

ESTUDO DA INTERFACE E APLICAÇÃO DOS MATERIAIS MIMÉTICOS AO DESIGN DE PRODUTO E SEGURANÇA DO TRABALHO

Benjamim Shiro Yagi¹

Abílio Garcia dos Santos Filho²

Resumo

No intuito de estudar a interface e a preferência de sujeitos por produtos que possuem materiais deformáveis em sua estrutura, foram testados dois equipamentos de proteção individuais (EPIs): dois modelos de óculos de segurança que visam proteção contra impacto, poeira e partículas de tamanho mediano (modelo A: **Future-710**, fabricante Iris Safety; modelo B: **V-MAXX VM-810**, fabricante Willson/Bacou-Dalloz).

Os resultados dos 84 sujeitos testados indicaram que os óculos de segurança B (V-MAXX VM-810) obtiveram alto índice de preferência em praticamente todos os quesitos do questionário aplicado nos sujeitos. O fator mais expressivo identificado foi a moldabilidade do material, responsável pela atribuição das características de conforto e segurança do equipamento; seguido pelo formato, disposição e translucidez da lente, possuindo um design que permite melhor visibilidade periférica e o sistema de ventilação indireto, que contribuiu para o conforto e funcionalidade, mais eficiente que no modelo A (Future-710).

Palavras-chave: ergonomia, equipamento de proteção individual, conforto, segurança do trabalho, óculos de segurança

Abstract

Intending to study the interface and subject's preference for products which have deforming materials in their structure, two distinct personal protective equipments were tested: two models of safety goggles that aim to protect from impact, dust and medium size particles (model A: **Future-710**, manufacturer Iris Safety; model B: **V-MAXX VM-810**, manufacturer Willson/Bacou-Dalloz).

Results from 84 tested subjects showed that safety goggles model B (V-MAXX VM-801) obtained a high level of preference among almost all questions from the query applied to the subjects. The most expressive factor identified was the material's capacity of shapeing, that is responsible for the assignment of comfort and security equipment features, followed by format, arrangement and lens traslucency, having a design which allows a better peripheral visibility, and also by the indirect ventilation system what has contributed to comfort and performance, more effective than in the model A (Future-710).

Key-words: ergonomy, personal protective equipment, comfort, work safety, safety goggles.

¹Mestre em Desenho Industrial pela Universidade Estadual Paulista – UNESP. Endereço eletrônico: ben.shiro@gmail.com

²Abílio Garcia dos Santos Filho, Professor Adjunto pela Universidade Estadual Paulista – UNESP. Endereço eletrônico: abilio@feb.unesp.br



1. Introdução e justificativa

O desenvolvimento de produtos de uso pessoal que seguem o design antropomórfico nem sempre podem ser planejados em detalhes mínimos para adaptação em sujeitos que representam as extremidades estatísticas da antropometria. Atento a esse obstáculo, o projeto do produto necessita de recursos que permitam contornar essa limitação.

O uso de materiais que possuem capacidade de deformação elástica e moldabilidade se torna viável no sentido de adaptar o produto ao usuário, de forma a otimizar seu desempenho, obtendo maiores índices de segurança, conforto e preferência subjetiva (ALBANO et al, 2003) sem modificar sua estrutura básica em função de detalhes antropométricos.

A aplicação de forma planejada em locais estratégicos onde exista maior contato com o corpo, sob pressão através de peso ou força aplicada faz com que o material se molde aos contornos locais do corpo, proporcionando firmeza e segurança, podendo até mesmo atenuar vibrações (BJÖRING et al, 1999), gerando conforto durante o uso. A característica de adaptação do material em função do seu ambiente pode ser descrita como “mimetismo” – daí a expressão *materiais miméticos*, aplicados ao contexto projetual dos produtos, pois se trata de criar fatores orientados pelo design e materiais, para a ideal funcionalidade de um produto e que agregam valores preferenciais no poder de decisão do usuário (FELLOWS e FREIVALDS, 1991).

