

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

The worker's profile and its relation to the occurrence of unsafe acts: the case of train conductors of a logistics company

Felipe Mattos Tavares^{1*}, José Luís Garcia Hermosilla¹, Jorge Alberto Achcar¹, Ethel Cristina Chiari da Silva¹

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi identificar os fatores pessoais e profissionais de ocupantes do cargo de maquinista de uma empresa de logística ferroviária, com a ocorrência de atos inseguros (violações quanto a erros no cumprimento de procedimentos operacionais). A pesquisa quantitativa descritiva envolveu 395 maquinistas e as variáveis independentes nível no cargo atual, região de atuação, estado civil, escolaridade, idade, tempo de empresa, absenteísmo, número de dependentes, número de viagens em trens, meses trabalhados e número de atos inseguros, que foram testadas em relação à quatro variáveis resposta: número de atos inseguros, taxa de atos inseguros, atos inseguros categorizados e envolvimento em acidentes (resposta binária). O tratamento estatístico (ANOVA, teste de qui-quadrado, regressão linear múltipla, regressão logística e regressão de Poisson sob um enfoque Bayesiano) utilizou os *softwares* Minitab® versão 2011 e *OpenBugs*. Os resultados revelaram correlação negativa entre as variáveis resposta número de atos inseguros e taxa de atos inseguros, e as variáveis independentes nível do cargo e número de viagens. Também foi identificada influência significativa da região de atuação na ocorrência de atos inseguros.

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

ABSTRACT

The objective of this research was to identify the personal and professional factors of train drivers of a railway logistics company, with the occurrence of unsafe acts (violations as to errors in compliance with operational procedures). The descriptive quantitative research involved 395 train drivers and the independent variables level in the current position, region of activity, marital status, education, age, time of company, absenteeism, number of dependents, number of trips on trains, months worked and number of unsafe acts, which were tested in relation to four response variables: number of unsafe acts, rate of unsafe acts, categorized unsafe acts and involvement in accidents (binary response). Statistical treatment (ANOVA, chi-square test, multiple linear regression, logistic regression and Poisson regression under a Bayesian approach) used Minitab version 2011 software and OpenBugs software. The results revealed a negative correlation between the variables response number of unsafe acts and rate of unsafe acts, and the independent variables position level and number of trips. A significant influence of the region of action on the occurrence of unsafe acts was also identified.

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

¹ Universidade de Araraquara (UNIARA). *E-mail: fm_tavares@icloud.com

INTRODUÇÃO

As pessoas são fundamentais para o adequado desempenho de qualquer organização, e 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 e o principal responsável 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.

Os acidentes ferroviários podem ser causados por diversos fatores, como aspectos organizacionais, características da supervisão, fatores físicos e tecnológicos, condições do operador (como estado mental, físico e limitações) e da equipe, e os atos inseguros cometidos pelos operadores (SHAPPELL; WIEGMANN, 2000). Os atos inseguros, 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), têm sido apontados como a principal causa dos acidentes no setor ferroviário, 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). Os acidentes 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).

Diante disto, é fundamental que se garanta, além de um treinamento eficaz, um processo de seleção de qualidade dos maquinistas, visto que a formação de colaboradores sem o perfil adequado resulta em perda dos investimentos em treinamento e até mesmo em prejuízos decorrentes de atos inseguros praticados pelos condutores. Deste modo, um estudo sobre a relação entre características pessoais e profissionais e os atos inseguros cometidos pelo maquinista pode conferir um melhor nível de confiabilidade aos processos de seleção e de desenvolvimento de recursos humanos da empresa, gerar redução do

turnover, dos custos de seleção e de formação e dos prejuízos causados por falhas operacionais decorrentes de atos inseguros.

