

# **DESENVOLVIMENTO DE INDICADOR RELACIONADO À CRITICIDADE DO TRABALHADOR QUANTO À REINCIDÊNCIA DE DESVIOS OBSERVADOS DURANTE A EXECUÇÃO DE SUA TAREFA**

**Mauro dos Reis Nogueira**

**Luiz Antônio Silveira Lopes**

Especialização em Transporte Ferroviário de Carga

Instituto Militar de Engenharia

**Rômulo Alves de Almeida Júnior**

MRS Logística S/A

## **RESUMO**

O presente trabalho tem como objetivo explorar os resultados obtidos a partir da implementação de um indicador de criticidade da execução das atividades ferroviárias, voltado para a repetição do desvio. A partir deste, espera-se tratar o a reincidência de desvios, bem como reduzir a criação de janelas de oportunidade para ocorrências (acidentes e incidentes), e com isso, reduzir a quantidade de acidentes envolvendo a operação ferroviária.

## **ABSTRACT**

This study aims to explore the results obtained from the implementation of an indicator that measures the criticality of the activities carried out in railway operation, focused on the recurrence of the problem. From there, it is expected to treat the occurrence of the problem and reduce the opportunity for new occurrences (accidents and incidents), and as result, reduce the number of accidents involving railway operation.

## **1. INTRODUÇÃO**

Responsáveis por mais de 40 mil empregos (diretos e indiretos), as concessionárias ferroviárias de cargas, que surgiram pela abertura de concessões realizadas entre 1996 e 1999, em 2014, foram responsáveis pelo transporte de 465 Mtu, representando um aumento de 83,7% quando comparado ao realizado por estas em 1997 (ANTT, 2015). Atualmente, 20,7% da carga transportada no país, se dá por este modal (CNT, 2015). Somados, os investimentos da União e das concessionárias, ultrapassam a casa do R\$40 bi (ANTT, 2015). Deste, tem-se a importância e a representatividade do modal no cenário nacional.

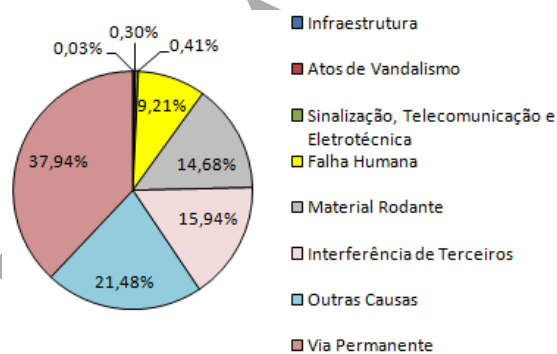
Neste cenário, está inserida a MRS Logística S.A., empresa que obteve a concessão da Malha Sudeste, contando com 1.674 km de extensão de malha e tendo como área de atuação os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. A concessionária tem como principais fluxos para transporte o minério de ferro, produtos siderúrgicos, cimento e açúcar, atendendo os portos de Santos/SP, Rio de Janeiro/RJ e Sepetiba/RJ (ANTT, 2014 – 2). São mais de 9.600 funcionários (entre primários e terceiros), que em 2014 foram responsáveis pelo transporte de 138 Mtu, valor 36% superior ao transportado oito anos antes (ANTT, 2015).

Em seu site, a MRS Logística S.A. apresenta como valor “Atitudes responsáveis”, destacando resultados expressivos relacionados à segurança pessoal e ferroviária (disponível em [www.mrs.com.br](http://www.mrs.com.br)). Em 2014, a taxa de acidentes com afastamento de seus colaboradores e terceirizados fechou em 0,88, representando uma redução de 75% ao realizado em 2010. Neste mesmo período, a gravidade de acidentes ferroviários saltou de 13,86 para 5,18, ou seja, uma redução de 62% (segundo tabela de classificação de gravidade de acidentes ferroviários – Anexo 1).

Segundo dados da ANTT, entre 2006 e 2013, houve uma redução de 47% na quantidade de acidentes ferroviários nas ferrovias do país, enquanto o índice de segurança (número de acidentes/milhão trem.km) passou de 23 para 12, no mesmo período. Quando analisadas as causas destes acidentes, destacam-se ocorrências de via permanente, interferência de terceiros, material rodante e falha humana. Destaca-se também a presença de “outras causas” como a 2ª maior fatia do montante. Quando analisados os dados da MRS Logística S.A., observa-se um cenário semelhante, com destaque para as falhas humanas, responsável por 10,22% das ocorrências (ANTT, 2014).

