

Aviso de Segurança: melhorando a comunicação do Perigo

Moacyr Machado Cardoso Junior (ITA) moacyr@ita.br

Ricardo Sutério (INPE) suterio@lit.inpe.br

Resumo: O problema da comunicação do Perigo em Avisos de segurança é tratado neste artigo. Foi estudado o efeito dos fatores palavra, cor de fundo e grupo de usuários na avaliação da comunicação de um aviso de segurança a ser colocado em uma máquina. O experimento utilizou o modelo fatorial para análise de variância, visando maior robustez ao resultado final, visto que a bibliografia estudada refere-se somente a testes qualitativos. Os resultados indicaram que a análise por meio da análise de variância é útil para o desenvolvimento de avisos de segurança. As palavras de advertência adotadas na NR-26 não estão de acordo com os resultados do presente estudo, no que diz respeito ao nível de risco comunicado, e finalmente que todos os avisos de segurança devem ser testados com o público alvo final ao invés de projetistas ou especialistas em segurança, para melhor eficiência do processo de comunicação.

Palavras-chave: Aviso de Segurança; comunicação; Desenho de Experimento.

1. Introdução

No projeto atual de máquinas, equipamentos e ferramentas a questão de segurança é colocada em primeiro plano tanto por questões de mercado como pela legislação que obriga fabricantes a incorporar segurança. Mesmo assim os avisos de segurança são indispensáveis, pois existem situações nas quais a operação da máquina é intrinsecamente perigosa. Os avisos de segurança (*warnings*) são motivo de várias reclamações de fabricantes que os utilizam, pois os usuários negligenciam. (MORAES & ALESSANDRI, 2002). A não observância desses avisos implica riscos para o usuário e para o equipamento. A hipótese explicativa é que a negligência e desobediência aos avisos se devem a problemas de design das informações, tipo de pictograma, cores, palavras, dentre outros.

A Norma Regulamentadora NR-26, do Ministério do Trabalho, trata de sinalização de segurança, e descreve a utilização de várias cores padronizadas para identificar riscos. A mesma regulamentação trata ainda da utilização de Palavras de Advertência: - Perigo, Cuidado e Atenção, que devem ser utilizadas nos rótulos das embalagens de produtos perigosos e nocivos à saúde, indicando pela ordem risco alto, médio e leve. (MTE, 1978).

Um estudo citado por MORAES & ALESSANDRI (2002), mostra os níveis de perigo associados com as três palavras de advertência – Cuidado, Atenção e Perigo combinadas com quatro fundos coloridos: - branco, amarelo, laranja e vermelho. O resultado indicou que a palavra Perigo foi percebida como a de maior risco, atenção intermediário e cuidado o mais baixo. A maior consistência foi para a palavra Perigo, e pequenas divergências encontradas entre cuidado e atenção, sendo que estes dois estão mais próximos entre si e mais afastados da palavra perigo. Alguns estudos mostram que a cor vermelha de fundo com a palavra Perigo é a mais consistente e existe certa discordância entre as demais cores e palavras. Na Figura 1, apresentam-se os resultados de algumas dessas pesquisas citadas por MORAES & ALESSANDRI (2002).



FIGURA 1 – Cores que denotam maior risco. Fonte: DUNLAP *et. al* apud MORAES & ALESSANDRI (2002) (1986); BRAUN & SILVER (1995); CHAPANIS (1994).

Um estudo realizado por MORAES & ALESSANDRI (2002) para verificar a aditividade dos efeitos Palavra X Cor de fundo e concluíram que a palavra Perigo denota maior risco quando utilizada com fundo vermelho, e a de menor risco Atenção com Amarelo, e Cuidado com Preto ficou na posição intermediária. As autoras ressaltam ainda que novos estudos devam ser realizados para confirmar resultados e também para contrapor a prática utilizada em embalagens de medicamentos utilizando a tarja preta para indicar maior risco.

Dessa forma o presente trabalho tem como objetivo geral testar um método para avaliação de um aviso de segurança, levando em consideração os fatores palavra empregada, cor de fundo e também avaliar a influência do grau de conhecimento de segurança sobre o resultado final. O presente trabalho pretende contribuir também pela utilização das ferramentas de planejamento de experimentos, visando dar maior cientificidade e repetibilidade dos resultados obtidos, aumentando assim a validade interna e externa do experimento.

