372,00	1.095,00	0,00	5.700,00
12 a 14 anos	449,00	993,00	1,00	4.900,00
Acima de 15 anos	547,00	844,00	0,00	2.800,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 10 - Taxa média de atos inseguros por tempo de empresa.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação ao envolvimento em acidentes, os dados mostram que há maior proporção de maquinistas envolvidos entre aqueles na faixa de 6 a 8 anos (38,5%), seguidos pelos maquinistas com 9 a 11 anos (35,7%). A categoria de tempo de empresa que menos se envolveu em acidentes no período analisado foi a de maquinistas com 15 ou mais anos de empresa (20%), conforme dados apresentados na tabela 21. Entretanto, os resultados do teste de qui-quadrado revelaram não haver dependência entre o envolvimento em acidentes e o tempo de empresa dos maquinistas, já que obteve  $X^2_{(4)} = 3,819$ ;  $p > 0,05$ .

Tabela 21 - Envolvimento em acidentes por tempo de empresa.

Tempo de Empresa	Envolvimento em acidentes	Desvio Padrão
3 a 5 anos	0,3365	0,4748
6 a 8 anos	0,3846	0,4886
9 a 11 anos	0,3571	0,4816
12 a 14 anos	0,2941	0,4602
Acima de 15 anos	0,2000	0,4082

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em síntese, para a variável independente tempo de empresa, os valores dos testes de variância e dependência, em geral, indicam haver relação entre o tempo de empresa e os atos inseguros, mas não em relação ao envolvimento em acidentes, para o qual não foi evidenciada dependência, conforme tabela 22. Ademais, se por um lado os atos inseguros e os atos inseguros categorizados decrescem conforme se eleva o tempo de empresa, o movimento oposto ocorre quando se analisa a taxa de atos inseguros, que se eleva conforme aumenta o tempo de empresa.

Tabela 22 - Testes estatísticos para a VI tempo de empresa.

Variável Dependente	Número de atos inseguros	Atos inseguros categorizados	Taxa de atos inseguros	Envolvimento em acidentes
Teste aplicado	ANOVA	Qui-quadrado	ANOVA	Qui-quadrado
Resultados	$F_{(4,386)} = 4,80$ $p = 0,001$	$X^2_{(20)} = 36,338$ $p = 0,014$	$F_{(4,386)} = 4,46$ $p = 0,002$	$X^2_{(4)} = 3,819$ $p = 0,431$

#### 4.2.5 Nível do cargo

Os dados sobre o nível do cargo dos maquinistas, que indica a quantidade de horas de prática de condução dos mesmos, estão expostos na tabela 23. Por meio desta, pode-se verificar que a maior parte dos maquinistas que compõem a base de dados têm até 3.000 horas de condução (36%). A seguir, tem-se 30% dos maquinistas na faixa de 3.001 a 7.500 horas, 21% na faixa de 7.501 a 12.000 horas e 12% na faixa acima de 12.001 horas de condução.

Tabela 23 - Nível do cargo dos maquinistas.

Nível do Cargo	<i>n</i>	%
Até 3.000 horas de condução	143	36%
Entre 3.001 horas e 7.500 horas de condução	120	30%
Entre 7.501 horas e 12.000 horas de condução	84	21%
Acima de 12.001 horas de condução	48	12%

Fonte: Elaborado pelo autor.

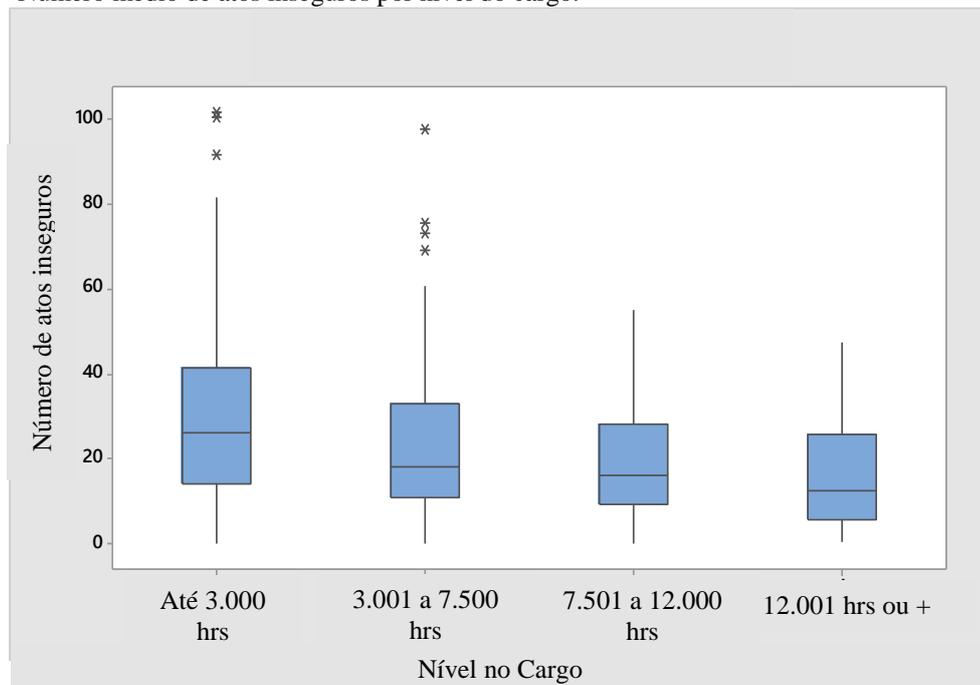
A média de atos inseguros cometidos pelos maquinistas de cada nível, conforme tabela 24 e gráfico da figura 11, situa-se entre 29,72 para os maquinistas com até 3.000 horas de condução, reduzindo-se a cada nível de cargo e chegando a 16,06 para os maquinistas com mais de 12.001 horas de condução, ou seja, quanto maior o nível do cargo, menor o número médio de atos inseguros.

Tabela 24 - Número médio de atos inseguros por nível do cargo.

Nível do Cargo	Número médio de atos inseguros	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Até 3.000 horas de condução	29,72	20,41	0,00	102,00
Entre 3.001 e 7.500 horas de condução	23,05	17,22	0,00	98,00
Entre 7.501 e 12.000 horas de condução	19,63	14,07	0,00	55,00
Acima de 12.001 horas de condução	16,06	13,07	1,00	48,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 11 - Número médio de atos inseguros por nível do cargo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com os resultados da análise de variância (ANOVA), existem evidências estatísticas de que as médias de atos inseguros por nível do cargo sejam diferentes, já que, para  $\alpha=0,05$ , obteve-se  $F_{(3,387)}=11,87$ ;  $p<0,05$ . Assim, há evidências estatisticamente significativas de que quanto maior o nível do cargo menor o número de atos inseguros.

Esta tendência também foi observada em relação aos atos inseguros de forma categorizada, já que o teste de qui-quadrado revelou maior contribuição dos maquinistas dos menores níveis de cargo na ocorrência dos atos inseguros, sendo esta diferença estatisticamente significativa, com  $X^2_{(15)} = 39,600$ ;  $p < 0,05$ .

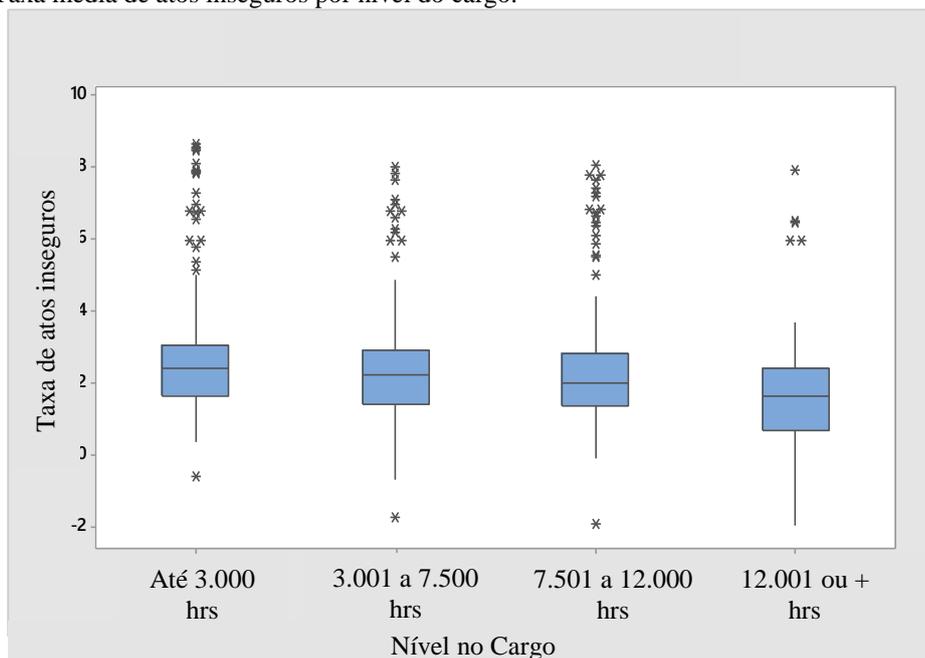
Em relação à variável taxa média de atos inseguros, não se observa o padrão linear encontrado no número de atos inseguros, embora pareça haver redução da taxa conforme se eleva o nível do cargo. A exceção a ser notada neste padrão, conforme dados exposto na tabela 25 e gráfico da figura 12 é no nível de cargo entre 7.501 e 12.000 horas. A análise de variância para a taxa de atos inseguros por nível do cargo revela que há diferenças estatisticamente significativas entre as médias, pois para  $\alpha=0,05$ , obteve-se  $F_{(3,387)}=3,70$ ;  $p<0,05$ .

Tabela 25 - Taxa média de atos inseguros por nível do cargo.

Nível do Cargo	Taxa média de atos inseguros	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Até 3.000 horas de condução	306,60	1.000,80	0,00	5.700,00
Entre 3.001 e 7.500 horas de condução	134,20	445,00	0,00	3.000,00
Entre 7.501 e 12.000 horas de condução	253,20	616,30	0,00	3.150,00
Acima de 12.001 horas de condução	107,80	424,40	0,10	2.800,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 12 - Taxa média de atos inseguros por nível do cargo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto ao envolvimento em acidentes, como mostra a tabela 26, observa-se uma maior frequência nas categorias de maquinistas dos níveis de cargo mais elevados: 48% dos maquinistas entre 7.501 e 12.000 horas e 49% dos que têm mais de 12.001 horas de condução se envolveram em acidentes no período analisado, enquanto este percentual é de apenas 35% entre os maquinistas iniciantes (até 3.000 horas de condução).

Tabela 26 - Envolvimento em acidentes por nível no cargo.

Nível do Cargo	Envolvimento em acidentes	Desvio Padrão
Até 3.000 horas de condução	0,3566	0,4807
Entre 3.001 e 7.500 horas de condução	0,4602	0,4602
Entre 7.501 e 12.000 horas de condução	0,4820	0,4820
Acima de 12.001 horas de condução	0,4892	0,4892

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados do teste de qui-quadrado, entretanto, revelaram não haver dependência entre o envolvimento em acidentes e o nível do cargo dos maquinistas  $X^2_{(3)} = 1,395$ ;  $p > 0,05$ .

