

## **O ENSINO DA ERGONOMIA NA PRÁTICA PROJETUAL DA ENGENHARIA**

### ***THE ERGONOMICS EDUCATION IN THE ENGINEERING DESIGN PRACTICE***

Fabiola Reinert<sup>1</sup>, M. Eng.  
Leila Amaral Gontijo<sup>2</sup>, D. Sc.

(1) *Universidade Federal de Santa Catarina*  
e-mail: [fabiola.reinert@gmail.com](mailto:fabiola.reinert@gmail.com)

(2) *Universidade Federal de Santa Catarina*  
e-mail: [leila.gontijo@ufsc.br](mailto:leila.gontijo@ufsc.br)

Palavras-chave: ergonomia, projeto de produtos, educação.

Este artigo apresenta um estudo conduzido na Universidade Federal de Santa Catarina com estudantes do departamento de engenharia com o intuito de verificar o entendimento e uso da ergonomia no projeto de produtos. Os resultados mostram que 70,3% dos estudantes não utilizam a ergonomia no projeto de produtos, apesar das grandes contribuições da ergonomia nessa área.

*Key-words: ergonomics, product design, education.*

*This article presents a study conducted at the Federal University of Santa Catarina with students from the engineering department in order to verify the understanding and use of ergonomics in product design. The results show that 70.3% of students do not use ergonomics in product design, despite the great contributions of ergonomics in this area.*

## **1 Introdução**

De acordo com a associação internacional de ergonomia (IEA, 2000) a ergonomia (ou fatores humanos) pode ser definida como a disciplina científica que trata da compreensão das interações entre os seres humanos e outros elementos de um sistema, e Wisner (1987) define ergonomia como

sendo o conjunto de conhecimentos científicos relacionados ao homem, necessários à concepção de instrumentos, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficiência na atividade realizada. O uso da ergonomia no projeto de produtos de engenharia pode minimizar acidentes, falhas e erros no uso do produto, aumentando a segurança e a confiabilidade do sistema.

Já foi identificado pela comunidade de ergonomia que a ergonomia pode contribuir imensamente para o projeto de produtos, já que ela é uma disciplina única que se concentra nas interações homem-artefato (KARWOWSKI, 2005). Integrar a ergonomia na concepção de novos produtos é uma importante estratégia, mas os engenheiros de projeto muitas vezes não estão familiarizados com as ferramentas ergonômicas e não levam em consideração a relação entre ergonomia e qualidade (JENSEN, 2002).

De acordo com Ismaila e Samuel (2014), sendo a ergonomia o assunto preliminar para o estudo científico da interação humana com qualquer sistema, tem implicações profundas para a engenharia atual e as gerações futuras de engenheiros se bem introduzido no curriculum de engenharia.

Entretanto, o que nota-se analisando as grades curriculares das universidades de engenharia Brasileiras, é que a disciplina de projeto de produtos é desvinculada da ergonomia apesar da forte relação entre essas duas disciplinas, já que as máquinas, processos, produtos a serem fabricados ou produzidos por engenheiros são para o benefício dos seres humanos, o que torna a ergonomia extremamente necessária para os engenheiros (ISMAILA; SAMUEL, 2014).

Neste contexto apresentado, esta pesquisa baseia-se no pressuposto de que a ergonomia é pouco considerada na prática de projeto de engenharia, e verificar a compreensão da ergonomia e seu uso no processo de projeto pelos estudantes pode contribuir para melhorar a educação de engenharia.

## 2 Procedimentos metodológicos

O diagnóstico feito com os estudantes de graduação do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina teve como critérios de inclusão para participação no estudo estar matriculado na disciplina de metodologia de projeto de produtos em 2015. A amostra do estudo foi composta de 148 alunos distribuídos em três cursos distintos: engenharia mecânica (n=50), engenharia de produção (n=54) e engenharia de

materiais (n=44). O tamanho da amostra estratificada foi representativa do total (N = 161), um erro amostral de 4% e nível de confiança de 95% foi estabelecido para cada estrato: engenharia mecânica (N = 55), engenharia de produção (N = 59) e engenharia de materiais (N = 47).

A coleta de dados foi feita através de um questionário (GIL, 2007) predominantemente com perguntas fechadas para análise estatística dos resultados (BARBETTA, 2014). O questionário, composto de 11 itens, incluiu informações sócio-demográficas e fatores relacionados ao ensino, como as metodologias de projeto de produtos e investigação sobre a ergonomia. Os questionários foram aplicados durante a aula de projeto de produto, com a permissão do professor, no final do período escolar dessa disciplina. Foi feito em 3 dias diferentes, um dia para cada curso. Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil (CAAE: 48799215.9.0000.0121).