2. O Experimento

2.1 Método

O problema da pesquisa é definir qual a melhor forma para comunicar o perigo existente em ambientes de trabalho, máquinas ou dispositivos, ou mesmo de operações por meio de avisos utilizando as palavras padronizadas: Perigo, Cuidado e Atenção.

O aviso é constituído por uma das três palavras e a combinação de cinco cores de fundo: vermelho, amarelo, laranja, azul e preto. Além disso, a comunicação do Perigo será testada em dois grupos distintos de usuários: Nível especializado e Usuários Comuns. O primeiro representado por profissionais da área de segurança do trabalho e o segundo por usuários leigos em segurança do trabalho.

O delineamento experimental adotado deve ser capaz de responder as seguintes questões básicas: Qual a melhor palavra a ser utilizada? Qual a melhor Cor de fundo? Existe diferença entre os grupos analisados, e também se existe efeito de aditividade entre os fatores, ou seja, interação entre os mesmos. A comunicação do perigo será avaliada em uma escala de 0 a 100, onde 0 representa ausência de comunicação de perigo, e 100 representa a máxima comunicação.

Desta forma a variável dependente será a comunicação do risco, e as variáveis independentes serão: Palavras (Perigo, Cuidado e Atenção), Cor do fundo do aviso (vermelho, amarelo, laranja, azul e preto) e Grupo de usuários (nível especializado e usuários comuns).

Para dar sentido à avaliação realizada pelos dois grupos utilizou-se uma figura de uma máquina para contextualizar o aviso de segurança. Figura 2.



FIGURA 2 – Figura utilizada para contextualização.

Todas as pessoas envolvidas no experimento receberam a seguinte instrução: “Para a Máquina ao lado, estamos projetando a sinalização que “mais” comunica ao usuário o potencial de dano, no caso lesão por contato com a serra”. Coloque os cartões em ordem de melhor comunicação para o usuário em função da combinação: Palavra X Cor E a seguir atribua nota de 0 a 100, Sendo: 0 = Comunicação ruim e 100 = Comunicação perfeita.

Os cartões apresentados aos grupos foram aleatoriamente distribuídos. Na figura 3 apresenta-se um esquema de apresentação dos cartões.

ATENÇÃO	CUIDADO	PERIGO	PERIGO	ATENÇÃO
ATENÇÃO	CUIDADO	CUIDADO	PERIGO	CUIDADO
ATENÇÃO	PERIGO	ATENÇÃO	CUIDADO	PERIGO

FIGURA 3 – Exemplo de distribuição aleatória dos Cartões apresentados aos usuários.

Para análise dos Fatores Palavra, Cor e Grupo, respectivamente com 3, 5 e 2 níveis foi utilizado o modelo Fatorial, conforme descrito por MONTGOMERY (2001), representado a seguir:

$$Y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \beta_j + \theta_k + (\tau\beta)_{ij} + (\tau\theta)_{ik} + (\beta\theta)_{jk} + (\tau\beta\theta)_{ijk} + \epsilon_{ijkl} \quad (1)$$

Onde:

μ = média geral

τ = efeito do i – ésimo nível do fator Palavra; para $i = 1, 2, 3$;

β = efeito do j – ésimo nível do fator Cor; para $j = 1, 2, \dots, 5$;

θ = efeito do k – ésimo nível do fator Grupo; para $k = 1, 2$;

ϵ = erro aleatório do experimento, para $i = 1, 2, 3, 4$;

E os testes de hipóteses verificados pelo modelo fatorial são representados por:

$$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

$$H_1: \text{pelo menos um } \tau_i \neq 0$$

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = 0$$

$$H_1: \text{pelo menos um } \beta_j \neq 0$$

$$H_0: \theta_1 = \theta_2 = 0$$

$$H_1: \text{pelo menos um } \theta_k \neq 0$$

Além dessas hipóteses para os fatores, também serão testadas as hipóteses referente às interações entre os fatores.