Em resumo, para a variável independente nível do cargo, os valores dos testes de variância e dependência, em geral, indicam haver relação entre o nível do cargo e os atos inseguros, mas não em relação ao envolvimento em acidentes, para o qual não se observou dependência, conforme tabela 27.

Tabela 27 - Testes estatísticos para a VI nível do cargo

Variável Dependente	Número de atos inseguros	Atos inseguros categorizados	Taxa de atos inseguros	Envolvimento em acidentes
Teste aplicado	ANOVA	Qui-quadrado	ANOVA	Qui-quadrado
Resultados	$F_{(3,387)} = 11,87$ $p = 0,0001$	$X^2_{(20)} = 39,600$ $p = 0,001$	$F_{(3,387)} = 3,70$ $p = 0,012$	$X^2_{(4)} = 1,395$ $p = 0,707$

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.2.6 Número de viagens de trem por mês

Por meio da tabela 28, pode-se identificar a quantidade de viagens de trens por mês realizadas pelos maquinistas durante o período analisado. Realizaram menos de sete viagens por mês, 22% dos maquinistas, entre sete e oito viagens encontram-se 25% dos maquinistas e na faixa de nove a dez viagens estão 24% deles. Os 28% restantes realizaram mais de 11 viagens por mês. A média do período analisado foi de 9,4 viagens por mês.

Tabela 28 - Número de viagens de trem realizadas pelos maquinistas por mês

Número de viagens de trem por mês	<i>n</i>	%
Abaixo de 7 trens por mês	87	22%
7 a 8 trens por mês	100	25%
9 a 10 trens por mês	96	24%
11 a 12 trens por mês	30	8%
13 a 14 trens por mês	15	4%
15 a 16 trens por mês	22	6%
17 a 18 trens por mês	25	6%
Acima de 19 trens por mês	20	5%

Fonte: Elaborado pelo autor.

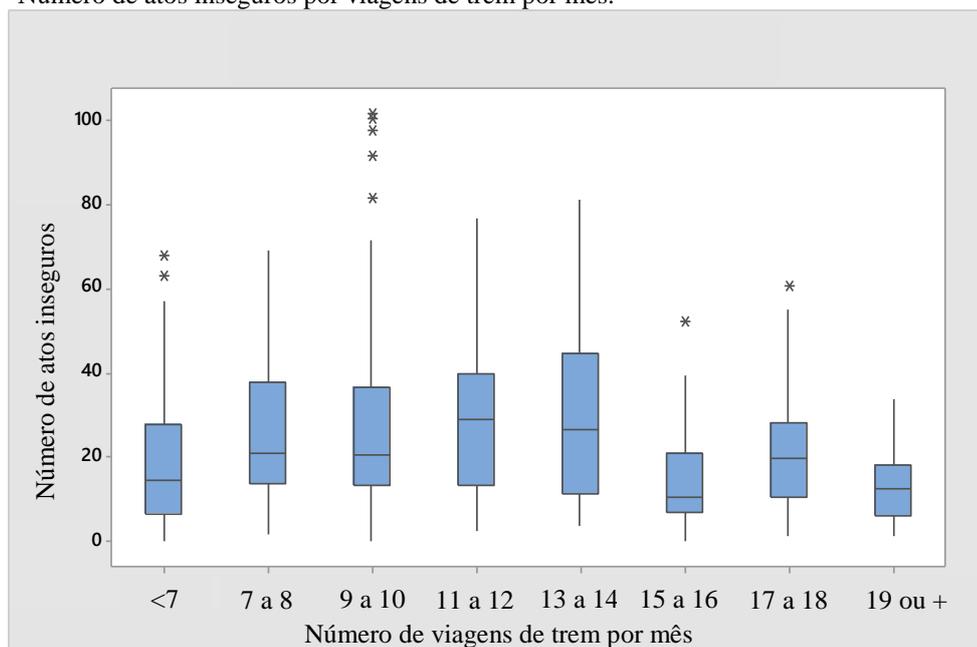
Os dados expostos na tabela 29 e no gráfico da figura 13, indicam que há maior média de atos inseguros entre os maquinistas que realizam entre 7 e 14 viagens por mês. Existem evidências estatísticas de que estas médias de atos inseguros por número de viagens de trem sejam diferentes, já que segundo análise de variância (ANOVA), para  $\alpha=0,05$ , obteve-se  $F_{(7,383)}= 5,49$ ;  $p<0,05$ .

Tabela 29 - Número de atos inseguros por viagens de trem por mês.

Viagens de trem por mês	Número médio de atos inseguros	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Abaixo de 7 trens por mês	19,55	17,04	0,00	68,00
7 a 8 trens por mês	25,62	15,51	2,00	69,00
9 a 10 trens por mês	27,64	21,09	0,00	102,00
11 a 12 trens por mês	30,60	19,85	3,00	77,00
13 a 14 trens por mês	29,17	20,74	4,00	81,00
15 a 16 trens por mês	14,95	12,46	0,00	52,00
17 a 18 trens por mês	22,54	15,44	1,00	61,00
Acima de 19 trens por mês	13,57	9,82	1,00	34,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 13 - Número de atos inseguros por viagens de trem por mês.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tratando os atos inseguros de forma categórica também foi observada, pelo teste de qui-quadrado, dependência entre os atos inseguros e o número de viagens de trem por mês, com  $X^2_{(35)} = 62,598$ ;  $p < 0,05$ . Através deste teste, entretanto, verificou-se maior contribuição das categorias 7 a 8 e 9 a 10 viagens de trens por mês na ocorrência de atos inseguros, havendo pouca contribuição das categorias 11 a 12 e 13 a 14 viagens, que haviam se mostrado relevantes ao analisar o número de atos inseguros.

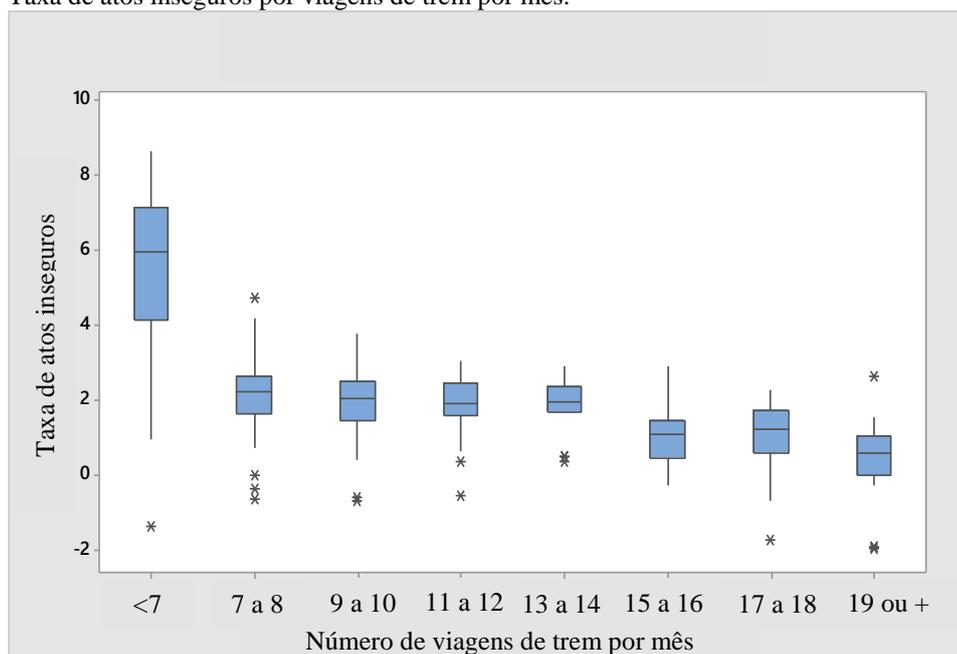
Quando se calcula a taxa média de atos inseguros, isto é, a quantidade de atos inseguros por 100 viagens de trem, verifica-se, conforme pode ser observado na tabela 30 e no gráfico da figura 14, que a taxa de atos inseguros decresce conforme a quantidade de viagens se eleva, ou seja, os maquinistas que realizaram poucas viagens cometeram um número muito superior de atos inseguros por viagem, enquanto aqueles que realizam muitas viagens por mês, tiveram uma taxa menor de atos inseguros.

Tabela 30 - Taxa de atos inseguros por viagens de trem por mês.

Viagens de trem por mês	Taxa média de atos inseguros	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Abaixo de 7 trens por mês	962,00	1306,00	0,00	5.700,00
7 a 8 trens por mês	11,75	13,65	0,52	116,13
9 a 10 trens por mês	9,66	8,24	0,00	43,51
11 a 12 trens por mês	8,51	5,47	0,58	20,73
13 a 14 trens por mês	7,74	4,61	1,42	18,84
15 a 16 trens por mês	3,54	3,88	0,00	18,46
17 a 18 trens por mês	4,07	2,70	0,18	9,95
Acima de 19 trens por mês	2,48	2,99	0,14	13,99

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 14 - Taxa de atos inseguros por viagens de trem por mês.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise de variância para a taxa de atos inseguros por número de viagens revelou que há diferenças estatisticamente significativas entre as médias, pois para  $\alpha=0,05$ , obteve-se  $F_{(7,383)}=3,70$ ;  $p<0,05$ . Os resultados, para taxa de atos inseguros, entretanto, diverge do observado em relação ao número de atos inseguros e atos inseguros categorizados, em que há mais atos inseguros entre os que realizam entre 7 e 10 viagens, não entre aqueles que realizam menos de 7 viagens de trem por mês.

Na tabela 31 observa-se que as menores frequências de envolvimento em acidentes estão nas categorias: abaixo de sete trens por mês (6,9%) e acima de 19 trens por mês (5%). As categorias em que há maior proporção de maquinistas envolvidos em acidentes estão entre 7 e 12 viagens de trem por mês.

Tabela 31 - Envolvimento em acidentes por viagens de trem por mês.

Viagens de trem por mês	Envolvimento em acidentes	Desvio Padrão
Abaixo de 7 trens por mês	0,0690	0,2549
7 a 8 trens por mês	0,5100	0,5024
9 a 10 trens por mês	0,4479	0,4999
11 a 12 trens por mês	0,5333	0,5074
13 a 14 trens por mês	0,2000	0,4140
15 a 16 trens por mês	0,2727	0,4558
17 a 18 trens por mês	0,3600	0,4899
Acima de 19 trens por mês	0,0500	0,2236

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados do teste de qui-quadrado revelaram haver dependência entre o envolvimento em acidentes e o número de viagens de trens por mês, já que  $X^2_{(7)} = 60,475$ ;  $p < 0,05$  e aponta maior ocorrência de acidentes entre os maquinistas que realizaram entre 7 e 12 viagens de trem por mês.