As variáveis demográficas incluíram o sexo, idade, curso, ano do curso, e se o aluno trabalhava. Além disso, quatorze opções estavam disponíveis para múltipla escolha de metodologias de desenvolvimento de produtos conhecidos pelos estudantes (Pahl e Beitz (1996); Back (1983); Ullman (1992); Rozenfeld et al. (2006); Back et al. (2008); Pugh (1991); Baxter (1998); Asimow (1962); VDI 2222 (1977); Koller (1976); Blanchard e Fabrycky (1981); Ulrich e Eppinger (1995); Roozemburg e Eekels (1995), outros) baseado nas metodologias mais conhecidas no campo de engenharia no Brasil (Back et al., 2008) e nas ementas das disciplinas; e as mesmas opções estavam disponíveis para a mais utilizada pelo aluno. Também foi questionado se o aluno fez a disciplina de ergonomia, o que entendia por ergonomia e se utiliza ergonomia nos seus projetos de produtos.

Para tratamento dos dados, foram calculadas estatísticas descritivas para descrever a população, os itens demográficos e fatores relacionados ao ensino. As questões abertas foram tratadas de forma qualitativa, pelo método de análise de

conteúdo, que interpretou e categorizou as respostas (BARDIN, 2009).

### 3 Resultados

Três cursos de engenharia da UFSC trabalham com desenvolvimento de produtos, tendo a disciplina de projeto de produtos/metodologia projetual em sua grade curricular: Engenharia Mecânica, Engenharia de Produção e Engenharia de Materiais.

Na Engenharia Mecânica, a disciplina de Metodologia de Projeto (EMC5302) é ofertada no 4º semestre, com 72h/a, tendo com ementa: apresentar o contexto e importância do projeto de produtos; modelos do processo e planejamento do projeto de produtos; métodos e ferramentas para a especificação de problemas de projeto e de concepção de produtos; projeto preliminar: modelagem, análise e simulação de soluções de projeto; projeto detalhado; construção e teste de protótipos (EMC, 2013). O curso de engenharia mecânica não tem em sua grade curricular a disciplina de ergonomia, entretanto o aluno pode fazer a disciplina de ergonomia da engenharia de produção mecânica como optativa (EMC, 2013).

Na Engenharia de Produção, a disciplina de Planejamento e Projeto de Produto (EPS7021) é ofertada no 7º semestre, tendo como ementa: morfologia; análise de valor; ciclo de vida; informações de projeto: levantamento das necessidades, requisitos de projeto; projeto preliminar: geração de soluções, matrizes de seleção, análise de variáveis; detalhamento de projeto; projeto para fabricação; aspectos ambientais (DEPS, 2015). A disciplina de Ergonomia (EPS7020) é um pré-requisito para a matrícula nessa disciplina, sendo que ela é ofertada no 5º semestre, com 54h/a, tendo com ementa: introdução à ergonomia: definições e histórico; princípios de fisiologia do trabalho; princípios de psicologia do trabalho; antropometria e biomecânica; princípios de organização do trabalho; condições ambientais de trabalho; o projeto do trabalho; introdução a Análise Ergonômica do Trabalho (DEPS, 2015).

Já na Engenharia de Materiais, a disciplina de Metodologia de Projeto (EMC5725) é ofertada no 10º semestre, tendo como ementa: morfologia do processo de projeto; análise de informações e demanda; tipos de produtos e requisitos de projeto; síntese de soluções alternativas; função síntese; valoração e análise de valores; aspectos econômicos; projeto preliminar; seleção da solução; formulação de modelos; materiais e processos de fabricação; projeto detalhado e revisão (EMC, 2015). O curso de engenharia de materiais não tem em sua grade curricular a disciplina de ergonomia, esta também não aparece como opção de disciplina optativa na grade curricular do curso (EMC, 2015).

Em análise das ementas das 3 disciplinas de projeto e conversa com os professores responsáveis pelas disciplinas no ano de 2015, pode-se perceber que são apresentadas aos alunos as características de algumas metodologias de desenvolvimento de produtos (principalmente Pahl e Beitz (1996), Back (1983), Back et al. (2008), Rozenfeld et al. (2006), Ullman (1992) e Pugh (1990)), e que durante a disciplina os alunos devem desenvolver um projeto seguindo as etapas de uma das metodologias apresentadas.

