

DESENVOLVIMENTO DE UM WEBSITE PARA ENSINO DA DISCIPLINA PROJETOS MECÂNICOS NO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Antônio Augusto de Faria Guimarães Melo Pertence, antonio.pertence@sga.pucminas.br¹

Marcell Filho da Silva Ferreira, eng.marcellferreira@gmail.com²

Danilo Amaral, danilo@demec.ufmg.br²

Antônio Eustáquio de Melo Pertence, pertence@demec.ufmg.br²

¹Pontifícia Universidade Católica, PUC Minas, Unidade Coração Eucarístico, Ciência da Computação, Av. Dom José Gáspar, 500, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 30535-610

²Universidade Federal de Minas Gerais, Engenharia Mecânica, Av. Antonio Carlos 6627, Campus da Pampulha, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 31270-901

Resumo: Na disciplina de Projetos Mecânicos os alunos desenvolvem trabalhos, considerando conhecimentos adquiridos em disciplinas ao longo do curso de Engenharia Mecânica tais como: Introdução a Engenharia Mecânica, Desenho Mecânico, Ciência dos Materiais, Metrologia, Resistência dos Materiais, Processos de Fabricação, Elementos de Máquinas, além do uso de normas técnicas e tabelas de elementos mecânicos e estruturais padronizados. Os trabalhos constam basicamente de um memorial caracterizado por uma sequência de cálculo e de desenhos de fabricação constituídos por desenhos de conjunto e das partes (2D), além de modelagem tridimensional (3D) para geração de protótipos virtuais. Desta forma, os alunos necessitam buscar informações que normalmente não se encontram disponibilizados em conjunto. O presente artigo indica o desenvolvimento de um website para ensino da disciplina Projetos Mecânicos utilizando o Google Sites[®]. Diversas informações didáticas são disponibilizadas em múltiplas plataformas (desktops, laptops, tablets e smartphones, o que auxilia os alunos em seus trabalhos, estabelecendo assim uma metodologia de ensino mais interativa e eficaz.

Palavras-chave: Projetos Mecânicos, Ensino de Engenharia, Prototipagem Virtual, Tecnologia Educacional

1. INTRODUÇÃO

Projetos Mecânicos se insere na grade curricular como uma disciplina de cunho obrigatório onde os alunos desenvolvem trabalhos técnicos, considerando conteúdos adquiridos em disciplinas de pré-requisito ministradas ao longo do curso de Engenharia Mecânica tais como: Introdução a Engenharia Mecânica, Desenho Mecânico, Ciência dos Materiais, Metrologia, Resistência dos Materiais, Processos de Fabricação, Elementos de Máquinas, dentre outras. A disciplina de Projetos Mecânicos é oferecida regularmente para o curso de Engenharia Mecânica da UFMG no 8º período do turno diurno e no 10º período do turno noturno utilizando a mesma metodologia. A Figura 1 indica a grade de conteúdos de pré-requisitos para a disciplina de Projetos Mecânicos (Colmec, 2016).

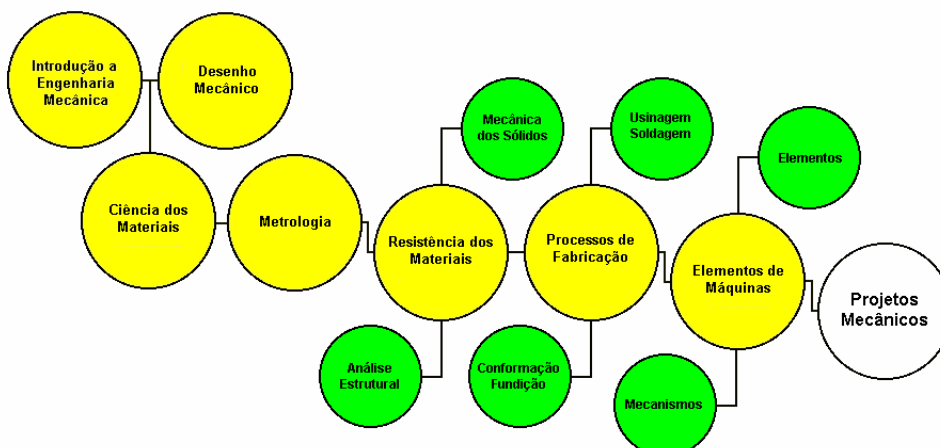


Figura 1. Grade de conteúdos de pré-requisito para a disciplina Projetos Mecânicos.