Nos casos de rejeição da hipótese nula, será aplicado o teste Tukey – HSD (Honest significance difference) para verificar qual tratamento obteve o melhor resultado.

As análises foram realizadas com o software R, utilizando o pacote MASS. (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009).

3. Resultados

A partir dos dados do experimento foi possível traçar os gráficos de possíveis interações entre os fatores Figura 4, 5 e 6.

É possível verificar que aparentemente não existe interação entre Cor e Palavra; entre Palavra e Grupo, mas existe entre Grupo e Cor.

A combinação Perigo, Cuidado e Atenção com fundo Vermelho produziram as médias mais altas, ao passo que as cores Preto e Azul, produziram as mais baixas. No que se refere aos grupos, aparentemente os especialistas tendem a dar maior média para a cor amarelo, seguido por laranja e vermelho, muito próximas, já o grupo dos leigos tende a dar maior valor para o Vermelho, seguido pelo amarelo e laranja. Com relação às Palavras o grupo de especialistas e leigos concordam com a ordenação crescente Atenção-Cuidado-Perigo, porém o grupo de especialistas o crescimento do resultado é muito mais intenso.

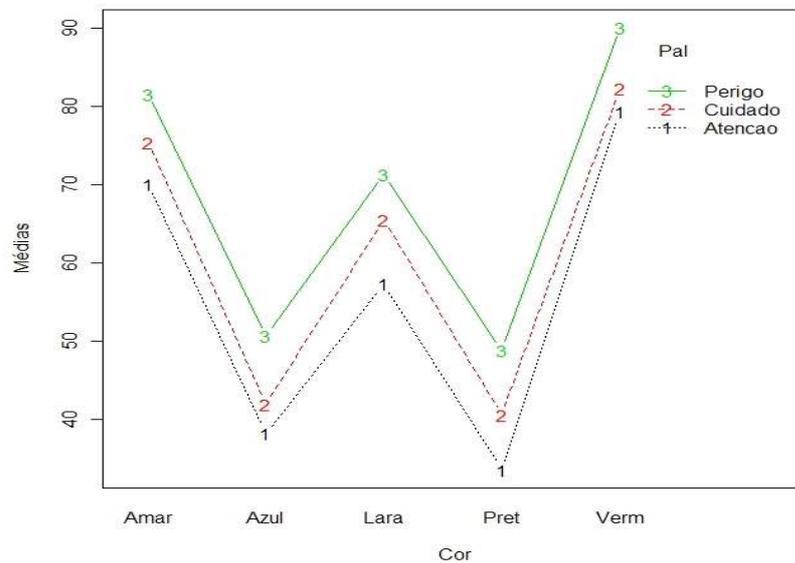


FIGURA 4 – Gráfico de interação entre os fatores Cor e Palavra

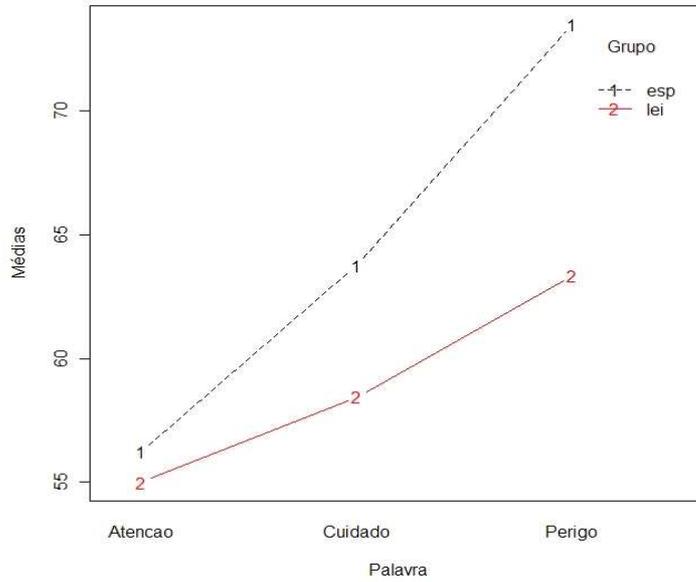


FIGURA 5 – Gráfico de interação entre os fatores Palavra e Grupo