Estudos como este, entretanto, não foram localizados na literatura nacional e internacional. 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 e Dissertações (BDTD) não foram localizados trabalhos com delineamento e população iguais ao que se propõe aqui. Ademais, a presente pesquisa pode ser considerada relevante por propor o estudo junto a um público raramente abordado na literatura, já que na base de dados da Scielo e da BDTD foram encontradas apenas quatro pesquisas que tinham como foco o maquinista ferroviário, porém com temas bastante distintos do abordado na presente pesquisa, os trabalhos encontrados foram: Seligmann-Silva (1997), Areosa (2014), Farias (2004), Melo (2007).

Tendo em vista a relevância do tema e a inexistência de trabalhos semelhantes na literatura, a pesquisa aqui apresentada buscou investigar a partir de diferentes análises estatísticas as possíveis relações entre os atos inseguros cometidos por maquinistas e suas características pessoais e profissionais. Para cumprir o objetivo proposto, foi realizada uma pesquisa de abordagem quantitativa, de natureza aplica 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.

Esse artigo foi organizado em 5 seções, mais as referências. A seção 1 – introdução – expôs o trabalho, ou seja, o contexto, importância e objetivo. A seção 2 aborda os atos inseguros e os fatores associados. Já a seção 3 expõe o método da pesquisa, na sequência na seção 4 são apresentados os resultados e, por fim, a seção 5 apresenta as conclusões e considerações finais dessa pesquisa.

ATOS INSEGUROS 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 atos inseguros praticados pelos condutores têm sido apontados como a principal causa

dos acidentes ferroviários (EVANS, 2014; KYRIAKIDIS; PAK; MAJUMDAR, 2015) e são conceituados, nesta pesquisa, segundo a definição de Shappell e Wiegmann (2000), que desenvolveram o modelo *Human Factors Analysis and Classification System* (HFACS), bastante utilizado na análise da acidentes em diversos segmentos, inclusive no ramo ferroviário (REINACH; VIALE, 2006; BAYSARY; MCINTOSH; WILSON, 2008; BAYSARY et al., 2009). 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. Alguns exemplos de erros são: aplicar um procedimento incorreto decorrente de um erro de diagnóstico da situação; erros decorrentes de falhas de atenção, de comportamentos automatizados, de falhas de memória e do uso inadequado da técnica; e erros devido a ilusões visuais, erros de percepção espacial, de distância, de velocidade e de cores, dentre outros. 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. Elas são categorizadas em: violações de rotina e violações excepcionais. 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).

A fim de avançar na identificação dos fatores humanos relacionados aos atos inseguros, buscou-se, por meio de um levantamento bibliográfico, identificar resultados de pesquisas que apontassem as possíveis relações entre aspectos pessoais e profissionais com os atos inseguros, ou seja, com os erros e as violações de procedimentos no setor ferroviário ou em outros segmentos.

Um dos fatores pessoais que podem estar relacionados com o comportamento seguro é a experiência profissional. Mendes, Mendes e Bomfim (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).

O conhecimento técnico do maquinista sobre a operação da composição, sobre regras de comunicação, procedimentos de segurança, etc., pode ser adquirido por meio da experiência e de treinamentos. Estes treinamentos podem ser realizados por intermédio de instruções teóricas e pela prática de condução monitorada por um outro maquinista que atue como instrutor, e também por meio 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.

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 Buijn (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 em que há falta de solução diante de problemas conhecidos estimula as violações de regras, como por exemplo, em acidentes na aviação, pois em muitos casos os fatos geradores já possuíam histórico.

MÉTODODO DA PESQUISA

A pesquisa apresentada neste artigo consistiu em um estudo quantitativo, de natureza aplicada e com objetivos descritivos, que utilizou a técnica de pesquisa documental para coleta dos dados registrados em programas oficiais de uma empresa do ramo ferroviário.

Os dados coletados referem-se a todos os maquinistas empregados em uma unidade operacional da referida empresa, presentes no seu quadro de funcionários 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. Diante deste recorte, foram analisados os dados de 395 maquinistas considerados neste estudo como uma amostra representativa de maquinistas de toda empresa.