2. METODOLOGIA

A metodologia aplicada na disciplina de Projetos Mecânicos segue a idéia de execução de trabalhos técnicos como processo de aprendizagem (Back *et al.*, 2008). Os alunos desenvolvem 3 trabalhos com graus crescentes de complexidade técnica e envolvimento com a prática de Engenharia. Os dois primeiros trabalhos são individuais e o último trabalho em grupo. A prática pedagógica procura estabelecer inicialmente o desenvolvimento do conteúdo teórico e posteriormente as atividades práticas deste conteúdo pelos alunos, procurando incentivar sempre a interação entre os alunos e o professor.

De forma geral é apresentada e disponibilizada aos alunos uma concepção geral do equipamento e ou dispositivo proposto, como forma de definição e contextualização do problema e entendimento do objetivo que se deseja atingir.

Os alunos desenvolvem seus trabalhos a partir de dados iniciais estabelecidos pelo professor numa base dados. Isto garante que o aluno sempre conseguirá desenvolver seu projeto dentro daquele contexto didático com o mesmo nível de dificuldade para todos.

Os trabalhos constam basicamente da confecção de memorial caracterizado por uma sequência de cálculo e de desenhos de fabricação constituídos por desenhos projetivos de conjunto e das partes (2D), além de modelagem tridimensional (3D) para geração de protótipos virtuais.

No memorial de cálculo desenvolve-se uma visão crítica sobre os modelos de dimensionamento, demonstrando as vantagens e desvantagens de cada sequência de cálculo. Além disso, são aplicados conceitos como tensões limite, tensões admissíveis, fatores de segurança, aplicação de normas técnicas, uso de tabelas de elementos mecânicos e materiais padronizados, reconhecimento de condições estáticas e dinâmicas, fadiga, concentração de tensões, parâmetro de projeto. Os alunos são incentivados a automatizar suas sequências de cálculo utilizando softwares como Excel®, MathCad®, etc.

Os desenhos de fabricação são constituídos de um desenho técnico projetivo (utilizando plataformas CAD, por ex. AutoCAD®, MicroStation®) onde se encontram os desenhos de conjunto, desenhos das partes ou peças deste conjunto em vistas suficientes e necessárias para o entendimento. São também indicadas as cotas, tolerâncias dimensionais e geométricas, acabamentos superficiais e outras simbologias de processo que se fizerem necessárias, além de uma legenda acompanhada de lista de material com indicação das peças. No último trabalho é feita a modelagem tridimensional (utilizando modeladores de sólidos por ex. SolidWorks®, Inventor®) para gerar protótipos virtuais do projeto em questão, onde são utilizados elementos e ou conjuntos 3D disponibilizados pelos fabricantes tais como elementos de união, engrenagens, mancais de rolamento, sistema de transmissão, etc. As Figuras 2, 3 e 4 ilustram trabalhos desenvolvidos na disciplina de Projetos Mecânicos.

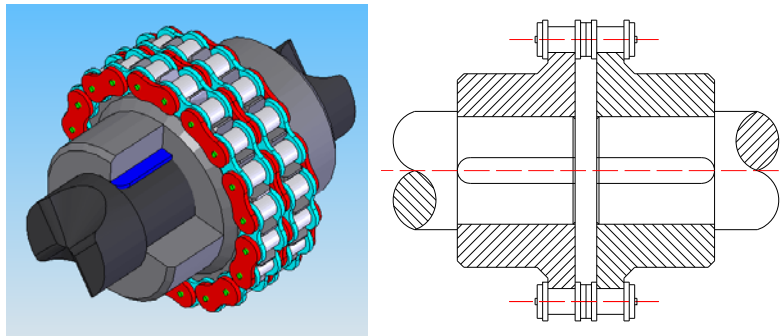


Figura 2. Exemplo de apresentação da concepção geral de um acoplamento de corrente.