A seleção de materiais desempenha um papel fundamental no design do produto. A funcionalidade depende diretamente da escolha apropriada do material para juntar requisitos técnicos, segurança, desempenho e torná-lo economicamente viável (ASHBY, 2003). É através do material em si que o usuário encontra a interface para utilizar o produto. Estética, associações e percepção do produto são fortemente influenciadas pela escolha do material, agregando ao produto personalidade, que em maior ou menor grau, é um reflexo do material em si.

Utilizando-se deste conceito, o foco deste artigo é a análise de preferência subjetiva dos sujeitos por equipamentos de proteção individuais que possuem materiais moldáveis ao corpo como parte fundamental de sua estrutura; a constatação que a preferência está ligada às sensações produzidas através do material; os fatores decisivos para a escolha definitiva do usuário; análise de interface; e elementos secundários de design para contribuição referencial.

2. Métodos

Através da experiência de uso dos equipamentos de proteção sob situação de trabalho nas oficinas de madeira, artes e metal da UNESP – campus de Bauru (São Paulo, Brasil), foram submetidos à experiência 84 alunos (59 homens e 25 mulheres), que utilizaram os EPIs durante seu trabalho (figuras 01, 02 e 03).



Figuras 01, 02 e 03 – Panorama das oficinas e alunos em trabalho

Para o teste se tornar legítimo e efetivo de acordo com as funções básicas do equipamento de proteção, os sujeitos desempenharam alguma tarefa que possuía certo grau de risco, onde se fez



necessário o uso obrigatório do EPI, pois tanto no trabalho manual quanto no operado por máquina (lixadeiras, fresadoras), partículas de escória são projetadas em múltiplas direções ou poeira é produzida em grande quantidade, que sem os óculos de proteção, podem cegar momentaneamente o operador, podendo provocar algum tipo de acidente (ZAGO, 1998).

Foram utilizados dois óculos de proteção: o chamado “modelo A”, **Future-710**, fabricante *Íris Safety* (figuras 04, 05 e 06);



Figuras 04, 05 e 06 – Óculos de segurança: modelo A Future-710

e o “modelo B”, **WILLSON V-MAXX-VM 810**, fabricante *Willson/Bacou-Dalloz* (figuras 07, 08 e 09), ambos aprovados e certificados pelo Ministério do Trabalho.



Figuras 07, 08 e 09 – Óculos de segurança modelo B V-MAXX VM-810

O teste foi planejado de modo a não atrapalhar o andamento das atividades de classe, otimizando tempo de coleta de dados e permitindo aos sujeitos que se concentrem nas sensações iniciais de uso; segundo Gladwell (2005) os momentos iniciais de uma experiência de vida são decisivos para registrar uma impressão duradoura sobre algo (também conhecido por cognição rápida). O sujeito é informado sobre as peculiaridades do teste e em seguida usa o **modelo A** (Future-710), após ajustes do tirante, durante 4 (quatro) minutos. Em seguida, retira o EPI e descansa por 2 (dois) minutos. Depois, utiliza o **modelo B** (V-MAXX VM-810) por mais 4 (quatro) minutos. Em seguida, responde ao questionário.

Os resultados obtidos foram sujeitos a comparação de proporções utilizando o teste qui-quadrado e, para as pontuações, o teste não-paramétrico de Wilcoxon.

3. Resultados

Questionário aplicado:

Questão 01: Qual dos óculos testados é mais confortável?

- 20,23% preferem o modelo A



- 79,76% preferem o modelo B

Questão 02: Qual dos óculos de proteção transmite maior sensação de segurança?

- 35,71% preferem o modelo A
- 64,28% preferem o modelo B

Questão 03: Sentiu dor em algum momento?

