

## TRABALHO APRESENTAÇÃO POSTER

### INFLUÊNCIA DO FATOR HUMANO NAS INVESTIGAÇÕES DE ACIDENTES DE TRABALHO DA ESTRADA DE FERRO VITÓRIA A MINAS GERAIS

Marcelo Mayrink Brandão, Eng.  
Isaac José Antonio Luqueti dos Santos, D.Sc

Vale S.A  
Ponta de Tubarão  
29090-900 – Vitória, Es  
Email: marcelo.mayrink@vale.com

Palavras-chave: ergonomia, fator humano, acidentes de trabalho

A antecipação e o controle de impactos potencialmente adversos de ações humanas ou interações entre o ser humano e os sistemas são partes integrais da segurança do processo de trabalho, onde os fatores que influenciam o desempenho humano devem ser reconhecidos e administrados. Condições de trabalho compatíveis com as capacidades e limitações do trabalhador, adequadamente projetadas, que consideram os diferentes fatores que afetam o desempenho humano criam condições que diminuem a probabilidade de ocorrência de falhas humanas. O índice de acidentes nas ferrovias brasileiras a cada ano é menor, alcançando patamares dos níveis de referência internacional. Os acidentes de trabalho na ferrovia Vitória a Minas seguiram o mesmo caminho de redução em razão das mecanizações das atividades, dos treinamentos, das padronizações e sistemas de gestão, das modernizações de equipamentos e de controles. Entretanto, ainda são necessários estudos e implantação de melhorias pelo alto grau de risco das operações e manutenções ferroviárias frente às ações humanas não seguras. Este trabalho se propõe a analisar os acidentes laborais da Estrada de Ferro Vitória a Minas, localizada no sudeste do Brasil. As ações humanas não seguras, o método de investigação de acidentes aplicados atualmente e suas deficiências serão objeto deste estudo. Como objetivo principal será proposta e implementada uma nova ferramenta computacional, que auxilie na identificação e análise dos fatores técnicos, organizacionais e humanos que influenciaram na ocorrência de acidentes de trabalhos.

*Keywords: ergonomics, human factors, work accidents*

*The anticipation and the control of adverse impacts of human actions or interactions between the human being and the systems are integral parts of the safety of the work process, where the factors influencing human performance should be recognized and managed. Working conditions compatible with the capabilities and limitations of the worker, properly designed, considering the different factors that affect human performance create conditions that reduce the likelihood of human error. The rate of accidents on the Brazilian railways every year is smaller, reaching indicators of international reference levels. Work-related accidents on the railway Vitória to Minas Gerais followed the same path of reduction due to the activities automation, training, management system and the modernization of equipment and controls. However, studies and improvements are still needed in function of the high degree of risk related to maintenance, operations and the unsafe human actions. This work intends to analyze industrial accidents of the railway Vitória to Minas Gerais, in southeastern Brazil. Unsafe human actions and the method currently applied to accident investigation will be object of this study. The main objective will be to develop a new computational tool that helps in the identification and analysis of technical and organizational factors that influence the occurrence of work accidents*

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo site da Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários (ANTF<sup>1</sup>), consta do Balanço do Transporte Ferroviário de Cargas de 2012, que o índice de acidentes nas ferrovias brasileiras a cada ano é menor, desde a desestatização da malha. Com o resultado de 2012, o índice de acidentes das ferrovias de cargas concessionadas, segundo o site, chegou aos patamares dos níveis de referência internacional, que variam de 8 a 13 ocorrências por milhão de trens.km. Nos 16 anos de concessão das ferrovias, a redução na taxa de ocorrência de acidentes pela intensidade de tráfego foi de 82,8%. O total dessa taxa baixou de 75,5 para 12,96 acidentes por milhão trens.km O balanço da associação engloba todos os acidentes ferroviários que são as ocorrências que, com a participação direta de veículo ferroviário, provoca dano a este, a instalação fixa, animal e / ou outro veículo, além das pessoas. Contemporaneamente, os acidentes de trabalho na ferrovia Vitória a Minas seguiram o mesmo caminho de redução em razão das mecanizações das atividades, dos treinamentos, das padronizações e sistemas de gestão, das modernizações de equipamentos e de controles, entretanto, ainda são necessários estudos e implantação de melhorias pelo alto grau de risco das operações e manutenções ferroviárias frente às ações humanas não seguras. Estas questões humanas tratadas de forma pobre nas investigações de acidentes deixam latente a ineficiência de alguns métodos praticados pela empresa na atualidade e suas recorrências. Daí a importância de se entender os precursores de acidentes por falha humana e os respectivos modelos mentais que geram o comportamento inseguro e refletir sobre novas práticas.