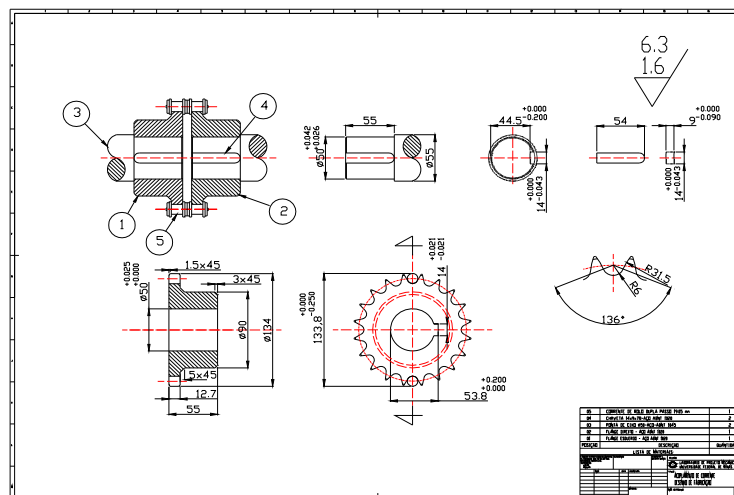


Figura 3. Exemplo de apresentação do desenho projetivo de fabricação (2D) do acoplamento de corrente.

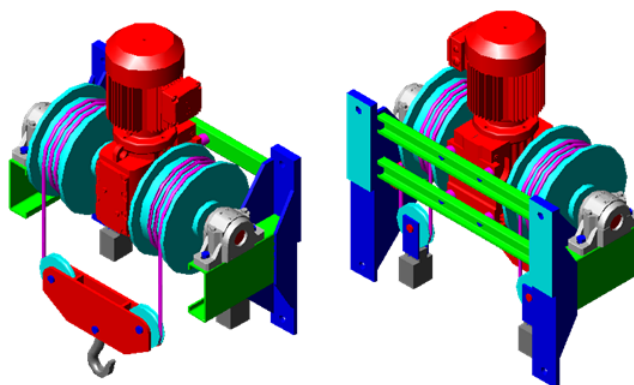


Figura 4. Exemplo de apresentação do protótipo virtual (3D) de um sistema de elevação.

3. WEBSITE PARA ENSINO DE PROJETOS MECÂNICOS

Ao longo do processo de desenvolvimento dos trabalhos, os alunos necessitam buscar informações oriundas de normas técnicas e tabelas de elementos mecânicos e materiais padronizados. De forma geral estas informações não se encontram disponibilizados em conjunto, exigindo maior tempo de busca de dados, tornando menos dinâmico o trabalho (Alexander, 2006; Greenhow, 2007).

A atender estas demandas foi desenvolvido um website para ensino da disciplina de Projetos Mecânicos e outras disciplinas da grade curricular denominado “Laboratório de Projetos Mecânicos” utilizando-se o Google Sites® que é uma ferramenta para criação de páginas na web oferecida pela Google®. (Wikipédia, 2008; Bottentuit *et al*, 2009). Esta plataforma oferece uma interface amigável para a criação e edição de conteúdos pelo professor e para a utilização pelos alunos.

As informações são contextualizadas de forma didática considerando as necessidades dos trabalhos técnicos, lembrando que os alunos podem buscar outras fontes se desejarem (Budynas *et al*, 2011; Collins; 2006; Hibbeler, 2010; Ribeiro, 2006). As informações são disponibilizadas para uso público em múltiplas plataformas, podendo ser acessadas pelo endereço - <https://sites.google.com/site/labprojmec> em desktops, laptops, tablets e smartphones.

A partir da página inicial do website é possível acessar páginas temáticas contendo informações sobre matérias, elementos mecânicos e tolerâncias. Estas páginas, por sua vez, contem links que direcionam o usuário para outras páginas contendo tabelas relativas a cada link. A navegabilidade do website possibilita ao aluno voltar a pagina anterior e ou a página inicial. Os conteúdos das tabelas podem ser copiados e inseridos em planilhas eletrônicas e editores de texto, podendo fazer parte de cálculos automatizados ou no descritivo do memorial de cálculo. As figuras 5, 6 e 7 mostram algumas páginas do website.



Figura 5. Página inicial do website Laboratório de Projetos Mecânicos.

