



A INFLUÊNCIA DAS VELOCIDADES DE VENTO NO CORDÃO DE SOLDA NO PROCESSO DE SOLDAGEM ARAME TUBULAR AUTO PROTEGIDO.

Autores : Cristiano José TURRA¹, Mario Wolfart JUNIOR²

Identificação autores:

- ¹ *Graduando, engenheiro mecânico, Bolsista de Iniciação Científica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense (IFC), Luzerna, Santa Catarina, Brasil.*
- ² *Doutor, Eng. de Minas, Metalúrgica e de Materiais PPGEM-UFRGS, Eng. Metalúrgico, Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense (IFC), Luzerna, Santa Catarina, Brasil.*

Introdução.

A aplicação da soldagem em locais abertos é comum, pois devido ao porte, aplicação ou tipo de serviço, nem sempre é possível ser realizada em pátios industriais, onde os efeitos das intempéries podem ser controlados. O vento é uma condição na soldagem em campo e restringe o tipo de processo que tem melhor performance, já que alguns processos suportam velocidades de vento superiores a outros. Segundo estudos, as soldagens não devem ser realizadas sob ação de vento de velocidade superior à 0,3 m/s ($\approx 1,1$ km/h), pois podem causar ondulações na superfície e sensibilidade no arco, além de contaminação do depósito de solda [VILARINHO; LESSA], porosidades e perdas de propriedades mecânicas [FEMA; BONISZEWSKI; SOUZA]. Desta forma, o presente estudo teve como objetivo principal avaliar qual a velocidade máxima de vento suportada pelo processo arame tubular auto protegido (FCAW-S Self-Shielded Flux-Cored Arc Welding), através da soldagem de chapas para teste, simulando correntes de ar com diferentes velocidades.

2. Material e Métodos.

2.1. Preparação da Junta de Solda.

O tipo de Metal de Base (MB) escolhido é um aço ASTM A 36, de espessura 3/8" e comprimento de 200 mm. Na posição plana escolhida, foi usinado um chanfro de 60° (bisel de 30°), para que possa ser obtida a penetração total na junta. O tipo de consumível utilizado é o AWS E71T-11, de diâmetro 1,6 mm, e faz a proteção da poça fundida através da queima do fluxo interno.

2.2. Definição dos Parâmetros de Soldagem.

Os parâmetros de soldagem foram definidos através das recomendações especificadas pelo fabricante do consumível adquirido, da revisão bibliográfica, dos testes preliminares e das condições de soldagem. Os parâmetros escolhidos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros de soldagem.

Velocidade da corrente de ar (m/s)	Corrente Raiz (média) (A)	Corrente Preenchimento (média) (A)	Tensão Raiz (V)	Tensão Preenchimento (V)	Polaridade	Temp. Ambiente (°C)	Velocidade de Soldagem (cm/min)
0 m/s	125	125	18	18,5	CC-	19	17
2 m/s	120	125	18	19	CC-	19	17
3,5 m/s	115	120	19	19	CC-	20	17
5 m/s	120	110	19	19	CC-	23	17

2.3. Soldagem das Chapas.

A limpeza superficial das chapas antes da soldagem foi realizada através do lixamento da superfície, de forma que eliminasse imperfeições como cantos vivos, poeiras, resíduos, óleos, oxidação e etc. As soldagens foram realizadas em local fechado, de forma semi automática, em dois passes, de modo que a corrente de ar gerada por um ventilador conectado a um inversor de frequência, era direcionada para a região de soldagem de forma perpendicular ao sentido de soldagem, e medida por um anemômetro digital.

2.4. Ensaio e Análises.

Para verificação da existência de defeitos ou imperfeições na superfície do cordão foi realizada análise visual, macrográfica e micrográfica, utilizando a norma ASTM E3.

O ensaio de líquido penetrante foi utilizado por ser um dos melhores métodos para identificar trincas, poros e demais defeitos na superfície de materiais soldados. Como referência para este ensaio foi utilizada a norma ASTM E 165.

A avaliação qualitativa da ductilidade do material, foi utilizado como referências principais as normas ASTM E 190 e ASTM E 290. O ensaio proposto foi o dobramento guiado do tipo dobramento transversal de face, no qual a dobra é transversal ao eixo da solda e os esforços de tração atuam na face da solda.

3. Resultados e discussão.

3.1. Análise Visual e Macrografia.

A inspeção visual qualitativa demonstrou que os cordões de solda, com o aumento da velocidade de vento, apresentam maior geração de respingos e pior acabamento superficial,

porém, não apresentam falta de penetração da junta, porosidades, rechupes, trincas, sobreposição ou falta de fusão. A Figura 1 mostra as macrografias da seção transversal do cordão de solda. É possível identificar a Zona Fundida (ZF), composta por metal de adição (MA) e metal de base (MB), e a Zona Termicamente Afetada (ZTA).



Figura 1 - Macrografia dos cordões realizados em diferentes velocidades de correntes de ar. Ataque Nital 7%.

3.2. Ensaio por Líquido Penetrante.

O ensaio de líquido penetrante indicou, assim como no estudo de [LESSA], a ausência de defeitos em todas as superfícies dos cordões realizados nas diferentes velocidades de corrente de ar. Ao longo do cordão de solda, em todos os casos, não foram visualizados defeitos indicados pelo líquido vermelho, que comprometessem a junta soldada. Porém, os cordões realizados sob ação de correntes de ar apresentam sobre o Metal de Base (MB), pontos vermelhos que indicam respingos provenientes da instabilidade do arco.

3.3. Ensaio de Dobramento.

Foi avaliado os esforços de tração da face do cordão de solda para um ângulo de dobramento de 180°. Na superfície convexa do corpo de prova soldado, não foi observado defeitos que condenem a solda em nenhum dos casos estudados (fissuras de comprimento maior que 3 mm). De forma geral, os cordões de solda, realizados com ou sem correntes de ar, mostraram ser dúcteis aos esforços de tração e compressão.

3.4. Análise Micrográfica.

A ZTA apresentou microestrutura na forma de ferrita primária (Figura 2), e com o aumento da velocidade de vento se torna mais refinada quando comparada com velocidades inferiores. Em comparação com o MB, os grãos apresentam menor tamanho.

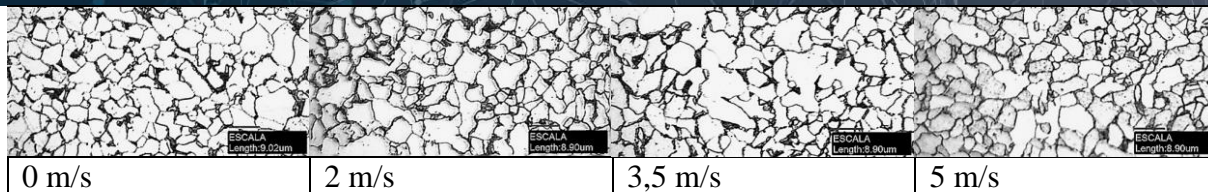


Figura 2 - Microestrutura da Zona Térmicamente Afetada em diferentes velocidades de vento. Apresenta basicamente FP. Aumento de 500X. Ataque Nital 2%.

O passe raiz dos cordões realizados em diferentes velocidades de corrente de ar, apresentaram microestrutura com mais grãos refinados com o aumento da velocidade de vento. O resfriamento mais rápido do metal aumenta a convecção e conseqüentemente impede o crescimento de grão. A Figura 3 mostra a microestrutura da ZF dos cordões realizados em diferentes velocidades de vento. Para esta região, como esperado, a microestrutura se apresenta na forma de ferrita acicular (FA), ferrita primária (FP), ferrita secundária alinhada (FSA).

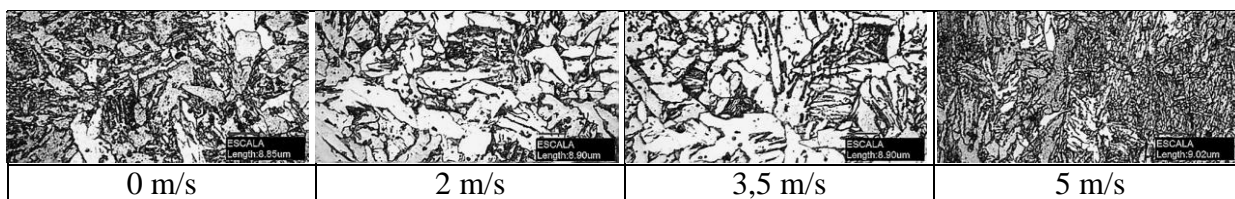


Figura 3- Microestrutura da Zona Fundida do passe preenchimento em diferentes velocidades de vento. Apresenta FP, FA e FSA. Aumento de 500X. Ataque Nital 2%.

De forma geral, a análise micrográfica não revelou a presença de discontinuidades ou defeitos no cordão de solda e grandes alterações na microestrutura, comprovando a resistência na proteção da poça fundida contra correntes de ar no processo de soldagem FCAW-S.

Conclusão.

Após a realização das soldagens e dos ensaios para avaliação do cordão de solda, conclui-se que:

- O processo FCAW-S quando realizado em condições normais (na ausência de correntes de ar), apresenta um cordão com melhor acabamento superficial e aparentemente menor quantidade de respingos quando comparado com cordões realizados sob efeitos de vento.
- O aumento da velocidade da corrente de ar provoca maior instabilidade no arco, a qual interfere na geração de respingos, bem como no acabamento superficial do cordão. Apesar disso, os ensaios de líquido penetrante, dobramento e macrografia não indicaram a presença

de defeitos que pudessem levar à condenação da junta soldada, segundo os critérios das normas utilizadas para avaliação.

- O processo FCAW-S, utilizando o consumível AWS E71T-11, pode ser utilizado na soldagem em regiões de correntes de ar de até 5 m/s na posição de soldagem plana, sendo que as correntes de ar modificam, porém, não comprometem as propriedades mecânicas e metalúrgicas da solda, visto que a maior consequência está relacionada ao acabamento superficial.

- Para o processo FCAW-S, neste estudo, os cordões não apresentam descontinuidades e grandes alterações na microestrutura em relação a velocidades de vento. Somente há alterações microestruturais ocasionadas por passes subsequentes (neste estudo especialmente, pelo segundo passe), como por exemplo o refino de grão no passe raiz;

Referências

1. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM E 165: Standard Test Method for Liquid Penetrant Examination. EUA. 2002. 20 p.
2. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM E 3: Standard Practice for Preparation of Metallographic Specimens. EUA. 1995. 8 p.
3. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS. ASTM A 36: Standard Specification for Carbon Structural Steel. United States, 2012. 3 p.
4. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS. ASTM E 190: Standard Test Method for Guided Bend Test for Ductility of Welds. United States, 2003. 2 p.
5. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS. ASTM E 290: Standard Test Methods for Bend Testing of Material for Ductility. United States, 1997. 7 p.
6. AMERICAN WELDING SOCIETY. AWS A5.29: Specification For Low-alloy Steel Electrodes For Flux Cored Arc Welding. United States, 1996. 62 p.
7. BONISZEWSKI, T. Self-Shielded Arc Welding. Abington Publishing. Cambridge, England. 1992.
8. FEMA-355B, State of the Art Report on Welding and Inspection, SAC Joint Venture, Federal Emergency Management Agency, 2000.
9. LESSA, R. M. de A. Efeito do ventos sobre as propriedades mecânicas do Aço A-36: 2010. 98p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010. 98p.



10. SOUZA, D.; ARAÚJO, D. B. Estudo Exploratório sobre a Resistência da Soldagem as Correntes de Ar (Ventos) Utilizando os Processos de Soldagem Eletrodo Revestido (SMAW), Eletrodo Tubular (FCAW) e Eletrodo Tubular Auto protegido (FCAW-S). In: CONGRESSO NACIONAL DE SOLDAGEM, 39°, 2013, Curitiba, Associação Brasileira de Soldagem, 2013. 12p.
11. VILARINHO, L.O. Medição, Controle e Armazenamento. Notas de Aula, Curso de Especialização em Engenharia da Soldagem, Universidade Federal de Uberlândia, 2013, 88p.

ANÁLISE DESCRITIVA DO PROJETO DE EXTENSÃO TECNOLÓGICA COM ROBÓTICA PEDAGÓGICA LEGO MINDSTORMS® DO IFC – CAMPUS LUZERNA EM 2016

Autores: Ruan Machado Becker¹, Yan Caion Vieira CARDOZO², Ruan Diego BEVILAQUA³, Illyushin ZAAK SARAIVA⁴, Ricardo ANTONELLO⁵, Rafael Garlet de OLIVEIRA⁶.

Informações adicionais: Trabalho relativo ao projeto de extensão “Extensão, Pesquisa e Desenvolvimento com a Tecnologia de Robôs Lego Mindstorms® II” Edital 011/2016.

Palavras-Chave: Robótica Pedagógica. Extensão Tecnológica. Lego Mindstorms®.

Introdução

No contexto Brasileiro da segunda década do Século XXI algumas características da educação escolar pública, tais como a precariedade da escola básica – gerida por governos estaduais conforme a Constituição 1988 – ou ainda o imenso crescimento vivenciado pelas Instituições Federais de Educação Profissional e Tecnológica, têm estimulado novas formas de ação extensionista envolvendo os dois grupos de instituição, escolas da rede estadual e institutos federais, dentro de alguns focos de atuação específicos nos quais se destaca a divulgação tecnológica (REIS et al., 2014).

Beniek et al (2012), por seu turno, chamam atenção para a Robótica Pedagógica, que segundo os autores – num cenário em que se vivencia a rápida evolução tecnológica dos dispositivos portáteis de uso pessoal nas duas últimas décadas – tem tomado força como ferramenta que desperta o interesse dos alunos da escola básica pela ciência e tecnologia de forma ímpar (BIENIEK et al., 2012).

Outra autora, Silva (2009) demonstra que a Robótica Pedagógica não é recente:

A utilização de robôs como mediador para a construção do conhecimento não é algo recente. O grande precursor desta atividade foi Seymour Papert, pesquisador do MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts). Seus trabalhos acerca da robótica na educação começaram nos anos 60 quando também nascia o construcionismo [...] Papert via no computador e suas possibilidades um recurso que atraía as crianças e com isso facilitaria o processo de aprendizagem. (SILVA, 2009, p. 31)

A literatura especializada mostra que diversas iniciativas extensionistas têm surgido no Brasil, combinando a oferta de ‘detentores de saber formal’ na área de robótica em universidades e institutos federais– mormente nos campi onde há cursos nas áreas: eletrônica, elétrica, automação e informática – com a demanda sempre presente de aperfeiçoamento pedagógico a partir de ferramentas tecnológicas capazes de atrair a atenção dos alunos dos níveis fundamental e médio (SASAHARA & CRUZ, 2007; GOMES et al, 2008; SILVA, 2009; VALHDICK et al, 2009; BIENIEK et al, 2012).