Em síntese, para a variável independente número de viagens de trem por mês, os valores de todos os testes de variância e dependência indicam haver relação entre o número de viagens de trem e os atos inseguros e acidentes, conforme pode ser observado na tabela 32. De uma forma geral, entende-se que as categorias na faixa entre 7 e 12 viagens de trem por mês foram as que mais se mostraram significativas para a ocorrência de atos inseguros e de acidentes.

Tabela 32 - Testes estatísticos para a VI número de viagens de trem por mês

Variável Dependente	Número de atos inseguros	Atos inseguros categorizados	Taxa de atos inseguros	Envolvimento em acidentes
Teste aplicado	<b>ANOVA</b>	<b>Qui-quadrado</b>	<b>ANOVA</b>	<b>Qui-quadrado</b>
Resultados	<b><math>F_{(7,383)} = 5,49</math></b> <b><math>p = 0,0001</math></b>	<b><math>X^2_{(35)} = 62,598</math></b> <b><math>p = 0,003</math></b>	<b><math>F_{(7,383)} = 3,70</math></b> <b><math>p = 0,0001</math></b>	<b><math>X^2_{(7)} = 60,475</math></b> <b><math>p = 0,0001</math></b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.2.7 Região de atuação

Os dados sobre a região em que os maquinistas atuam, isto é, a sede onde se apresentam para iniciar suas atividades, está exposta na tabela 33. As regiões com menor número de maquinistas são as regiões 5 e 6, com apenas 7%, e 9% do quadro, respectivamente. A seguir, tem-se as regiões 7 (10%) e 3 (11%). As demais regiões têm entre 14% e 18% dos maquinistas que compõem a base de dados.

As regiões de atuação com menor número médio de atos inseguros são as regiões 8 (18,63) e 3 (19,34). Duas regiões se destacam pelo elevado número de atos inseguros: região 5 (31,50) e região 2 (32,14), conforme pode ser observado na tabela 34 e no gráfico da figura 15. Há evidências estatísticas de que as médias de atos inseguros por região de atuação sejam diferentes, já que segundo análise de variância (ANOVA), para  $\alpha=0,05$ , obteve-se  $F_{(7,383)}=3,34$ ;  $p<0,05$ , assim, nas regiões 2 e 5 ocorre, de forma significativa, um maior número de acidentes por maquinista.

Tabela 33 - Região de atuação dos maquinistas.

Região de atuação	N	%
1	72	18%
2	62	16%
3	43	11%
4	56	14%
5	27	7%
6	35	9%
7	40	10%
8	60	15%

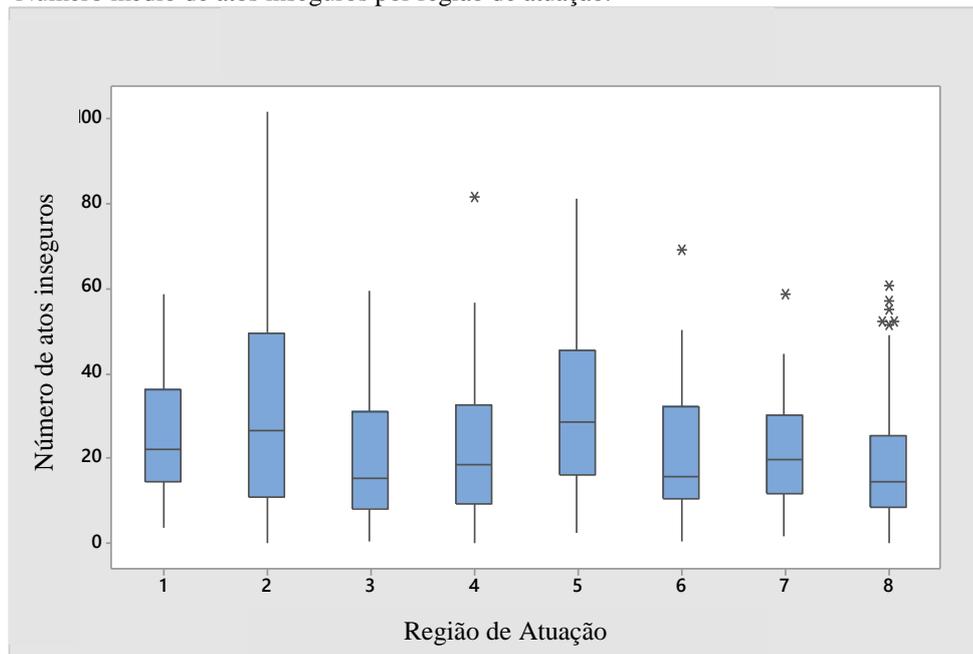
Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 34 - Número médio de atos inseguros por região de atuação.

Região de atuação	Número médio de atos inseguros	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
1	24,94	13,74	4,00	59,00
2	32,14	26,41	0,00	102,00
3	19,34	14,81	1,00	60,00
4	22,04	16,60	0,00	82,00
5	31,50	19,99	3,00	81,00
6	21,19	15,53	1,00	69,00
7	21,80	12,95	2,00	59,00
8	18,63	15,32	0,00	61,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 15 - Número médio de atos inseguros por região de atuação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tratando os atos inseguros de forma categórica também foi observada, pelo teste de qui-quadrado, dependência entre os atos inseguros e a região de atuação, com  $X^2_{(35)} = 68,315$ ;  $p < 0,05$ .

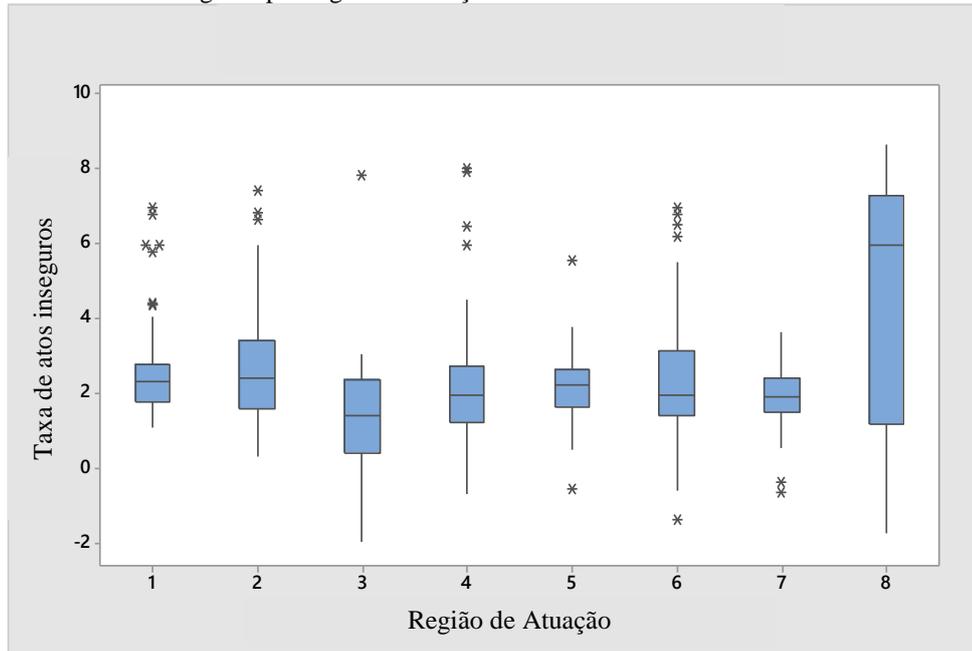
Quando os dados de atos inseguros são transformados em taxa, a região na qual se observa menor taxa é a 7 (8,47), seguida pela região 5 (19,89). As demais regiões têm taxas bastante superiores às regiões 7 e 5, chegando à média de 1.033 atos inseguros por 100 trens na região 8. Estas informações podem ser verificadas na tabela 35 e gráfico da figura 16.

Tabela 35 - Taxa de atos inseguros por região de atuação.

Região de atuação	Taxa média de atos inseguros	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
1	56,00	173,80	3,00	1.050,00
2	89,70	262,30	0,00	1.650,00
3	63,70	380,40	0,10	2.500,00
4	132,10	547,10	0,00	3.000,00
5	19,89	48,68	0,58	258,82
6	108,00	258,90	0,30	1.050,00
7	8,47	6,79	0,52	38,61
8	1.033,00	1.483,00	0,00	5.700,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 16 - Taxa de atos inseguros por região de atuação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise de variância para a taxa de atos inseguros por região de atuação revelou que há diferenças estatisticamente significativas entre as médias, pois para  $\alpha=0,05$ , obteve-se  $F_{(7,383)}=13,10$ ;  $p<0,05$ . Assim, ao se analisar a taxa de atos inseguros, tem-se a região 7 com a menor taxa e a região 8 com a maior.

Em relação ao envolvimento dos maquinistas em acidentes, conforme tabela 36, observa-se que há maior proporção de envolvimento em acidentes pelos maquinistas das regiões 4 (57,14%) e 7 (52,5%). Na região 8, apenas 20% dos maquinistas se envolveram em acidentes no período analisado, sendo esta a região com menor média de atos inseguros por maquinista, mas com maior taxa de atos inseguros a cada 100 trens, conforme exposto anteriormente. Os resultados do teste de qui-quadrado revelaram haver dependência entre o envolvimento em acidentes e a região de atuação, já que  $X^2_{(7)} = 29,835$ ;  $p < 0,05$ .

Tabela 36 - Envolvimento em acidentes por região de atuação.

Região de atuação	Envolvimento em acidentes	Desvio Padrão
1	0,2361	0,4277
2	0,2903	0,4576
3	0,3023	0,4647
4	0,5714	0,4994
5	0,2963	0,4653
6	0,4000	0,4971
7	0,5250	0,5057
8	0,2000	0,4034

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em síntese, para a variável independente região de atuação, os valores de todos os testes de variância e dependência indicam haver relação entre a região de atuação e os atos inseguros e acidentes, conforme pode ser observado na tabela 37. Entretanto, as sedes que se destacam são diferentes para cada variável resposta.

Tabela 37 - Testes estatísticos para a VI região de atuação

Variável Dependente	Número de atos inseguros	Atos inseguros categorizados	Taxa de atos inseguros	Envolvimento em acidentes
Teste aplicado	ANOVA	Qui-quadrado	ANOVA	Qui-quadrado
Resultados	$F_{(7,383)} = 3,34$ $p = 0,002$	$X^2_{(35)} = 68,315$ $p = 0,001$	$F_{(7,383)} = 13,10$ $p = 0,0001$	$X^2_{(7)} = 29,835$ $p = 0,0001$

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.2.8 Número de faltas ao trabalho

A tabela 38 apresenta o número de vezes em que os maquinistas faltaram ao trabalho no período estudado. Pode-se verificar que a maioria (52%) teve até oito faltas no período de três anos, 22% tiveram entre nove e 17 faltas, 12% faltaram entre 18 e 26 vezes e 10% apresentaram entre 27 e 35 faltas. Os 5% restantes tiveram mais de 36 faltas. Cabe lembrar que as faltas ao trabalho aqui consideradas não incluem ausências previstas em lei, bem como afastamentos pelo INSS superiores a 15 dias. A média de faltas ao trabalho no período foi de 2,4 dias.

Tabela 38 - Número de faltas ao trabalho dos maquinistas.