**Tabela 1:** Índice de segurança geral das concessionárias ferroviárias dos anos de 2006 a 2013

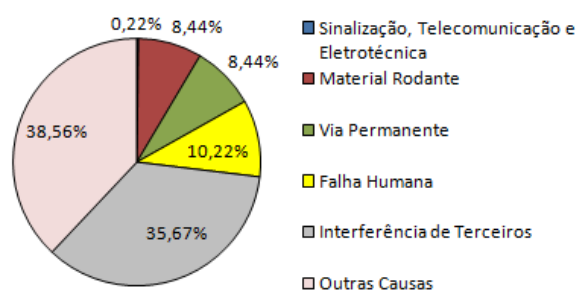
Ano	Índice de segurança (Nº de acidentes / milhão trem.km)	Nº de Acidentes
2006	23	1638
2007	14	1068
2008	15	1070
2009	16	983
2010	15	1136
2011	14	1024
2012	13	956
2013	12	866



**Gráfico 1:** Total de acidentes ferroviários por causa dos anos de 2006 a 2013

**Tabela 2:** Índice de segurança geral da MRS Logística S.A nos anos de 2006 a 2013

Ano	Índice de segurança (Nº de acidentes / milhão trem.km)	Nº de Acidentes
2006	6,98	101
2007	6,33	100
2008	6,27	103
2009	6,59	96
2010	6,94	109
2011	8,2	131
2012	9,19	148
2013	6,63	112

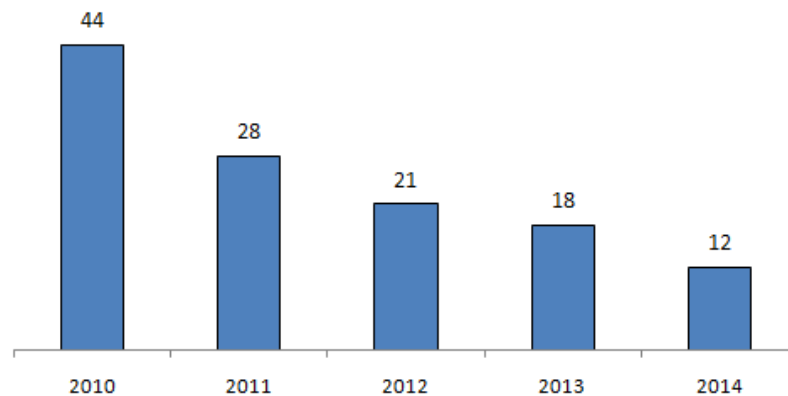


**Gráfico 2:** Total de acidentes ferroviários por causa dos anos de 2006 a 2013 na MRS Logística S.A.

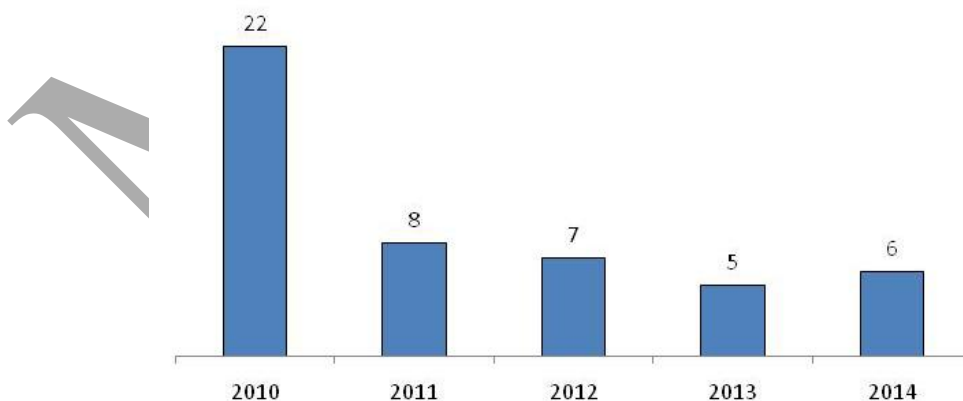
Traçando um paralelo com o texto de Escudeiro (2015), assim como no sistema de aviação civil brasileiro, a operação ferroviária exige treinamento em diversas áreas, sendo que os envolvidos nesta devem ser qualificados para atuar na proteção do sistema. Desta maneira,

faz-se necessário a manutenção de processos contínuos de “identificação, avaliação, eliminação de perigo e/ou mitigação dos riscos que ameaçam a segurança operacional relacionada às operações” (ANAC, 2010). “Portanto, o estado de segurança operacional é alcançado por meio de processos de gerenciamento de riscos, mantendo o risco de lesões às pessoas e às propriedades em níveis mínimos aceitáveis. Todavia, tal condição é dinâmica, exigindo monitoramento por todos os componentes do sistema.” (Escudeiro, 2015).