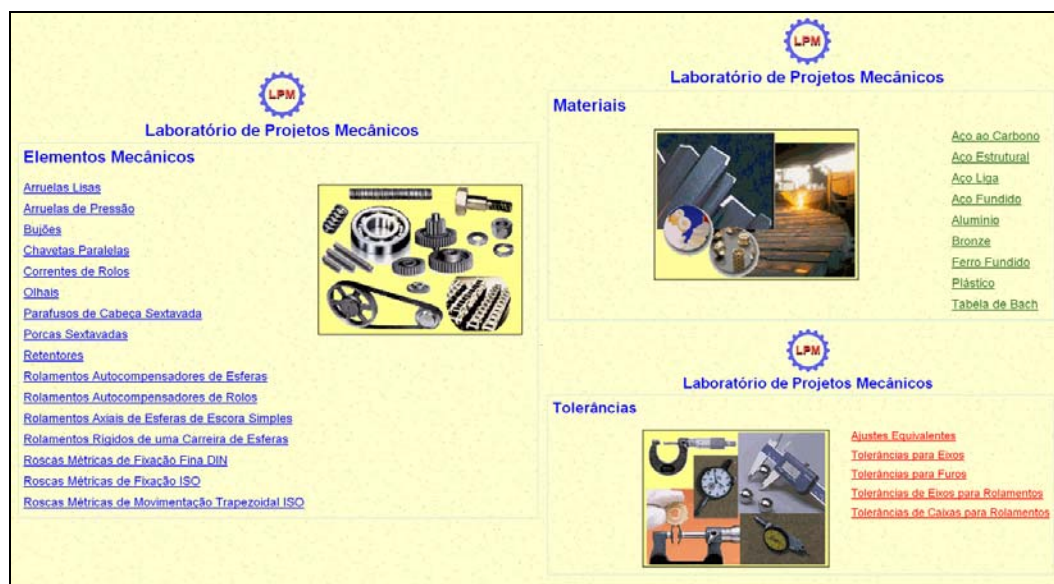


Figura 6. Páginas temáticas do website Laboratório de Projetos Mecânicos.