Número de faltas ao trabalho	<i>n</i>	%
0 a 8 faltas	205	52%
9 a 17 faltas	88	22%
18 a 26 faltas	46	12%
27 a 35 faltas	38	10%
Acima de 36 faltas	18	5%

Fonte: Elaborado pelo autor.

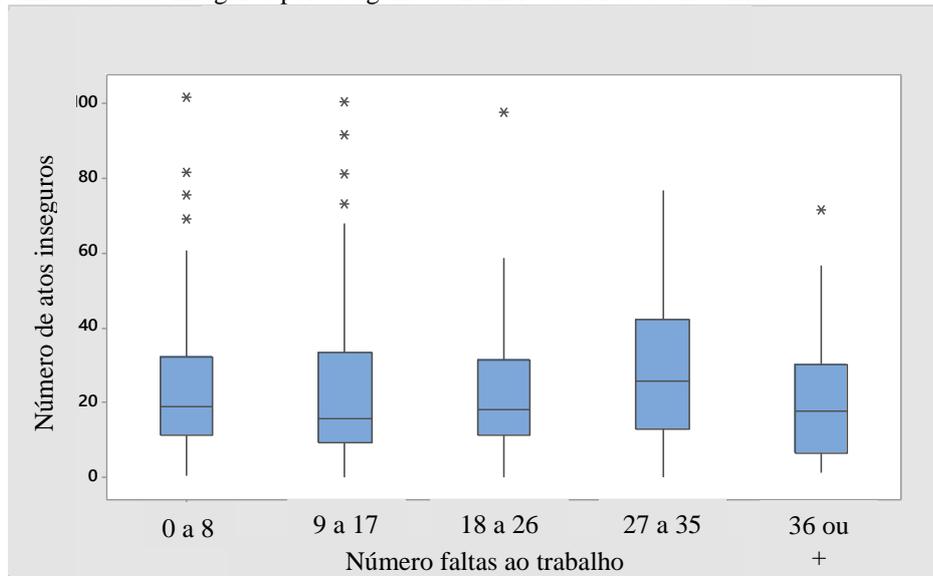
O número médio de atos inseguros distribuído entre as categorias de número de faltas é maior entre os maquinistas que apresentaram de 27 a 35 faltas no período analisado. Para as demais categorias, a média de atos inseguros é bastante semelhante, variando de 23,17 a 24,06, conforme tabela 39 e gráfico da figura 17. Entretanto, não existem evidências estatísticas de que as médias de atos inseguros por número de faltas ao trabalho sejam diferentes, já que segundo análise de variância (ANOVA), para  $\alpha=0,05$ , obteve-se  $F_{(4,386)}=0,54$ ;  $p>0,05$ .

Tabela 39 - Número de atos inseguros por categoria de número de faltas ao trabalho.

Número de faltas ao trabalho	Número médio de atos inseguros	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
0 a 8 faltas	23,31	16,42	1,00	102,00
9 a 17 faltas	24,06	20,84	0,00	101,00
18 a 26 faltas	23,17	18,59	0,00	98,00
27 a 35 faltas	27,74	18,44	0,00	77,00
Acima de 36 faltas	23,31	19,95	1,00	72,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 17 - Número de atos inseguros por categoria de número de faltas ao trabalho.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tratando os atos inseguros de forma categórica também não foi observada, pelo teste de qui-quadrado, dependência entre os atos inseguros e o número de faltas ao trabalho, com  $X^2_{(20)} = 17,062$ ;  $p > 0,05$ .

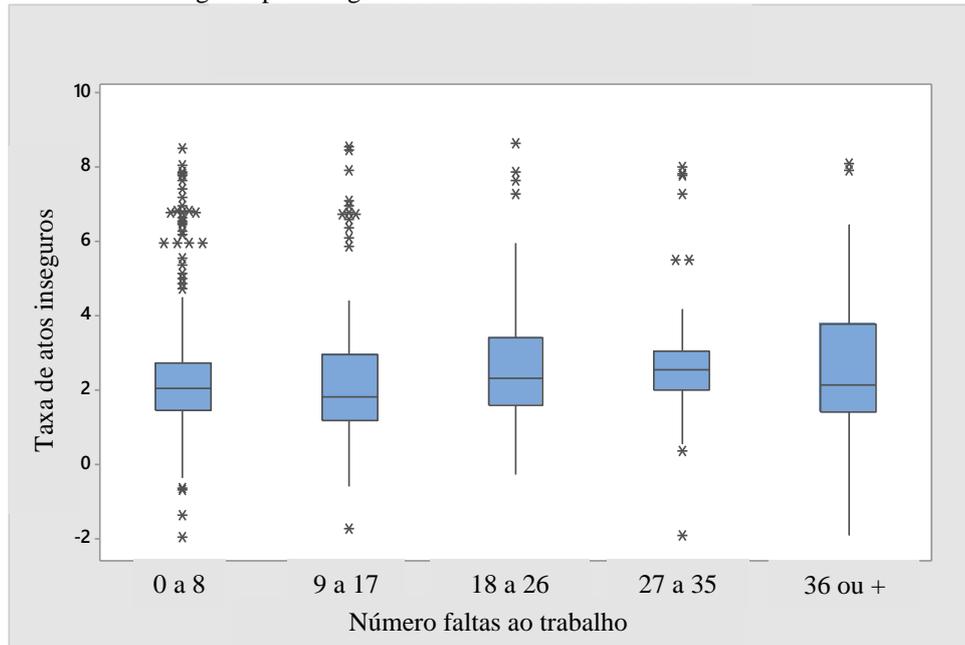
Em relação à taxa de atos inseguros, pode-se observar que a categoria acima de 36 faltas apresenta a maior taxa (400,00), enquanto a categoria de zero a oito faltas apresenta a menor taxa (169,50). Estes dados podem ser visualizados na tabela 40 e no gráfico da figura 18. A análise de variância para a taxa de atos inseguros por número de faltas ao trabalho, entretanto, revelou que não há diferenças estatisticamente significativas entre as médias, pois para  $\alpha = 0,05$ , obteve-se  $F_{(4,386)} = 0,56$ ;  $p > 0,05$ .

Tabela 40 - Taxa de atos inseguros por categoria de número de faltas ao trabalho.

Número de faltas ao trabalho	Taxa média de atos inseguros	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
0 a 8 faltas	169,50	574,00	0,10	5.150,00
9 a 17 faltas	235,70	829,90	0,00	5.200,00
18 a 26 faltas	292,00	975,00	0,00	5.700,00
27 a 35 faltas	271,00	748,00	0,00	3.000,00
Acima de 36 faltas	400,00	982,00	0,00	3.300,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 18 - Taxa de atos inseguros por categoria de número de faltas ao trabalho.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A tabela 41 apresenta a proporção de maquinistas envolvidos em acidentes por categoria de número de faltas. Por meio dos dados da tabela, pode-se verificar que há maior envolvimento em acidentes por maquinistas das categorias acima de 36 faltas (44,40%) e de 18 a 26 faltas (43,48%). A menor proporção de maquinistas envolvidos em acidentes está na categoria de 27 a 35 faltas (15,79%), que, por outro lado, é a categoria com maior média de atos inseguros, conforme tabela 39 (acima). Os resultados do teste de qui-quadrado, entretanto, revelaram não haver dependência entre o envolvimento em acidentes e o número de faltas  $X^2_{(4)} = 8,848$ ;  $p = 0,065$ . No entanto, considerando um nível de significância de 10%, pode-se verificar a existência de dependência entre as duas variáveis.

Tabela 41 - Envolvimento em acidentes por número de faltas ao trabalho.

Número de faltas ao trabalho	Envolvimento em acidentes	Desvio Padrão
0 a 8 faltas	0,3317	0,4720
9 a 17 faltas	0,3750	0,4869
18 a 26 faltas	0,4348	0,5012
27 a 35 faltas	0,1579	0,3695
Acima de 36 faltas	0,4440	0,5110

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em síntese, para a variável independente número de faltas ao trabalho, os valores dos testes de variância e dependência, em geral, não indicam haver relação entre o número de faltas ao trabalho e os atos inseguros, mas sim em relação ao envolvimento em acidentes, considerando-se nível de significância de 10% neste caso, conforme tabela 42.

Tabela 42 - Testes estatísticos para a VI número de faltas ao trabalho

Variável Dependente	Número de atos inseguros	Atos inseguros categorizados	Taxa de atos inseguros	Envolvimento em acidentes
Teste aplicado	ANOVA	Qui-quadrado	ANOVA	<b>Qui-quadrado</b>
Resultados	$F_{(4,386)} = 0,54$ $p = 0,704$	$X^2_{(20)} = 17,062$ $p = 0,649$	$F_{(4,386)} = 0,56$ $p = 0,692$	$X^2_{(4)} = 8,848$ $p = 0,065$

Fonte: Elaborado pelo autor.

Vale ressaltar que os resíduos dos testes foram revisados tendo satisfeitos os pressupostos: possuem uma distribuição normal, têm sua média igual a zero, têm sua variância constante e são independentes.

#### 4.2.9 Grau de escolaridade

Esta variável, que havia sido considerada no planejamento desta pesquisa, não foi analisada por nenhum teste estatístico, já que todos os maquinistas possuem o mesmo grau de escolaridade (segundo grau completo) registrado no sistema da empresa. O ensino médio é uma exigência para a função, e maiores níveis de escolaridade não foram encontrados na base de dados, possivelmente pelas dificuldades que as escalas de trabalho colocam à realização de um curso superior.

#### 4.3 Testes de Regressão

Nesta seção, composta de três subseções, são apresentados os resultados dos testes estatísticos de regressão, que visam medir o efeito conjunto das variáveis independentes sobre as variáveis resposta.

##### 4.3.1 Taxa de Atos Inseguros

Para a variável resposta taxa de atos inseguros, foi utilizado a análise de regressão linear múltipla, que revelou que três variáveis independentes são significativas: nível do cargo ( $p=0,042$ ); número de viagens de trem por mês ( $p=0,0001$ ); e região de atuação ( $p=0,0001$ ), conforme pode ser verificado na tabela 43.

Tabela 43 - Análise de variância para taxa de atos inseguros.

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	35	1196,45	34,1843	27,07	0,0001
Idade	5	1,44	0,2883	0,23	0,950
Estado Civil	1	2,60	2,5966	2,06	0,152
Número de dependentes	4	5,30	1,3243	1,05	0,382
Tempo de empresa	4	2,05	0,5121	0,41	0,805
Nível do cargo	3	10,50	3,4989	2,77	<b>0,042</b>
Número de viagens de trem por mês	7	690,39	98,6266	78,09	<b>0,0001</b>
Região de atuação	7	67,49	9,6415	7,63	<b>0,0001</b>
Número de faltas ao trabalho	4	1,52	0,3788	0,30	0,878

Fonte: Elaborado pelo autor.