A partir dessas informações foi desenvolvido e aplicado o questionário nos alunos dos 3 cursos de engenharia, ao final do período letivo da disciplina de Projeto. Suas características são apresentadas na tabela 1.

A idade média foi de 23,6 anos (dp 2,7; intervalo de 18-32) e a maioria deles (55,4%) tinha entre 22-25 anos. A maior parte da população estudada era do sexo masculino (77,7%), sem emprego (70,9%) e 33,8% estava estudando engenharia mecânica, 29,7% engenharia de materiais e 36,5 % engenharia de produção mecânica.

Foi possível verificar também (tabela 2) que a metodologia mais usada é o PDP proposto por Back et al. (2008) (54,7%). Entretanto, 76,3% dos alunos conhecem Back et al. (2008), 48,6% Paul e Beitz (1996), 43,2% Rozenfeld et al. (2006), 40,5% Pugh (1990), 37,2% conhecem Back (1983), 12,2% Baxter (1998), 6,7% Asimow

(1962), 4,7% Blanchard e Fabrycky (1981), 4,0% Ulrich e Eppinger (1995) e 3,4% Ullman (1992). VDI 2222, Koller (1976) e Roozemburg e Eekels (1995) não foram mencionadas pelos respondentes.

Tabela 1- Características da amostra em relação aos aspectos sócio-demográficos (n = 148).

Características sócio-demográficas			
Variáveis	n(%)	Variáveis	n(%)
Sexo		Ano	
masculino	115 (77.7)	1º	0 (0.0)
feminino	33 (22.3)	2º	41 (27.7)
Idade		3º	9 (6.1)
18 a 21 anos	59 (39.9)	4º	90 (60.8)
22 a 25 anos	82 (55.4)	5º	8 (5.4)
> 26 anos	7 (4.7)	Curso (Eng.)	
Trabalha		Mecânica	50 (33.8)
sim	43 (29.1)	Materiais	44 (29.7)
não	105 (70.9)	Produção	54 (36.5)

Tabela 2- Características da amostra em relação ao ensino (n = 148).

Variáveis independentes	n (%)
Metodologias conhecidas	
Back et al. (2008)	113 (76.3)
Pahl e Beitz (1996)	72 (48.6)
Rozenfeld et al. (2006)	64 (43.2)
Pugh (1990)	60 (40.5)
Back (1983)	55 (37.2)
Baxter (1998)	18 (12.2)
Asimow (1962)	10 (6.7)
Blanchard e Fabrycky (1981)	7 (4.7)
Ulrich e Eppinger (1995)	6 (4.0)
Ullman (1992)	5 (3.4)
Metodologia mais usada	
Back et al. (2008)	81 (54.7)
Rozenfeld et al. (2006)	41 (27.7)
Pugh (1990)	19 (12.8)
Pahl e Beitz (1996)	7 (4.7)
Fez disciplina de ergonomia	
sim	54 (36.5)
não	94 (63.5)
Entendimento de ergonomia	
adaptação trabalho-homem	73 (49.3)
conforto	31 (20.9)
usabilidade	27 (18.2)
nada	17 (11.5)
Aplica ergonomia no projeto	
sim	44 (29.7)
não	104 (70.3)

Apenas 36,5% dos indivíduos fizeram a disciplina de ergonomia e 49,3% a entende como a adaptação do trabalho ao homem. A maioria dos estudantes não aplica a ergonomia nos seus projetos de produtos (70,3%) e, destes, 62,5% não sabem como aplicar, 28,8% não acham necessário e 7,7% não acham importante.

Comparando os resultados obtidos com cada curso de engenharia que tem a disciplina de projeto de produto no seu currículo (tabela 3, 4 e 5), temos que os estudantes de engenharia mecânica matriculados na disciplina de metodologia de projeto de produtos em 2015 estão mais concentrados no 2º ano (82,0%). Os estudantes de engenharia de materiais estão todos no 4º ano (100,0%) e os estudantes de engenharia de produção são na sua maioria também do 4º ano (83,3%).

Tabela 3- Características gerais no curso de engenharia mecânica (n = 50).