A empresa estudada realiza movimentações por via ferroviária, 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. 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 (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2016).

Foram selecionadas nove variáveis independentes (ou covariáveis) que podem estar correlacionadas com as respostas de interesse relacionadas à segurança na condução de comboios ferroviários ou envolvimento em acidentes, do tipo contínuo, discreto ou categórico, que podem ser agrupadas em variáveis pessoais e variáveis profissionais, conforme pode ser observado no Quadro 1. 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.

Quadro 1 - Variáveis independentes da pesquisa.

Variáveis Pessoais	Variáveis Profissionais
Idade	Tempo de Empresa
Grau de escolaridade	Nível do Cargo
Estado Civil	Número de viagens de trem por mês
Número de Dependentes	Região de atuação
	Número de faltas ao trabalho

Fonte: Os próprios autores.

No Quadro 1 o nível do cargo é composto por cinco categorias, que variam de acordo com o número total de horas de prática em condução de trens, desde a admissão até o momento da coleta de dados. Também nesse quadro a região de atuação do maquinista consiste no seu local de apresentação para o trabalho. As regiões de atuação diferenciam-se quanto à quantidade de maquinistas, distâncias percorridas, tempo médio de jornada, complexidade do trabalho por procedimentos específicos e, principalmente, diferenciam-se devido à existência de supervisores distintos em cada região de atuação. As regiões serão denominadas nesse trabalho de região 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8. Em um Apêndice A no final deste artigo são apresentadas as categorizações usadas para as variáveis independentes introduzidas no Quadro 1.

Uma das variáveis dependentes refere-se à contagem de ocorrências de atos inseguros registrados, ou seja, a contagem de erros e violações de procedimento cometidos pelo maquinista, isto é, uma variável resposta discreta. Essa variável resposta (contagem de atos inseguros) também foi analisada de forma categorizada. Outra resposta

de interesse considerada na análise de dados, foi a taxa de atos inseguros (número de atos inseguros em cada 100 viagens). Uma quarta variável resposta de interesse é dada pela ocorrência ou não de acidentes (uma variável resposta binária do tipo sim/não denotada pelos valores 1 (sim) e 0 (não)). Os atos inseguros puderam 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, as quatro variáveis respostas de interesse são apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Variáveis resposta analisadas.

Variável Dependente	Tipo	Descrição
Número de Atos Inseguros	Discreta	Número de vezes em que foi registrado um erro/violação de procedimento cometido pelo maquinista,
Atos Inseguros Categorizados	Categórica	Número de atos inseguros, de acordo com as seguintes categorias: <ul style="list-style-type: none"> • 0 a 9 atos • 10 a 19 atos • 20 a 29 atos • 30 a 39 atos • 40 a 49 atos • Acima de 50 atos
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	Categórica	Indica se houve ou não envolvimento do maquinista em acidentes. As categorias são: <ul style="list-style-type: none"> • Sim: houve envolvimento em um ou mais acidentes • Não: não houve envolvimento em acidentes • Para cálculo, adotou-se o valor zero para os maquinistas que não tinham se envolvido em acidentes ferroviários no período analisado e valor um para aqueles que se envolveram em acidentes no período, independentemente 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: Os próprios autores.

A partir da definição das quatro variáveis respostas de interesse apresentadas no Quadro 2 que podem estar relacionadas com as variáveis independentes apresentadas no Quadro 1, foram utilizadas as seguintes técnicas estatísticas na análise dos dados:

- Modelos de ANOVA (análise de variância com uma classificação) para comparação de médias de atos inseguros em cada nível dos fatores categorizados introduzidos no Quadro 1 sendo que as variáveis dependentes são os “número de atos inseguros” transformadas para a escala logarítmica e as “taxas de atos inseguros” (razão de atos inseguros por cada 100 viagens);
- Testes qui-quadrado de dependência para a análise das associações entre as variáveis categóricas independentes e as variáveis dependentes categorizadas “atos inseguros categorizados” e “envolvimento em acidentes”;
- Regressão linear múltipla com erros normais para as variáveis dependentes “número de atos inseguros” transformadas para a escala logarítmica e “taxa de atos inseguros”;
- Regressão logística para a variável dependente “envolvimento em acidentes” com resposta binária (sim/não codificadas pelos valores um ou zero);
- Regressão de Poisson (Análise Bayesiana) para a resposta contagem do “número de atos inseguros” considerados na escala original (sem transformação logarítmica).

Para as análises estatísticas clássicas (ANOVA, testes qui-quadrado de dependência e regressão linear múltipla) considerou-se como efeitos significativos os resultados com valor- $p < 0,05$ (MONTGOMERY e RUNGER, 2010; DRAPER e SMITH, 1981). Para a análise Bayesiana (modelos de regressão de Poisson) considerou-se como efeitos significativos os resultados com intervalos de credibilidade 95% para os parâmetros de regressão não contendo o valor zero. Uma breve descrição desses modelos estatísticos é apresentada em um Apêndice B no final do artigo. Os dados coletados foram tratados utilizando-se os *softwares* Minitab® versão 1.6 (uso de métodos clássicos) e *OpenBugs* (uso de métodos Bayesianos).

RESULTADOS

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 média de nove anos de trabalho na empresa. São em sua maioria casados (formal ou informalmente) e têm dois ou mais filhos em geral. Os maquinistas cometeram, no total, 9.436 atos inseguros, o que corresponde a um média de 24 atos inseguros por maquinista

no período analisado, como já mencionado, de 01 de janeiro de 2014 e 31 de dezembro de 2016. Quanto à taxa de atos inseguros, a média foi de 219 atos inseguros, sendo o mínimo igual a zero e o máximo igual a 5.700 atos inseguros a cada 100 trens. 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.

Uma síntese dos resultados das análises de variância e de testes qui-quadrado de dependência entre variáveis categóricas (uso do software Minitab®) é apresentada na Tabela 1. As suposições necessárias para ANOVA (normalidade e variância constante dos resíduos foram verificados a partir de gráficos de resíduos fornecidos pelo software Minitab® não apresentados aqui por economia de espaço). Os itens em negrito na Tabela 1 correspondem aos fatores estatisticamente significativos (valores-p < 0,05) afetando a resposta, que se concentram nas variáveis tempo de empresa, nível do cargo, número de viagens de trem por mês e região de atuação (resultados similares usando modelos de ANOVA com a resposta logaritmo de contagem de atos inseguros e testes qui-quadrados de dependência para as contagens de atos inseguros categorizados e as variáveis independentes categorizadas).

Tabela 1 - Síntese dos resultados das análises de variância e testes qui-quadrado de dependência.

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

Fonte: Elaborado pelos autores (F denota a estatística F de Snedecor para comparação de médias em ANOVA; X^2 denota a estatística qui-quadrado de Pearson para testes de dependência entre variáveis categóricas).

Os resultados da análise de regressão linear múltipla (obtidos usando métodos de mínimos quadrados) e regressão logística (obtidos usando métodos de máxima verossimilhança) são apresentados na Tabela 2 (uso do software Minitab®). As suposições necessárias para modelos de regressão lineares com erros normais (normalidade e variância constante dos resíduos foram verificados a partir de gráficos de resíduos).

Tabela 2 - Síntese dos resultados das análises dos modelos de regressão linear e logística.

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

Fonte: Os próprios autores.

A partir dos resultados da Tabela 2, observa-se que os seguintes fatores apresentam efeitos significativos ($\text{valor-p} < 0,05$) nas respostas:

- Resposta taxa de atos inseguros usando um modelo de regressão linear múltiplo: nível do cargo, número de viagens por mês e região de atuação;
- Resposta log. (contagem de atos inseguros) usando um modelo de regressão linear múltiplo: nível do cargo e número de viagens por mês;
- Resposta binária (ocorrência ou não de acidente) usando um modelo de regressão logística: tempo de empresa.