Estas variáveis independentes, conforme tabela 44, em conjunto, explicam 72,74% da variância da taxa de atos inseguros, o que demonstra um bom poder de generalização do modelo. O resultado também evidencia a oportunidade para estudos posteriores, através da inclusão de novas variáveis, do refinamento do modelo atual. São exemplo de variáveis que podem explicar melhor a taxa de atos inseguros: horário de ocorrência dos atos inseguros, condições de visibilidade (chuva, sol, neblina), temperatura ambiente (frio, calor) e atos inseguros por gravidade.

Tabela 44 - Sumário do modelo de regressão para taxa de atos inseguros.

S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq (pred)
1,12381	72,74%	70,05%	66,63%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando os coeficientes de cada uma das variáveis significativas na regressão linear, pode-se verificar que, em relação ao nível do cargo, são significativos para o modelo os níveis: acima de 12 mil horas de condução ( $p=0,005$ ) e entre 7.501 horas e 12.000 horas de condução ( $p=0,064$ ), desde que para este último se considere uma significância de 10%. Ambos os preditores têm coeficientes negativos, e, portanto, quando se eleva o nível do cargo, reduz-se a taxa de atos inseguros. O primeiro nível de cargo (até 3.000 horas de condução) não foi considerado no modelo. Estes dados podem ser observados na tabela 45.

Tabela 45 - Coeficientes para as categorias de nível do cargo no modelo de regressão linear para taxa de atos inseguros

Nível do Cargo	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Entre 3.001 horas e 7.500 horas de condução	-0,207	0,150	-1,38	0,168	1,47
Entre 7.501 horas e 12.000 horas de condução	-0,388	0,209	-1,86	0,064	2,27
Acima de 12.001 horas de condução	-0,838	0,294	-2,85	0,005	2,87

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação às categorias da variável número de viagens de trem por mês, apenas o primeiro nível (até 7 trens por mês) não foi considerado no modelo de regressão. Todas as demais categorias mostraram-se significativas, com  $p=0,0001$ , conforme tabela 46. Pode-se observar também que todas as categorias têm coeficientes negativos, o que indica que fazer mais viagens de trem por mês reduz a taxa de atos inseguros.

Tabela 46 - Coeficientes para as categorias de número de viagens de trem por mês no modelo de regressão linear para taxa de atos inseguros

Número de viagens de trem por mês	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
7 a 8 trens por mês	-2,848	0,197	-14,48	0,0001	2,28
9 a 10 trens por mês	-3,181	0,199	-15,96	0,0001	2,26
11 a 12 trens por mês	-3,161	0,271	-11,68	0,0001	1,60
13 a 14 trens por mês	-3,587	0,351	-10,23	0,0001	1,41
15 a 16 trens por mês	-4,812	0,298	-16,14	0,0001	1,40
17 a 18 trens por mês	-4,730	0,279	-16,94	0,0001	1,44
Acima de 19 trens por mês	-4,376	0,332	-13,17	0,0001	1,66

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto às categorias de região de atuação, mostraram-se significativas para o modelo as regiões 2, 3, 6, 7 e 8, cujos valores de  $p$  são baixos e podem ser visualizados na tabela 47.

Tabela 47 - Coeficientes para as regiões de atuação no modelo de regressão linear para taxa de atos inseguros

Região de atuação	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
2	0,456	0,213	2,15	0,033	1,84
3	-0,474	0,242	-1,96	0,051	1,78
4	-0,124	0,218	-0,57	0,570	1,75
5	-0,197	0,282	-0,70	0,486	1,59
6	-0,484	0,246	-1,97	0,050	1,53
7	-0,484	0,235	-2,06	0,041	1,57
8	1,157	0,256	4,52	0,0001	2,61

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.3.2 Número de Atos Inseguros

Para a variável resposta número de atos inseguros, foram aplicados dois tipos de regressão: regressão linear múltipla e regressão de Poisson.

Como pode-se ver na tabela 48, duas variáveis independentes foram consideradas significativas: nível do cargo ( $p=0,001$ ) e número de viagens de trem por mês ( $p=0,009$ ). Estas duas variáveis já haviam sido consideradas significativas para a variável taxa de atos inseguros, conforme exposto anteriormente.

Tabela 48 - Análise de variância para número de atos inseguros

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	35	65,438	1,86964	2,57	0,000
Idade	5	1,915	0,38297	0,53	0,756
Estado Civil	1	0,014	0,01429	0,02	0,889
Número de dependentes	4	1,688	0,42195	0,58	0,677
Tempo de empresa	4	1,054	0,26344	0,36	0,835
Nível do cargo	3	12,776	4,25861	5,86	0,001
Número de viagens de trem por mês	7	13,913	1,98761	2,73	0,009
Região de atuação	7	5,467	0,78098	1,07	0,379
Número de faltas ao trabalho	4	0,598	0,14959	0,21	0,935

Fonte: Elaborado pelo autor.

Entretanto, o modelo de regressão aplicado, conforme exposto na tabela 49, mostrou-se com baixo poder de explicação da variável resposta (20,23%).

Tabela 49 - Sumário do modelo de regressão para taxa de atos inseguros

S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq (pred)
0,852517	20,23%	12,37%	2,65%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em geral, o modelo de regressão linear para o número de atos inseguros traz variáveis semelhantes ao modelo de regressão aplicado à taxa de atos inseguros, exposto anteriormente. Por exemplo, indica que quanto maior o nível do cargo, menor o número de atos inseguros, já que os coeficientes são negativos, conforme tabela 50.

Tabela 50 - Coeficientes para as categorias de nível do cargo no modelo de regressão linear para número de atos inseguros

Nível do Cargo	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Entre 3.001 horas e 7.500 horas de condução	-0,360	0,114	-3,16	0,002	1,47
Entre 7.501 horas e 12.000 horas de condução	-0,435	0,159	-2,74	0,006	2,27
Acima de 12.001 horas de condução	-0,822	0,223	-3,69	0,0001	2,87

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por outro lado, diferentemente do que foi observado previamente, o coeficiente para o número de viagens de trem é positivo quanto se aplica a regressão ao número de atos inseguros (tabela 51), o que indica que mais viagens de trem por mês levam a maior número de atos inseguros. Este resultado decorre, possivelmente, do fato de que um maior número de viagens expõe a maiores riscos de cometer atos inseguros, dado o maior tempo que o maquinista se mantém conduzindo o trem.

Tabela 51 - Coeficientes para as categorias de número de viagens de trem por mês no modelo de regressão linear para número de atos inseguros

Número de viagens de trem por mês	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
7 a 8 trens por mês	0,400	0,149	2,68	0,008	2,28
9 a 10 trens por mês	0,388	0,151	2,57	0,011	2,26
11 a 12 trens por mês	0,592	0,205	2,89	0,004	1,60

Fonte: Elaborado pelo autor.

Desta forma, diante do baixo poder explicativo do modelo de regressão para o número de atos inseguros (tabela 49), pode-se considerar que o estudo que tem como base a variável resposta taxa de atos inseguros é mais adequado do o que utiliza como variável resposta o número de atos inseguros.

De forma alternativa à regressão linear múltipla para a variável resposta número de atos inseguros, realizou-se também a regressão de Poisson, modelo moderno que tem por objetivo analisar o comportamento, em função de variáveis preditoras, de uma determinada variável dependente, que se apresenta na forma quantitativa com valores discretos e não negativos. Os resultados podem ser verificados na tabela 52.

Por meio deste modelo de regressão, conclui-se que os fatores significativos são idade (positivo), número dependentes (positivo), nível do cargo (negativo), número de viagens de trem por mês (negativo) e região de atuação (negativo). Com exceção das variáveis idade e número de dependentes, que não haviam sido consideradas significativas nos outros dois modelos, nem nas análises de variância e qui-quadrado, as demais variáveis já haviam sido consideradas como significativas pelo menos em um modelo de regressão.

Tabela 52 - Resultados da regressão de Poisson para número de atos inseguros

Fator	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc	start	sample
beta0	3,61	1,03	0,03436	1,566	3,611	5,705	1000	1000
beta 1 - Idade	0,03708	0,008939	3,03E-01	0,02085	0,03679	0,05587	1000	1000
beta 2 - Escolaridade	-	1,029	0,03447	-2,115	-0,03182	2,076	1000	1000
beta 3 - Estado Civil	0,009449	0,0271	0,001093	-0,06352	-0,01062	0,04262	1000	1000
beta 4 - Número de dependentes	-0,01073	0,01007	3,09E-01	0,03176	0,05066	0,07049	1000	1000
Beta 5 - Tempo de empresa	0,05058	0,01007	3,09E-01	0,03176	0,05066	0,07049	1000	1000
Nível do cargo	0,01836	0,01257	4,06E-01	-0,006696	0,01815	0,04268	1000	1000
Número de viagens de trem por mês	-0,2348	0,01414	4,65E-01	-0,2611	-0,2355	-0,2077	1000	1000
Região de atuação	-0,01634	0,005501	1,78E-01	-0,02708	-0,01635	-0,00585	1000	1000
Número de faltas ao trabalho	-0,04652	0,004281	1,4E-4	-0,05472	-0,04673	-0,03787	1000	1000
	0,01072	0,008631	2,63E-01	-0,006134	0,01074	0,02758	1000	1000

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 4.3.3 Envolvimento em Acidentes

Para a variável resposta envolvimento em acidentes, foi utilizado o modelo de regressão logística. Segundo este modelo, cujos resultados estão expostos na tabela 53, a única variável significativa é o tempo de empresa, que apresentou  $p=0,032$  e coeficiente negativo (-0,284587), ou seja, elevando-se o tempo de empresa, tende a se reduzir a probabilidade de envolvimento em acidentes.

Tabela 53 - Resultados da regressão Logística para envolvimento em acidentes

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Ratio	Lower	Upper
Constant	-0,519202	0,666948	-0,78	0,436	-	-	-
Número de dependentes	-0,0745962	0,105522	-0,71	0,480	0,93	0,75	1,14
Nível do cargo	0,234060	0,146865	1,59	0,111	1,26	0,95	1,69
Região de atuação	0,0648228	0,0448925	1,44	0,149	1,07	0,98	1,17
Número de faltas	-0,0017693	0,0902012	-0,02	0,984	1,00	0,84	1,19
Número de viagens de trem por mês	-0,0342709	0,0559073	-0,61	0,540	0,97	0,87	1,08
Tempo de empresa	-0,284587	0,132747	-2,14	0,032	0,75	0,58	0,98
Estado civil	0,0323845	0,281945	0,11	0,909	1,03	0,59	1,79
Idade	0,0090003	0,0933354	0,10	0,923	1,01	0,84	1,21

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 4.4 Síntese dos resultados

Uma síntese das análise de variância e de dependência é apresentada na tabela 54. Os itens em negrito correspondem a resultados estatisticamente significativos, que se concentram nas variáveis tempo de empresa, nível do cargo, número de viagens de trem por mês e região de atuação.