- 7,14% sentiram dor com modelo A
- 9,52% sentiram dor com modelo B
- 83,33% não sentiram dor

Questão 04: Avalie os óculos de proteção:

Avaliação masculina :

Óculos A		Óculos B	
15,08%	1) muito desconfortável	ZERO	
47,45%	2) desconfortável	11,86%	
33,89%	3) neutro	27,11%	
25,42%	4) confortável	54,23%	
5,08%	5) muito confortável	6,77%	

Avaliação feminina:

Óculos A		Óculos B	
24%	1) muito desconfortável	8%	
40%	2) desconfortável	20%	
24%	3) neutro	36%	
8%	4) confortável	32%	
4%	5) muito confortável	4%	

Questão 05: Sentiu algum tipo de incômodo durante o uso?

- 58,33% sentiram incômodo com modelo A
- 27,38% sentiram incômodo com modelo B
- 14,28% não sentiram incômodo

Questão 06: O que torna o uso do óculos desconfortável, em sua opinião?

Dos 59 sujeitos homens:

- 16,94% ventilação inadequada
- 11,86% tamanho do óculos excessivo
- 10,16% EPI considerado como “corpo estranho” ao corpo
- 8,47% tirante de ajuste (elástico)



Dos 25 sujeitos mulheres

- 24% tamanho do óculos excessivo
- 16% EPI considerado como “corpo estranho” ao corpo
- 12% calor
- 8% embaçamento
- 8% peso excessivo

Questão 07: Qual óculos prefere, categoricamente?

- 20,23% preferem o modelo A
- 79,76% preferem o modelo B

Questão 08: Qual óculos oferece melhor campo de visão e visibilidade?

- 26,19% melhor visibilidade com modelo A
- 73,8% melhor visibilidade com modelo B

Questão 09: Qual material parece ser mais indicado para a armação?

- 28,57% preferem material do modelo A
- 71,42% preferem material do modelo B

Questão 10: Qual o nível de conforto do tirante (elástico) de segurança?

Avaliação masculina:

Tirante A		Tirante B	
5,08%	1) muito desconfortável	5,08%	
16,94%	2) desconfortável	15,25%	
37,25%	3) neutro	37,25%	
30,5%	4) confortável	35,59%	
10,16%	5) muito confortável	6,77%	

Avaliação feminina:

Óculos A		Óculos B	
ZERO	1) muito desconfortável	ZERO	
12%	2) desconfortável	8%	
52%	3) neutro	36%	
28%	4) confortável	32%	
8%	5) muito confortável	24%	

Questão 11: Houve irritabilidade da pele em contato com o material?

- 3,57% sentiram irritabilidade com modelo A
- 8,33% sentiram irritabilidade com modelo B



- 88,09% não sentiram irritabilidade

Questão 12: Você é alérgico aos materiais do óculos?

- 1,19% relataram alergia ao material A
- 1,19% relataram alergia ao material B
- 97,61% não relataram alergia

Questão 13: O material em contato com a pele oferece melhor grau de deformidade em qual EPI?

- 16,66% alegaram material mais deformável em A
- 83,33% alegaram material mais deformável em B

Questão 14: Avalie o grau de deformidade/moldabilidade dos materiais da armação

Avaliação masculina:

Material A		Material B	
1,69%	1) muito rígido	ZERO	
3,38%	2) bem rígido	ZERO	
6,77%	3) levemente rígido	1,69%	
5,08%	4) rígido	1,69%	
22,03%	5) pouco rígido	10,16%	
11,86%	6) pouco maleável	6,77%	
28,81%	7) maleável	30,5%	
13,55%	8) levemente maleável	16,94%	
16,77%	9) bem maleável	28,81%	
ZERO	10) muito maleável	3,38%	

Avaliação feminina:

Material A		Material B	
ZERO	1) muito rígido	ZERO	
8%	2) bem rígido	ZERO	
20%	3) levemente rígido	4%	
16%	4) rígido	4%	
4%	5) pouco rígido	12%	
24%	6) pouco maleável	ZERO	
20%	7) maleável	44%	
ZERO	8) levemente maleável	20%	
8%	9) bem maleável	16%	
ZERO	10) muito maleável	ZERO	

Questão 15: Com qual óculos é possível realizar as tarefas de forma mais natural?