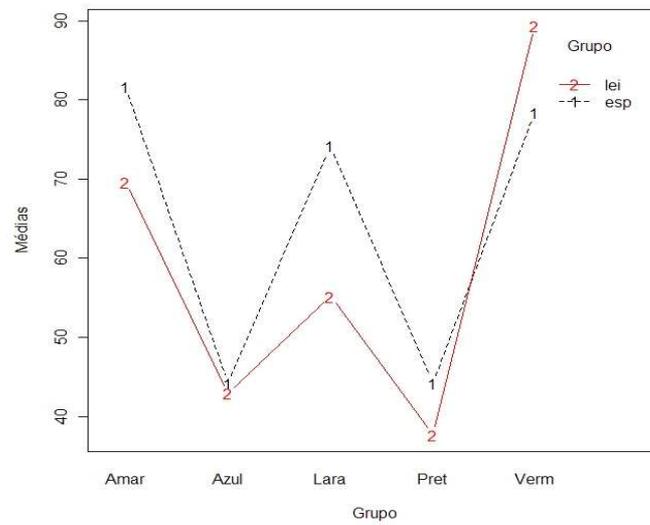


FIGURA 6 – Gráfico de interação entre os fatores Cor e Grupo

O resultado da análise de variância – ANOVA do modelo ajustado conforme equação 1, está na Tabela 1.

TABELA 1 - Análise de Variância do Modelo Fatorial.

Fonte de Variação	GL	Soma Quadrados	Quadrado Médio	F	P-Value
Palavra*	2	3300	1650	4,4187	0,01477
Cor*	4	34902	8726	23,3696	$2.87.10^{-13}$
Grupo	1	930	930	2,4898	0.11809
Pal:Cor	8	105	13	0,0353	0.99998
Pal:Grupo	2	397	199	0,5318	0,58938
Cor:Grupo**	4	3101	775	2,0765	0.09041
Pal:Cor:Grupo	8	315	39	0,1056	0.99895

*5% de significância

**10% de significância

A ANOVA demonstrou que para o Fator Palavra existe diferença significativa (5%) entre os níveis, o mesmo para o Fator Cor. Ou seja, existe pelo menos uma palavra e uma Cor que se diferencia das demais.

Não existe diferença significativa entre os dois grupos avaliados, e tampouco interação entre palavra X Cor, Palavra X Grupo e Palavra X Cor X Grupo. Existe, no entanto diferença significativa (10%) na interação entre Cor X Grupo.

A análise dos resíduos demonstrou não haver nenhuma tendência anormal dos resíduos e que os mesmos são normalmente distribuídos, onde podemos concluir pela hipótese iid – independentes e igualmente distribuídos para os resíduos. Conforme Figura 7.

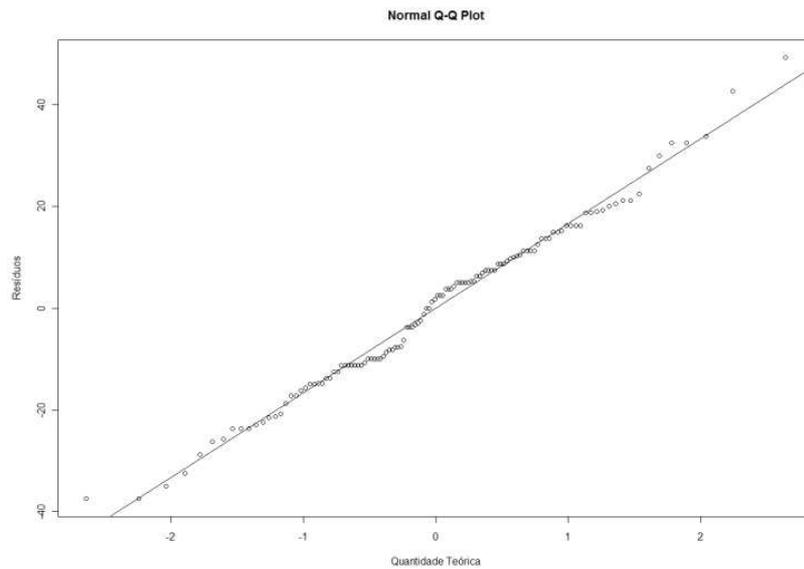


FIGURA 7 – Gráfico de Distribuição Normal dos Resíduos.