Este trabalho se propõe a analisar os acidentes laborais da Estrada de Ferro Vitória a Minas, localizada no sudeste do Brasil. As ações humanas não seguras, o método de investigação de acidentes aplicados atualmente e suas deficiências serão objeto deste estudo. Como objetivo principal será proposta e implementada uma nova ferramenta computacional, que auxilie na identificação e análise dos fatores técnicos, organizacionais e humanos que influenciaram na ocorrência de acidentes de trabalhos.

## 2. A ESTRADA DE FERRO VITÓRIA A MINAS (EFVM)

A empresa que controla a Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM) é uma mineradora global, com sede no Brasil, que emprega mais de 195 mil pessoas nos cinco continentes. Brasileira, criada para a exploração das minas de ferro na região de Itabira, no estado de Minas Gerais, é hoje uma empresa privada, de capital aberto, com sede no Rio de Janeiro. A empresa tornou-se, hoje, a maior empresa de mineração diversificada das Américas e a segunda maior do mundo. É a maior produtora de minério de ferro do mundo e a segunda maior de níquel. Destaca-se ainda na produção de manganês, cobre, carvão, cobalto, pelotas, ferroligas e alguns fertilizantes, como os fosfatados (TSP e DCP) e nitrogenados (ureia e amônia). A empresa opera em 13 estados brasileiros e nos cinco continentes e possui mais de dez mil quilômetros de malha ferroviária e 9 terminais portuários próprios.

No Brasil, os minérios são explorados por quatro sistemas totalmente integrados, que são compostos por mina, ferrovia, usina de pelletização e terminal marítimo. A Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM) foi criada em 1904 no Brasil. Considerada uma das mais eficientes e produtivas do país, ela liga as minas do Sistema Sudeste ao Complexo Portuário de Tubarão, no estado do Espírito Santo, e está integrada à Ferrovia Centro-Atlântica. A ferrovia tem extensão de 905 quilômetros e tem como principal operação o transporte de minério de ferro do interior de Minas Gerais ao Porto de Tubarão, no Espírito Santo. Além do minério de ferro, a ferrovia transporta carga geral para terceiros (carvão, produtos siderúrgicos, produtos agrícolas, etc). A EFVM transporta cerca de 40% da carga ferroviária brasileira. Por dia, cerca de 70 cargueiros circulam pela ferrovia movimentando milhões de toneladas de carga. Além de minério de ferro, que representa cerca de 80% de toda a operação, são transportados mais de 60 tipos diferentes de produtos (de carvão a produtos agrícolas). O trajeto da Estrada de Ferro Vitória a Minas pode ser observado na figura 1

---

<sup>1</sup> ANTF é a entidade que representa as concessionárias de ferrovias.



Figura 1. Estrada de Ferro Vitória a Minas

### 3. ESTRUTURAÇÃO DOS MACROPROCESSOS

A seguir, é apresentado o enquadramento das principais atividades da ferrovia e suas respectivas classificações conforme quadro 1 da norma regulamentadora NR 4 (2009).

#### Grau de Risco 3

- 49.11-6: Transporte ferroviário de carga
- 33.15-5 Manutenção e reparação de veículos ferroviários

#### Grau de Risco 4

- 42.11-1 Construção de rodovias e ferrovias
- 42.12-0 Construção de obras-de-arte especiais
- 43.11-8 Demolição e preparação de canteiros de obras

Risco final = maior risco = risco 4

Os processos da ferrovia podem ser organizados em 7 macro processos:

- Operação Ferroviária
- Manutenção Ferroviária
- Manutenção de Locomotivas e componentes
- Manutenção de Vagões ferroviários
- Administração / Engenharia
- Gestão Integrada

- Infra-estrutura

Esta estruturação é bem semelhante à estruturação do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA).

#### 3.1 Operação Ferroviária

Envolve as atividades voltadas ao transporte de cargas em geral (minério de ferro, aço, carvão, calcário, granito, contêineres, ferro-gusa, produtos agrícolas, madeira, celulose, veículos e cargas diversas); as manobras, formação, recepção, desmembramento de trens de minério, estacionamento e classificação de vagões; ao controle dos pátios e terminais e do tráfego ferroviário ao longo da Estrada de Ferro Vitória a Minas.