Mesmo representando cerca de 10% dos acidentes registrados pela MRS entre 2006 e 2013, a falha humana expõe tanto a operação quanto a saúde do trabalhador ao risco, havendo registro de inúmeros acidentes ferroviários que resultaram em óbito do trabalhador. A isto, acrescente-se o histórico de acidentes causa falha operacional apresentados pela Diretoria de Operações e pela Unidade de Atendimento de São Paulo, entre janeiro de 2010 e junho de 2014, conforme exposto nos gráficos 3 e 4 abaixo. Dadas as projeções de fechamento do ano, tanto a Unidade quanto a Diretoria apresentavam resultados alarmantes, que indicavam retrocesso aos números obtidos nos anos anteriores.



**Gráfico 3:** Acidentes com causa falha humana na operação MRS Logística S.A..



**Gráfico 4:** Acidentes com causa falha humana na Unidade de Atendimento de São Paulo

Tendo em vista o cenário crítico corroborado pelas ocorrências acima citadas, fez-se necessário o desenvolvimento de uma ferramenta que permitisse o mapeamento de trabalhadores que, por algum motivo, apresentassem indícios de maior susceptibilidade à

falha, expondo tanto ele, quanto seus companheiros à condições de risco, inerentes à operação ferroviária.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1. Teoria do Queijo Suíço**

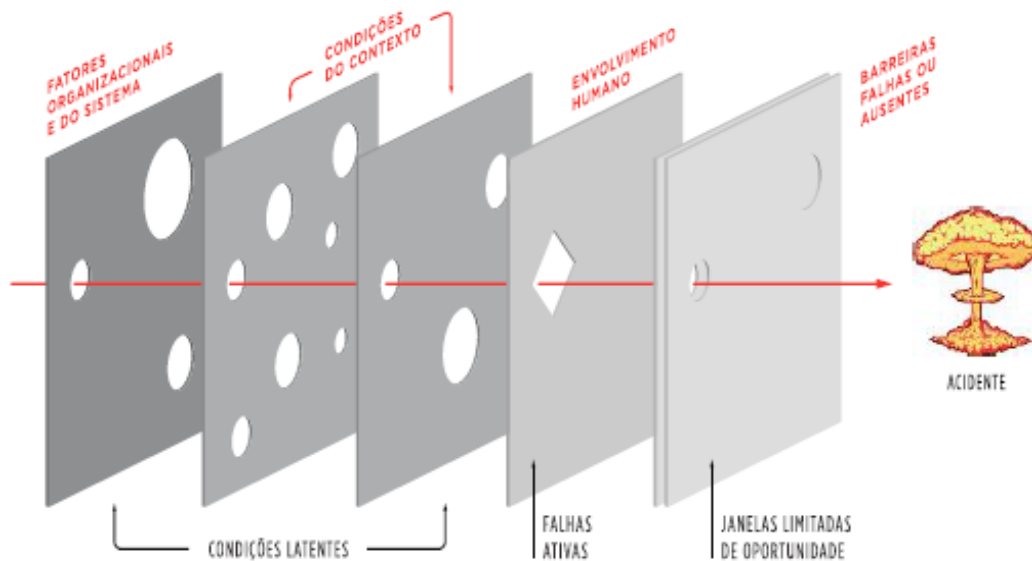
Segundo Reason (1997), os acidentes não acontecem devido a um único erro humano, mas pela inter-relação de diversos fatores, que ocorrem em diversos níveis da organização. Além disso, aborda o conceito de segurança organizacional e de como as defesas existentes podem falhar. Seguindo a linha apresentada anteriormente, este trabalho propõe que a causa raiz do acidente é a falha humana do trabalhador fim, ou seja, aquele que esta diretamente envolvido com a execução do processo.

Como abordado por Silva (2010), sistemas de alta tecnologia/ possuem sistemas complexos de segurança: “alguns desenvolvidos pela engenharia (alarmes, barreiras físicas, dispositivos de desativação automática, etc), outras tem repercussões nos humanos (cirurgiões, anestesistas, operadores de salas de controle, etc.) e comportamentos, e outras dependem de procedimentos e ferramentas administrativas.”. A ocorrência e o “alinhamento” de buracos nestas defesas fazem com que a condição de execução da operação seja um risco, tanto para a operação quanto para o trabalhador. Estes buracos surgem por duas razões básicas: falhas ativas e condições latentes (Silva, 2010). Há de se destacar que a operação ferroviária, principalmente quando observadas as manobras e procedimentos de campo, pouco se utiliza de recursos avançados de engenharia, no sentido de criação de barreiras, como alarmes ou dispositivos de desativação automáticos, como citado anteriormente. Desta forma, o comportamento e a correta execução da atividade por parte do trabalhador tornam-se elementos fundamentais para a segurança da operação e dele próprio.