A partir dos resultados da ANOVA, o teste de Tukey-HSD foi aplicado e o resultado demonstrados nas Tabelas 2, 3 e 4.

TABELA 2 - Teste Tukey-HSD para Fator Palavra.

Palavra	Diferença	Inferior	Superior	P-Value
Cuidado-Atencao	5.475	-4.821711	15.77171	0.4173774
Perigo-Atencao	12.800	2.503289	23.09671	0.0107943
Perigo-Cuidado	7.325	-2.971711	17.62171	0.2125726

Para o Fator Palavra fica evidente que existe diferença significativa ao nível de 5% para as Palavras Perigo e Atenção. Todas as outras combinações não são estatisticamente diferentes entre si.

TABELA 3 - Teste Tukey-HSD para Fator Cor.

Cor	Diferença	Inferior	Superior	P-Value
AzulAmar	-32.08333	-47.61173	-16.55493	0.0000012
LaraAmar	-10.958333	-26.486735	4.570069	0.2917278
PretAmar	-34.708333	-50.236735	-19.179931	0.0000002
VermAmar	8.208333	-7.320069	23.736735	0.5834720
LaraAzul	21.125000	5.596598	36.653402	0.0024927
PretAzul	-2.625000	-18.153402	12.903402	0.9897928
VermAzul	40.291667	24.763265	55.820069	0.0000000
PretLara	-23.750000	-39.278402	-8.221598	0.0004767
VermLara	19.166667	3.638265	34.695069	0.0077835
VermPret	42.916667	27.388265	58.445069	0.0000000

Para o Fator Cor Não se pode afirmar que Vermelho é superior ao Amarelo e tampouco que o Amarelo é superior ao laranja ou o Azul em relação ao Preto.

Porém o Vermelho se destaca em relação ao Laranja, Azul e Preto, e o Amarelo e laranja se destacam em relação ao Azul e Preto.

Quanto a interação Grupo X Cor, fica evidente que o grupo Especialista define a ordem de importância das Cores como Amarelo-Vermelho-Laranja, e no grupo de leigos ocorre uma inversão com Vermelho antes do Amarelo, conforme mostrado anteriormente na Figura 6, no entanto, essa diferença não é estatisticamente significativa, ou seja, não se pode afirmar que qualquer uma das três cores é superior a outra para os dois Grupos. Para o grupo de especialistas pode-se afirmar que existe diferença significativa entre qualquer uma das três cores citadas anteriormente e o Preto e Azul, que não apresentam diferenças significativas entre si para o Grupo de Especialistas. Já para o grupo de Leigos fica evidenciado pelo teste Tukey-HSD que o Vermelho e Amarelo são equivalentes, porém o vermelho é superior ao Laranja. E não existem diferenças significativas entre Laranja, Preto e Azul. Os resultados da interação Grupo e Cor podem ser visualizadas da Figura 8.

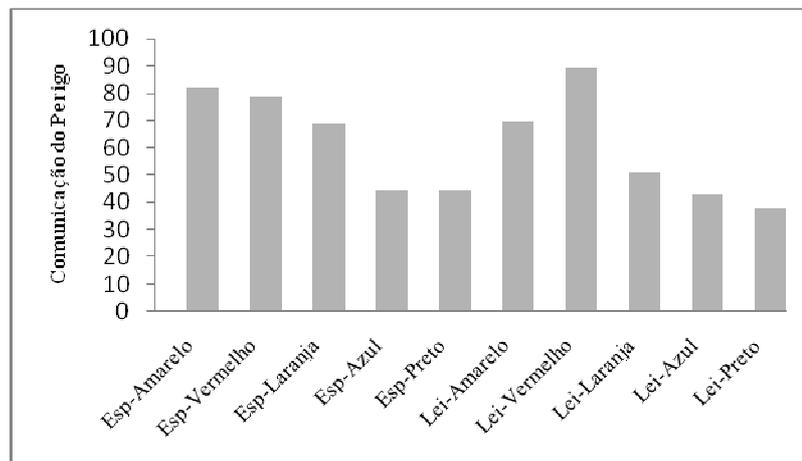


FIGURA 8 – Gráfico das Médias para os Grupos Especialistas e Leigos interação com o Fator Cor.