Tabela 54 - Síntese das análise de variância e dependência

Variáveis	Número de atos inseguros	Atos inseguros categorizados	Taxa de atos inseguros	Envolvimento em acidentes
Idade	$F_{(5,385)}=1,82$ $p=0,107$	$X^2_{(25)}=32,351$ $p=0,148$	$F_{(5,385)}=2,47$ $p=0,032$	$X^2_{(5)}=3,922$ $p=0,561$
Estado civil	$F_{(1,389)}=0,16$ $p=0,686$	$X^2_{(5)}=3,224$ $p=0,665$	$F_{(1,389)}=3,43$ $p=0,065$	$X^2_{(1)}=0,253$ $p=0,615$
Número de dependentes	$F_{(4,386)}=0,30$ $p=0,877$	$X^2_{(20)}=22,566$ $p=0,311$	$F_{(4,386)}=1,46$ $p=0,213$	$X^2_{(4)}=4,076$ $p=0,396$
Tempo de empresa	<b><math>F_{(4,386)}=4,80</math></b> <b><math>p=0,001</math></b>	<b><math>X^2_{(20)}=36,338</math></b> <b><math>p=0,014</math></b>	<b><math>F_{(4,386)}=4,46</math></b> <b><math>p=0,002</math></b>	<b><math>X^2_{(4)}=3,819</math></b> <b><math>p=0,431</math></b>
Nível do cargo	<b><math>F_{(3,387)}=11,87</math></b> <b><math>p=0,0001</math></b>	<b><math>X^2_{(20)}=39,600</math></b> <b><math>p=0,001</math></b>	<b><math>F_{(3,387)}=3,70</math></b> <b><math>p=0,012</math></b>	<b><math>X^2_{(4)}=1,395</math></b> <b><math>p=0,707</math></b>
Número de viagens de trem por mês	<b><math>F_{(7,383)}=5,49</math></b> <b><math>p=0,0001</math></b>	<b><math>X^2_{(35)}=62,598</math></b> <b><math>p=0,003</math></b>	<b><math>F_{(7,383)}=3,70</math></b> <b><math>p=0,0001</math></b>	<b><math>X^2_{(7)}=60,475</math></b> <b><math>p=0,0001</math></b>
Região de atuação	<b><math>F_{(7,383)}=3,34</math></b> <b><math>p=0,002</math></b>	<b><math>X^2_{(35)}=68,315</math></b> <b><math>p=0,001</math></b>	<b><math>F_{(7,383)}=13,10</math></b> <b><math>p=0,0001</math></b>	<b><math>X^2_{(7)}=29,835</math></b> <b><math>p=0,0001</math></b>
Número de faltas ao trabalho	$F_{(4,386)}=0,54$ $p=0,704$	$X^2_{(20)}=17,062$ $p=0,649$	$F_{(4,386)}=0,56$ $p=0,692$	<b><math>X^2_{(4)}=8,848</math></b> <b><math>p=0,065</math></b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados dos testes de regressão estão sintetizados na tabela 55.

Tabela 55 - Síntese dos resultados dos testes de regressão

Modelo de Regressão	Regressão Linear	Regressão Linear	Regressão de Poisson	Regressão Logística
Variáveis	Taxa de atos inseguros	Número de atos inseguros		Envolvimento em acidentes
Idade	$p=0,950$	$p=0,756$	<b>relação positiva</b>	$p=0,923$
Estado civil	$p=0,152$	$p=0,889$	-	$p=0,909$
Número de dependentes	$p=0,382$	$p=0,677$	<b>relação positiva</b>	$p=0,480$
Tempo de empresa	$p=0,805$	$p=0,835$	-	<b><math>p=0,032</math></b>
Nível do cargo	<b><math>p=0,042</math></b>	<b><math>p=0,001</math></b>	<b>relação negativa</b>	$p=0,111$
Número de viagens por mês	<b><math>p=0,0001</math></b>	<b><math>p=0,009</math></b>	<b>relação negativa</b>	$p=0,54$
Região de atuação	<b><math>p=0,0001</math></b>	$p=0,379$	<b>relação negativa</b>	$p=0,149$
Número de faltas ao trabalho	$p=0,878$	$p=0,935$	-	$p=0,984$

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com relação à variável idade, somente em dois momentos ela figura como significativa: a) em relação à taxa de atos inseguros, em que, por meio da análise de variância, foi detectada diferença significativa nas médias, que apontam maior taxa de atos inseguros entre os maquinistas com idade superior a 46 anos e; b) na regressão de Poisson, em que a idade tem uma relação positiva com o número de atos inseguros, ou seja, quanto maior a idade, maior o número de atos inseguros. Pode-se considerar, assim, que a idade tem certa relação com os atos inseguros, embora esta relação não apareça na maior parte das análises realizadas. Este resultado está de acordo com o que Iida (2005) aponta acerca do processo de envelhecimento. Segundo este autor, o envelhecimento dificulta o processamento de estímulos, em especial os mais complexos, e afeta o tempo de reação, o que poderia explicar a alta taxa de atos inseguros cometidos pelos maquinistas acima de 46 anos. Por outro lado, o resultado contraria estudos como o de Ng e Feldman (2008), que apontam correlação positiva entre idade e comportamento seguro, ou seja, funcionários mais velhos tendem a apresentar maior compromisso com regras e procedimentos de segurança, o que reduziria a ocorrência de atos inseguros.

O estado civil dos maquinistas parece ter ainda menos relação com os atos inseguros, já que é tido como significativo apenas na análise de variância para a taxa de atos inseguros, que é maior entre os maquinistas casados (formal ou informalmente). O único estudo encontrado que relacionava estado civil com envolvimento em violações de trânsito também apontou não haver relação estatisticamente significativa entre estas duas variáveis (SHAWKY; AL-BADI; AL-GHAFLI, 2017).

Quanto ao número de dependentes, conclui-se como pouco relevante, já que esta variável não apareceu como significativa em nenhuma análise de variância ou de dependência, sendo apontada apenas na regressão de Poisson como tendo uma relação positiva com o número de atos inseguros. Não havia expectativas de que esta variável apresentasse relevância estatística, já que não foi localizado nenhum estudo que apontasse a relação entre o número de dependentes e atos inseguros ou acidentes.

É possível que, de certa forma, as variáveis idade, estado civil e número de dependentes tenham uma dependência entre si, pois maquinistas mais velhos têm maior probabilidade de serem casados e terem mais dependentes. Assim, diante do fato de haver relação entre idade e atos inseguros, com os mais velhos se envolvendo em maior número de atos inseguros, os casados e os que têm mais dependentes, por, possivelmente serem mais velhos, também tenderiam a se envolver em maior número de atos inseguros.

O tempo de empresa se mostrou como um fator significativo em todas as análises de variância e de dependência relacionadas a atos inseguros, mas não na análise relacionada a acidentes. Por outro lado, nas análises de regressão o tempo de empresa somente figura como relevante em relação ao envolvimento em acidentes. Trata-se, assim, de uma variável com resultados bastante contraditórios, pois enquanto as médias de atos inseguros são significativamente menores conforme se eleva o tempo de empresa, a taxa de atos inseguros se eleva conforme aumenta o tempo de empresa. Ademais, embora não haja diferença significativa entre o percentual de maquinistas envolvidos em acidentes por tempo de empresa, esta variável é considerada, na regressão logística como a única significativa. Por ter coeficiente negativo, a elevação do tempo de empresa reduziria a probabilidade de envolvimento em acidentes. Desta forma, diante das diferenças na direção das correlações, o tempo de empresa não parece ser uma variável a ser realmente considerada como relevante para a ocorrência de atos inseguros. A opção por avaliar esta variável foi para complementar a avaliação da relação da experiência com os atos inseguros, pois segundo Sturman (2003), o conhecimento sobre a organização tem efeitos únicos no desempenho do trabalho além do que podem ser atribuídos à experiência adquirida realizando um conjunto específico de tarefas. Entretanto, o presente estudo revelou não haver linearidade da relação entre tempo de empresa e envolvimento em atos inseguros. Possivelmente, isto se explica pelo fato de que os colaboradores, ao ingressarem na empresa, não têm um tempo determinado para passarem à função de maquinista, permanecendo por um período variável em outras funções. Alguns, entretanto, já são contratados como maquinistas devido à experiência prévia em outras empresas ou até mesmo na empresa estudada em um período anterior.

O nível do cargo figura entre as variáveis mais relevantes para o presente estudo. A diferença observada entre as médias de atos inseguro e taxa de atos inseguros para os níveis de cargo são estatisticamente significativas e indicam que há menor número e taxa de atos inseguros conforme se eleva o nível do cargo. Esta significância e a direção da relação são confirmadas nas duas regressões lineares e na regressão de Poisson. Deste modo, pode-se concluir que o nível do cargo é um fator relevante para a ocorrência de atos inseguros, embora não seja para a probabilidade de envolvimento em acidentes. O resultado referente a esta variável está de acordo com os diversos estudos que apontam a importância da experiência profissional para a redução de atos inseguros. Como o próprio modelo HFACS aponta, a pouca experiência pode elevar a ocorrência de erros de procedimento, “escolhas pobres”, erros de resolução de problemas e erros de técnica (SHAPPELL; WIEGMANN, 2000). Para a RSSB (2014) a competência (conhecimento, habilidade e experiência) é fundamental para a redução dos atos inseguros em operações ferroviárias. De forma semelhante, Mendes, Mendes e Bomfin (2013) apontam para a importância da experiência na condução de trens (medida em horas) para a redução de acidentes que decorrem de violações de procedimentos pelos maquinistas.

As diferenças de média encontradas nas categorias número de viagens de trem por mês mostraram-se estatisticamente significativas para todas as variáveis dependentes (número, número categorizado, taxa e envolvimento em acidentes). Esta variável também figurou como um fator significativo nas regressões para taxa (regressão linear) e para número de atos inseguros (regressão de Poisson e linear), porém com coeficientes ora positivos (regressão linear pra número), ora negativos (regressão de Poisson para número e regressão linear para taxa), o que torna a compreensão da influência desta variável complexa. Entretanto, dado que o modelo de regressão linear para número de atos inseguros mostrou-se com baixo poder explicativo, pode-se considerar, levando em conta a regressão linear para taxa de atos inseguros e a regressão de Poisson para número de atos inseguros, que a variável número de viagens tem uma relação negativa com os atos inseguros, ou seja, quanto mais viagens de trem por mês, menor a ocorrência de atos inseguros. Se levarmos em consideração que mais viagens de trem por mês implicam em maior fadiga, os resultados do presente estudo, seriam opostos ao que se encontrou na literatura (SHAPPELL; WIEGMANN, 2000; RSSB, 2014; BAYSARY et al., 2009; SUSSMAN; RASLEAR, 2007. Entretanto os dados coletados para esta variável não retrataram o tempo de condução antes da ocorrência de um ato inseguro. Ademais, dado que o número máximo de viagens por mês registrado foi de 21 viagens, não se pode considerar que estes condutores estariam exaustos ou apresentado sinais de fadiga.

Assim, os resultados encontrados não podem ser comparados a dados da literatura, já que se trata de um indicador bastante específico.