Para a análise dos dados de contagem (respostas na escala original) foi usado um enfoque Bayesiano para o modelo de regressão de Poisson assumindo distribuições a priori normais não-informativas para os parâmetros de regressão do modelo (Box e Tiao, 1973). Os sumários a posteriori de interesse para os parâmetros de regressão do modelo

de Poisson foram obtidos a partir de simulações de amostras da distribuição a posteriori conjunta usando métodos de Monte Carlo em Cadeias de Markov também denotados como métodos MCMC (CHIB e GREENBERG, 1995; GELFAND e SMITH, 1990) e usando o software Openbugs (SPIEGELHALTER et al., 2003). A convergência dos algoritmos Gibbs sampling (MCMC) foram verificados a partir de gráficos de series temporais das amostras geradas para cada parâmetro. Os resultados da análise Bayesiana para o modelo de regressão de Poisson (simulação de 10.000 amostras simuladas da distribuição a posteriori conjunta para todos os parâmetros de regressão tomadas de 10 em 10 após um período “burn-in sample” igual a 1.000 amostras descartadas para eliminar os efeitos dos valores iniciais no método iterativo) são apresentados na Tabela 3 (estimadores dos parâmetros de regressão dados pelas medias a posteriori e os limites inferiores e superiores para os intervalos de credibilidade 95% para os parâmetros de regressão).

Tabela 3 - Síntese dos resultados Bayesianos para a regressão de Poisson.

covariáveis	Media a posteriori	Lim cred 95% inferior	Lim cred 95% superior
β_0 (constante)	3.61	1.566	5.705
β_1 (idad cat)	0.03708	0.02085	0.05587
β_2 (escol cat)	-0.009449	-2.115	2.076
β_3 (est civil)	-0.01073	-0.06352	0.04262
β_4 (depend)	0.05058	0.03176	0.07049
β_5 (temp emp)	0.01836	-0.006696	0.04268
β_6 (cargo)	-0.2348	-0.2611	-0.2077
β_7 (viag mês)	-0.01634	-0.02708	-0.00585
β_8 (região)	-0.04652	-0.05472	-0.03787
β_9 (faltas)	0.01072	-0.006134	0.02758

Fonte: Os próprios autores.

A partir dos resultados da Tabela 3, observa-se que os seguintes fatores apresentam efeitos significativos (intervalos de credibilidade 95% não contém o valor zero) na resposta binaria (ocorrência ou não de acidentes): idade categorizada (estimador positivo, isto é, maior a média de acidentes com idade maior), número de dependentes (estimador positivo, isto é, maior a média de acidentes com o maior número de dependentes), cargo (estimador negativo, isto é, menor a média de acidentes com cargo

maior), viagens por mês (estimador negativo, isto é, menor a média de acidentes com maior número de viagens por mês), e região de atuação.

Diante dos resultados apresentados nas Tabelas 1 e 2, podemos destacar como os fatores mais importantes afetando a ocorrência de atos inseguros as variáveis nível do cargo, região de atuação, número de viagens de trem por mês, tempo de empresa.

O nível do cargo pode ser considerado como a variável mais relevantes para o presente estudo, pois 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 Bomfim (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.

Quanto à região de atuação, houve diferença estatisticamente significativa entre as médias das regiões para todas as variáveis resposta 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 se torne maior do que o número absoluto de atos inseguros. 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 às 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).

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, em 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.

O tempo de empresa mostrou-se como um fator significativo em todas as análises de variância e de dependência relacionadas a atos inseguros (número, taxa e atos inseguros categorizados), mas não na análise relacionada a envolvimento em 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 dos 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.

Com relação à variável independente 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.