#### 3.2 Manutenção Ferroviária

Envolve as atividades de manutenção e conservação de elementos da infra-estrutura e da superestrutura ferroviária (via permanente); a instalação ou manutenção de sistemas ou equipamentos de sinalização e de eletroeletrônica.

#### 3.3 Manutenção de Locomotivas e Componentes

Envolvem as atividades voltadas à manutenção mecânica e elétrica dos conjuntos e subconjuntos, componentes rodantes, elétricos e mecânicos e sistemas de frenagem de locomotivas; manutenção de componentes eletroeletrônicos de bordo; inspeção de locomotivas para viagem e reparos; teste de carga de locomotivas; a análise físico-química de óleos lubrificantes; controle, planejamento e programação das manutenções.

#### 3.4 Manutenção de Vagões Ferroviários

Envolve a manutenção mecânica dos conjuntos e subconjuntos de vagões ferroviários (rodas, eixos, rolamentos, freio); recuperação de estruturas, componentes ou peças metálicas: caldeiraria, usinagem, tornearia, corte, soldagem, entre outros; inspeção mecânica na infra-estrutura e superestrutura de vagões de minério e carga geral; controle, planejamento e programação das manutenções.

#### 3.5 Administração e Engenharia

Envolvem as atividades voltadas a administração, apoio técnico, controle, estudo, gerenciamento, gestão, pesquisa, planejamento, programação, projeto, supervisão e suporte as atividades ligadas a automação,

empreendimentos, engenharia, manutenção, qualidade dos processos ferroviários e infra estrutura.

### 3.6 Gestão integrada

Envolve todas as questões de trem de passageiros (operação, manutenção, gestão, abastecimento de locomotivas, estações de trem de passageiros, relações com comunidades e institucionais), meio ambiente, saúde e segurança sistema de Qualidade. A manutenção dos carros de passageiro envolve as atividades de mecânica dos conjuntos e subconjuntos dos carros de passageiros (rodas, eixos, rolamentos, freio); recuperação de estruturas, componentes ou peças metálicas: caldeiraria, usinagem, tornearia, corte, soldagem, entre outros; inspeção mecânica na infra-estrutura e superestrutura dos carros de passageiros.

### 3.7 Infra-estrutura

Envolve todas as obras de melhoria e manutenção da infra-estrutura do Complexo de Tubarão e ferrovia EFVM. Inclui toda *facilities* (eletricidade, ar condicionado, hidráulica e hidro-sanitária, predial, mudança de layout, higienização e conservação, paisagismo, controle de pragas, coleta de resíduos e etc.).

## 3. ESTRUTURA METODOLÓGICA

O presente estudo trata-se de uma pesquisa aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida a melhorias na investigação de acidentes de trabalho relacionando as causas com falha humana. Da perspectiva da abordagem do problema, será uma pesquisa quantitativa – com dados do banco estatístico da ferrovia – e qualitativa, pois consiste na análise e interpretações de referenciais teóricos e normativos, de dados e informações e práticas na investigação de acidentes. A metodologia utilizada para alcançar os objetivos é constituída das seguintes etapas:

- Descrição do banco de dados atual
- Avaliação do banco de dados atual: Identificação de um grupo de especialistas: confecção de um questionário a ser respondido pelos especialistas identificados; aplicação questionário; análise dos dados
- Definição inicial da nova estrutura do banco de dados
- Validação da estrutura do novo banco de dados
- Modelagem final do novo banco de dados
- Testes finais

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Descrição do banco de dados atual

A empresa utiliza para registro de acidentes o sistema SD2000. O software está no mercado há 15 anos e oferece gestão de Segurança e Saúde. É um sistema modular e integrado, com interfaces estruturadas com os principais sistemas do mercado. Sua arquitetura é Cliente/Servidor e o acesso ao Banco de Dados é padrão SQL/ORACLE. Este software foi utilizado como fonte para extração dos dados dos acidentes da ferrovia.