No Campus Luzerna do Instituto Federal Catarinense iniciou-se em 2014 uma ousada ação extensionista, em parceria com a 7ª Gerência Regional da SED-SC (7ª GERED) em Joaçaba-SC, cujo objetivo é o intercâmbio entre o conhecimento científico-acadêmico produzido no Campus e o conhecimento trazido do ambiente escolar – especialmente de

1 Aluno do Curso Técnico em Automação Industrial – IFC Campus Luzerna; ruanmachadobecker@gmail.com

2 Aluno do Curso Técnico em Automação Industrial – IFC Campus Luzerna; yancaion98@gmail.com

3 Aluno do Curso Engenharia de Controle e Automação – IFC Campus Luzerna; ruan.bevilaqua@gmail.com

4 Especialista em Educação Empreendedora (UFSC); Professor do IFC Campus Luzerna; illyushin.saraiva@luzerna.ifc.edu.br

5 Mestre em Ciências da Computação (UFSC); Professor do IFC Campus Luzerna; ricardo.antonello@luzerna.ifc.edu.br

6 Mestre em Automação e Sistemas (UFSC); Professor do IFC Campus Luzerna; rafael.oliveira@luzerna.ifc.edu.br

escolas estaduais da região de Luzerna – através da oferta de oficinas de capacitação de “Robótica Pedagógica” utilizando os Kits de robôs Lego Mindstorms® para professores e alunos da região.

Este trabalho, portanto, tem como objetivo apresentar o citado projeto de extensão, partindo-se de uma concepção de projetos de extensão tecnológica que possam contextualizar e favorecer a abstração de conceitos multidisciplinares, de forma lúdica, ampliando as possibilidades de aprendizagem..

Material e Métodos

Apresenta-se aqui o projeto de extensão intitulado “Extensão, Pesquisa e Desenvolvimento com a Tecnologia de Robôs Lego Mindstorms®II”, financiado pelo próprio Campus Luzerna através do Edital 011/2016, que propiciou as bolsas de extensão para alunos do Ensino Médio Integrado em Automação Industrial, com início em agosto de 2016. Esse projeto é continuidade de projeto com o mesmo nome executado entre abril de 2015 e julho de 2016 financiado pelo Edital 005/2015 do IFC Campus Luzerna, que também representa continuidade de objetivos e métodos ao projeto “Oficina de Robótica com Lego Mindstorms®” que teve início em junho de 2014 também neste Campus.

Como se vê, portanto, o projeto de Robótica Pedagógica com Lego já está em seu terceiro ano consecutivo no escopo do Campus Luzerna.

Dentre as metas originais do período aqui analisado, destacam-se:

1. Promover a realização de pelo menos 02 (duas) oficinas de Lego MindStorms de 04 (quarto) horas cada, discutindo a montagem dos kits e programação dos mesmos.
2. Propiciar ao docente das escolas públicas de educação básica capacitação inicial e continuada em robótica por meio de noções de programação com robôs Lego.
3. Propiciar aos alunos da educação básica a capacitação necessária para a realização de trabalhos integrados em suas respectivas escolas.
4. Proporcionar aos alunos do ensino médio do IFC, integrantes do projeto, o aperfeiçoamento da lógica e matemática necessárias a utilização dos kits Lego MindStorms®, além dos conhecimentos para manipulação dos kits de montagem compostos por peças, motores e sensores permitindo programar funcionalidades.

Originalmente, a equipe era composta de 03 professores do Campus Luzerna, além de 02 alunos do Curso Técnico em Automação Industrial, escolhidos através de processo seletivo, utilizando inicialmente 03 kits de robôs Lego Mindstorms® cedidos ao Campus Luzerna pela Escola Estadual Padre Nóbrega, e a partir do 2º semestre de 2015, utilizando 04 kits Lego Mindstorms de propriedade do próprio campus, comprados através de financiamento do CNPQ. buição geográfica do potencial eólico e dos outros tipos de energéticos disponíveis no local.

Resultados e discussão

Na análise de uma ação extensionista, os resultados podem ser medidos através de indicadores diversos, sendo que no caso do presente projeto foram escolhidos indicadores relacionados ao volume de atividades práticas efetivamente realizadas.

Destaca-se, em meio às diversas atividades realizadas, duas conquistas do projeto, primeiro o fato de as oficinas terem superado a meta inicial, e segundo a participação do projeto na II Jornada Acadêmica & I Mostra de Iniciação Científica Júnior, realizada pelo Colégio Técnico de Florianópolis da UFPI em maio, conforme apresentado na Figura 1 a seguir.

A Tabela 1 a seguir traz listagem completa das ações.

Tabela 01 – Cronograma de Atividades Efetivamente Realizadas			
DATA	ATIVIDADE	DATA	ATIVIDADE
17/04/15	Início das atividades práticas	03/07/15	Robô seguidor de linha de Lego com dois sensores
24/04/15	Programação para Arduino - parte 2	21/07/15	Visita a escola Viver e Conhecer em Capinzal
24/04/15	Sensores e motores do lego	07/08/15	Seminário de Avaliação de Resultados do Projeto.
15/05/15	Testes com os sensores do robô seguidor de linha	03/08/15	Apresentação de Pôster na Semana Científica e Tecnológica IFC Luzerna
22/05/15	Cancela com sensor de toque	18 e 19/09/15	Oficina de Programação e Montagem Lego Mindstorms GERA 2015 Joaçaba
29/05/15	Projeto da cancela e do portão.	11/11/15	Participação na MICTI – Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar
19/06/15	Passo a passo montagem de cancela com sensor de toque e Servomotor	10/05/16	Apresentação de Pôster na II Jornada Acadêmica & I Mostra de Iniciação Científica Júnior.
26/06/15	Início das atividades do seguidor de linha com Lego	12/05/16	Feira Temática de Robótica: II Jornada Acadêmica & I Mostra de Iniciação Científica Júnior.

Fonte: Elaborado pelos autores

A Figura 1 apresenta outra importante conquista do projeto, a participação de dois alunos bolsistas na II Jornada Acadêmica & I Mostra de Iniciação Científica Júnior realizada pelo Colégio Técnico de Floriano, no Piauí



Figura 1 – Oficina de Robótica Pedagógica no Colégio Técnico de Floriano – Piauí, 2016.

Fonte: fotografia tirada pelos autores.

Conclusão

Este trabalho apresentou resultados do projeto de extensão baseado na Tecnologia de Robôs Lego Mindstorms® do Instituto Federal Catarinense Campus Luzerna, desenvolvido por uma equipe de professores e estudantes desde 2014.

Como se pode perceber, a Robótica Pedagógica é hoje uma metodologia cada vez mais utilizada no território nacional, em muitos casos fruto de parceria entre de um lado campi de Universidades ou Institutos Federais e de outro, escolas da rede pública.

Neste sentido foi verificado que o projeto analisado, na sua fase mais recente, superou o volume de atividades extensionistas planejado (Tabela 1), tendo inclusive participado de um evento nacional no Estado do Piauí (Figura 1), demonstrando o grau de expertise e perícia dos membros do projeto na ação extensionista com Robôs Lego® em escolas da rede pública.

Antes de concluir este artigo, os autores aproveitam para agradecer especialmente ao IFC Campus Luzerna, pelas bolsas concedidas pela sua Coordenação de Extensão, ao CNPQ pelo apoio na aquisição dos Kits de Robótica Lego, à Pró-Reitoria de Ensino do IFC pelo patrocínio da viagem dos bolsistas ao Piauí e à Pró-Reitoria de Extensão do IFC pela viagem do coordenador da ação ao mesmo evento, além da Direção da Escola Estadual P. Nóbrega pela parceria de dois anos sem a qual o projeto não teria se concretizado.

Considera-se, finalmente, que o referido projeto foi eivado de sucesso, já que todas as metas foram superadas e o projeto acabou por ganhar destaque nacional.

Espera-se que este relato sirva como estímulo para projetos similares, envolvendo campi de Institutos Federais e escolas da rede pública.

Referências

- BIENIEK, G. B.; TORTELLI, L.; ZARPELON, M. C.; GUEDES, A. L.; CARVALHO, R. S.; GUEDES, F. L. Robótica como alternativa nos processos educativos da Educação Infantil e dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. In: *Anales del XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*. Buenos Aires. Outubro 2012.
- GOMES, M. C.; BARONE, D. A. C.; OLIVO, U. KickRobot: Inclusão Digital através da Robótica em Escolas Públicas do Rio Grande do Sul. In: XIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 11, 2008, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza, nov. 2008.
- REIS, G. L.; SOUZA, F. L. F.; BARROSO, M. F. S.; PEREIRA, E. B.; NEPOMUCENO, E. G.; AMARAL, G. F. A relevância da integração entre universidades e escolas: um estudo de caso de atividades extensionistas em robótica educacional voltadas para rede pública de ensino. In: *Interfaces Revista de Extensão* | Belo Horizonte | v. 2, n. 3, p. 52-76, jul./dez. 2014.
- SASAHARA, L. R.; CRUZ, S. M. S. Hajime – Uma nova abordagem em robótica educacional. In: *Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, 7, 2007, Rio de Janeiro*. *Anais...* Rio de Janeiro, jul. 2007.
- SILVA, A. F. *RoboEduc: Uma Metodologia de Aprendizado com Robótica Educacional*. 2009. 127 f. Dissertação (Tese de Doutorado) UFRN.
- VAHLDICK, A., BENITTI, F., URBAN, D., KRUEGER, M., HALMA, A. (2009). O uso do Lego Mindstorms no apoio ao Ensino de Programação de Computadores. In: *Congresso da*



SECITEC 2016
SEMANA DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

De 14 a 17
de Setembro



Sociedade Brasileira de Computação, 07, 2009, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves, jul. 2009. pp. 523-526. SMITH, Adam. *A riqueza das nações: investigação sobre a sua natureza e suas causas.* São Paulo: Abril Cultural, (1983).

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO METAL-MECÂNICO APÓS CONFORMAÇÃO A QUENTE

Autores : Lucas FERREIRA, Mario WOLFART Jr., Gianpaulo Alves MEDEIROS

Informações adicionais: (Bolsista extensão do Edital 072 PROEX; Coorientador do projeto; Orientador do projeto)

Introdução

Em muitas de suas aplicações os materiais fornecidos e fabricados pelos métodos convencionais de fabricação, não possuem as características necessárias para realizar o desempenho desejado. Por esse motivo, vem sendo utilizados processos nos quais podem efetivamente melhorar as propriedades mecânicas dos materiais [CHIAVERINI,1986; BRESCIANI ,1997].

Sendo assim, um desses processos é a conformação que pode ser classificado quanto à temperatura de trabalho a quente, a morno, a frio e tixoforjamento. O forjamento, deforma o material forjado por martelamento ou por prensagem, resultando em mudanças permanentes nas dimensões finais e características metalúrgicas da peça. É um processo muito utilizado para refinar a microestrutura dos materiais a serem conformados, não só requer menos energia para realizar a conformação, mas também proporciona maior escoamento plástico do material comparado aos outros processos (frio e a morno) [CHIAVERINI,1986].

Geralmente a estrutura dos metais sujeitos ao processo, não apresentam uniformidade ao longo de sua seção, já que a deformação atinge maior parte a sua camada superficial, desse modo, o material possuirá grãos recristalizados de menor tamanho nessa região [HELMAN,2005; GRÜNING,1973].

O aço SAE 1045, é considerado como um aço de médio teor de carbono, principalmente utilizado por possuir boas propriedades mecânicas, como tenacidade, fácil usinabilidade e soldagem quando laminado a quente ou usinado [BRESCIANI ,1997]. Além disso, é um material de fácil acesso e que possui custo relativamente baixo no mercado.

Nesse contexto, o objetivo principal do projeto, é realizar a conformação a quente do material, para que essas propriedades possam ser melhoradas, assim garantindo um melhor desempenho no material em suas diversas aplicações.

Material e Métodos

O material escolhido para fabricar os corpos de prova foi uma barra de aço SAE 1045 laminada, onde a mesma foi usinada em um torno convencional, obedecendo as seguintes medidas: Diâmetro: 10 mm e Comprimento: 15 mm

O aquecimento dos corpos de provas foi realizado em um forno MUFLA, onde o mesmo era programado em permanecer com a temperatura de 1200°C, cada amostra era posicionada com o auxílio de uma tenaz no centro do forno. As amostras permaneciam 10 minutos, e então eram retiradas e transportadas até a máquina universal de ensaios EMIC, onde eram realizadas as conformações.

As conformações foram realizadas em cinco amostras, sendo que em cada uma delas, as deformações eram alteradas, conforme mostra a tabela abaixo.

Tabela 01: Deformação realizada em cada amostra

Amostra	Deformação verdadeira
1	0,250 mm/mm
2	0,310 mm/mm
3	0,458 mm/mm
4	0,590 mm/mm
5	0,836 mm/mm

Antes de realizarmos os ensaios, as bases da máquina EMIC eram lubrificadas com um lubrificante para que não ocorra o “embarrilamento” (forma de barril) do material, esse defeito ocorre devido o atrito causado durante a conformação. Depois de realizados os ensaios, as amostras foram rapidamente resfriadas em água, com o intuito de preservar a microestrutura do material.

Depois de concluir os ensaios, foi necessária a preparação das amostras, onde foram cortadas transversalmente, lixadas, polidas e embutidas conforme a norma ASTM E3. Após realizado o procedimento de preparação as amostras foram submetidas a um ataque químico utilizando “picral” (solução a base de ácido pícrico, álcool e detergente neutro). Com o auxílio de um Microscópio Óptico, foi feito o registro de imagens com 100X de aumento, podendo assim posteriormente determinar o tamanho de grão das amostras.

Para determinar o tamanho de grão das amostras, foi utilizada a norma ASTM E-112 pelo método da intersecção. Para aferir a resistência do material submetido às conformações a quente, foi utilizado um microdurômetro Vickers, que é composto por um mecanismo óptico e digital adequado à medição de dureza em peças pequenas.

Resultados e discussão

A figura 1 apresenta imagens micrográficas realizadas com a amostra 4. Para que fosse possível visualizar o contorno de grão e as linhas de deformação presentes nas amostras, utilizamos um microscópio óptico.