Quanto à região de atuação, houve diferença estatisticamente significativa entre as médias das regiões para todas as variáveis analisadas. Entretanto, quando se fala em número de atos inseguros, as regiões 2 e 5 apresentam as maiores médias, mas quando se trata de taxa de atos inseguros, as regiões 4, 6 e 8 passam a ter as maiores médias. Isto ocorre porque nestas três regiões, os maquinistas têm uma média menor de viagens por mês, o que faz com que a taxa de atos inseguros torne-se maior. É interessante observar que, em um nível mais abrangente, as regiões 2 e 5 são vizinhas, assim como ocorre com as regiões 4, 6 e 8, que também fazem fronteira entre si. Considerando este fato, pode-se atribuir a características do relevo e à conseqüente maior complexidade de condução nestas regiões como fatores relevantes para a elevação da taxa de atos inseguros nas regiões 4, 6 e 8. Além disso, estas regiões estão sob uma mesma gestão em nível gerencial, o que leva a suposições sobre a influência da liderança sobre o comportamento dos maquinistas, como apontado por Correa e Cardoso Júnior (2007) e Shappell e Wiegmann (2000).

O número de faltas ao trabalho não pode ser considerado como um fator importante, já que não há diferenças significativas entre as médias das diversas categorias em relação aos atos inseguros, embora haja uma diferença significativa em relação ao envolvimento em acidentes. Ademais, esta variável não apareceu como relevante em nenhum dos testes de regressão.

Desta forma, há poucos indícios para concluir que há relações significativas entre as variáveis pessoais (idade, estado civil e número de dependentes) e os atos inseguros. Já em relação às variáveis profissionais, algumas podem ser consideradas importantes, como o número de viagens de trem por mês e a região de atuação. No entanto, dentre todas as variáveis, a que se mostra como mais relevante é o nível do cargo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como tratado ao longo do texto, a segurança das operações ferroviárias depende de vários fatores, incluindo regras de operação ferroviária, confiabilidade da infraestrutura de via férrea e do material rodante (locomotivas, vagões), cultura de segurança organizacional e fatores humanos. Neste contexto, o maquinista tem papel fundamental, uma vez que suas ações no comando das locomotivas irão aumentar as chances da composição chegar em segurança ao seu destino. Diante disto, a qualidade desta mão de obra é imprescindível para os resultados das empresas do segmento ferroviário.

O presente estudo propôs identificar características pessoais e profissionais dos maquinistas que, tendo relação com a ocorrência de atos inseguros, pudessem orientar as políticas de seleção e de treinamento e desenvolvimento de maquinistas das empresas do ramo ferroviário.

Os resultados, entretanto, contribuem pontualmente para as políticas de seleção, já que não se pode considerar a maioria das variáveis pessoais como estatisticamente significativas, com exceção para a idade. Por outro lado, os resultados trazem contribuições para reforçar a necessidade de políticas eficazes de treinamento e desenvolvimento, já que revelam a importância do treinamento de qualidade e o emprego de técnicas que acelerem o aprendizado dos maquinistas e consecutivamente a atuem na redução dos atos inseguros e acidentes. Ademais, pode-se compreender que, diante do fato de que a experiência na função é fator fundamental para a segurança nas operações, esta pesquisa traz subsídios para reforçar a importância dos planos e incentivo a carreira, das políticas de retenção para esta categoria profissional, da simplificação de procedimentos operacionais e das automações para redução da exposição ao risco das falhas humanas. Como pôde-se observar nos dados sobre o nível do cargo, na população estudada decresce o número de profissionais a cada nível de cargo, tendo-se 36% do quadro na faixa mais baixa em termos de experiência profissional. Ou seja, parece ser necessário encontrar meios que favoreçam e estimulem estes profissionais alcançarem os níveis máximos, ou ao menos intermediários, de prática na função e adotar políticas que amplifiquem a sua permanência na empresa. Ainda, o presente estudo reforça a necessidade de investimento em meios modernos de treinamento para estes profissionais, como o aprimoramento da condução através do uso de simulador de de trens, de forma a acelerar o processo de aprendizagem em ambiente virtual controlado, conforme exposto por Mendes, Mendes e Bomfin (2013). Com isto, não se está afirmando que estas práticas de

treinamento, desenvolvimento e retenção não existam na empresa estudada, mas sim, que a presente pesquisa aponta estas políticas como imprescindíveis para o incremento da segurança operacional.

Há oportunidades de ampliação, em estudos posteriores, do escopo da pesquisa aqui apresentada, tal como incluir como variáveis: tempo e quantidade de treinamentos computados, aderência do maquinista à máxima velocidade permitida, consumo de combustível pelo maquinista, número de acidentes pessoais, pontuação histórica na carteira de avaliação e não apenas do período analisado, tempo de experiência em outras ferrovias antes da atuação como maquinista na empresa estudada, tempo de jornada decorrido antes da ocorrência do ato inseguro, nível de atenção concentrada e capacidade de aprendizagem dos maquinistas, dentre outros aspectos. Ademais, pode-se incluir uma análise dos tipos de atos inseguros e das causas principais dos acidentes, considerando também o nível de criticidade dos mesmos. Além disso, seria interessante definir critérios para desconsiderar dados que são *outliers*, que não refletem a realidade do todo e acabam dificultando a análise dos dados, principalmente em relação à variável resposta taxa de atos inseguros. Assim, retirar do estudo maquinistas que têm um número muito reduzido de viagens, ou que se afastaram por muito tempo no período analisado seria importante. Os resultados ainda apontam oportunidades de investigações relacionadas a uma melhor compreensão da variável “região de atuação” ponderando as diferentes complexidades das operações nestas regiões, além do aprimoramento do estudo dos efeitos que a liderança local possui sobre o comportamento dos maquinistas, e consecutivamente, sob o número de atos inseguros e acidentes. Através do presente estudo, identificou-se a necessidade da empresa estudada ampliar sua base de dados para estudos posteriores, com o objetivo de aprofundar as razões que levam os maquinistas aos atos inseguros, pois, com base nos tipos de atos inseguros e causas dos acidentes, seria possível alterar a estratégia de treinamentos, simplificar procedimentos e até mesmo implementar tecnologias que protejam o operador de tais falhas. Desta forma, torna-se fundamental a adoção imediata de questionários, conforme aponta a literatura, através dos quais se responda e registre os principais fatores relevantes a cada nova ocorrência de acidentes e atos inseguros, formando um grande banco de dados para análise global. Ainda, como oportunidade interna, tal questionário pode ser amplamente difundido para outras áreas da empresa, avaliando também outros cargos, auxiliando de forma geral na redução dos atos inseguros e possíveis acidentes.

Outra oportunidade relevante, uma vez que o cargo de maquinista é comum a outros corredores ferroviários e ferrovias, é a apresentação deste estudo para outras empresas, na

busca por novas óticas de análise, fomentando a possibilidade da extensão deste mesmo, ou aprimorado, modelo de análise e permitindo, por fim, uma ampla comparação entre maquinistas das diferentes ferrovias.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT. **Resolução nº 1431 de 26/04/2006**, 2006.

ALMEIDA, M. N. **Estabelecimento das características cognitivas, fisiológicas e psicológicas no desempenho dos trabalhadores através de modelos representativos: o caso de uma indústria de calçados da Paraíba**. 2013. 114f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013.

ALNASRALLAH, Y. Employee Motivation and Performance. **International Journal of Scientific & Engineering Research**, v. 7, n. 1, p. 788 – 790, 2016.

ANTUNES, L. C. **Aspectos cronobiológicos do trabalho de turno**. Dissertação (Mestrado em Medicina) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS – ANTF. **Informações Gerais**. ANTF, s/d. Disponível em: <<http://www.antf.org.br/informacoes-gerais/>>. Acesso em jun/2017.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS – ANTF. **Balanco do Transporte Ferroviário de Cargas 2014**, set. 2015. Disponível em: <<http://www.antf.org.br/images/2015/informacoes-do-setor/numeros/balanco-do-transporte-ferroviario-de-2014-v130815.pdf>>. Acesso em mai/2016.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS – ANTF. **Do campo ao porto**, 2017. Disponível em: <[HTTP://WWW.ANTF.ORG.BR/RELEASES/DO-CAMPO-AO-PORTO/](http://WWW.ANTF.ORG.BR/RELEASES/DO-CAMPO-AO-PORTO/)>. Acesso em jun./2017.

AREOSA, J. As percepções de riscos ocupacionais no setor ferroviário. **Sociologia, Problemas e Práticas**, Lisboa, n. 75, p. 83-107, maio 2014.

ATHAYDE, I. R. **Qualidade de vida no trabalho e segurança de voo: a integração através do estudo de fatores humanos na aviação**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2011.

BARBARINI, L. H. M. **Análise de risco para embarcações com sistemas de alarmes com foco nos fatores humanos e organizacionais**. 2012. 237f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

BARBOSA, R. S. **Estudo da dinâmica longitudinal do trem**. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas, 1993. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/264646/1/Barbosa,%20Roberto%20Spinola.pdf>>. Acesso em jun./2017.

BAYSARY, M. T.; CAPONECCHIA, C.; MCINTOSH, A. S.; WILSON, J. R. Classification of errors contributing to rail incidents and accidents: a comparison of two human error identification techniques. **Safety Science**, v. 47, p. 948–957, 2009. [Texto disponibilizado pelo autor via researchgate.com].

BAYSARY, M. T.; MCINTOSH, A. S.; WILSON, J. R. Understanding the human factors contribution to railway accidents and incidents in Australia. **Accident Analysis and Prevention**, v. 40, p. 1750–1757, 2008. Disponível em: <http://tarjomefa.com/wp-content/uploads/2017/02/6030-English-TarjomeFa.pdf>. Acesso em: nov. 2017.

BERALDO, R. B. **Uma abordagem quantitativa para a definição da criticidade de ocorrências ferroviárias na Vale**. 99 p. Monografia (Especialização em Transporte Ferroviário de Carga) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro – RJ, 2008.

BRASIL. **Decreto-lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943**: Consolidação das Leis Trabalhistas. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/Del5452.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del5452.htm)>. Acesso em jun./2017.

BOX, G.; TIAO, G. **Bayesian inference in statistical analysis**. New York: Addison- Wesley, 1973.

CHIAVENATO, I. **Recursos humanos**. 6a ed. São Paulo: Atlas, 2000.

CHIB, S.; GREENBERG, E. Understanding the Metropolis-Hastings algorithm. **The American Statistician**, v. 49, p. 327-335, 1995.

CORREA, C. R. P.; CARDOSO JÚNIOR, M. M. Análise e classificação dos fatores humanos nos acidentes industriais. **Produção**, v.17, n. 1, p. 186-198, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/prod/v17n1/12.pdf>>. Acesso em jun. 2017.

DRAPER, N. R.; SMITH, H. **Applied regression analysis**. Wiley series in probability and mathematical statistics, 1981.

EDKINS, G. D.; POLLOCK, C. M. The influence of sustained attention on railway accidents. **Accid. Anal. and Prev.**, v. 29, n. 4, p. 533-539, 1997. Disponível em: <http://leadingedgesafety.com.au/FolioFiles/175/216-Sustained%20Attention.pdf>. Acesso em: out. 2017.