### 4.2. Avaliação do banco de dados atual

Dentro da gerência de saúde e segurança da logística sudeste, foram identificados um grupo de especialistas formado por profissionais com experiência em engenharia de segurança do trabalho, todos empregados da empresa. Foram selecionados 6 (seis) especialistas para participar de uma pesquisa visando identificar contribuições no processo de investigação de acidentes. Foi construído um questionário para avaliar fatores específicos do banco de dados SD2000 e suas funcionalidades. A escala utilizada no questionário é baseada na escala *likert*. Para preparação do questionário, com o objetivo de destacar alguns fatores importantes, foram extraídas do sistema todas as ocorrências referenciadas como acidente pessoal típico, de trabalho, de Janeiro de 2012 a setembro de 2013 totalizando 154 eventos. Não foram considerados os acidentes materiais, anomalias ou quase acidentes. No levantamento, foram capturados os seguintes dados: Mês de ocorrência, código SD2000, data do acidente, dia da semana, gerência geral, gerência de área, supervisão, tipo de acidente, classificação (real/potencial), descrição detalhada, local onde ocorreu o acidente, empregado próprio ou contratado, cargo, tempo de serviço na função, tempo de serviço na empresa, dias de restrição, dias perdidos, hora do acidente, horas trabalhadas, causa (de acordo com a NBR- 14280), natureza da lesão (de acordo com a NBR- 14280), parte do corpo atingida, atividade realizada, causa cadastrada SD2000. Ao responderem o questionário, os especialistas foram informados que se tratava de uma pesquisa. Dos 11 (onze) especialistas que receberam o questionário, 6 (seis) responderam à pesquisa.

Os resultados da pesquisa apontaram os seguintes comentários:

- Verifica-se que o grupo tem uma leve tendência a acreditar que a ferramenta é de fácil aplicação e direciona a causas de senso comum.
- Quando o assunto é a abrangência com profundidade sobre as questões relativas à falha humana, o grupo está dividido com opiniões contraditórias.
- O grupo, em sua totalidade, acredita que a eficácia da ferramenta depende da experiência técnica do grupo.
- 100% do grupo acredita que as causas existentes no SD 2000 não são detalhadas o suficiente para evitar a recorrência.
- Maior parte dos especialistas ouvidos informou que as causas existentes no SD2000 não são específicas o suficiente para entendimento e bloqueio da causa fundamental.
- A grande maioria dos especialistas entendem que as causas existentes no SD2000 não tratam com relevância os fatores humanos como causa de acidente de trabalho.
- O grupo, em sua totalidade, acredita que a causa mais recorrente no SD 2000 "falha de percepção de risco" não direciona assertivamente para o bloqueio desta causa fundamental, pois não está desmembrada ao máximo.
- A maior parte dos especialistas acredita que a segunda causa mais recorrente no SD 2000 "falha no gerenciamento de risco" não direciona assertivamente para o bloqueio desta causa fundamental, pois não está desmembrada ao máximo.
- A metade dos especialistas acredita que a terceira causa mais recorrente no SD 2000 "falha no gerenciamento de risco" não direciona assertivamente para o bloqueio desta causa fundamental, pois não está desmembrada ao máximo.
- A grande maioria dos especialistas entende que a ferramenta atual de investigação de acidentes não abrange as influências organizacionais como causa de acidentes de trabalho.
- O grupo de especialistas está dividido se a ferramenta atual de investigação de acidentes abrange a "supervisão insegura" e "pré-condições para ações inseguras" como causa de acidentes de trabalho.
- A maior parte dos especialistas acredita que a ferramenta atual de investigação de acidentes abrange as ações inseguras como causa de acidentes de trabalho.

### 4.3. Definição inicial da nova estrutura do banco de dados

Para a construção do novo banco de dados, foram observadas as respostas registradas pelos especialistas na pesquisa e a estratificação do atual banco de dados da ferrovia. A partir dos dados colhidos, está sendo desenvolvido uma nova proposta fundamentada na teoria de Reason (1990) sobre acidentes, que trata das falhas humanas e podem ser identificadas em quatro itens: As influências organizacionais; Supervisão insegura; Pré-condições para ações inseguras; Ações inseguras (Figura 2)