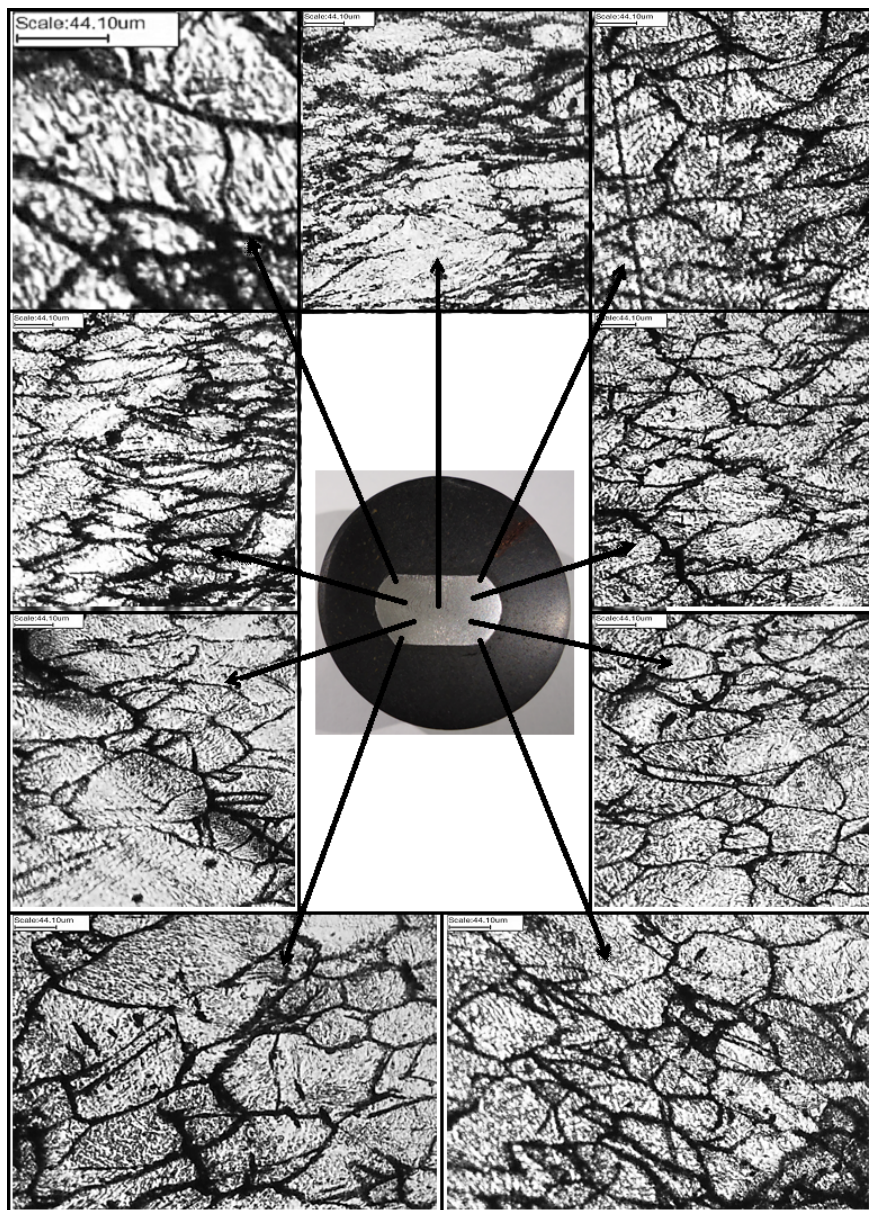


Figura 1: Ilustrando a microestrutura da amostra 4 em diversos pontos.

É perceptível que o tamanho de grão nas imagens da amostra 4 não são uniformes, isso ocorre porque durante o processo de conformação a quente, os grãos das amostras não ofereceram resultados sequentes. Também podemos identificar que mesmo utilizando um lubrificante com o intuito de minimizar o atrito, a amostra sofreu deformações em forma de “barril” em suas laterais.

Foram realizadas as microdurezas em 9 pontos (segundo esquema da figura 1), em 6 amostras com diferente deformações, a fim de identificar o efeito do aumento da deformação em relação a dureza das amostras. A tabela 3 mostra os valores de microdureza Vickers

realizada nas amostras, sendo que uma delas não foi submetida ao aquecimento nem a conformação.

Tabela 02 – Indicando os respectivos valores de microdurezas coletadas em 9 pontos nas amostras. Fonte: Próprio Autor

AMOSTRAS	PONTOS ONDE FORAM COLETADAS AS MICRODUREZAS (HV)									MICRODUREZA MÉDIA (HV)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
										$\Sigma=90,23$ 507
Sem deformação aquecimento	214	219,2	207,6	206,9	206,1	208,5	198,9	219,6	208,9	209,9
1	463,6	535,8	423,4	397,8	362,7	371	394,7	422,4	539,1	434,5
2	636,6	399,7	554,5	479,7	512,6	555,6	474,9	520,7	479	512,5
3	621,5	571,6	490,5	653,1	519	523,4	568,3	488,1	507	549,1
4	543,5	568,8	683,9	736,9	693,4	447,2	514,2	568	674,4	603,3
5	676	681,9	670,1	655,8	700,2	644,7	655,8	706,4	664,3	672,8

A diferença entre a dureza da amostra que não foi submetida aos ensaios é consideravelmente alta em comparação as demais. Porém com o aumento da deformação das amostras, as durezas não apresentam uma sequencia crescente nos pontos onde foram coletadas as microdurezas, isso ocorreu, porque após o processo de conformação os grãos da amostra não tiveram uniformidade, portanto a microdureza mesmo sendo coletada em varias regiões das amostras também não apresentaram valores sequentes [GRÜNING,1973].

Através das fotos reproduzidas pelo microscópio óptico, foi possível realizar a medição de tamanho de grão. O método utilizado foi o método de intercepções lineares, que consiste em traçar linhas na horizontal das imagens, determinando através da escala o tamanho médio de grão.

Tamanho de Grão x Deformação verdadeira

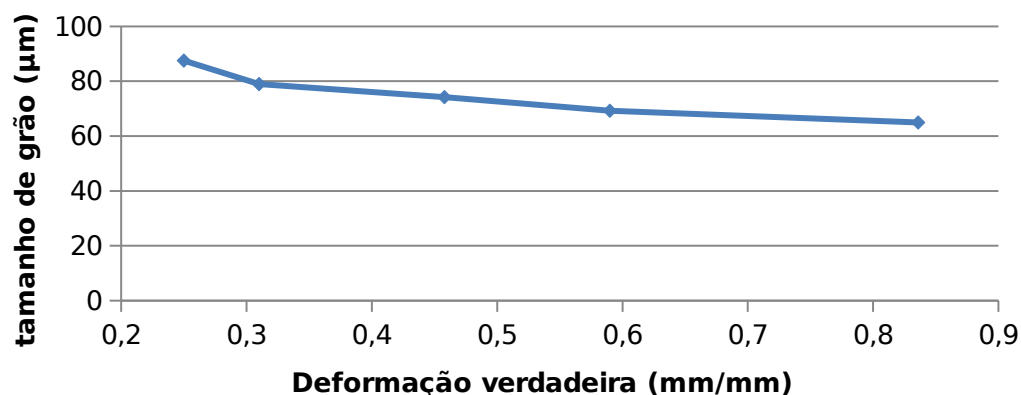


Figura 2 – Diagrama tamanho de grão versus deformação utilizando dados coletados das 5 amostras. Fonte: Próprio Autor

Através da figura 2, podemos observar que com o aumento da deformação do material o tamanho de grão diminui. A amostra que apresenta grãos maiores tende a proporcionar ao material menor resistência comparada a amostra que obteve grãos menores[GRÜNING,1973].

Conclusão

Após a realização das conformações e dos ensaios necessários para avaliação das amostras, conclui-se que:

- Com o aumento da deformação verdadeira, o tamanho de grão das amostras diminuiram.
- Podemos identificar que o centro das amostras apresenta valores de dureza menores que encontrados na superfície. Isso ocorre por que o centro da amostra está sujeito a menores forças aplicadas durante o processo de conformação a quente do material.
- Os grãos menores presentes nas amostras proporcionam ao material maior resistência mecânica e melhorias referentes à ductibilidade, comparado à amostra que não foi submetida ao processo de conformação a quente.

Referências

- [1] CHIAVERINI, Vincente. Tecnologia Mecânica – Materiais de Construção Mecânica - Volume I. 2. Ed. São Paulo-SP: MacGraw-Hill, 1986.
- [2] BRESCIANI, Ettore (Coord.) Conformação plástica dos metais. 5. ed. Campinas: Ed. UNICAMP, 1997. 385 p.
- [3] HELMAN, Horacio; CETLIN, Paulo Roberto. Fundamentos da conformação mecânica dos metais. 2. ed. São Paulo, SP: Artliber, 2005. 260 p. ISBN 8570300174.



SECITEC 2016
SEMANA DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

De 14 a 17
de Setembro



[4] GRÜNING, K. Técnica da conformação. trad. Prof. Arno Blass. São Paulo, Polígono, 1973.

APLICAÇÃO DO MÉTODO DE INTERCEPTAÇÃO LINEAR NA DETERMINAÇÃO DE TAMANHO DE GRÃO DE UMA LIGA DE MAGNÉSIO AZ61 FORJADA A QUENTE

Autores: Raphael Franklim Oliveira FERREIRA, Eduardo DALMOLIN, Joécio VOJCIECHOVSKI JR., Diego Rodolfo Simões de LIMA

Introdução

Ligas de magnésio têm um grande potencial de aplicabilidade na engenharia, especialmente em aplicações onde a redução de peso é essencial, devido a sua baixa densidade e alta resistência específica. Além disso, ligas de magnésio possuem uma boa usinabilidade, estabilidade dimensional e reciclabilidade (El-Morsy, *et. al.*, 2008).

No entanto, o uso de magnésio e suas ligas é ainda limitado pela sua baixa ductilidade a temperatura ambiente (Chandrasekaran, *et. al.*, 2008). Esta baixa ductilidade é causada por sua estrutura hexagonal compacta, onde o escorregamento de planos é dificultado, sendo os planos basais os preferenciais em temperatura ambiente.

A sensibilidade da temperatura do processo já foi exaustivamente discutida para metais com este arranjo cristalino, sendo conclusivo que, ao se trabalhar a liga acima de 225 °C, planos piramidais são ativados, o que gera um considerável aumento da plasticidade do material (Kainer, 2003). No entanto, alguns trabalhos já realizaram deformações em ligas de magnésio a temperaturas abaixo dos 225 °C, desde que com uma velocidade de deformação bastante baixa e com deformações efetivas pequenas (Swiostek, *et. al.*, 2006; Narayanasamy, *et. al.*, 2000).

Diversos trabalhos sobre deformação de ligas de magnésio têm sido realizados recentemente, em diversas universidades e institutos de pesquisa. Muitas destas pesquisas em deformação de ligas de magnésio têm sido realizadas com os objetivos: proporcionar aumento considerável nas propriedades mecânicas e na deformabilidade do material, através da obtenção de estruturas com tamanhos de grãos finos e ultrafinos.

Miura *et.al* (2010) procederam um forjamento multiaxial (MAF) em corpos de prova de uma liga de magnésio AZ61 em estado bruto de solidificação, em 5 etapas de deformação, com temperaturas decrescentes passo-a-passo, e encontraram que a resistência mecânica aumentou em cada etapa, enquanto que o tamanho de grão foi decrescendo até se encontrar uma microestrutura completa de grãos ultra-refinados.

Na China, Xia *et.al.* (2013) realizaram um forjamento multiaxial (MAF) em corpos de prova de uma liga de magnésio AZ61 em estado bruto de solidificação, com temperaturas constantes, em 6 estágios de forjamento multidirecional, obtendo elevada fração de grãos

recristalizados e refinados, obtendo expressivos ganhos de resistência mecânica ao se comparado com a matéria-prima em estado “como fundido”.

Também na China, Chen *et.al.* (2012) procederam um MAF em corpos de prova em estado bruto de solidificação, com variações de temperatura de forjamento entre os 6 diferentes passes, obtendo resultados de recristalização parcial e refino dos grãos recristalizados, com relativo aumento de dureza e resistência mecânica do material deformado.

Como se pode observar, o forjamento multiaxial (MAF) é um método de conformação já demonstrado eficiente, promovendo recristalização da estrutura bruta de solidificação, refino de grãos e melhoria de propriedades mecânicas das ligas de magnésio testadas.

Para a caracterização dos tamanhos de grão destas ligas, alguns procedimentos de análise são normatizados. O Método das Intercepções Lineares (MIL) é largamente empregado em artigos científicos internacionais (ASTM E112) e consiste em traçar uma linha de tamanho conhecido em uma micrografia e contar a quantidade de grãos que são intersectados por essa linha. Se acaso a micrografia apresentar um sistema com microestrutura orientada e grãos não uniaxiais, é necessário traçar várias linhas em diferentes direções a fim de fazer a compensação devido a não uniformidade dos grãos individuais (GERBASI, 2012). A dimensão da linha dividida pelo número de grãos interceptados caracteriza o tamanho médio do grão presente naquela microestrutura. A fim de se garantir a melhor caracterização de tamanho de grão possível, em cada imagem traçou-se 5 linhas de intercepção.

O objetivo principal deste trabalho é caracterizar os tamanhos de grão de ligas de magnésio AZ61, previamente forjadas multiaxialmente a quente, com variações na quantidade de deformação, e verificar se houve redução do tamanho de grão original da liga estudada.

Material e Métodos

A presente pesquisa se inicia em uma fase precedente a esta, onde corpos de prova de liga de magnésio AZ61 foram forjados a quente, de forma multiaxial. Um conjunto de 6 corpos de prova foram utilizados, nos quais em cada um deles era imposto uma deformação verdadeira uniaxial da ordem de $\varphi = 0,4$, em um determinado sentido (x). Na sequência, as amostras eram giradas e submetidas a novas deformações de ordem $\varphi = 0,4$ no sentido (y). Posteriormente, os corpos de prova foram girados no terceiro eixo (z), para serem novamente forjados com a mesma deformação das etapas anteriores. Procedeu-se novamente a repetição dos forjamentos nas três direções, totalizando 6 etapas de deformação multiaxial, sendo 2 deformações em cada eixo. Em cada etapa, um corpo de prova foi retirado para a caracterização microestrutural, enquanto que os demais foram sendo girados e deformados. Esta amostra retirada era

imediatamente resfriada rapidamente em água, para se manter a morfologia e o tamanho dos grãos da liga deformada.

Para os forjamentos, foi utilizada uma prensa hidráulica, com capacidade de carga máxima de 1000 kN, e velocidade em trabalho de 16,6 mm/s, constante durante todo o processo. Em relação à lubrificação das peças, foi utilizada uma solução à base de grafite coloidal, diluída em água na proporção de uma parte do lubrificante para cinco partes de água que, após aplicado, formou uma fina camada de filme lubrificante em torno da superfície das matrizes.

A temperatura do processo foi de 350 °C. Sendo as ligas de magnésio excelentes condutoras de calor, é vital que o processo se dê tão isotermicamente quanto possível, ou seja, a temperatura da matriz deve ficar o mais próximo possível da temperatura da liga. Caso contrário, o material perde calor para as paredes da matriz, reduzindo drasticamente sua deformabilidade, podendo gerar trincas. Para garantir um processo completamente isotérmico, resistências elétricas foram instaladas nas matrizes inferior e superior da ferramenta, sendo ambas simultaneamente controladas por um dispositivo eletrônico.

Ao fim dos forjamentos, as 6 amostras retiradas do processo (cada uma representando as 6 diferentes etapas de deformação multiaxial) se juntaram a uma amostra da matéria-prima não deformada e todas foram caracterizadas microestruturalmente. Para isso, foi utilizado o procedimento padrão de preparação de amostras, seguindo-se sequência de lixas d'água, polimento com alumina de 1 µm e ataque com ácido fluorídrico com 0,5% de concentração, diluído em álcool. A análise microestrutural foi efetuada em microscópio óptico, de onde se pode aplicar o Método das Intercepções Lineares (MIL).