Laboratório de Projetos Mecânicos

Elementos Mecânicos >

Chavetas Paralelas

Eixo		Chaveta		Rasgo							
Diâmetro d	Largura b	Altura h	n.11	Largura						Produtividade	
				Tolerância			Tolerância			Valor	Tolerância
				Ajuste de folga	Ajuste normal	Ajuste de aperto	Ajuste de folga	Ajuste normal	Ajuste de aperto		
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
6	8	2	0,000	2	+0,020	+0,060	-0,004	-0,012	-0,006	1,2	1
8	10	3	0,020	3	0,000	+0,020	-0,009	-0,013	-0,021	1,8	1,8
10	12	4	0,000	4	+0,030	+0,070	-0,016	-0,012	-0,012	2,5	+0,100
12	14	5	0,000	5	0,000	+0,030	-0,015	-0,015	-0,042	3,0	3,0
14	16	6	0,000	6	0,000	+0,030	-0,015	-0,015	-0,042	3,5	3,5
16	18	7	0,000	7	40,030	+0,080	-0,018	-0,018	-0,015	4,0	4,0
18	20	8	0,000	8	0,000	+0,040	-0,018	-0,018	-0,021	5,0	5,0
20	22	9	0,000	9	40,040	+0,120	-0,021	-0,021	-0,018	5,5	5,5
22	24	10	0,000	10	0,000	+0,060	-0,022	-0,022	-0,021	6,0	6,0
24	26	11	0,000	11	0,000	+0,060	-0,022	-0,022	-0,021	7,0	7,0
26	28	12	0,000	12	40,050	+0,140	-0,024	-0,024	-0,022	7,5	7,5
28	30	13	0,000	13	0,000	+0,060	-0,024	-0,024	-0,022	8,0	8,0
30	32	14	0,000	14	0,000	+0,060	-0,024	-0,024	-0,022	9,0	9,0
32	34	15	0,000	15	0,000	+0,060	-0,024	-0,024	-0,022	10,0	10,0
34	36	16	0,000	16	40,060	+0,160	-0,026	-0,026	-0,024	11,0	11,0
36	38	17	0,000	17	0,000	+0,060	-0,026	-0,026	-0,024	12,0	12,0
38	40	18	0,000	18	0,000	+0,060	-0,026	-0,026	-0,024	13,0	13,0
40	42	19	0,000	19	0,000	+0,060	-0,026	-0,026	-0,024	14,0	14,0
42	44	20	0,000	20	40,070	+0,180	-0,028	-0,028	-0,026	15,0	15,0
44	46	21	0,000	21	0,000	+0,060	-0,028	-0,028	-0,026	16,0	16,0
46	48	22	0,000	22	0,000	+0,060	-0,028	-0,028	-0,026	17,0	17,0
48	50	23	0,000	23	40,080	+0,200	-0,030	-0,030	-0,028	18,0	18,0
50	52	24	0,000	24	0,000	+0,060	-0,030	-0,030	-0,028	19,0	19,0
52	54	25	0,000	25	0,000	+0,060	-0,030	-0,030	-0,028	20,0	20,0
54	56	26	0,000	26	40,090	+0,220	-0,032	-0,032	-0,030	21,0	21,0
56	58	27	0,000	27	0,000	+0,060	-0,032	-0,032	-0,030	22,0	22,0
58	60	28	0,000	28	0,000	+0,060	-0,032	-0,032	-0,030	23,0	23,0
60	62	29	0,000	29	40,100	+0,240	-0,034	-0,034	-0,032	24,0	24,0
62	64	30	0,000	30	0,000	+0,060	-0,034	-0,034	-0,032	25,0	25,0
64	66	31	0,000	31	0,000	+0,060	-0,034	-0,034	-0,032	26,0	26,0
66	68	32	0,000	32	40,110	+0,260	-0,036	-0,036	-0,034	27,0	27,0
68	70	33	0,000	33	0,000	+0,060	-0,036	-0,036	-0,034	28,0	28,0
70	72	34	0,000	34	0,000	+0,060	-0,036	-0,036	-0,034	29,0	29,0
72	74	35	0,000	35	40,120	+0,280	-0,038	-0,038	-0,036	30,0	30,0
74	76	36	0,000	36	0,000	+0,060	-0,038	-0,038	-0,036	31,0	31,0
76	78	37	0,000	37	0,000	+0,060	-0,038	-0,038	-0,036	32,0	32,0
78	80	38	0,000	38	40,130	+0,300	-0,040	-0,040	-0,038	33,0	33,0
80	82	39	0,000	39	0,000	+0,060	-0,040	-0,040	-0,038	34,0	34,0
82	84	40	0,000	40	0,000	+0,060	-0,040	-0,040	-0,038	35,0	35,0
84	86	41	0,000	41	40,140	+0,320	-0,042	-0,042	-0,040	36,0	36,0
86	88	42	0,000	42	0,000	+0,060	-0,042	-0,042	-0,040	37,0	37,0
88	90	43	0,000	43	0,000	+0,060	-0,042	-0,042	-0,040	38,0	38,0
90	92	44	0,000	44	40,150	+0,340	-0,044	-0,044	-0,042	39,0	39,0
92	94	45	0,000	45	0,000	+0,060	-0,044	-0,044	-0,042	40,0	40,0
94	96	46	0,000	46	0,000	+0,060	-0,044	-0,044	-0,042	41,0	41,0
96	98	47	0,000	47	40,160	+0,360	-0,046	-0,046	-0,044	42,0	42,0
98	100	48	0,000	48	0,000	+0,060	-0,046	-0,046	-0,044	43,0	43,0
100	102	49	0,000	49	0,000	+0,060	-0,046	-0,046	-0,044	44,0	44,0