Variáveis independentes	n (%)
Ano	
2º	41 (82.0)
3º	8 (16.0)
4º	1 (2.0)
Metodologias conhecidas	
Pahl e Beitz (1996)	45 (90.0)
Back (1983)	33 (66.0)
Ullman (1992)	3 (6.0)
Back et al. (2008)	49 (98.0)
Pugh (1990)	28 (56.0)
Baxter (1998)	6 (12.0)
Asimow (1962)	9 (18.0)
Ulrich e Eppinger (1995)	1 (2.0)
Metodologia mais usada	
Pahl e Beitz (1996)	6 (12.0)
Back et al. (2008)	41 (82.0)
Pugh (1990)	3 (6.0)
Fez disciplina de ergonomia	
não	50 (100.0)
Aplica ergonomia no projeto	
sim	17 (34)
não	33 (66)

Tabela 4- Características gerais no curso de engenharia de materiais (n = 44).

Variáveis independentes	n (%)
Ano	
4º	44 (100.0)
Metodologias conhecidas	
Pahl e Beitz (1996)	25 (56.8)
Back (1983)	14 (31.8)
Ullman (1992)	2 (4.5)
Rozenfeld et al. (2006)	39 (88.6)
Back et al. (2008)	31 (70.4)
Baxter (1998)	1 (2.3)
Ulrich e Eppinger (1995)	4 (9.1)
Metodologia mais usada	
Rozenfeld et al. (2006)	27 (61.4)
Back et al. (2008)	17 (38.6)
Fez disciplina de ergonomia	
não	44 (100.0)
Aplica ergonomia no projeto	
sim	12 (27.3)
não	32 (72.7)

Tabela 5- Características gerais no curso de engenharia de produção (n = 54).

Variáveis independentes	n (%)
Ano	
3º	1 (1.9)
4º	45 (83.3)
5º	8 (14.8)
Metodologias conhecidas	
Pahl e Beitz (1996)	2 (3.7)
Back (1983)	8 (14.8)
Rozenfeld et al. (2006)	25 (46.3)
Back et al. (2008)	33 (61.1)
Pugh (1990)	32 (59.2)
Baxter (1998)	11 (20.4)
Asimow (1962)	1 (1.8)
Blanchard e Fabrychy (1981)	7 (13.0)
Ulrich e Eppinger (1995)	1 (1.8)
Metodologia mais usada	
Pahl e Beitz (1996)	1 (1.8)
Rozenfeld et al. (2006)	14 (25.9)
Back et al. (2008)	23 (42.6)
Pugh (1990)	16 (29.6)
Fez disciplina de ergonomia	
sim	54 (100.0)
Aplica ergonomia no projeto	
sim	15 (27.8)
não	39 (72.2)

As metodologias conhecidas pelos alunos de projeto de produtos em engenharia mecânica são Back et al. (2008) (98,0%), Pahl e Beitz (1996) (90,0%), Back (1983) (66,0%) e Pugh (1990) (56,0%). Em engenharia de materiais são Rozenfeld et al. (2006) (88,6%), Back et al. (2008) (70,4%) e Pahl e Beitz (1996) (56,8%). Na engenharia de produção mecânica são Back et al. (2008) (61,1%) e Pugh (2000) (59,2%).

A metodologia mais comumente usada em engenharia mecânica e de produção é Back et al. (2008), com 82,0% e 42,6%, respectivamente, e em engenharia de materiais é Rozenfeld et al. (2006) (61,4%). Ambas as metodologias foram desenvolvidas com a participação de professores e pesquisadores da UFSC, possivelmente por isso tão difundidas na universidade, e Back et al. (2008) têm maior incidência por ser um autor bem conhecido na área desde seu livro em 1983, o primeiro livro brasileiro sobre o tema.

Em relação à ergonomia, o único curso que tem a disciplina de ergonomia como obrigatória é a engenharia de produção, portanto, apenas os alunos deste curso fizeram esta disciplina (100,0%). No entanto, mesmo neste curso a maioria dos alunos

não aplica a ergonomia no desenvolvimento de produtos (72,2%), assim como na engenharia mecânica (66,0%) e engenharia de materiais (72,7%), o que mostra que mesmo que a disciplina de ergonomia esteja disponível, os cursos de engenharia não dão ênfase ao uso da ergonomia na concepção dos produtos.

## 4 Conclusão

Os resultados deste estudo indicam a necessidade de introduzir a ergonomia para estudantes de engenharia na Universidade, mas ainda mais importante, ela deve ser abordada pelos professores da disciplina de projeto de produtos e orientada à concepção do produto. Dessa forma, o conhecimento de ergonomia seria vinculado ao projeto, mostrando aos alunos como e quando usar. Ficou claro ao falar com os professores encarregados da disciplina de projeto que isso não é visto em sala de aula.