Resultados e discussão

As imagens das micrografias da liga de magnésio AZ61 multiaxialmente forjadas podem ser observadas na Figura 1.

Após a aplicação do Método das Intercepções Lineares, utilizando-se da média entre 5 linhas por micrografia, foi caracterizado o tamanho de grão de cada amostra. A Tabela 1 apresenta os valores obtidos para cada etapa de forjamento.

É possível notar que há um decréscimo do tamanho de grão a medida em que as etapas do forjamento multiaxial vão sendo impostas aos corpos de prova. Logo na primeira etapa de deformação já se verifica uma acentuada queda do tamanho de grão médio da liga. A tendência de refino de grão continua sendo verificada em todas as demais etapas do processo, tendo a

última etapa resultado em um tamanho de grão quase 50% menor que o grão inicial não deformado, encontrado na matéria-prima.

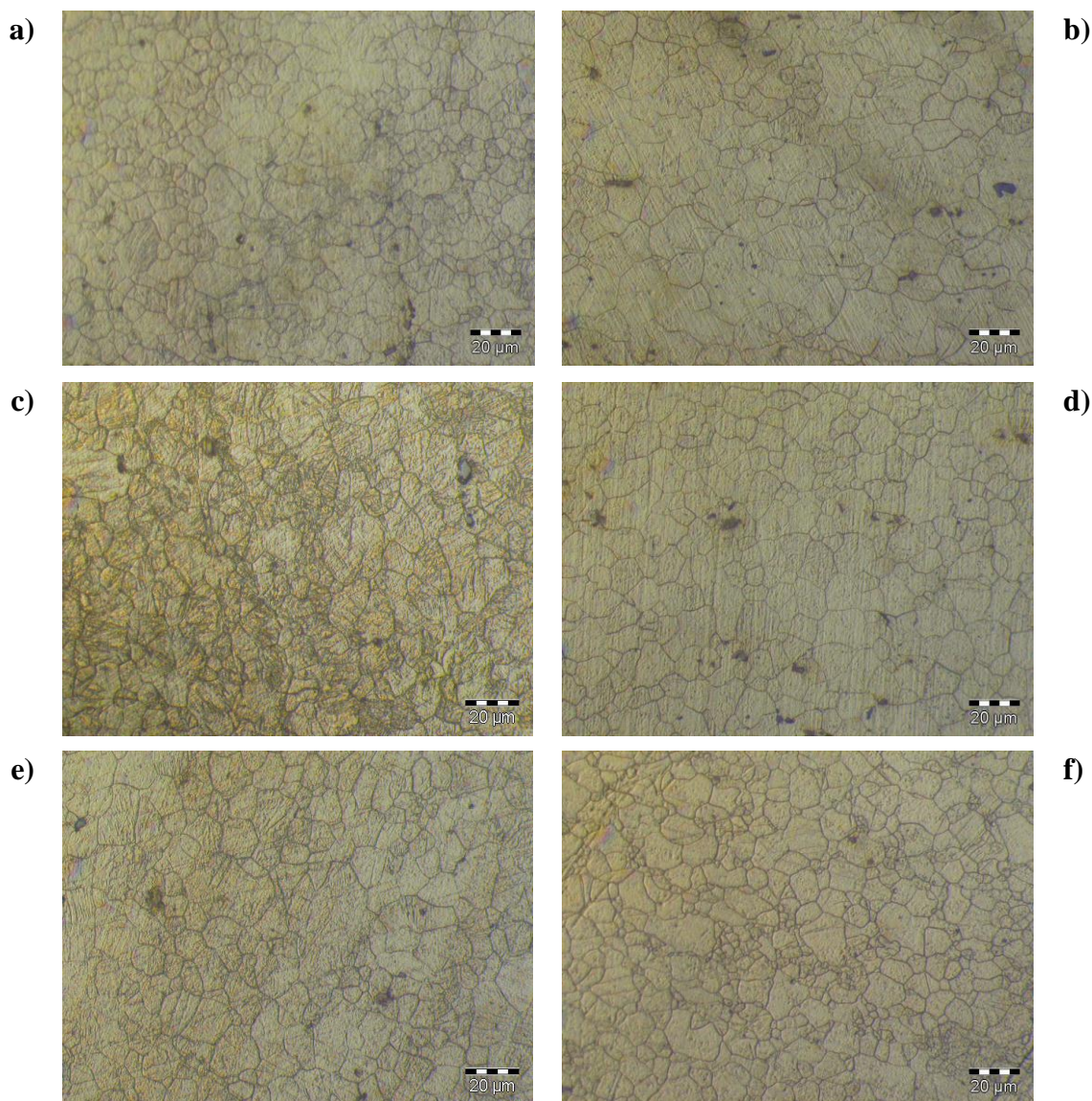


Figura 1: Micrografia das ligas de magnésio AZ61 forjadas. Imagens de a) à f) representam respectivamente as etapas de 1 a 6.

Tabela 1: Tamanho de grão para cada etapa de deformação

ETAPA	M.P.	E1	E2	E3	E4	E5	E6
TAMANHO DE GRÃO (µm)	16,40	12,10	11,95	11,44	10,60	10,48	8,68

Pode se notar que a redução de tamanho de grão não apresenta tendência de estagnação ao fim da sexta etapa de deformação, o que sugere que pode ser possível encontrar grãos com tamanhos médios ainda mais refinados.

Para os próximos trabalhos serão observados outros aspectos desta pesquisa, como variações de quantidade de deformação verdadeira imposta, aumento de número de etapas de deformação e caracterização mecânica das peças forjadas.

Conclusão

Neste estudo, verificou-se que o Método de Interceptação Linear é eficiente para caracterizar tamanho de grão de peças forjadas.

Em relação a evolução dos grãos, percebeu-se a eficácia do forjamento multiaxial para refino de grãos em ligas de magnésio, apresentando resultados consideráveis já na primeira etapa de deformação e não se esgotando no refino da sexta etapa imposta, onde se observou uma redução de tamanho de grão próximo a 50% em relação ao grão da matéria-prima.

Por fim, evidenciou-se a necessidade de avançar na pesquisa sobre o tema, onde alguns comportamentos não são completamente conhecidos.

Referências

- EI-MORSY, A.; ISMAIL, A.; WALY, M.: Microstructural and mechanical properties evolution of magnesium AZ61 alloy processed through a combination of extrusion and thermo mechanical processes. **Materials Science and Engineering A**, 486, 528–533, 2008.
- CHANDRASEKARAN, M.; JOHN, Y.M.; Effect of materials and temperature on the forward extrusion of magnesium alloys. **Materials Science Engineering A**, 381, 308–319, 2008.
- KAINER, K.U.: **Magnesium – Alloys and Technologies**. Willey-VCH. Alemanha, 2003.
- SWIOSTEK, J.; GOKEN, J.; LETZIG, D.; KAINER, K. U.; Hydrostatic extrusion of commercial magnesium alloys at 100 °C and its influence on grain refinement and mechanical properties. **Materials Science and Engineering A**, 424, pg. 223–229, 2006.
- NARAYANASAMYA, R., SATHIYANARAYANANA, S., PONALAGUSAMY, R.; A study on barrelling in magnesium alloy solid cylinders during cold upset forming. **Journal of Materials Processing Technology**, 101, pg. 64-69, 2000.
- MIURA, H.; YU, G.; YANG, X.; SAKAI, T.; Microstructure and mechanical properties of AZ61 Mg alloy prepared by multi directional forging. **Transactions of Nonferrous Metals Society of China**, 20, 1294-1298, 2010.
- XIA, X., CHEN, M., LU, Y., FAN, F., ZHU, C., HUANG, J., DENG, T., ZHU, S. Microstructure and mechanical properties of isothermal multi-axial forging formed AZ61 Mg alloy forging under the multitemperature processing procedure. **Trans. Nonferrous Met. Soc. China** 23, 3186-3192, 2013.
- CHEN, Q., SHU, D., HU, C., ZHAO, Z., YUAN, B. Grain refinement in an as-cast AZ61 magnesium alloy processed by multi-axial. **Materials Science and Engineering A** 541, 98–104, 2012.
- GERBASI, R. B. Z., *Propriedades ferroicas de soluções sólidas NaNbO_3 – BaTiO_3* . Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Maringá, 2012.

AUTONOMIA E INOVAÇÃO – OBSERVAÇÕES SOBRE O NOVO MARCO REGULATÓRIO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Autores: Hernandez Vivian EICHENBERGER, Luís Henrique ORIO.

Introdução

O presente trabalho contextualiza historicamente os princípios normativos que orientam a ciência moderna a partir das elaborações de Galileu e da sociologia funcionalista de Robert Merton. A partir desses referenciais, iremos contrastar o valor da autonomia da ciência frente a perspectiva inovacionista surgida a partir da década de 70 do século XX. Por fim, proporemos uma leitura do novo marco regulatório em ciência, tecnologia e inovação mostrando como os ideias inovacionistas comprometem a concepção de ciência. Com isso, temos como objetivos oferecer um panorama histórico e crítico das mudanças de sentido da noção de ciência e apontar como isto repercute na atual legislação brasileira que trata da matéria.

Material e Métodos

O presente estudo é realizado por intermédio de pesquisa documental na forma de revisão bibliográfica de proposições reconhecidas a respeito de autonomia da ciência e inovacionismo, submetendo-as à atual discussão a respeito do novo marco regulatório brasileiro em ciência, tecnologia e inovação.

Resultados e discussão

Aquilo que se conhece por ciência moderna se define por pelo menos três características básicas. Galileu pode ser tomado como aquele que formulou a ideia de que a ciência deve ser autônoma, porque imparcial e neutra. Ser imparcial significa que a ciência é um tipo de conhecimento que opera na distinção entre valores epistêmicos (aqueles ligados ao conhecimento propriamente dito) e culturais (os valores que os agentes tomam como orientação para suas ações), devotando-se apenas aos primeiros; ou seja, o conhecimento científico é aquele que atinge o mais alto grau descritivo e não apela à sua validação a valores outros que não o desejo pelo conhecimento em si mesmo. Ser neutra, por sua vez, significa que a ciência e suas descobertas e invenções não beneficiam apenas uma perspectiva social, mas o conjunto da humanidade. Já a autonomia, que é aquilo que nos interessa em sublinhar, é a condição para que o conhecimento científico e seus derivados tecnológicos possam efetivamente ocorrer. Autonomia implica em dizer que valores que não aqueles próprios aos

métodos e práticas da ciência não devem cumprir nenhum papel na condução da pesquisa científica. Ou seja, quem define o que é cientificamente legítimo é a própria ciência e suas comunidades, sem depender da aprovação de outro tipo de instituição, como aquela cuja preocupação de Galileu se voltava, a saber, a Igreja.

A partir da proposta de separação entre a palavra de Deus (objeto da hermenêutica bíblica) e sua criação, a natureza (passível de descrição e apreensão), Galileu buscou legitimar esta última como um âmbito de investigação específico a qual se valeria de seus próprios métodos e ainda que concorde com as verdades obtidas de modo tradicionalmente religioso, a exatidão da linguagem matemática contaria em favor de que qualquer controvérsia seja resolvida em favor da ciência, diminuindo, assim, o poder da disputa teológica como o modo adequado de se obter conhecimento do mundo (MARICONDA; LACEY, 2001).

Desse modo, é possível dizer que Galileu foi o fundador da noção de autonomia da ciência e da conduta básica que deve orientar essa atividade – ainda que haja dúvidas a respeito da fundamentação que ele erigiu (MARICONDA, 2006). Essa conduta básica ficou conhecida como *ethos* científico e foi objeto de pesquisa do sociólogo americano Robert Merton. O *ethos* nada mais é que “[...] esse complexo afetivamente modulado de valores e normas que se considera serem obrigatórios para o homem de ciência” (MERTON, 2013, p. 183). Os valores que orientam a ciência, de modo resumido, são quatro: universalismo, “comunismo”, desinteresse ou isenção e, por fim, ceticismo organizado (MERTON, 2013).

O século XX presenciou a confirmação (relativa) e a infirmação da perspectiva de Galileu formalizada por Merton sobretudo no que diz respeito à autonomia da ciência. O relatório *Science, the endless frontier* (1945) do professor do MIT Vannevar Bush sintetiza a ideia básica de política científica que vigorou até por volta de 1970 e que em grande medida valida a posição mertoniana (OLIVEIRA, 2012). Bush pensa que há dois tipos de pesquisa: a pesquisa básica e a pesquisa aplicada. A primeira – que pode ser medianamente descrita em termos mertonianos – se dedica, segundo seus próprios critérios, à descoberta de leis, relações e interpretações da natureza, ou seja, tem seu fim em si mesma e busca o conhecimento enquanto tal; a pesquisa aplicada, por sua vez, visa ao desenvolvimento tecnológico e tem como ator principal o Estado, o qual se vale de modo instrumental da pesquisa básica para seus próprios fins. O relatório recomenda que o Estado financie a pesquisa científica permitindo a autonomia dos cientistas na definição de temas e métodos. O pressuposto desse tipo de abordagem reside na noção de que as invenções tecnológicas, aquelas cujo valor social

é evidente, são resultado de algo casual, daquilo que será conhecido como *serendipity* (imponderabilidade) (CARLOTTO, 2013, p. 64).

Contudo, esse pressuposto passou a ser questionado em meados da segunda metade do século XX. Ao invés de se destinar vultosos recursos para a pesquisa básica na expectativa, pouco assegurada, de que redundasse em invenções tecnológicas, a partir de 1970 passou a predominar a noção de uma pesquisa dirigida. Ou seja, ao invés da noção de autonomia, na qual cientistas definiam temas, métodos, tempo de execução (o que ficou conhecido como política não intervencionista em ciência), agora caberia que o processo científico fosse regulado a partir de fora. Nesse contexto, surgiu a noção de economia da inovação, sustentada pelo economista Christopher Freeman em seu livro *A economia da inovação industrial*, inspirado pelas pesquisas econômicas de Schumpeter. Inovação, segundo Freeman e a concepção a qual deu origem (consubstanciada no Manual de Oslo, por exemplo) é quando um novo produto, resultado de pesquisa científica, é introduzido no mercado (OLIVEIRA, 2012). Ou seja, do ponto de vista que nos interessa, inovação é quando a pesquisa científica produz um produto mercadologicamente certificado. Nesse sentido, é preciso desvincular a noção de invenção em geral com a de inovação. Essa noção pode levar a resultados paradoxais, ao não identificar ciência com bens comuns públicos, mas sim com bens comercializáveis (SPOLTI, 2013, p. 83).

No Brasil desde pelo menos 2001 o governo federal tem se empenhado na promoção de uma política científica inovacionista. Essa é inclusive uma marca de continuidade entre os governos do PSDB e PT (CARLOTTO, 2013, p. 108). Tal política está formalizada em um conjunto de leis e documentos, a começar pela Constituição Federal (BRASIL, 1988) que, mercê deste ideário inovacionista, teve em 2015 vários dispositivos da seção que trata sobre ciência e tecnologia (capítulo IV do título VIII) alterados precipuamente para inserir referências à *inovação* também como um objeto de promoção e incentivo do estado, juntamente com aquelas.