102	104	50	0,000	50	40,170	+0,380	-0,048	-0,048	-0,046	45,0	45,0
104	106	51	0,000	51	0,000	+0,060	-0,048	-0,048	-0,046	46,0	46,0
106	108	52	0,000	52	0,000	+0,060	-0,048	-0,048	-0,046	47,0	47,0
108	110	53	0,000	53	40,180	+0,400	-0,050	-0,050	-0,048	48,0	48,0
110	112	54	0,000	54	0,000	+0,060	-0,050	-0,050	-0,048	49,0	49,0
112	114	55	0,000	55	0,000	+0,060	-0,050	-0,050	-0,048	50,0	50,0
114	116	56	0,000	56	40,190	+0,420	-0,052	-0,052	-0,050	51,0	51,0
116	118	57	0,000	57	0,000	+0,060	-0,052	-0,052	-0,050	52,0	52,0
118	120	58	0,000	58	0,000	+0,060	-0,052	-0,052	-0,050	53,0	53,0
120	122	59	0,000	59	40,200	+0,440	-0,054	-0,054	-0,052	54,0	54,0
122	124	60	0,000	60	0,000	+0,060	-0,054	-0,054	-0,052	55,0	55,0
124	126	61	0,000	61	0,000	+0,060	-0,054	-0,054	-0,052	56,0	56,0
126	128	62	0,000	62	40,210	+0,460	-0,056	-0,056	-0,054	57,0	57,0
128	130	63	0,000	63	0,000	+0,060	-0,056	-0,056	-0,054	58,0	58,0
130	132	64	0,000	64	0,000	+0,060	-0,056	-0,056	-0,054	59,0	59,0
132	134	65	0,000	65	40,220	+0,480	-0,058	-0,058	-0,056	60,0	60,0
134	136	66	0,000	66	0,000	+0,060	-0,058	-0,058	-0,056	61,0	61,0
136	138	67	0,000	67	0,000	+0,060	-0,058	-0,058	-0,056	62,0	62,0
138	140	68	0,000	68	40,230	+0,500	-0,060	-0,060	-0,058	63,0	63,0
140	142	69	0,000	69	0,000	+0,060	-0,060	-0,060	-0,058	64,0	64,0
142	144	70	0,000	70	0,000	+0,060	-0,060	-0,060	-0,058	65,0	65,0
144	146	71	0,000	71	40,240	+0,520	-0,062	-0,062	-0,060	66,0	66,0
146	148	72	0,000	72	0,000	+0,060	-0,062	-0,062	-0,060	67,0	67,0
148	150	73	0,000	73	0,000	+0,060	-0,062	-0,062	-0,060	68,0	68,0
150	152	74	0,000	74	40,250	+0,540	-0,064	-0,064	-0,062	69,0	69,0
152	154	75	0,000	75	0,000	+0,060	-0,064	-0,064	-0,062	70,0	70,0
154	156	76	0,000	76	0,000	+0,060	-0,064	-0,064	-0,062	71,0	71,0
156	158	77	0,000	77	40,260	+0,560	-0,066	-0,066	-0,064	72,0	72,0
158	160	78	0,000	78	0,000	+0,060	-0,066	-0,066	-0,064	73,0	73,0
160	162	79	0,000	79	0,000	+0,060	-0,066	-0,066	-0,064	74,0	74,0
162	164	80	0,000	80	40,270	+0,580	-0,068	-0,068	-0,066	75,0	75,0
164	166	81	0,000	81	0,000	+0,060	-0,068	-0,068	-0,066	76,0	76,0
166	168	82	0,000	82	0,000	+0,060	-0,068	-0,068	-0,066	77,0	77,0
168	170	83	0,000	83	40,280	+0,600	-0,070	-0,070	-0,068	78,0	78,0
170	172	84	0,000	84	0,000	+0,060	-0,070	-0,070	-0,068	79,0	79,0
172	174	85	0,000	85	0,000	+0,060	-0,070	-0,070	-0,068	80,0	80,0
174	176	86	0,000	86	40,290	+0,620	-0,072	-0,072	-0,070	81,0	81,0
176	178	87	0,000	87	0,000	+0,060	-0,072	-0,072	-0,070	82,0	82,0
178	180	88	0,000	88	0,000	+0,060	-0,072	-0,072	-0,070	83,0	83,0
180	182	89	0,000	89	40,300	+0,640	-0,074	-0,074	-0,072	84,0	84,0
182	184	90	0,000	90	0,000	+0,060	-0,074	-0,074	-0,072	85,0	85,0
184	186	91	0,000	91	0,000	+0,060	-0,074	-0,074	-0,072	86,0	86,0
186	188	92	0,000	92	40,310	+0,660	-0,076	-0,076	-0,074	87,0	87,0
188	190	93	0,000	93	0,000	+0,060	-0,076	-0,076	-0,074	88,0	88,0
190	192	94	0,000	94	0,000	+0,060	-0,076	-0,076	-0,074	89,0	89,0
192	194	95	0,000	95	40,320	+0,680	-0,078	-0,078	-0,076	90,0	90,0
194	196	96	0,000	96	0,000	+0,060	-0,078	-0,078	-0,076	91,0	91,0
196	198	97	0,000	97	0,000	+0,060	-0,078	-0,078	-0,076	92,0	92,0
198	200	98	0,000	98	40,330	+0,700	-0,080	-0,080	-0,078	93,0	93,0
200	202	99	0,000	99	0,000	+0,060	-0,080	-0,080	-0,078	94,0	94,0
202	204	100	0,000	100	0,000	+0,060	-0,080	-0,080	-0,078	95,0	95,0