As falhas ativas são atos inseguros cometidos pelo trabalhador, seja por meio de descuido, desatenção, erro ou violação do procedimento. Estas têm impacto curto e direto na integridade da defesa (Silva, 2010). Diz-se curto, por ser pontual, como uma condição criada pelo trabalhador momentaneamente.

As condições latentes são criadas por decisões dos responsáveis pelo projeto, processo, procedimento ou gestores de topo, sendo causadoras de dois tipos de efeitos adversos: criar uma condição que propicie a ocorrência de um erro no local de trabalho (pressão de tempo, falta de pessoal, cansaço, falta de equipamento adequado, etc.) ou permitir o enraizamento de buracos nas defesas ou o enfraquecimento destas (procedimentos ineficientes, deficiências na concepção e construção do projeto, etc.). Como o nome sugere, as condições latentes podem permanecer despercebidas no sistema por muito tempo, até que a combinação com as falhas ativas permita o surgimento de uma oportunidade de acidente. Este modelo é representado na figura abaixo.

**Figura 1:** Modelo do queijo suíço, adaptado de Escudeiro (2015)



Haja vista a complexidade e as condições às quais estão expostos os trabalhadores da operação ferroviária fizeram-se necessária a criação de mecanismos que permitissem às empresas, monitorar o desempenho operacional e comportamental de seus trabalhadores.

Tal qual um dos pilares da Diretriz Básica de Operação (primeiro pilar: Teste de Eficiência (TE)), programa implantado com sucesso pela VALE S/A, que permitiu que em um período de 6 anos o número de acidentes ferroviários relacionados à falha humana fosse reduzido em 78% (Barros e Pereira, 2011), na MRS Logística S.A. desenvolveu-se o Programa de Observação de Tarefas. Ambos com o intuito de avaliar o desempenho operacional do trabalhador, quanto ao cumprimento dos regulamentos, padrões e procedimentos operacionais ferroviários.

Para que se possa alcançar o resultado esperado, devem ser cumpridas duas premissas: o avaliado não pode saber que esta sendo avaliado, e desta forma, evitar que o registro seja embasado em um comportamento circunstancial, ou seja, não natural; e o avaliador deve ser tido como exemplo, sendo conhecedor e cumpridor dos padrões e regulamentos, além de manter uma postura rigorosa, criteriosa, justa e imparcial durante a avaliação (Barros e Pereira, 2011).

As avaliações são feitas por meio de um formulário padrão, a ser preenchida com os itens auditados durante a atividade executada. No Anexo 2, apresenta-se o modelo de formulário empregado na MRS Logística S.A.

Cada item registrado no formulário padrão pode ser caracterizado como “Satisfatório” (quando o executante realiza de maneira correta a atividade operacional) ou “Insatisfatório” (quando o executante realiza de maneira incorreta a atividade operacional). O item “Insatisfatório” gera uma pontuação (tabelada previamente de acordo com a gravidade do item) no registro do trabalhador. Esta pontuação permanece no registro por um tempo determinado, variando de acordo com a gravidade do item pontuado.

Como mecanismo de tratamento ao desvio encontrado, o trabalhador deve ser orientado quanto à sua conduta, de modo a esclarecer qualquer dúvida que houver sobre o procedimento e a maneira como este deveria ter agido durante a atividade. Vale ressaltar que o acúmulo de pontos no registro, faz com que o trabalhador seja retirado de seu posto e passe por um processo de reciclagem de conhecimento do procedimento, estando apto ao retorno após conclusão deste e posterior avaliação de sua real condição de executar suas funções. Ademais, cabe ao gestor monitorar o desempenho do trabalhador quando percebe-se um padrão de desvio, evidenciado pela reincidência do erro em um mesmo item.

Considerando-se a teoria do queijo suíço, cada registro de desvio que o trabalhador apresentar, é tido como a criação da falha ativa, pontual, que, combinada às condições latentes, geram a oportunidade de risco, ou seja, permitem que seja criada uma janela de maior probabilidade de ocorrência de um acidente. A repetição do erro de maneira contínua, mesmo após orientação para alinhamento de conhecimento e monitoramento do gestor, remete à criação sistêmica de janelas de risco, devendo ser tratada de maneira diferenciada, haja vista que este tipo de retrato permite a percepção de um desvio comportamental do trabalhador.

## **2.2. Procedimento de escolha e seleção dos candidatos e coleta**

Foram analisados os trabalhadores da Unidade de Atendimento de São Paulo, ligados diretamente à operação ferroviária.

## **2.3. Procedimento de coleta**

Foram utilizados os itens registrados entre Maio de 2013 e Março de 2015.