Tal inserção constitucional da inovação visava pavimentar o caminho para a elaboração do novo marco regulatório de inovação aprovado em janeiro de 2016 (BRASIL, 2016), que alterou significativamente a chamada Lei de Inovação, que data de 2004. Tais alterações, para além de um certo consenso parlamentar sobre sua pertinência, recebem diferentes avaliações, das quais cabem destacar:

Uma delas, elaborada por Rauen (2016), argumenta em favor do novo marco regulatório, mesmo que apontando entraves que ainda precisam ser sanados. A autora entende

que a concepção de ciência autônoma é um empecilho para a inovação (RAUEN, 2016, p. 22). Entre as novidades positivas do novo marco regulatório, Rauen destaca aquelas que em tese facilitam o fluxo de iniciativas no sentido pesquisa → setor produtivo, que na sua leitura (crítica inclusive) é o perfil de inovação fomentado pelo marco, manifestas nas possibilidades de cessão de infraestrutura pelas instituições de ciência e tecnologia, flexibilidade de contrapartidas, novas possibilidades de constituição jurídica dos órgãos de inovação, dentre outros. Contrapõe alguns aspectos insatisfatórios, no sentido da permanência de alguma sorte de entraves ao atendimento pontual às demandas das empresas, incertezas quanto ao modo de remuneração dos pesquisadores que trabalharem em torno de inovações e a não concessão de bolsas de inovação para estudantes de graduação, por exemplo (RAUEN, 2016).

Já Dagnino (2016), por sua vez, questiona a eficácia do conjunto de medidas do MLCTI naquilo que ele se propõe, isto é, em renovar o desenvolvimento econômico através da inovação. Segundo Dagnino, as evidências empíricas disponíveis e o próprio Marco estão bastante dissociados. Ele aponta vários elementos nesse sentido, os quais põem em dúvida que as medidas de incentivo à inovação sejam realmente exitosas. Ele mostra que mesmo nos momentos de alto desenvolvimento econômico (2006-2008) as empresas brasileiras, de 90 mil doutores disponíveis, contrataram apenas 68; além disso, as pesquisas indicam que a falta de inovação no Brasil não se deve à falta de condições para o investimento; o comportamento inovativo das empresas brasileiras não se dá pelo investimento em P&D, mas sim pela compra de tecnologias prontas; a maior parte das inovações das empresas brasileiras, 80%, são inovações apenas para elas próprias e não para o conjunto do mercado; o comportamento das empresas brasileiras que recebem incentivo à inovação, ao contrário daquelas que pertencem a OCDE (as quais, a cada um dólar investido pelo Estado investem em média outros nove), tende a diminuir o investimento em P&D na medida mesma em que o Estado investe (fenômeno conhecido como *crowding out*) entre outras críticas. Se do ponto de vista do desenvolvimento econômico Dagnino propõe sérias ressalvas, seu prognóstico não é melhor no que diz respeito à relação inovação-Universidade.

Conclusão

Uma observação que nos parece mais substancial quanto aos problemas relacionados à noção de inovação é de outra natureza. Mais do que disputar se a inovação ocorre ou não no país, nos parece mais razoável pensá-la em termos normativos, isto é, se ela é desejável. Ao igualar utilidade social e mercantilização, a inovação mais produz distorções que

melhoramentos sociais. Ao romper decisivamente com a noção moderna de autonomia da ciência e pensar a atividade científica perseguindo objetivos mercadológicos, a inovação rebaixa a atividade da ciência. Mercantilizar a ciência antes que ela tenha realizado seus potenciais civilizatórios modernos não é só de difícil consecução, mas é também deletério.

Referências

BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 04 set. 2016.

_____. Lei nº **13.243/2016**. Brasília, DF: 2016. Disponível em

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/113243.htm>. Acessado em: 04 set. 2016.

CARLOTTO, Maria Caraméz. **Veredas da mudança na ciência brasileira**. São Paulo: Editora 34, 2013.

DAGNINO, Renato. As expectativas do 'Marco Legal da Ciência e Tecnologia'. **Sítio Carta Maior**. Publicado em 29/02/2016. Disponível em

<<http://cartamaior.com.br/?/Editoria/Economia/As-expectativas-do-Marco-Legal-da-Ciencia-e-Tecnologia-/7/35589>>. Acessado em 30 ago. 2016.

MARICONDA, Pablo; LACEY, Hugh. A águia e os estorninhos. Galileu e a autonomia da ciência. *Tempo Social*. Rev. Sociol. USP, São Paulo, 13 (1): 49-65, maio de 2001.

MARICONDA, Pablo. O controle da natureza e as origens da dicotomia entre fato e valor. *Scientiae Studia*. São Paulo, v. 4, n. 3, p. 453-72, 2006.

MERTON, Robert K. A ciência e a estrutura social democrática. In: MERTON, Robert K. **Ensaios de Sociologia da Ciência**. Tradução de Sylvia Gemignani Garcia e Pablo Rubén Mariconda, São Paulo: 34, 2013.

OLIVEIRA, Marcos Barbosa de. **Sobre a mercantilização da ciência: a dimensão programática**. [2012] Data provável. Disponível em: <<http://paje.fe.usp.br/~mbarbosa/mc-dp.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2015.

RAUEN, Cristiane Vianna. O novo marco legal da inovação no Brasil: o que muda na relação ICT-Empresa? **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior (boletim)**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. P. 21-36. Brasília, DF: 2016. Disponível em <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/radar/160309_radar43.pdf>. Acessado em 04 set. 2016.

SPOLTI, Dafne Henriques. Devemos mesmo 'transformar a ciência em negócios'? *Revista da ADUSP*, maio de 2013.

CALIBRAÇÃO DE TERMOPARES ATRAVÉS DE SOFTWARE DE REGRESSÃO POLINOMIAL

Autores: David Roza JOSÉ¹, Fernando Prando DACAS², Lucas BARP².

¹ *Mestre em Engenharia Mecânica, professor do Instituto Federal Catarinense (IFC), Campus Luzerna, Brasil.*

² *Graduando em Engenharia Mecânica, Instituto Federal Catarinense (IFC), Campus Luzerna, Brasil.*

Introdução

O termopar é um sensor termoelétrico, formado por dois materiais com propriedades termoelétricas diferentes, que mede temperaturas ao gerar uma diferença de potencial que pode ser lida por aparelho específico. Este valor é então correlacionado aos valores de temperatura de um termômetro calibrado e rastreado pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) num processo conhecido como calibração.

Como qualquer outro instrumento de medição os termopares podem apresentar erros de leitura devido ao desgaste em função do ambiente instalado, da oxidação e de avarias. Isto significa que o equipamento realizaria medições de valores incompatíveis com os valores reais, indicando que o instrumento necessita de uma nova calibração.

O processo de calibração costuma ser feito manualmente, tornando o processo moroso e sujeito a erros: de arredondamento, gráficos e até mesmo erros grosseiros. Para ocupar este nicho, desenvolveu-se um software que tem por finalidade agilizar processo e minimizar os possíveis erros da intervenção humana.

O software tem por objetivo ajustar o melhor polinômio – linear, quadrático ou cúbico – a fim de minimizar o erro do ajuste e fornecer seus coeficientes ao usuário.

Material e Métodos

Para a calibração de termopares é necessário um termômetro padrão com certificado rastreado pelo INMETRO, e um banho adequado onde o termopar a ser calibrado e o termômetro serão imersos.

Inicialmente são escolhidos vários pontos de temperatura fixas, normalmente pontos de fusão, solidificação, sublimação ou pontos tríplexes. Em cada ponto de temperatura [°C] pré-estabelecido será anotado o valor correspondente de tensão [mV], sendo que estes são obtidos através da medição de tensão elétrica nos terminais do termopar através de um

voltímetro também calibrado e rastreado pelo INMETRO. Para este procedimento é orientado a coleta de pelo menos três séries de dados com os mesmos VVC (valor verdadeiro convencional), a fim de obter uma média dos valores, para se proceder ao cálculo do polinômio.

Normalmente este processo é realizado manualmente, e a depender da quantidade de dados a serem tratados depende-se tempo em excesso além de sujeitar os cálculos a erros. Com o intuito de otimizar o processo foi desenvolvido um software de programação iterativa. O mesmo utiliza o método de regressão polinomial, que pode ser aplicado para calcular o polinômio característico do conjunto de pontos. Uma curva é gerada a fim de se melhor adequar aos dados de entrada do termopar.

Para o método da regressão polinomial inicialmente considera-se o polinômio genérico mostrado em (1).

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_mx^m + e \quad (1)$$

A derivada do somatório dos quadrados em relação a cada coeficiente desconhecido é igualada a zero [2] a fim de se minimizar o erro. As equações obtidas são introduzidas em na matriz genérica (2) a fim de se resolver o sistema.

$$\begin{bmatrix} \binom{n}{0} a_0 & \left(\sum x_i\right) a_1 & \left(\sum x_i^2\right) a_2 & \dots & \left(\sum x_i^m\right) a_n \\ \left(\sum x_i\right) a_0 & \left(\sum x_i^2\right) a_1 & \left(\sum x_i^3\right) a_2 & \dots & \left(\sum x_i^{m+1}\right) a_n \\ \left(\sum x_i^2\right) a_0 & \left(\sum x_i^3\right) a_1 & \left(\sum x_i^4\right) a_2 & \dots & \left(\sum x_i^{m+2}\right) a_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \left(\sum x_i^m\right) a_0 & \left(\sum x_i^{m+1}\right) a_1 & \left(\sum x_i^{m+2}\right) a_2 & \dots & \left(\sum x_i^{m+n}\right) a_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum y_i \\ \sum x_i y_i \\ \sum x_i^2 y_i \\ \vdots \\ \sum x_i^m y_i \end{bmatrix} \quad (2)$$

A curva ideal pode ser observada a partir do coeficiente de correlação (r^2). Este coeficiente explica a variabilidade dos dados, e pode variar de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, melhor é o ajuste da curva aos pontos coletados. O coeficiente de correlação pode ser calculado pela equação (3):

$$r^2 = \frac{\sum (y_i - \hat{y})^2 - \sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1 x_i)^2}{\sum (y_i - \hat{y})^2} \quad (3)$$

Resultados e discussão

Para validar o método utilizado, os valores de temperatura e tensão, que são os dados de entrada do algoritmo, foram retirados de relatórios de calibração já existentes e validados pelo INMETRO.

Sabendo que é necessário no mínimo três medições de dados, e como o relatório já apresentava a média das medições, foi feita uma simulação de três séries distintas a partir dos dados encontrados. Conforme Tabela 01.

Temperatura [°C]	Serie 01 [mV]	Serie 02 [mV]	Serie 03 [mV]
1200	37,218	58,520	50,034
878	33,090	44,880	30,770
550	22,393	20,268	28,262
222	05,424	19,655	13,255
-100	-12,486	07,846	-09,387

Tabela 01: Tabela de dados de entrada

Com estes valores, o algoritmo programado calcula a média das três séries e o desvio padrão, conforme apresentado na Figura 01.

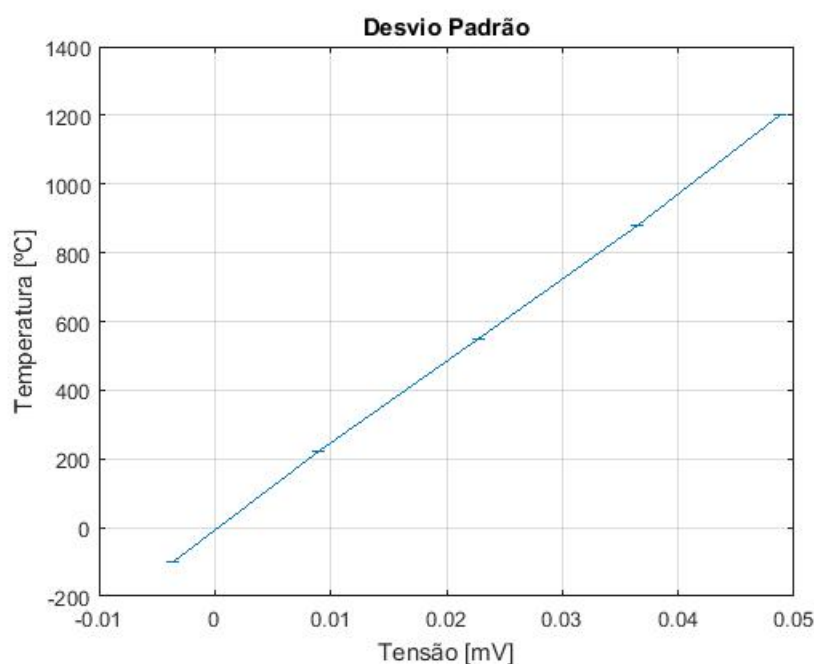


Figura 01: Desvio Padrão

Com a média dos valores de tensão e temperatura, é aplicado o algoritmo de regressão polinomial, onde o resultado dos coeficientes da matriz são os índices do polinômio característico.

No software em questão é possível escolher entre regressão linear, quadrática ou cúbica. Caso não se faça a escolha prévia, o algoritmo analisa e decide qual é mais adequado para o caso, pelo maior coeficiente de correlação.

Para os dados apresentados acima, o polinômio que se adequou melhor foi de terceiro grau, como pode ser observado no polinômio abaixo e na Figura 02.

$$1887076,94x^3 - 121371,96x^2 + 26129,49x - 4,2445 = 0$$

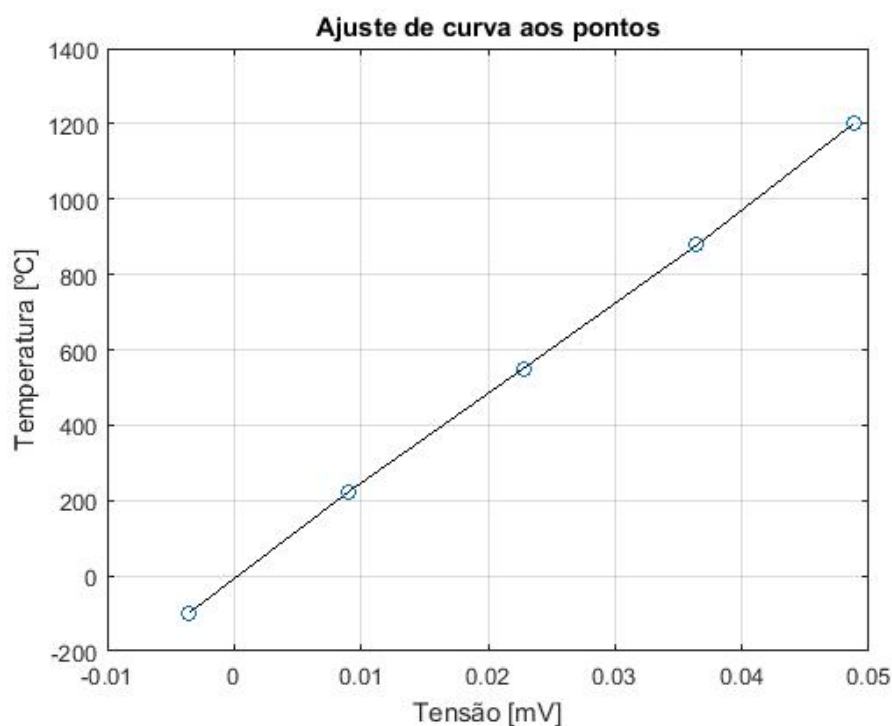


Figura 02: Polinômio característico aos pontos

O coeficiente de correlação (r^2) para esta curva é de 0,9993. Isso indica que 99,93% dos pontos estão podem ser explicados pela equação fornecida para a regressão.