As demais variáveis independentes (número de faltas ao trabalho, estado civil e número de dependentes) essa pesquisa apontou que não podem ser consideradas como significativas para a ocorrência de atos inseguros.

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

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.

Tendo isto em vista, 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, 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 da idade. Por outro lado, os resultados trazem contribuições para reforçar as políticas de treinamento e desenvolvimento, já que revelam a importância do treinamento de qualidade para a redução de atos inseguros. 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 de carreira, das políticas de retenção para esta categoria profissional, da simplificação de procedimentos e das automações para redução da exposição ao risco. 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 destes 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 por meio do uso de simulador de trens e a supervisão das práticas por profissionais habilitados, de forma a acelerar o processo de aprendizagem, 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 a segurança operacional.

Há oportunidades de ampliação, em estudos posteriores, do escopo da pesquisa aqui apresentada, tal como incluir como variáveis independentes: 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.

Essa pesquisa proporcionou que se identificasse a necessidade da empresa estudada em 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 aplicação de questionários, conforme aponta a literatura, de forma que 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

REFERÊNCIAS

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

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%20S%20pinola.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.

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

CHIB, S.; GREENBERG, E. **Understanding the Metropolis-Hastings algorithm**. *The American Statistician*, 49, 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**. John Wiley & Sons, 1981.

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.

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.

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

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

- 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 Hiperâmia para Aprendizagem**, 2013. Disponível em: <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**. Fifty Edition, New York: Wiley, 2010.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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
- 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. Acesso em: nov. 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>.

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

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.

Recebido em: 01/09/2021

Aprovado em: 12/09/2021

Publicado em: 16/09/2021

Apêndice A – Categorização das variáveis independentes

Idade

- 1- 26 a 29 anos
- 2- 30 a 33 anos
- 3- 34 a 37 anos
- 4- 38 a 41 anos
- 5- 42 a 45 anos
- 6- Acima de 46 anos

Escolaridade

- 1- Ensino Médio (Colegial completo)
- 2- Superior (Completo e Incompleto)

Estado civil

- 1- Casado (Informal/Formal)
- 2- Solteiro/Sozinho (Divorciado, Viúvo, Solteiro)

Número de dependentes

- 0 - zero dependentes
- 1 - um dependente
- 2 - dois dependentes
- 3 - três dependentes
- 4- acima de 4 dependentes

Tempo empresa

- 1 - 3 a 5 anos
- 2 - 6 a 8 anos
- 3 - 9 a 11 anos
- 4 - 12 a 14 anos
- 5 - acima de 15 anos

Nível cargo

- 1- Até 3000 horas de condução
- 2- Entre 3001 horas e 7500 horas de condução
- 3- Entre 7501 horas e 12000 horas de condução
- 4- Acima de 12001horas condução

Número viagens por mês

- 1 - Abaixo de 7 trens por mês
- 2 - 7 a 8 trens por mês
- 3 - 9 a 10 trens por mês

- 4 - 11 a 12 trens por mês
- 5 - 13 a 14 trens por mês
- 6 - 15 a 16 trens por mês
- 7 - 17 a 18 trens por mês
- 8 - Acima de 19 trens por mês

Região atuação

- 1 – Rondonópolis, Itiquira, Alto Araguaia, Alto Taquari, Chapadão do Sul
- 2 – Araraquara, Pindorama, São Carlos
- 3 – Embu-Guaçu, Canguera
- 4 – Replan, Itu, Rio Claro, Limeira, Triagem Paulista
- 5 – Rio P Paulista, SJ Rio Preto
- 6 – Samarita, Paratinga
- 7 – Santa Fé do Sul, Votupornga
- 8 – Santos

Número faltas

- 1 - 0 a 8 faltas
- 2 - 9 a 17 faltas
- 3 - 18 a 26 faltas
- 4 - 27 a 35 faltas
- 5 - Acima de 36 faltas