## **2.4. Procedimento para definição das variáveis**

A partir do modelo de auditorias proposto pela MRS Logística S.A., levou-se em consideração os seguintes parâmetros:

- Quantidade de itens auditados no mês (N);
- Quantidade de desvios encontrados no mês (Qnok);
- Gravidade dos desvios encontrados nas auditorias (Gnok);
- Quantidade de itens reincidentes<sup>1</sup> (Qr).

Estes, obtidos diretamente pelo registro dos itens em sistema.

Como forma de destacar a repetição do desvio por um mesmo trabalhador, desenvolveu-se uma variável que permitisse distinguir este tipo de ocorrência das demais, o “Fator Reincidência” (Fr).

---

<sup>1</sup>Neste estudo, considera-se reincidente o registro do desvio repetido pelo trabalhador em um período de 12 meses.

### 3. MODELO PROPOSTO

A fim de relacionar as variáveis propostas, desenvolveu-se a seguinte relação para obtenção do Índice de Criticidade (IC):

**Equação 1:** Equação para obtenção do Índice de Criticidade de determinado mês (ICm)

$$ICm = \sqrt{Fr + \left(\frac{(Qnok + Qr)^2}{N}\right) \times Gnok}$$

Como forma de acompanhar o desenvolvimento do trabalhador, o IC deste foi calculado levando em consideração a média ponderada dos 3 últimos meses, conforme equação abaixo:

**Equação 2:** Equação para obtenção do Índice de Criticidade no mês de referência

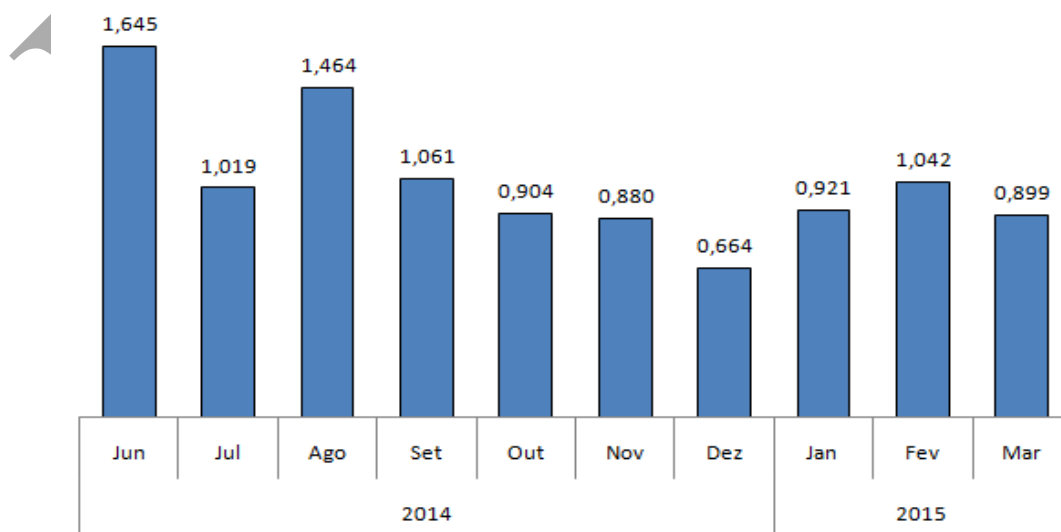
$$IC = \frac{(IC1 \times 3) + (IC2 \times 2) + (IC3 \times 1)}{6}$$

Em que “IC1” representa o mês de análise, “IC2” o mês anterior e “IC3” dois meses antes do mês de análise.

### RESULTADOS

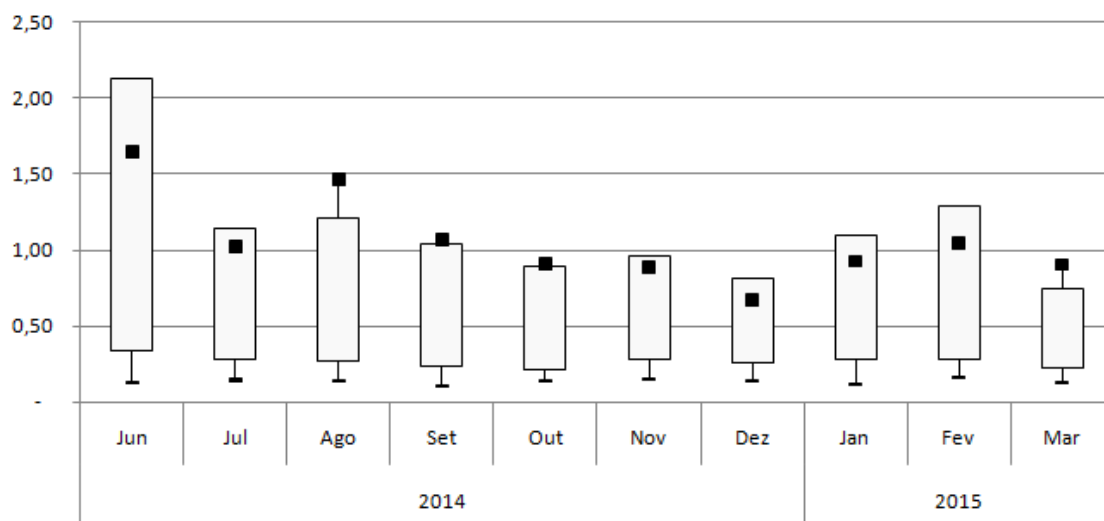
Em Junho de 2014 teve início a divulgação dos resultados, exclusivamente para inspetores operacionais e gestores responsáveis pelos trabalhadores analisados. Concomitantemente, desenvolveu-se um formulário padrão (Anexo 3), buscando direcionar e agilizar o processo de *feedback* pelo gestor, proporcionando um olhar voltado para a evolução do trabalhador no programa.