- 22,61% preferem modelo A
- 77,38% preferem modelo B

Questão 16: Houve embaçamento?

- 45,23% alegaram embaçamento em A
- 11,9% alegaram embaçamento em B
- 42,85% não alegaram embaçamento

Cruzamento de dados:

- **Cruzamento 01:** De 17 sujeitos (100%) que preferiram modelo A como sendo mais confortável, 9 deles (52,94%) também afirmam que é mais seguro, porém 8 deles (47,06) se voltam ao modelo B como sendo mais seguro.

De 67 sujeitos (100%) que preferiram o modelo B como sendo mais confortável, 47 deles (70,15%) também afirmam que é mais seguro, porém 20 deles (29,85%) preferem o modelo A como sendo mais seguro.

- **Cruzamento 02:** De 17 sujeitos (100%) que preferiram o modelo A como sendo mais confortável, 10 deles (58,82%) afirmam que seu material é mais indicado para a armação, porém 7 deles (41,18%) preferiram o material do modelo B.

De 67 sujeitos que preferiram o modelo B como sendo mais confortável, 53 deles (79,1%) afirmam que seu material é mais indicado para armação, porém 14 deles (20,9%) preferem o material do modelo B.

- **Cruzamento 03:** De 17 sujeitos (100%) que preferiram o modelo A como sendo mais confortável, 15 deles (88,24%) não sentiram dor durante o uso, porém 2 (11,76%) afirmaram que sentiram dor com o modelo B. De 67 sujeitos que preferiram o modelo B como sendo mais confortável, 55 deles (82,09%) não sentiram dor durante o uso, porém 6 deles (8,96%) alegaram sentir dor com o modelo A e outros 6 (8,96%) alegaram sentir dor com o modelo B.

- **Cruzamento 04:** De 17 sujeitos (100%) que preferiram o modelo A como sendo mais confortável, 14 deles (82,35%) também o preferem categoricamente, porém 3 (17,65%) alegaram que preferem o modelo B categoricamente.

De 67 sujeitos (100%) que preferiram o modelo B como sendo mais confortável, 64 deles (95,52%) também o preferem categoricamente, porém 3 deles (4,48%) preferem o modelo A

- **Cruzamento 05:** Dos 17 sujeitos (100%) que preferiram o modelo A como sendo mais confortável, 8 deles (47,06%) preferiram também o material do modelo A como sendo mais moldável ao rosto, porém 9 deles (52,94%) preferem o material do modelo B.

Dos 67 sujeitos (100%) que preferiram o modelo B como sendo mais confortável, 57 deles (85,07%) preferiram também o material do modelo B como sendo mais moldável ao rosto, porém 10 deles (14,93%) preferiram o material do modelo A.

- **Cruzamento 06:** Dos 17 sujeitos (100%) que preferiram o modelo A como sendo mais confortável, 14 deles (82,35%) afirmam que também é possível trabalhar com ele de forma mais natural, porém 3 deles (17,65%) preferiram o modelo B para se trabalhar de forma mais natural.

Dos 67 sujeitos (100%) que preferiram o modelo B como sendo mais confortável, 62 deles (92,54%) afirmam que também é possível trabalhar com ele de forma mais natural, porém 5 deles (7,46%) preferiram o modelo A para se trabalhar de forma mais natural.

- **Cruzamento 07:** Dos 29 sujeitos (100%) que afirmaram que o modelo A oferece maior sensação de segurança, 28 deles (96,55%) não sentiram dor, 6 (10,91%) sentiram dor ao utilizar o modelo A e 7 (12,73%) sentiram dor ao utilizar o modelo B.

Dos 55 sujeitos (100%) que afirmaram que o modelo B oferece maior sensação de segurança, 42 deles (76,36%) não sentiram dor; 6 (10,91%) sentiram dor ao utilizar o modelo A e 7 (12,73%) ao utilizar o modelo B.