EVANS, A. W. **Fatal train accidents on Europe’s railways: 1980–2013**. Imperial College London, 2014. Disponível em: <https://workspace.imperial.ac.uk/cts/Public/Docs/FTAE2013.pdf>. Acesso em: out. 2017.

FAJER, M.; ALMEIDA, I. M.; FISCHER, F. M. Fatores contribuintes aos acidentes aeronáuticos. **Revista Saúde Pública**, v. 45, n. 2, p. 432-5, 2011.

FARIAS, M. H. L. **Trabalho e sofrimento: vivências de trabalhadores usuários de álcool e outras drogas na CPTM - São Paulo 2002-2004**. 2004. 299 f. Tese (Doutorado em Serviço Social) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004.

FIELD, A. **Descobrimo a estatística usando o SPSS** [recurso eletrônico], Trad. Lorí Viali, 2. ed., Porto Alegre: Artmed, 2009.

FLEURY, P. **Evolução do desempenho das ferrovias brasileiras privatizadas – 1997 a 2010**. Disponível em: <http://www.ilos.com.br/web/evolucao-do-desempenho-das-ferrovias-brasileiras-privatizadas-1997-a-2010-parte-1/>. Acesso em jun/2017.

FREITAS, J. R. **A formação de mecânicos de manutenção aeronáutica e a segurança de voo**. 2011. 127f. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Sociedade) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP, 2011.

GAMERMAN, D. **Markov Chain Monte Carlo**: stochastic simulation for Bayesian inference. London: Chapman and Hall, 1997.

GEIPOT- Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes, Ministério dos Transportes. **Corredores Estratégicos de Desenvolvimento**. Relatório final. Brasília: Janeiro de 2002. Disponível em: <<http://observatorioantaq.info/wp-content/uploads/2016/07/2002-Corredores-estrat%C3%A9gicos-de-desenvolvimento-relat%C3%B3rio-final.pdf>>. Acesso em: jan. 2018.

GELFAND, A. E.; SMITH, A. F. M. Sampling-based approaches to calculating marginal distributions. **Journal of the American Statistical Association**, v. 85, n. 410, p. 398- 409, 1990.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008. 200 p.

GONZAGA, G. Rotatividade e a qualidade do emprego no Brasil. **Revista Saúde Pública**, 2008, Brasil, n. 1, p. 69, janeiro 1998.

HAIR Jr., J. F. ; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM. R. L. **Análise multivariada de dados**. São Paulo: Bookman, 2005.

HOLSBACH, L. R. **Análise dos fatores humanos e organizacionais nos incidentes em anestesia**. 2005. 153f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

IIDA, I. **Ergonomia**: projeto e produção. 2 ed. rev. ampl. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

ILMARINEN, J; TUOMI, K.; SEITSAMO, J. New dimensions of work ability. **Intern Congress Series**, 2005.

KYRIAKIDIS, M.; PAK, K. T.; MAJUMDAR, A. Railway accidents caused by human error: historic analysis of UK railways, 1945 to 2012. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, n. 2476, pp. 126–136, 2015. DOI: 10.3141/2476-17.

LAWTON, R. Not working to rule: understanding procedural violations at work. **Safety Science**, v.28, n.2, p. 77-95, 1998.

LIMA, L. M. S. **Uma metodologia de certificação do assentador de revestimento cerâmico**. 2003. 87f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

MARQUES, A. C. R. **O impacto dos fatores humanos nos métodos ágeis**. 2015. 133f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

MARTINEZ, M. C.; LATORRE, M. R. D. O.; FISCHER, F. M. Validade e confiabilidade da versão brasileira do Índice de Capacidade para o Trabalho. **Revista Saúde Pública**, 2008.

MARTINS, M. P. S. **Estudo de fatores humanos, e observação dos seus aspectos básicos, focados em operadores do reator de pesquisa IEA-R1, objetivando a prevenção de acidentes ocasionados por falhas humanas.** 2008. 121f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MELO, W. V. C. **Avaliação ergonômica do membro superior esquerdo de operadores de trem metropolitano:** uma investigação de sobrecargas no sistema osteomuscular. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

MENDES, L. G.; MENDES, E. A. G. BOMFIN, D. Simuladores de Condução de Trens: processo de aprendizagem de maquinistas ferroviários. In: **VI Congresso Nacional de Ambientes Hipermídia para Aprendizagem**, 2013. Disponível em: <[http://wright.ava.ufsc.br/~alice/conahpa/anais/2013/assets/simuladores\\_trens\\_leonardo.pdf](http://wright.ava.ufsc.br/~alice/conahpa/anais/2013/assets/simuladores_trens_leonardo.pdf)>. Acesso em jun./2017.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO – MTE. **Classificação Brasileira de Ocupações 2016**, 2016. Disponível em: <<http://www.ocupacoes.com.br/cbo-mte/782610-maquinista-de-trem>>. Acesso em jun/2017.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Applied statistics and probability for engineers**, 5 ed., New York: Wiley, 2010.

NARCISO, F. V.; TEIXEIRA, C. W.; SILVA, L. O.; KOYAMA, R. G.; CARVALHO, A. N. S.; ESTEVES, A. M.; TUFIK, S.; MELLO, M. T. Maquinistas ferroviários: trabalho em turnos e repercussões na saúde. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 39, n. 130, p. 184-197, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0303-7657000084113>. Aceso em: out. 2017.

NG, T. W. H.; FELDMAN, D. C. The relationship of age to ten dimensions of job performance. **Journal of Applied Psychology**, v. 93, n. 2, p. 392-423, 2008.

PANITZ, M. A. **A segurança viária e o fator humano:** verificação da presença de álcool-direção no sistema de transporte rodoviário do RGS. 1999. 205f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

PAULINO, C. D; TURKMAN, M.; MURTEIRA, B. **Estatística Bayesiana**, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2003.

QUIÑONES, M. A.; FORD, J. K.; TEACHOUT, M. S. The relationship between work experience and job performance: A conceptual and meta-analytic review. **Personnel Psychology**, v.48, p. 887–910, 1995.

QUINTANA, C. G. **Inovações na gestão ambiental portuária:** um estudo de caso no Porto do Rio Grande – Brasil. 2013. 143f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade de Caxias do Sul, RS, 2013.

RAMOS, W; RAMOS, E. N. KOVALESKI, J. L.; GAIA, S.; SANTOS, S. F. O M. Análise de fatores humanos na colheita florestal com motosserra: um estudo na região de Jaguariaíva – PR. In: XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, **Anais...**, Fortaleza/CE, out. 2015.

REASON, J. Understanding adverse events: human factors. **Quality in Health Care**, v. 4, p. 80-89, 1995.

REINACH, S.; VIALE, A. Application of a human error framework to conduct train accident/incident investigations. **Accident Analysis and Prevention**, v. 38, p. 396–406, 2006. Disponível em: <https://dviikan.no/ntnu-studentserver/reports/Application%20of%20a%20human%20error%20framework%20to%20conduct%20train%20accident%20incident%20investigation.pdf>. Acesso em: nov. 2017.

REIS, C.S.C.; OLIVEIRA, A.L. A influência do fator humano na qualidade e na produtividade. **Caderno de Engenharia de Produção Mackenzie**, 2008.

RSSB. **Investigation guidance, part 3**: practical support for accident investigators, 2014. Disponível em: <https://www.rssb.co.uk/Library/improving-industry-performance/2014-guidance-accident-investigating-guidance-part-3.pdf>. Acesso em: nov. 2017

SANDHOF, K. **Fatores humanos no processo de desenvolvimento de software**: um estudo visando qualidade. 2004. 185f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

SANT’ANNA, C. M.; MALINOVSKI, J. R. Avaliação nutricional de operadores de motosserra no corte de eucalipto em região montanhosa. **Scientia Forestalis**, n. 55, p. 71-77, jun. 1999.

SCHAEFER, N. R. **Modelo para analisar o perfil profissional de um gerente**. 2005. 324f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

SEBER, G. A. F.; LEE, A. J. **Linear regression analysis**, 2 ed., Wiley series in probability and mathematical statistics, 2003.

SELIGMANN-SILVA, Edith. Saúde mental e automação: a propósito de um estudo de caso no setor ferroviário. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 13, supl. 2, p. S95-S109, jan. 1997.

SHAPPELL, S. A.; WIEGMANN, D. A. **The Human Factors Analysis and Classification System–HFACS**. Final report. Office of Aviation Medicine Washington/DC. 2000.

SHAWKY, M.; AL-BADI, Y.; AL-GHAFLI, A. Relationship between socio-demographic of drivers and traffic violations and crashes involvements. In: World Congress on Civil, Structural, and Environmental Engineering, 2, 2017, Proceedings, Barcelona, 2017. Disponível em: [https://avestia.com/CSEE2017\\_Proceedings/files/paper/ICTE/ICTE\\_113.pdf](https://avestia.com/CSEE2017_Proceedings/files/paper/ICTE/ICTE_113.pdf). Acesso em: nov. 2017.

SILVA, I.; PRATA, J.; FERREIRA, A. Horários de trabalho por turnos: da avaliação dos efeitos às possibilidades de intervenção. **International Journal on Working Conditions**, n. 7, 2014.

SPIEGELHALTER, D. J.; THOMAS, A.; BEST, N. G.; LUND, D. **Winbugs user manual**. Cambridge: MRC Biostatistics Unit., 2003.

SOBREDA, S. F. **SERA - uma ferramenta para análise e classificação do erro humano em acidentes e incidentes aeronáuticos**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2011.

SPECTOR, P. E. **Psicologia nas organizações**. São Paulo: Saraiva, 2003.

STURMAN, M. C. **Searching for the inverted u-shaped relationship between time and performance**: meta-analyses of the experience/performance, tenure/performance, and age/performance relationships, 2003. [Versão eletrônica]. Disponível em <<http://scholarship.sha.cornell.edu/articles/119>>. Acesso em mai. 2017.

SUSSMAN, E. D.; RASLEAR, T. G. Railroad Human Factors. **Reviews of Human Factors and Ergonomics**, v. 3, n. 1, p. 148-189, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1518/155723408X299870>.

TAILLARD, J. et al. Time course of neurobehavioral alertness during extended wakefulness in morning - and evening-type healthy sleepers. **Chronobiology International**, v. 28, n. 6, p. 520-527, 2011.

TURRIONI, J.B.; MELLO, C.H. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção: estratégia, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas**. UNIFEI, 2012.

VAN DER WEIDE, R.; FRIELING, H. F. L.; BRUIJN, D. W. (Why) are Dutch cargo trains 2,6 times more often involved in SPADs compared to passenger trains? In: WILSON, J. R. et al. (Eds). **Rail human factors around the world: impacts on and of people for successful rail operations**. Netherlands: CRC Press, 2012, p. 30-39.

VASCONCELOS, A. A. M. **Os procedimentos de manutenção de aeronaves e suas relações com a segurança de voo**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2006.

ZAMPROGNO, C. F. **Gestão e desenvolvimento em fatores humanos na segurança de voo: estudo na manutenção aeronáutica**. 2008. 178f. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Sociedade) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP, 2008.