Desde então, observa-se uma redução de 45,3% da média dos resultados e no desvio padrão do conjunto de amostras observadas.



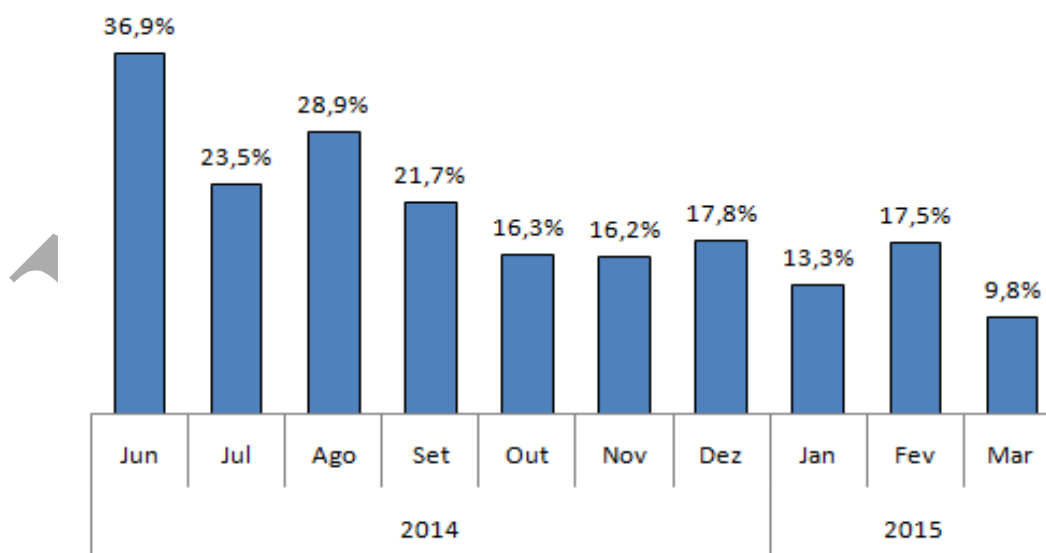
**Gráfico 5:** Evolução do Índice de Criticidade dos trabalhadores da Unidade de Atendimento de São Paulo

Pela distribuição das amostras no gráfico de Box-Plot, observa-se que o indicador passa a um estado de maior controle com o decorrer dos meses, dado pela redução da mediana e do 3º Quartil a cada mês.



**Gráfico 6:** Distribuição empírica das amostras pelo gráfico de Box-Plot

Ao passo que os desvios sistêmicos passaram a ser tratados de maneira diferenciada pelos gestores, a Unidade de Atendimento de São Paulo passou-se a observar uma sensível redução no percentual de trabalhadores reincidentes, sendo que no período houve uma melhora de 73,4% no indicador, conforme gráfico abaixo.



**Gráfico 7.** Evolução do indicador de reincidência da Unidade de Atendimento de São Paulo

Todavia, os ganhos observados nos indicadores acima citados de nada valeriam se o objetivo fim não fosse atingido. Como é possível verificar, pelo gráfico abaixo, o cenário de ocorrências relacionadas à falha humana, vivenciado pela Unidade de Atendimento de São



Paulo passou para um estado de controle, mesmo com os dois acidentes registrados durante o período de avaliação.