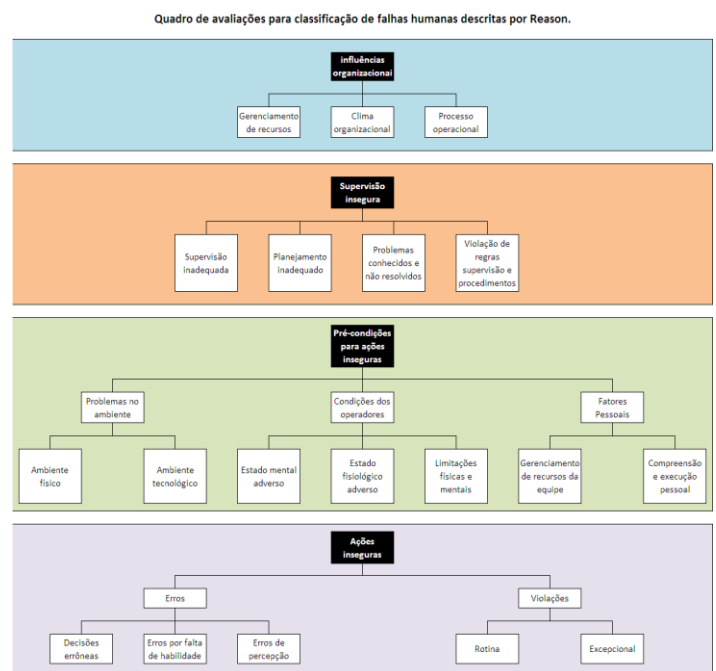


Figura 2. Estrutura do novo banco de dados

### 4.4. Validação da estrutura do novo banco de dados

A nova estrutura do banco de dados foi validada pelos seis (6) especialistas que responderam o questionário, identificado no item 4.2.

### 4.5. Modelagem final do novo banco de dados

A modelagem está sendo desenvolvida em Excel correspondendo três (3) abas, definidas a seguir: Painel de causas baseado na figura 2; diagrama de causa e efeito; plano de ação

#### 4.6. Testes finais

Após a conclusão do protótipo serão realizados testes de funcionalidade, utilizando dados contidos no banco de dados atual da empresa. Posteriormente, essa nova estrutura será incorporada na ferramenta gerencial da empresa. A figura 3 apresenta parte da ferramenta computacional.

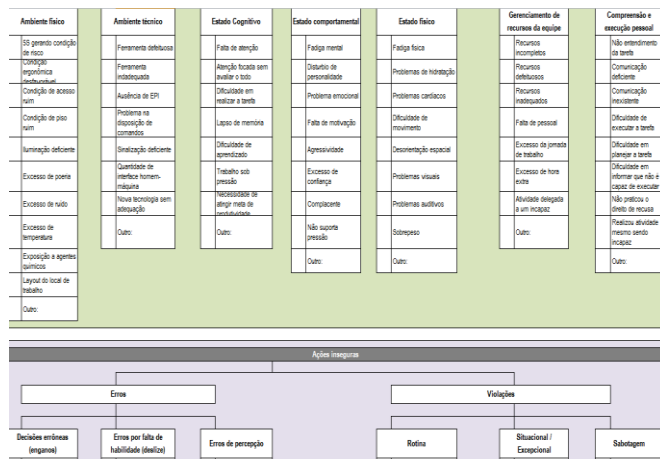


Figura 3. Ferramenta computacional

#### 5. CONCLUSÕES

A metodologia utilizada propiciou alcançar os objetivos específicos, facilitou o processo de entendimento e solução dos problemas, identificar os fatores que influenciam o desempenho humano, antever e controlar os possíveis impactos à integridade do trabalhador, contribuindo significativamente para segurança do processo. Para a construção do novo banco de dados, foram observadas as respostas registradas pelos especialistas na pesquisa e a estratificação do atual banco de dados da ferrovia. A partir dos dados colhidos, está sendo desenvolvida uma nova ferramenta de análise de acidentes fundamentada na teoria de Reason (1990), identificadas em quatro itens: influências organizacionais; supervisão insegura; pré-condições para ações inseguras; ações inseguras.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte fornecido pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ).

#### REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS - ANTF **Balanco do Transporte Ferroviário de Cargas, 2012.** Disponível em: <http://www.antf.org.br/images/stories/intermodal2013/balanco-do-transporte-ferroviario-de-cargas-2012.pdf>.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora NR 04 – Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho.** Dezembro/2009.

ABNT –Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR-14280- Cadastro de acidente do trabalho- Procedimento e classificação, 2001.**

REASON, J. T. *Managing the Risks of Organizational Accidents.* Burlington: Ashgate, 1997.

REASON, J.T. **Human error.** Cambridge University Press. New York. 1990.