Para verificação os valores de temperatura calculados pelo polinômio podem ser comparados com o ideal, como pode ser observado na Tabela 02:

Tempe. Ideal [°C]	Temp. Calculada [°C]	Erro [%]
1200,0	1202,2	1,83
878,0	878,2	0,02
550,0	550,2	0,03
222,0	223,0	0,45
-100,0	-98,7	1,3

Tabela 02: Erro entre ideal e calculado

Conclusão

Os resultados foram satisfatórios, pois elimina-se a maior parte do erro humano e o tempo de processamento é severamente reduzido. A programação do software pode ser ainda otimizada e diminuir ainda mais o tempo de processamento.

O algoritmo utilizado para o desenvolvimento deste artigo pode ser expandido para a calibração de diversos tipos de instrumentos; não se limitando somente ao ambiente do Campus e podendo ser adequado às necessidades de utilização de empresas e terceiros.

Referências

- [1] CONTROLE, A. I. e. Fundamentos e Recomendacoes de Calibracao de Termopares. Disponível em: <<http://www.analogica.com.br/arquivos/nota-tecnica-sobrecalibracao-de-termopares.pdf>>.
- [2] CHAPRA, S. C. Metodos Numericos Aplicados Com Matlab Para Engenheiros e Cientistas. 3. ed. [S.l.]: Mc Graw Hill, 2013. v. 1. ISBN 9788580551761.
- [3] VALLE, M. E. Interpolacao Polinomial. Disponível em: <<http://www.ime.unicamp.br/valle/Teaching/2015/MS211/Aula19.pdf>>.
- [4] CONTROLES, H. E. Tabela do Termopar Tipo k. Disponível em: <<http://sensorestemperatura.com.br>>.
- [5] VIEIRA, T. O. H. D. O EFEITO DA ESTABILIZACAO TERMICA NA CALIBRACAO DE TERMOPAR TIPO K. Disponível em: <<http://www.vertent.net/remesp/enqualab2008/cdrom/pdf/TT026.pdf>>.
- [6] RELATORIO DE CALIBRAÇÃO, Disponível em: <<http://www.microlider.com.br/Arquivos%5C6342-09.pdf>>.

DESENVOLVIMENTO DE UM AUTOAMOSTRADOR DE BAIXO CUSTO PARA FIA – *FLOW INJECTION ANALYSIS*

Luiz Guilherme Menezes DOS SANTOS; Ricardo ANTONELLO; Haroldo Gregório de OLIVEIRA.

Introdução

O setor produtivo da região do meio-oeste catarinense é fortemente agroindustrial, com dezenas de milhares de pequenas e microempresas (GOULARTI FILHO, 2007) que necessitam de análises laboratoriais de produtos alimentícios e de bebidas. Este mercado necessita de análises com um controle de qualidade associado à eficiência, custo relativamente baixo e tempo mínimo para obtenção dos resultados.

A automação e controle dos procedimentos analíticos para análise laboratorial e processos industriais permitem um maior controle do tempo, redução de erros (sistemáticos) garantindo aumento da eficiência, segurança, confiabilidade e previsibilidade na produção o que, conseqüentemente, acarretaria grandes ganhos econômicos bem como a preservação do meio ambiente (KAMOGAWA, 2009).

Buscando uma interface entre as análises químicas e a automação dos procedimentos, desenvolveu-se um sistema por injeção em fluxo FIA (TROJANOWICZ, 2013) que pode proporcionar um grande desenvolvimento nos processos de introdução e troca de amostras, além dos sistemas de detecção e propulsão (MOREIRA et al., 2014).

O curso de Automação Industrial do IFC *Campus* Luzerna oferece aos seus graduandos as competências e capacidades para o desenvolvimento de um sistema FIA (IFC, 2015). O processo de construção e operação do sistema FIA está intimamente ligado às disciplinas ofertadas, servindo como exemplificação prática dos conhecimentos adquiridos durante o curso.

O objetivo do projeto de pesquisa aqui apresentado contempla desta forma o desenvolvimento de um sistema de substituição e introdução automática de amostras em sistemas de Análise por Injeção em Fluxo (FIA), visando um aumento na eficiência e confiabilidade de obtenção dos resultados analíticos de amostras de alimentos ou bebidas.

De modo geral, isto pode representar um avanço significativo no campo de automação em química analítica e conseqüentemente colaborar no desenvolvimento do setor agroindustrial com a formação de profissionais capazes de garantir uma maior eficiência através da automação laboratorial.

Material e Métodos

A condução deste trabalho desenvolve-se no âmbito do Instituto Federal Catarinense – *Campus Luzerna*, mais precisamente nos laboratórios de mecânica e eletrônica do *campus*. Durante a fase operacional houve inicialmente a escolha dos componentes e materiais de uso em sua estrutura. Após definido o escopo, e feita a programação do Arduino® foi implementada uma aplicação SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) para a interface do operador com o autoamostrador, possibilitando a seleção e acompanhamento do processo de introdução das amostras pelo laboratorista.

O autoamostrador a ser construído é composto basicamente pelo carrossel, responsável pela seleção da amostra e pelo braço coletor para a introdução da amostra para o sistema FIA. O movimento das partes se dá por motores elétricos que são controlados através de um Arduino® e apresentados em uma interface homem/máquina viabilizada por uma aplicação SCADA. O modelo do protótipo em construção em Luzerna é apresentado na figura 1.

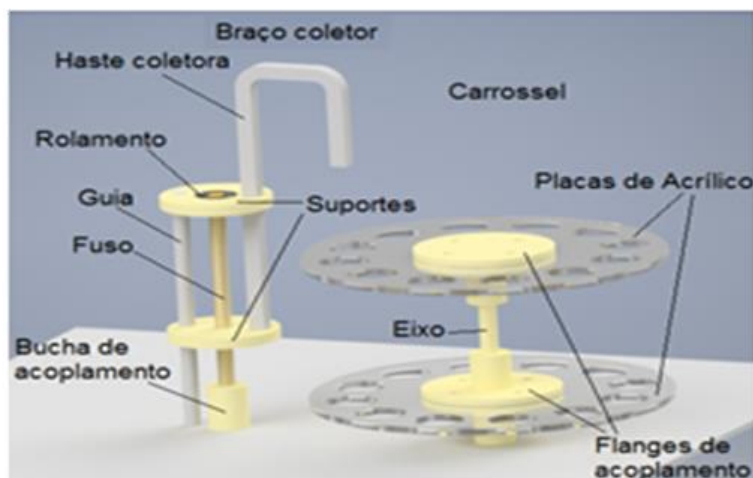


Figura 1. Projeto do Autoamostrador (Carrossel e Braço)

Resultados e discussão

Nesta seção são apresentados os resultados parciais obtidos até o momento, que incluem várias etapas já cumpridas do projeto de pesquisa original.

Destaca-se inicialmente a construção do carrossel do autoamostrador, e o esquema elétrico do circuito de controle, visíveis nas figuras 2 e 3 a seguir, além do fluxograma do algoritmo de controle implementado no Arduino.



Figura 2. Carrossel do autoamostrador

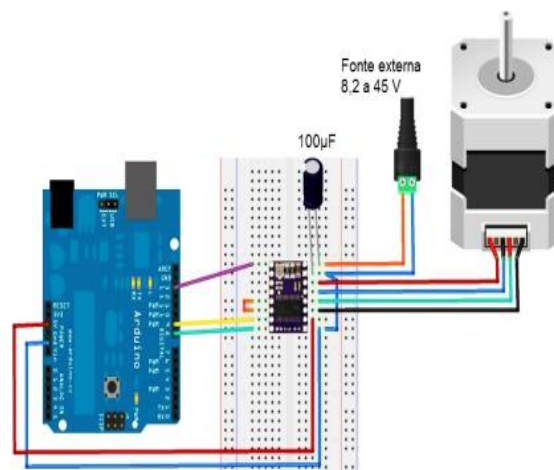


Figura 3 - Esquema elétrico do carrossel

As placas de acrílico do carrossel possuem diâmetro de 130 mm, e apresentam 12 orifícios equidistantes (30°) entre si em relação a um ponto central. Os orifícios das placas possuem diâmetro superior e inferior de 16 e 10 mm, respectivamente, para introdução de tubos de ensaio de vidro de 10 ml. O braço consiste em um fuso, rolamento, guia, haste coletora e bases e bucha de teflon®.

No esquema elétrico da figura 3, observa-se o motor de passo bipolar utilizado para a movimentação do carrossel (plano xy), com liberdade de giro de 360° . Este motor tem como tensão nominal de alimentação de 24 V, corrente máxima de 1,5 A (com o eixo bloqueado), torque de $5\text{kgf}/\text{cm}^2$ e precisão de $1,8^\circ$ com liberdade de giro de 360° . A interface de potência entre o Arduino e o motor de passo foi feita através do drive DRV8825. O drive é responsável por gerar e enviar os pulsos ao motor com uso de uma fonte externa, a partir dos sinais digitais de controle recebidos do Arduino.

O drive DRV8825 dispõe um ajuste de limitação de corrente, possibilitando acionar motores de 8,2 V à 45 V com até 2,5 A por bobina, podendo assim trabalhar com tensões acima de sua nominal. Possui controle de sentido de giro, permitindo que, a partir de um único nível CC (Corrente Contínua) seja capaz de inverter o sentido de rotação do motor.

A programação do Arduino para o controle do carrossel foi realizada a partir do fluxograma da figura 4. O fluxograma possui uma sintaxe mínima, pois quando reduz-se o foco em sintaxe, aumenta-se a análise do algoritmo em si (GONDIM & AMBRÓSIO, 2010).

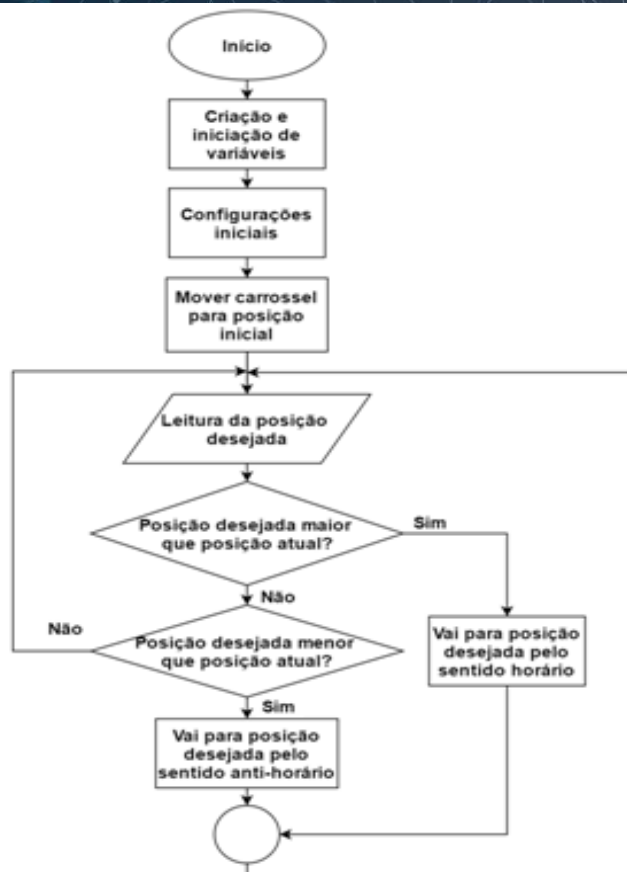


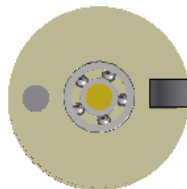
Figura 4 – Fluxograma do algoritmo implementado no carrossel

Na Figura 5, é apresentada a aplicação SCADA apenas do sistema de seleção e troca de análises, possuindo a possibilidade de acrescentar, posteriormente, os dados gerados na detecção química, entre outros parâmetros.

24/6/16 15:34

Amostra desejada
0

Amostra atual
0



Gerar Relatório

EMERGÊNCIA

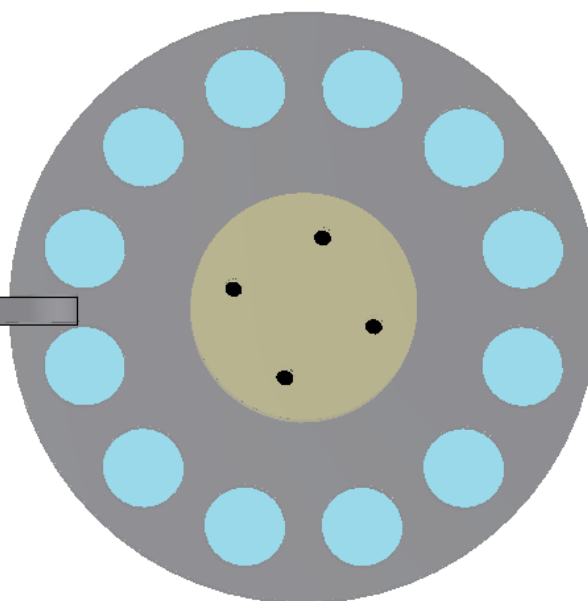


Figura 5 - Aplicação SCADA

Quanto ao braço coletor, o mesmo já se encontra projetado e falta apenas a fabricação de algumas peças específicas para que se efetue a montagem final do mesmo.

Conclusão

Este texto tinha como objetivo principal apresentar o desenvolvimento de um sistema de seleção e coleta automática de amostras em sistemas de análise por injeção em fluxo (FIA), visando um aumento na eficiência e confiabilidade de obtenção dos resultados analíticos de amostras de alimentos ou bebidas.

O autoamostrador desenvolvido será utilizado futuramente em um analisador de injeção em fluxo em sistemas de detecção eletroquímico e espectrofotométrico, que espera-se, contribua para o desenvolvimento de análises de alimentos e bebidas do meio-oeste catarinense. O andamento do projeto visa também promover uma interação multidisciplinar entre Química e Engenharia de Controle e Automação com formação de profissionais capazes de garantir uma maior eficiência de análises químicas através da automação laboratorial.

Finalmente, os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina – FAPESC, e ao Instituto Federal Catarinense – IFC Campus Luzerna pelo auxílio dado a este projeto.