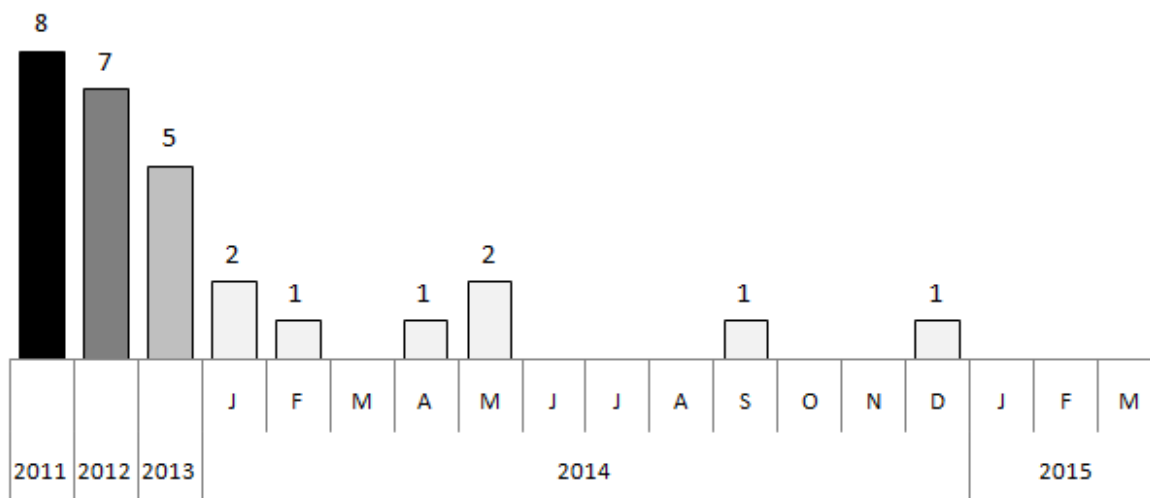


Gráfico 8: Evolução das ocorrências com causa falha humana na Unidade de Atendimento São Paulo

## CONCLUSÃO

Bem como observado por Escudeiro (2015), o uso continuado de métodos e técnicas de análise sistêmica integrada dentro das organizações pode ser de grande valia para alcançar padrões de segurança operacional. Ademais, a utilização do sistema de classificação e avaliação baseado na repetibilidade do erro do trabalhador, fornece importante suporte ao corpo de gestores, permitindo identificar, tratar e acompanhar a evolução do mesmo, de maneira direta e efetiva.

O modelo proposto permitiu o mapeamento de trabalhadores que apresentavam comportamento inseguro. O tratamento destes por parte dos gestores foi de grande valia, dando suporte ao resultado de segurança da Unidade de Atendimento de São Paulo no segundo semestre de 2014.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANAC, Agência Nacional de Aviação Civil (2010), *Regulamento Brasileiro da Aviação Civil No. 121, Requisitos operacionais: operações domésticas, de bandeira e suplementares, Emenda no. 03*, Brasília, Disponível em: <http://www2.anac.gov.br/biblioteca/rbac/RBAC121EMD03.pdf>. Acesso em 09 de Julho de 2015.

ANTT, Agência Nacional de Transportes Terrestres (2014). *Acidentes Ferroviários ocorridos no Subsistema Ferroviário Federal no ano de 2013*. Disponível em: <http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/4994.html>. Acesso em 01 de Julho de 2015.

ANTT, Agência Nacional de Transportes Terrestres (2014 - 2). *Acompanhamento das concessões ferroviárias*. Disponível em: <http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/4994.html>. Acesso em 01 de Julho de 2015.

ANTT, Agência Nacional de Transportes Terrestres (2015). *Evolução do Transporte Ferroviário de Cargas*. Disponível em: <http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/4972.html>. Acesso em 01 de Julho de 2015.

BARROS, J. M. e PEREIRA, A.C.C. (2011). *Estudo de Caso em uma Mineradora Brasileira: O Desenvolvimento de Ferramentas de Controle Interno com Foco na Segurança Operacional*. Apresentado no XV Congresso Chileno de Engenharia de Transporte - 2011, Santiago do Chile, Chile.

CNT, Confederação Nacional do Transporte (2015). *Boletim Estatístico – Março 2015*. Disponível em: [http://www.cnt.org.br/Paginas/Boletins\\_Detalhes.aspx?b=3](http://www.cnt.org.br/Paginas/Boletins_Detalhes.aspx?b=3). Acesso em 05 de Julho de 2015.

ESCUDEIRO ML. (2015). *Fatores humanos na segurança operacional: uma abordagem integrada e sistêmica no treinamento da gestão de riscos*. Revista Conexão Sipaer, Vol. 6, No. 1, pp 35-42.

Informações disponíveis em <http://www.mrs.com.br>. Acesso em 02 de julho de 2015.

REASON J. (1997). *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Aldershot: Ashgate Publishing Company.

SILVA, E. A. S. (2010), *Percepção do Risco e Cultura de Segurança - O Caso Aeroportuário*. Monografia para o Mestrado em Dinâmicas Sociais, Riscos Naturais e Tecnológicos. Faculdade de Economia, Universidade de Coimbra. Coimbra, Portugal.