LABORATÓRIO DE PROJETOS MECÂNICOS

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do Curso de Ciência da Computação do Instituto de Ciências Exatas e Informática da PUC Minas e do Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais.

6. REFERÊNCIAS

- Alexander, B., 2006, “Web2.0: A new wave of innovation for teaching and learning?” *Educause Review*, Vol.41, No 2, pp. 32–44.
- Back, N., Ogliari, A., Dias, A., Silva, J. C., 2008, “Projeto Integrado de Produtos - Planejamento, Concepção e Modelagem”, Ed. Manole, São Paulo, Brasil, 648 p.
- Budynas, R.G., Nisbett, J. K., 2011, “Elementos de Máquinas de Shigley – Projeto de Engenharia Mecânica”, Ed. Bookman, 8ed., Porto Alegre, Brasil, 1084 p.
- Bottentuit Junior, J. B., Coutinho C. P., 2009, “O Google Sites no Processo de Ensino e Aprendizagem: Uma Experiência no Ensino Superior”, V. 10, n. 19, *Revista Teias*. Disponível em: <<http://www.periodicos.proped.pro.br>> Acesso em 14/04/2016
- Collins, J., 2006, “Projeto Mecânico de Elementos de Máquinas - Uma Perspectiva de Prevenção da Falha”, Ed. LTC, São Paulo, Brasil, 760 p.
- Colmec, 1016, “Curso de Eng. Mecânica UFMG”, Disponível em <<https://www2.ufmg.br/engmecanica/engmecanica/Home/O-curso>> Acesso em 14/04/2016
- Hibbeler, R. C., 2010, “Resistência dos Materiais”, Ed. Pearson, 7ed., São Paulo, Brasil, 637 p.
- Greenhow, C., 2007, “What Teacher Education Needs to Know About Web 2.0: Preparing New Teachers in the 21st Century”, In *Proceedings of the 18th International Conference of the Society for Information Technology & Teacher Education*, Chesapeake, VA: AACE, pp. 2027-2034
- Ribeiro, A. S., Dias, C. T., 2006, “Desenho Técnico Moderno”, Ed. LTC, São Paulo, Brasil, 494 p.
- Wikipedia, 2008, “Google Sites” Disponível: <https://en.wikipedia.org/wiki/Google_Sites> Acesso em 14/04/2016

7. RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

DEVELOPMENT OF A WEBSITE FOR THE DISCIPLINE MECHANICAL DESIGN IN THE MECHANICAL ENGINEERING COURSE

Antônio Augusto de Faria Guimarães Melo Pertence, antonio.pertence@sga.pucminas.br¹

Marcell Filho da Silva Ferreira, eng.marcellferreira@gmail.com²

Danilo Amaral, danilo@demec.ufmg.br²

Antônio Eustáquio de Melo Pertence, pertence@demec.ufmg.br²

¹Pontifical Catholic University, PUC Minas, Coração Eucarístico Unit, Computer Science, Av. Dom José Gáspar, 500, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 30535-610

²Federal University of Minas Gerais, Mechanical Engineering, Av. Antonio Carlos 6627, Campus da Pampulha, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil, 31270-901

Abstract. *In the discipline of Mechanical Design, the students develop projects, considering the knowledge acquired in other disciplines over the course of Mechanical Engineering such as: Introduction to Mechanical Engineering, Mechanical Drawing, Materials Science, Metrology, Strength of Materials, Manufacturing Processes, Machine Elements, and the use of technical standards and tables of standardized mechanical and structural elements. The projects contains a calculation memorial characterized by a calculation sequence and manufacturing drawings consisting assembly and parts drawings (2D), and three dimensional modeling (3D) for generating virtual prototyping. In this way, students need to search for information that normally is not available together. This paper indicates the development of a website for teaching of the discipline Mechanical Design, using the Google Sites®. Various educational information is available in many platforms (desktops, laptops, tablets and smartphone), which help students in their projects. Therefore it establishes a teaching methodology more interactive and effective.*

Keywords: *Mechanical Design, Engineering Education, Virtual Prototyping, Educational Technology*