Referências

GONDIM, Halley Wesley A. S.; AMBRÓSIO, Ana Paula. Esboço de Fluxograma no Ensino de Algoritmos, In: **Anais... CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO**, 28., 2010, Pará, 2010.

GOULARTI FILHO, A. **Formação econômica de Santa Catarina**. 2. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2007.

INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Controle e Automação**. Luzerna, 2015, 118 p.

KAMOGAWA, M.; Teixeira, M. A. **Autoamostrador de baixo custo para análise por injeção em fluxo**. Química Nova, V. 32, n. 6, p. 1644-1646, 2009.

MOREIRA, B. C. S.; TAKEUSHI, R. M.; RICHTER, E. M.; SANTOS, A. L. **Desenvolvimento de um sistema de análise por injeção em fluxo utilizando materiais alternativos de baixo custo para fins didáticos**. Quím. Nova, n. 37, p. 1566-1572., 2014.

TROJANOWICZ, M.; **Flow Analysis as Advanced Branch of Flow Chemistry**. Mod. Chem. Appl., V. 1, p. 1-9, 2013.



DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA PARA APLICAÇÃO DE CONTROLADORES DE UMA MANEIRA SIMPLES E DIDÁTICA EM UMA PLANTA DE NÍVEL UTILIZANDO MATLAB® E MICROCONTROLADOR AVR®.

Autores : Paulo Sérgio FERIGOLLO, Thiago Javaroni PRATI, Antonio Ribas NETO.

Informações adicionais: Trabalho relativo à projeto de extensão.

Introdução

A falta de equipamentos específicos e ferramentas para realização de determinadas tarefas disciplinares, aliada ao custo e à morosidade de se conseguir tais recursos, geralmente, acaba por comprometer o bom desempenho e a absorção, por parte dos alunos, de alguns conceitos e atividades desenvolvidos em sala de aula (Olinger, 2002).

Controladores embarcados são utilizados amplamente nos mais diversos campos da Engenharia de Controle e Automação. No curso do IFC *Campus* Luzerna, o entendimento dos principais tipos de controladores encontrados em sistemas industriais é abordado no decorrer de alguns componentes curriculares, como Sistemas Realimentados, Controle Multivariável, Controle Discreto, entre outros. Nestes componentes, são ensinadas técnicas de modelagem de sistemas e projeto de controladores complexos, que muitas vezes, se utilizam de uma visão abstrata do sistema estudado, uma vez que, no modo tradicional de ensino, o conjunto controlador e planta é apenas simulado.

O presente projeto objetiva a elaboração de uma plataforma didática relacionada a controle, composta por uma planta de nível, um sistema de aquisição e escrita de dados a partir da comunicação entre *software* Matlab e *hardware* Atmega 8 e um tutorial de utilização do sistema com possível apostila para experimentação pós teoria. A plataforma a ser desenvolvida complementar a teoria de controle lecionada em sala de aula a partir da aplicação prática de diferentes formatos de controladores programados em ambiente Matlab.

O *software* traz a grande vantagem de propiciar a visualização das variáveis envolvidas no processo de controle em tempo real através de gráficos e/ou mesmo valores concretos e, conforme cita Matsumoto (2013, p.13) “No Matlab®, os problemas podem se valer da sintaxe próxima da notação matemática usual, o que torna a programação em Matlab® mais simples e direta do que em outras linguagens convencionais”. De mesmo modo, as malhas de controle podem ser elaboradas no *software* de maneira muito semelhante da utilizada em sala de aula e, sendo assim, a experimentação do sistema gera uma interação dinâmica e autoexplicativa da atuação do controlador na prática.

A planta, pela estrutura física proposta, proporciona a aplicabilidade de uma grande variedade de controladores e poderá suprir parte da deficiência existente no *Campus* quanto à experimentação de controladores e auxiliar na formação dos acadêmicos da instituição.

Material e Métodos

Como se pretendia elaborar uma planta de nível que propiciasse a aplicação de controladores de ganho adaptativo foi necessária a utilização de um tanque longo (40 cm) para que a coluna de água neste, altere a vazão para o segundo tanque. Conforme aponta Halliday (2009, p.61) a pressão no fundo de um reservatório é diretamente proporcional à altura da coluna de líquido que o sobrepõe.

O projeto da planta foi elaborado inicialmente em ambiente CAD (do inglês: *computer aided design*) para visualizar um possível leiaute e verificar o funcionamento básico por inspeção das variáveis e atuadores no processo de controle. O protótipo desenvolvido no ambiente citado pode ser observado à esquerda da Figura 1.

Figura 1: Leiaute e construção final da planta.



Fonte: Próprio autor (2016).

A partir do leiaute desenvolvido, foi iniciada a produção do sistema físico real. Para a construção da planta de nível foram adquiridos tanques de acrílico, uma placa de mesmo material para servir como suporte, sensores ultrassônicos, motobombas para transportar água

entre o sistema, mangueiras de oito milímetros de diâmetro, válvulas, conexões pneumáticas e cantoneiras metálicas para construção da estrutura que serve de sustentação para a plataforma.

A planta composta pelos materiais anteriormente citados teve então sua construção iniciada. Utilizando algumas chapas de acrílico, parafusadas no suporte, para fixação dos tanques à base, soldando as cantoneiras e colocando todos os elementos do sistema em suas respectivas posições conforme aproximadamente o leiaute apresentado, foi construída a planta de nível presente à direita da Figura 1.

Após o término da construção da planta apresentada, foram realizados testes para verificação de possíveis vazamentos na estrutura e fixação suficiente para suportar o peso dos tanques cheios de água. Comprovada a vedação das conexões após alguns reparos e boa sustentação da estrutura, foi iniciada a passagem dos fios de alimentação e leitura dos sensores e acionamento das bombas.

Para o transporte da água pelo sistema foram utilizadas duas motobombas, mesmas utilizadas para lançar água no para-brisa de carros. Aplicando alguns testes nas motobombas para verificação de condições de operação, foram verificadas características de consumo nominal de 12 V e aproximadamente 5 A, sendo assim, potência de funcionamento de 60 VA. Como não é necessária uma potência alta, em proporção, e ocorre aquecimento das mesmas diante de trabalho não intermitente, a placa de potência foi projetada para um ponto intermediário, valor no qual os testes demonstraram potência suficiente para a tarefa e aquecimento não prejudicial à sustentabilidade do equipamento. Nesse ponto, ocorre um consumo de corrente de 3 A e tensão aplicada de aproximadamente 8 V.

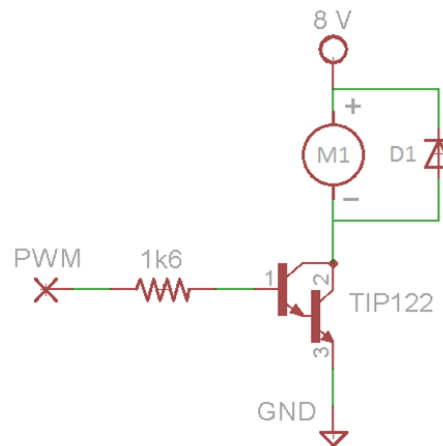
O acionamento das motobombas foi elaborado a partir de saída modulada por largura de pulso (PWM) do microcontrolador e transistor de junção bipolar (BJT) modelo TIP122, o qual suporta valores de tensão e corrente suficientes para a tarefa. O esquema elétrico de acionamento pode ser observado na Figura 2.

Como pode ser observado, há um diodo (D1) em paralelo com a motobomba (M1), ele é necessário para compensar a existência da corrente reversa gerada pela indutância da motobomba e que acarreta ruídos e, conseqüentemente, problemas no acionamento PWM e faz com que haja perda de torque, já que, a corrente/tensão aplicada à bomba diminui com o aumento do torque no eixo da mesma.

Com a parte física aproximadamente finalizada, começaram os testes de *software* para realizar a comunicação entre controlador Atmega 8 e Matlab®. Primeiramente, foi feita a instalação do *driver* USBasp para reconhecimento do *hardware* de gravação pelo Windows®

e, a partir deste, executada a gravação no Atmega8 do programa de comunicação através do compilador AVRdude®, posteriormente, foram compilados alguns outros arquivos com o *software* MINgw® para interpretação da troca de informações pelo Matlab. Assim, foi possível a comunicação entre pinos analógicos do microcontrolador e o *software*.

Figura 2: Esquema elétrico para acionamento das bombas.



Fonte: Próprio autor (2016).

O funcionamento básico de escrita e leitura foi comprovado e será dado início o desenvolvimento de blocos em ambiente Simulink (extensão do *software* Matlab) para utilização didática e simples do sistema composto por planta de nível, supervisor e variáveis de controle. Pretende-se também, quando a interação entre *hardware* e *software* estiver bem simples e autoexplicativa, elaborar um tutorial de utilização do *kit* para facilitar o uso do protótipo nas disciplinas específicas do curso de Engenharia de Controle e Automação e uma possível apostila para adoção em laboratório.

Confirmado o correto funcionamento dos blocos elaborados, serão feitos ensaios para realizar a modelagem matemática da planta e, a partir disso, projetar controladores com ação de controle proporcional, integral e derivativa (P, PI e PID) como também outros mais complexos. Depois de verificar o funcionamento completo do *kit* nas mais diversas situações, o sistema será entregue funcionando perfeitamente para experimentação dos alunos do IFC.

Com o sistema será possível projetar controladores, aplicá-los na planta de nível e visualizar, através de gráficos e/ou valores concretos em *software* Matlab, todas as variáveis presentes no conjunto controlador e planta e, ainda, gerar perturbações no sistema através das válvulas e interagir com a planta física através de uma interface simples e de fácil operação.

Resultados e discussão

O protótipo está no seu segundo mês de desenvolvimento, mas já foi construída a planta física apresentada na Figura 1, projetada e testada a placa de potência para acionamento das bombas (Figura 2), realizada a instalação dos *drivers* e compilados os programas necessários para utilização do Matlab e Atmega 8. Com estes *drivers*, foi possível a leitura de seis pinos analógicos e apresentação em gráficos no *software* em tempo real e escrita em dois pinos, também foi iniciada a elaboração dos blocos em ambiente Simulink para melhorar a interação com o usuário e propiciar a construção de malhas de controle.

O resultado mais relevante será obtido a partir do momento em que o *kit* composto por planta, controladores e tutorial estiver funcionando e o conteúdo lecionado de maneira simulada em sala de aula estiver sendo mais bem aproveitado com a aplicação real dos conceitos abstratos deixados pela teoria.

Vale ressaltar que o projeto se estenderá até julho de 2017 e, sendo assim, há bastante tempo para a execução e cumprimento do cronograma especificado no escopo.

Conclusão

O trabalho trará melhoria nas condições de ensino das disciplinas específicas do curso de Engenharia de Controle e Automação e gerará uma melhor absorção e fixação do conteúdo lecionado, já que, possibilitará a interação dos alunos com um sistema real e permitirá que os mesmos apliquem os conhecimentos teóricos aprendidos em sala de aula. Como o sistema é não linear, controladores diversos poderão ser implementados e vendo-se que a ação de controle é executada por um sistema digital, serão utilizadas técnicas de controle discreto, aumentando ainda mais a gama de aplicações da plataforma desenvolvida.

Referências

1. Olinger, D. J.; Hermanson, J. C.; “**Integrated thermal-fluid experiments in WPI’s discovery classroom**”, *Journal of Engineering Education*, v. 91, n. 2, pp. 239-243, 2002. ISSN: 10694730. doi: 10.1002/j.2168-9830.2002.tb00697.x
2. MATSUMOTO, Y.É. **MATLAB R2013a: Teoria e programação**. 3.ed. São Paulo: Érica, 2013. 208 p.
3. Halliday Resnick, Walker; **Fundamentos da Física**, Vol. 2, 8ª Edição, LTC, 2009.

DETERMINAÇÃO DO REFINO DE GRÃO UTILIZANDO A TERMO-ANÁLISE

Autores : Tarcila Pedrozo BENEMANN, Mario WOLFART Junior, Diego Rodolfo Simões de LIMA

Identificação autores: Bolsista PIBIC-Af/CNPq; Orientador IFC-Campus Luzerna; Pesquisador IFC-Campus Luzerna

Introdução

A técnica de refino de grão consiste na adição de um inoculante, comumente pertencente ao sistema ternário Al-Ti-B e utilizado na forma de ligas mãe. Ao ser adicionado ao metal líquido, através da nucleação heterogênea obtêm-se pequenos cristais responsáveis por melhorar as características do metal através da predominância da zona equiaxial – zona que apresenta pequenos grãos (SILVA, 2012).

Para avaliar o material após passar pelo processo de refino de grão os métodos mais usuais são: análise metalográfica e análise térmica, sendo que a análise metalográfica requer a preparação de amostras e um profissional especializado na área de análise de materiais.

Já a análise térmica é feita através da observação da curva de resfriamento da liga fundida obtida por meio de um sistema basicamente composto por termopar tipo k e um *software* que salva os dados de tempo e temperatura. Segundo Haq, Shin e Lee (2004) através da análise da curva de resfriamento pode-se: determinar a quantidade das fases formadas, as temperaturas nas quais as fases são formadas, e especificamente para ligas Al-Si realizar o monitoramento da qualidade do metal fundido em termos de modificação do silício eutético, do refino de grão e inoculação.

Com o auxílio de métodos numéricos pode-se obter a equação que descreve a curva e conseqüentemente suas derivadas, ferramentas importantes que ajudam a validar ou não o refino de grão, através da acentuação de algumas regiões que representam eventos significativos no decorrer da solidificação (SILVA, 2012).

Conforme pode ser observado na Figura 1, a derivada da curva de resfriamento evidencia picos e mudanças de concavidades, tornando maiores os pequenos eventos térmicos que encontram-se numerados sob a curva.

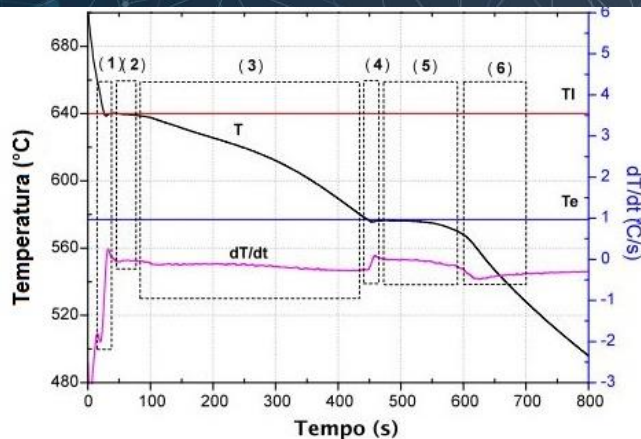


Figura 1: Curva de resfriamento típica de um sistema Al-Si e sua respectiva derivada (ARANGO; MARTORANO, 2009)

Segundo Arango e Martorano (2009), cada região numerada representa um determinado fenômeno: (1) nucleação e livre crescimento dos grãos de alumínio, (2) desenvolvimento e crescimento da rede dendrítica da parede em direção ao centro, (3) espessamento das dentritas de alumínio, (4) nucleação do silício indicando o início da solidificação do eutético, (5) continuação do crescimento do silício e também do alumínio contido no eutético e (6) término da solidificação.