- **Cruzamento 08:** Dos 29 sujeitos (100%) que afirmaram que o modelo A oferece maior sensação de segurança, apenas 5 deles (17,24%) não sentiram incômodo; 12 (41,28%) declararam incômodo com o modelo A e 12 (41,38%) com o modelo B.

Dos 55 sujeitos que afirmaram que o modelo B oferece maior sensação de segurança, apenas 8 deles (14,55%) não sentiram incômodo; 37 (67,27%) declararam incômodo com o modelo A e 10 (18,18%) com o modelo B.

- **Cruzamento 09:** Dos 29 sujeitos (100%) que afirmaram que o modelo A oferece maior sensação de segurança, 12 deles (41,38%) também o preferem categoricamente; porém 17 deles (58,62%) preferem o modelo B.

Dos 55 sujeitos que afirmaram que o modelo B oferece maior sensação de segurança, 50 deles (90,91%) também o preferem categoricamente; porém 5 (9,09%) preferem o modelo A.

- **Cruzamento 10:** Dos 29 sujeitos (100%) que afirmaram que o modelo A oferece maior sensação de segurança, 10 deles (34,48%) também concordam em afirmar que possui melhor campo de visão/visibilidade; porém 19 (65,52%) preferiram o modelo B como possuidor de melhor campo de visão/visibilidade.

Dos 55 sujeitos (100%) que afirmaram que o modelo B oferece maior sensação de segurança, 44 deles (80%) também concordam em afirmar que possui melhor campo de visão/visibilidade; porém 11 (20%) preferiram o modelo A como possuidor de melhor campo de visão/visibilidade.

- **Cruzamento 11:** Dos 29 sujeitos (100%) que afirmaram que o modelo A oferece maior sensação de segurança, 13 deles (44,83%) concordam em afirmar que ele também possui o material com maior deformabilidade; porém 16 (55,17%) preferiram o material do modelo B.

Dos 55 sujeitos (100%) que afirmaram que o modelo B oferece maior sensação de segurança, 50 deles (90,91%) concordam em afirmar que ele também possui o material com maior deformabilidade; porém 5 (9,09%) preferiram o material do modelo A.

- **Cruzamento 12:** Dos 29 sujeitos (100%) que afirmaram que o modelo A oferece maior sensação de segurança, 11 deles (37,93%) concordam em afirmar também que é possível realizar as tarefas de forma mais natural com ele; porém 18 (62,07%) preferiram o modelo B como sendo mais viável de realizar as tarefas de forma mais natural.

Dos 55 sujeitos (100%) que afirmaram que o modelo B oferece maior sensação de segurança, 47 deles (85,45%) concordam em afirmar também que é possível realizar as tarefas de forma mais natural com ele; porém 8 (14,55%) preferiram o modelo A como sendo mais viável de realizar as tarefas de forma mais natural.

- **Cruzamento 13:** Dos 13 sujeitos (100%) que afirmaram que não sentiram incômodo, 3 deles (23,07%) escolheram o modelo A como possuindo melhor material para a armação e 10 deles (76,92%) escolheram o material do modelo B.

Dos 49 sujeitos (100%) que sentiram incômodo com o modelo A, 7 deles (14,29%) afirmaram que o modelo A possui o melhor material para a armação e 42 deles (85,71%) escolheram o material do modelo B.

Dos 22 sujeitos (100%) que sentiram incômodo com o modelo B, 14 deles (63,64%) afirmaram que o modelo A possui o melhor material para a armação e 8 deles (36,36%) escolheram o material do modelo B.