## ANEXOS

### ANEXO 1

O cálculo de gravidade de acidente ferroviário é feito baseado no tipo de impacto que ele gera. Desta forma, considera-se a soma de cada impacto, mediante relação com os itens das tabelas abaixo. O valor obtido é dividido por 100, sendo 1 o valor máximo aceito.

Tipo	2011
Atropelamento	5
Abalroamento	5
Desc. sem interd.	5
Desc. com interd.	10
Desc. Com tombam.	15
Esbarro de Trens	20
Encontro de Trens	30
Choque de Trens	25

Nº de Locos	2011
0	0
1	3
2	5
3	7
4	9
Acima de 4	11

Custo Loco	2011
Sem Custo	0
Até 30 mil	2
Entre 30 e 100 mil	3
Entre 100 e 500 mil	5
Entre 500 mil e 1 MM	7
Acima de 1 MM	10

THP	2011
0	0
Até 15 h	1
Até 30 h	1
Entre 30 e 100h	3
Entre 100 e 500h	5
Entre 500 e 1.000h	7
Acima de 1000h	9

Nº de Vagões	2011
0	0
1	2
2	3
Entre 3 e 6	5
Entre 7 e 10	7
Acima de 10	10

Custo Vagão	2011
Sem custo	0
Até 30 mil	2
Entre 30 e 50 mil	3
Entre 50 e 100 mil	3
Entre 100 e 500 mil	5
Entre 500 mil e 1 MM	7
Acima de 1 MM	10

Custo VP	2011
Sem custo	0
Até 30 mil	2
Entre 30 e 50 mil	3
Entre 50 e 100 mil	3
Entre 100 e 300 mil	5
Entre 300 e 500 mil	7
Acima de 500 mil	10

Custo EE	2011
Sem custo	0
Até 10 mil	1
Entre 10 e 30 mil	2
Entre 30 e 50 mil	3
Acima de 50 mil	5

Vítimas	2011
Não	0
Sim	5



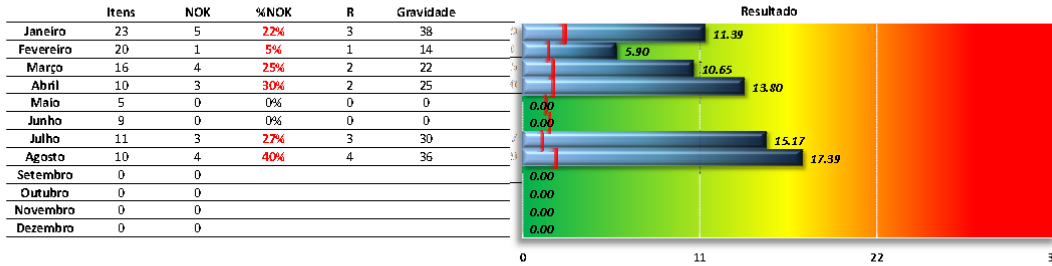
ANEXO 3

Formulário desenvolvido para auxiliar o *feedback* por parte do gestor.



Formulário para Feedback  
Programa de Observação de Tarefas

Matrícula:  Nome:  Função:  Coordenação:



Relatório Itens NOK

Janeiro				Fevereiro				Março			
Item	Fator R	Data	Auditor	Item	Fator R	Data	Auditor	Item	Fator R	Data	Auditor
INF043	1	31/dez	30014906	OP0020	6	09/fev	30014906	OP0020	7	04/mar	30014003
OP0020	4	28/jan	30007106					OP0022	0	04/mar	30014003
OP0020	5	28/jan	30014906					OP0023	1	04/mar	30014003
OP0023	0	28/jan	30014906					ZB3596	0	29/mar	30014003
OP0083	0	28/jan	30014906								
Abril				Maio				Junho			
Item	Fator R	Data	Auditor	Item	Fator R	Data	Auditor	Item	Fator R	Data	Auditor
OP0020	8	02/abr	30014906								
OP0021	0	02/abr	30014906								
OP0023	2	02/abr	30014906								
Julho				Agosto				Setembro			
Item	Fator R	Data	Auditor	Item	Fator R	Data	Auditor	Item	Fator R	Data	Auditor
OP0020	8	03/jul	30014906	OP0020	7	02/ago	30014906				
OP0022	1	03/jul	30014906	OP0021	1	02/ago	30014906				
OP0023	3	03/jul	30014906	OP0022	2	02/ago	30014906				
				OP0023	4	02/ago	30014906				
Outubro				Novembro				Dezembro			
Item	Fator R	Data	Auditor	Item	Fator R	Data	Auditor	Item	Fator R	Data	Auditor

Coordenador