4. Discussão

Quanto ao fator Palavra, percebe-se que somente a palavra Perigo e Atenção são significativamente diferentes invalidando a legislação do Ministério do Trabalho e Emprego, NR-26 que estabelece uma ordem para as palavras em termos de gravidade, o que não se observou no presente experimento.

A cor de fundo parece ter uma grande influência no processo de comunicação do Perigo, porém não é possível afirmar claramente qual a melhor combinação, pois tanto o Vermelho como Amarelo produzem resultados idênticos do ponto de vista estatístico. Já as cores Preto e Azul, não se diferenciam entre si, mas claramente produziram valores inferiores ao Vermelho, Amarelo e laranja. Na comparação direta Vermelho – Laranja, o vermelho apresenta melhores resultados. Estes fatos contradizem os estudos citados por BRAUN & SILVER (1995), bem como suas constatações experimentais.

A interação entre Cores e Grupos, apesar de fraca, proporciona diferenças entre os Grupos analisados. As cores Vermelho, Amarelo e Laranja, são cores muito próximas em termos de comunicação do Perigo existente para ambos os Grupos estudados, e que apesar da

alteração da ordem de comunicação entre os dois grupos, a mesma não é estatisticamente significativa, exceto do Vermelho e Laranja para o Grupo de leigos. Este fato está parcialmente em concordância com o relatado por BRAUN e SILVER (1995), pois nos estudos relatados a análise efetuada foi puramente qualitativa e considerava diferença entre as cores.

5. Conclusões

O presente trabalho que tinha como objetivo geral testar um método para avaliação de um aviso de segurança, levando em consideração os fatores palavra empregada, cor de fundo e também avaliar a influência do grau de conhecimento de segurança sobre o resultado final mostrou-se eficiente, pois foi possível verificar as Palavras com maior eficiência na comunicação do Perigo, assim como as Cores. Mas o mais importante é verificar que apesar do conceito geral definido pela regulamentação e também em vários estudos as palavras Perigo e a Cor Vermelho de fundo, nem sempre são as melhores, ou seja, outras combinações podem produzir resultados muito parecidos. A interação entre Grupos e Cores demonstra que é muito importante a avaliação do instrumento “aviso de segurança” pelo o usuário final e não pelo especialista ou mesmo projetista, pois a mensagem pretendida pode não ser a melhor opção.

O presente experimento, no entanto não estudou outros tipos de interação, como por exemplo, cor das letras, tamanho em relação ao tamanho do aviso, ou mesmo em outros contextos, que fica como sugestão para futuros desenvolvimentos. Mas estas comparações podem ser realizadas e suas diferenças detectadas por uma análise fatorial como a apresentada, garantindo maior robustez ao projeto da sinalização.

Finalmente realizar experimentos desse tipo incorporando a análise estatística, além da tradicional análise qualitativa contribui para a melhoria dos projetos de sinalização.

Referências

- BRAUN, C.C.; SILVER, N. C. Interaction of signal word and colour on warning labels: Differences in perceived hazard and behavioral compliance. *Ergonomics*, 38(11), 1995 pp. 2207-2220.
- CHAPANIS, A. Hazards associated with three signal words and four colours on warnings signs. In: *Ergonomics warnings special issue*. London, Taylor And Francis Ltd. 37, Fev. 1994 pp.265-76.
- MONTGOMERY, D. C. *Design and Analysis of Experiments*. s.l. : John Wiley and Sons, 2001.
- MORAES, A.; ALESSANDRI, G. M.. *Ergonomização de Avisos e Advertências: Segurança de Usuários*. [A. do livro] Moraes, A. . Avisos, Advertências e Projetos de Sinalização. Rio de Janeiro : iUsEr, 2002, pp. 31-43.
- MTE, Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora NR26 - *Sinalização de Segurança*. Brasil, 6 de Jul de 1978.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM *R: A language and environment for Statistical*. Vienna : R Foundation for Statistical Computing, 2009.