4. Discussão

As informações recolhidas apontam diretamente a preferência pelo modelo B, que segundo os sujeitos possui o material considerado mais moldável aos contornos da face. Apesar disso, existe uma porcentagem menor de sujeitos que afirmaram que o material do modelo A é mais moldável que o do modelo B, contrariando as expectativas do ensaio preliminar (YAGI, 2006). Os fatores secundários identificados foram o formato (amplitude para visão periférica – ausente no modelo A) e translucidez da lente; os tirantes de borracha foram considerados equivalentes e mesmo tendo sistemas distintos de regulagem para controlar a pressão exercida sobre a face, não representaram diferenças significativas na preferência nem obtiveram representação estatística significativa neste quesito; e o sistema de ventilação, com projeto mais discreto e funcional que no modelo A, contribuiu



para o conforto (eliminando parte do calor gerado) e funcionalidade (mantendo a lente limpa, sem embaçamento).

Pela análise dos cruzamentos, os sujeitos que preferiram um dos óculos em determinado quesito, preferem o outro num quesito que exige análise subjetiva similar, demonstrando que certas exigências estão mais acentuadas em determinadas características do design do produto e são estimuladas pela criticidade do sujeito.

Isso também é válido no questionamento sobre a segurança oferecida pelo óculos: embora os sujeitos relacionam que a funcionalidade do equipamento seja proporcional a firmeza com que se molda ao rosto (que por sinal é diretamente ligado ao material e ao formato pré-estabelecido por ele), houve leve evasão de preferência do modelo B para o modelo A, tido como mais seguro por 35,71% do total de sujeitos, sendo que apenas 20,23% o haviam considerado como sendo mais confortável. Este aumento foi resultante de opiniões sobre o tamanho do modelo A (cobrir maior área do rosto) e relativa rigidez do material (parecendo mais resistente). Essas evasões não são constantes e estão normalmente acompanhadas da preferência por um fator exclusivo do design como tamanho, forma ou material.

5. Conclusão

Os resultados dos testes afirmaram a preferência dos sujeitos pelo equipamento que possui o material considerado por eles mais moldável em contato com o rosto, obtendo as porcentagens significativas que consolidam o conceito de aplicação de tais materiais, para o caso dos óculos de segurança testados.

Os fatores de significativa expressão que tornaram o **modelo B** (WILLSON V-MAXX VM-810 do fabricante Willson/Bacou-Dalloz) o preferido foram:

- Moldabilidade do material do corpo do EPI em contato com o rosto, responsável pela atribuição das características de conforto e segurança do equipamento;
- Formato da lente (design que permite visibilidade periférica) e sua translucidez; e
- Sistema de ventilação indireto mais eficiente (contribuindo para o conforto e funcionalidade).

6. Referências

ALBANO, F. M.; GUIMARÃES, L. B. M.; VAN DER LINDEN, J. C. S. Avaliação de três facas de desossa de frango com diferentes materiais de pega. In: CONGRESSO P&D, 2004. São Paulo: P&D, 2004. 1 CD-ROM.

ASHBY M. F.; JOHNSON, K. **Materials and design: the art and science of material selection in product design**. United Kingdom: Butterworth Heinemann, 2003. 335p.

BJÖRING, G.; JOHANSSON, L.; HAGG, G. M. Choice of handle characteristics for pistol grip power tools. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 24, n. 6, p. 647-656 oct. 1999.

FELLOWS, G. L.; FREIVALDS, A. Ergonomics evaluation of a foam rubber grip for tool handles. **Applied Ergonomics**, v. 22, n. 4, p. 255-230, aug. 1991.

GLADWELL, M. **Blink: the power of thinking without thinking**. Boston: Little Brown, 2005.



YAGI, B. S. Estudo da interface e aplicação dos materiais miméticos ao design de produto e segurança do trabalho. 2006. 152 f. Dissertação. (Mestrado em Desenho Industrial – Área de concentração: Ergonomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2006.

ZAGO, J. E. EPI (equipamentos de proteção individual) – O designer definindo parâmetros na adequação e melhoria dos equipamentos, frente a prevenção de acidentes. 1998. 292 f. Dissertação (Mestrado em Desenho Industrial) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 1998.