O conhecimento dos alunos em ergonomia é limitado e apenas alguns fazem uso deste importante recurso no projeto de produtos. 70,3% dos alunos estudados não fazem uso da ergonomia, e uma das principais conclusões deste estudo é que somente ter a disciplina de ergonomia não faz com que os alunos usem a ergonomia. Todos os alunos de engenharia de produção haviam feito a disciplina de ergonomia anteriormente a de projeto de produto, e mesmo assim, 72,2% destes alunos não fazem uso da ergonomia, uma porcentagem muito parecida com os de engenharia mecânica (72,7%) e engenharia de materiais (66%) que não tiveram a disciplina. Portanto, somente inserir a disciplina no currículo do curso não resolveu o problema de aplicação da ergonomia, sendo necessário reavaliar a forma de ensino dessa matéria e também da matéria de metodologia projetual.

Este estudo mostra que a ergonomia não tem relevância no ensino da engenharia, sendo importante uma análise da abordagem de ensino e da estruturar curricular do curso, para verificar e propor a melhor forma de ensinar e integrar essas disciplinas, permitindo que os alunos sejam capazes de usar os dois conteúdos conjuntamente.

## BIBLIOGRAFIA

- ASIMOW, M. **Introduction to design: fundamentals of engineering design**. New Jersey: Prentice Hall, 1962.
- BACK, N. **Metodologia de Projeto de Produtos Industriais**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1983.
- BACK, N. et al. **Projeto integrado de produtos**. Barueri – São Paulo: Manole, 2008.
- BARBETTA, P. A. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais**. 9 ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2014.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2009.
- BAXTER, M. **Projeto de Produto: guia prático para o desenvolvimento de produtos**. São Paulo: Blücher, 1998.
- BLANCHARD, B.; FABRYCKY, W. **Systems engineering and analysis**. New Jersey: Prentice-hall, 1981.
- DEPS. **Currículo do curso de engenharia de produção**. 2015. Disponível em: <http://cagr.sistemas.ufsc.br/relatorios/curriculoCurso?curso=214> Acesso em: 10 jul. 2015.
- EMC. **Currículo do curso de engenharia mecânica**. 2013. Disponível em: <http://www.emc.ufsc.br/cp/upload/35-Curriculo20061.pdf> 2013. Acesso em: 10 jul. 2015
- EMC. **Grade curricular de engenharia de materiais**. 2015. Disponível em: <http://www.emc.ufsc.br/gradmateriais/processar?entidade=2> Acesso em: 10 jul. 2015.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2007.
- IEA (International Ergonomics Association). **Definition of Ergonomics**. Council of IEA, 2000. Disponível em: [http://www.iea.cc/01\\_what/What%20is%20Ergonomics.html](http://www.iea.cc/01_what/What%20is%20Ergonomics.html). Acesso em 20 abr. 2015.
- ISMAILA, S.O.; SAMUEL, T.M. Human-centered engineering: the challenges of Nigerian engineer. **Journal of Engineering, Design and Technology**, v. 12 Iss 2 p. 195–208, 2014.
- JENSEN, P. L. Human factors and ergonomics in the planning of production. **International Journal of Industrial Ergonomics** v. 29, p.121-131, 2002.
- KARWOWSKI, W. Ergonomics and human factors: The paradigms for science, engineering, design, technology and management of human-compatible systems. **Ergonomics**, v. 48, n.5, p. 436–463, 2005.
- KOLLER, R. **Konstruktionslehre Fur Den Maschinem, Gerate Und Apparatebau**. Berlim: Springer Verlag, 1976.
- PAHL, G.; BEITZ, W. **Engineering Design: a systematic approach**. London: Springer, 1996.
- PUGH, S. **Total Design**. Wokinghem: Addison Wesley, 1991.
- ROOZENBURG, N.F.M., EEKELS, J. **Product Design, Fundamentals and Methods**, Wiley: Chichester, UK, 1995.
- ROZENFELD, H. et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.
- ULLMAN, D. G. **The mechanical design process**. New York: McGraw-Hill, 1992.
- ULRICH, K.T; EPPINGER, S. D. **Product design and development**. New York: McGraw-Hill, 1995.
- VDI 2222. **Konstruktionsmethodik, konzipieren technischer Produkte**. Düsseldorf: VDI – Verlag, 1977.
- WISNER, A. **Por dentro do trabalho**. São Paulo: Oboré, 1987.