Ao adicionar o inoculante dois parâmetros tendem a ser alterados na curva de resfriamento estimando o tamanho de grão: a diferença entre as temperaturas mínima e máxima durante a recalescência e o período que separa essas temperaturas (ARANGO; MARTORANO, 2009). Conseqüentemente, a derivada da curva tende a diminuir seu pico (correspondente a região 1 da Figura 1), conforme ilustra a Figura 2.

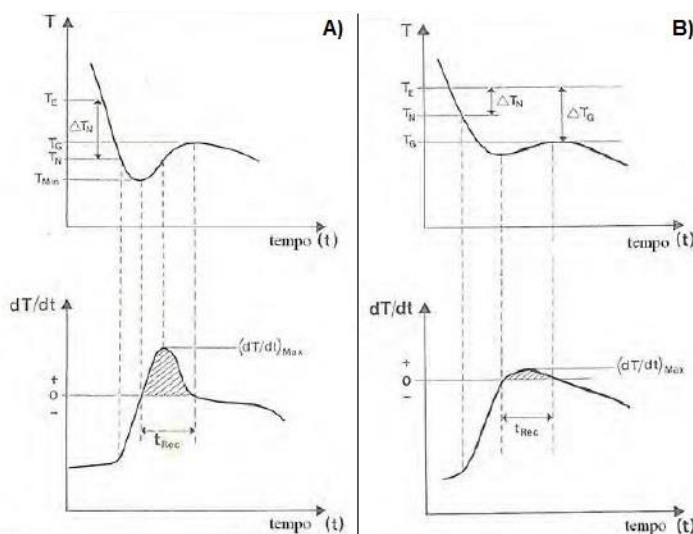


Figura 2: A) Início da curva de resfriamento e sua derivada para um metal fundido e B) Início da curva de resfriamento e sua derivada para um metal fundido com adição de refinador de grão (Adaptado de SILVA (2012))

Material e Métodos

Aquisição dos dados

Como a termo-análise depende dos dados obtidos da curva de resfriamento da liga foi imprescindível a utilização de um pequeno sistema de aquisição de dados incluindo sensor de temperatura, módulo amplificador de sinal, placa microcontrolada e uma interface.

O sensor de temperatura (termopar tipo K) envia sinal de tensão em milivolts que não é lido pela placa microcontrolada (Arduino Mega 2560) sem que haja uma amplificação do sinal realizado por um módulo de expansão (nanoshield) dedicado a esta função. Conforme ilustra a Figura 3.

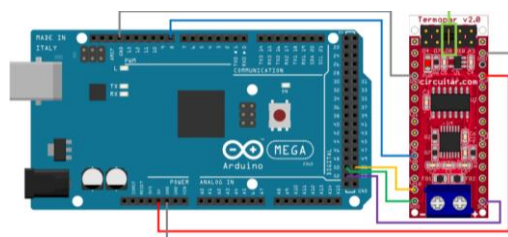


Figura 3: Ligação do nanoshield ao Arduino (Circuitar, 2016)

A placa microcontrolada comunica-se com o computador por meio de um cabo USB e a interface realiza a interação com o usuário. Esta interface foi desenvolvida para esta aplicação em linguagem de programação Java, utilizando como plataforma de desenvolvimento NetBeans IDE.

Ensaio para obter a curva de resfriamento

A liga utilizada foi a ASTM A269, adquirida na forma de lingotes por meio da doação da empresa SUMESA. Para cada refusão, uma porção de em média 300 g da liga foi transferida para um cadinho de grafite e este introduzido no forno para que fosse aquecido até a temperatura de 850°C a fim de que ocorresse a fusão completa do material.

Posteriormente, a liga foi vazada em um cadinho pré aquecido, onde um termopar tipo k encontrava-se posicionado no centro do molde e por meio do sistema de aquisição fornecia os dados de temperatura à interface.

Análise numérica

Apesar do método de Newton-Raphson oferecer maior velocidade de processamento e maior precisão em seus resultados, os polinômios de Lagrange constituem um modo de interpolar sem a necessidade de resolver um sistema de equações lineares (GUIMARÃES; NASCIMENTO, 2016), simplificando a programação.

O método de interpolação de Lagrange, é descrito por: sendo f uma função tabelada em $(n + 1)$ pontos distintos x_0, x_1, \dots, x_n e sendo $L_i(x)$ polinômios de Lagrange de grau n , onde L_i é dado por $L_i(x) = \prod_{j=0, j \neq i}^n \frac{x - x_j}{x_i - x_j}$ (BARROSO, 1987).

$$L_i(x) = \prod_{j=0, j \neq i}^n \frac{x - x_j}{x_i - x_j} \quad (1)$$

De tal forma que:

$$L_i(x) = \begin{cases} 1, & \text{se } i = k \\ 0, & \text{se } i \neq k \end{cases}$$

Resultados e discussão

Após o desenvolvimento do sistema de aquisição de dados, a análise numérica precisava ser inserida no processo. A fim de avaliar o método numérico de interpolação de Lagrange, este foi testado com o auxílio de uma planilha eletrônica.

A interpolação foi realizada para um polinômio de quarta ordem, ou seja, o baixo grau do polinômio não representa a melhor aproximação da curva, porém como pode ser observado na Figura 4, este método numérico pode ser eficaz aumentando o número de interpolações e consequentemente a ordem.

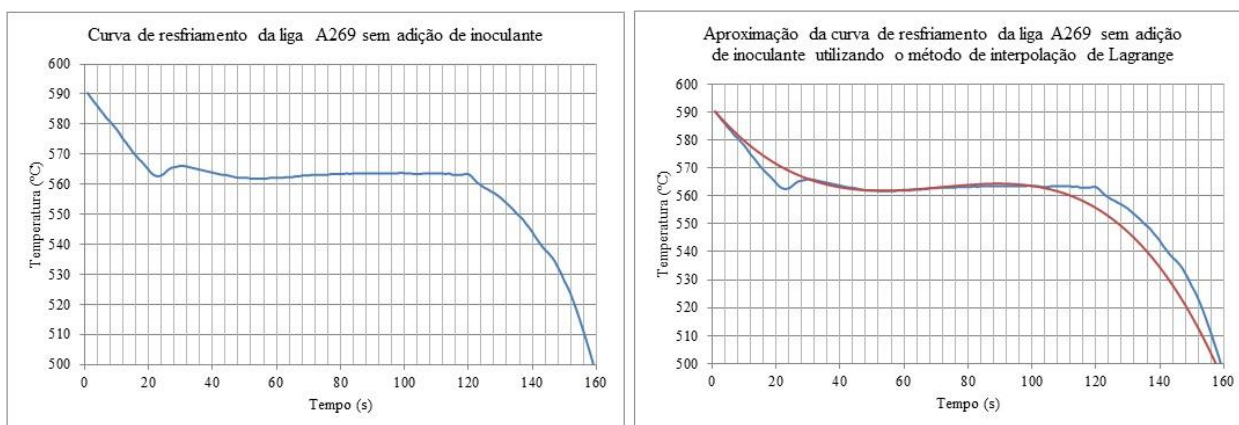


Figura 4: Comparação da curva de resfriamento da liga A269 sem adição de inoculante com sua aproximação utilizando o método de interpolação de Lagrange (Elaborada pela autora)

Confirmando a possibilidade de realizar a interpolação pelo método de Lagrange os esforços foram voltados a integralizar o método numérico a interface que já cumpria com os principais requisitos de aquisição de dados, sendo encontrados alguns pacotes direcionados à área matemática e alguns exemplos de interpolação de Lagrange em linguagem de programação Java, porém até a presente data estava sendo avaliada a melhor forma de realizar

a ação de coletar os dados e tratá-los matematicamente de forma totalmente independente do operador.

Conclusão

- A termo-análise ou análise térmica pode ser aplicada na determinação do refino de grão;
- O sistema de aquisição de dados e interface executam ações de coleta e exibição da curva de resfriamento;
- O método de interpolação de Lagrange pode ser aplicado para a realização da aproximação da curva;
- O método de interpolação de Newton-Raphson deve ser futuramente analisado;
- Trabalhos futuros requerem a criação de um banco de dados permitindo a geração de relatórios;
- Outra forma de avaliação do refino de grão que calcula a evolução da fração de sólido com o tempo deve ser analisada futuramente.

Referências

ARANGO, Juan Marcelo Rojas; MARTORANO, Marcelo Aquino. **Estudo do refino de grão de ligas Al-Si através de inoculantes do sistema Al-Ti-B**. In: CONGRESSO DE FUNDIÇÃO (CONAF), 14., 2009, São Paulo. Disponível em: <<http://www.pmt.usp.br/academic/martoran/Publicacoes/CONAF 2009 - Refino.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2015.

CIRCUITAR (Brasil). **Termopar**. Disponível em: <<https://www.circuitar.com.br/nanoshields/modulos/termopar/>>. Acesso em: 21 jul. 2016.

BARROSO, Lêonidas C., et. all. **Cálculo Numérico: Com aplicações**. 2 ed.. São Paulo: Harbra LTDA, 1987.

GUIMARÃES, Bianca Costa; NASCIMENTO, Luiz Thomaz de. **Análise de Complexidade de Métodos Numéricos para Interpolação**. Disponível em: <<http://homepages.dcc.ufmg.br/~nivio/cursos/pa02/seminarios/seminario6/seminario6.html>>. Acesso em: 30 ago. 2016.

HAQ, I.; SHIN, J.-S.; LEE, Z. -H. **Computer-aided cooling curve analysis of A356 aluminum alloy**. Metals and Materials International. v. 10, n. 1, p. 89-96, 2004.

SILVA, C. C. **Utilização da curva de resfriamento na análise do refino de grão da liga AA 356**. 2012. 87f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012.

EFICIÊNCIA E QUALIDADE ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES PÚBLICAS – ESTUDO DE CASO NAS INSTALAÇÕES DO IFC – CAMPUS LUZERNA

Autores: João Pedro SCHEURICH, Marcos FIORIN, Jessé de PELEGRIN, Tiago DEQUIGIOVANI.

Identificação autores: Bolsista FAPESC/IFC; Orientador IFC-Campus Luzerna; Colaboradores IFC-Campus Luzerna.

Introdução

Nas últimas décadas a demanda por energia elétrica tem crescido significativamente, e para suprir tal necessidade, foram realizados grandes investimentos em novas fontes energéticas. Também há grande incentivo para uso de técnicas/métodos de economia de energia, nos mais variados tipos de consumidores, especialmente os consumidores públicos. De acordo com a EMPRESA DE PESQUISAS ENERGÉTICAS (2015), o setor público representa 6,4% do consumo de energia elétrica do país, e segundo ELETROBRÁS et al. (2006) um dos maiores responsáveis por esse consumo são os sistemas de iluminação e de climatização.

Alinhado a este tema, o presente trabalho está focado na análise da qualidade e eficiência energética das instalações do Instituto Federal Catarinense *Campus* Luzerna – IFC, que ao longo de seus 6 anos de existência vem sendo estruturado. Novas edificações e ampliações, novos equipamentos, e o aumento no número de servidores e estudantes demandam adequações no seu sistema elétrico. Atualmente o *campus* possui dois blocos de ensino, denominados blocos A e B, com áreas de 1.787,67 m² divididos em 2 pavimentos e 2.808,99 m² divididos em 3 pavimentos respectivamente, onde são exercidas todas as atividades de ensino.

A realização deste trabalho baseia-se nos estudos apresentados por Pinto (2011), Fernandes (2012) e Nunes (2010), que propuseram uma análise de eficiência e/ou qualidade energética de consumidores e apresentaram planos de ações que viabilizam a melhora dos índices. Dentre as adequações sugeridas pelos autores estão o estudo da eficiência dos sistemas de iluminação e climatização e ainda, a análise tarifária e correção do fator de potência. Especificamente na obra de Pinto (2011), o autor apresenta a análise do retorno do investimento das ações corretivas propostas e o resultado é favorável às adequações.

Diante do exposto, o objetivo da pesquisa apresentada consiste em analisar a eficiência e a qualidade energética dos blocos de ensino do IFC - *Campus* Luzerna, a fim de que se possa identificar com detalhes os problemas relatados. A análise tem a finalidade de determinar o perfil de consumo de energia elétrica, de modo a detectar eventuais cargas problemáticas, consumo excessivo e/ou baixo aproveitamento de energia elétrica. Além disso, deseja-se determinar o perfil da tensão elétrica, quantificar distorções harmônicas e o fator de potência das instalações elétricas, entre outros, e se necessário subsidiar possíveis adequações nas instalações do *campus*. Neste resumo proposto são apresentados alguns resultados preliminares da pesquisa que está em andamento.

Material e Métodos

Para o desenvolvimento desse projeto dados de consumo de energia e dados inerentes à qualidade da energia foram obtidos através de um analisador de energia com

memória de massa (modelo ET-5060C-1102), e também de um multimedidor de grandezas (modelo PM5330) com comunicação em rede industrial via protocolo Modbus RTU, associado a 3 transformadores de corrente 300/5A 0,6C5. Os dados foram coletados com o auxílio de um sistema de supervisão e aquisição de dados.

Instalou-se o multimedidor de grandezas na cabine elétrica de alimentação do IFC, junto ao quadro de distribuição geral, conectado ao barramento geral, onde efetuou-se a aquisição das grandezas elétricas do lado da baixa tensão do transformador. Já o analisador de energia, que é portátil, já realizou, até o momento, a aquisição nos circuitos gerais do bloco B, e encontra-se em processo de aquisição das grandezas do circuito geral do bloco A.

O período de aquisição das grandezas elétricas adotado, para o analisador de energia, é de 15 dias seguidos para cada circuito, desprezando semanas com feriados. Já o multimedidor é estático e mede continuamente as grandezas elétricas no barramento geral. O período de integração é de 10 minutos, conforme a norma internacional EN 50160. Durante a etapa de aquisição de dados, foram armazenados dados de corrente, tensão, frequência, as potências, ativa, reativa e aparente, fator de potência, níveis de cintilação luminosa (*flicker*), índices de distorção harmônica, consumo máximo, entre outros. A análise dos dados é feita através software do próprio equipamento e planilhas.

Os resultados apresentados neste documento consideram os períodos de funcionamento da instituição. O início das atividades no *campus* ocorre às 6h da manhã com as atividades de limpeza, e as atividades de ensino ocorrem das 7h30 às 12h, 13h às 17h30h e 18h30 às 22h30. Esse padrão se repete semanalmente de segunda a sexta-feira, aos sábados esporadicamente ocorrem atividades, e aos domingos o *campus* mantém-se fechado.

Resultados e discussão

Nos primeiros meses do ano de 2016 foram realizadas medições de diversas grandezas elétricas no IFC *Campus* Luzerna com o intuito de identificar o perfil de consumo elétrico e nortear a pesquisa em busca de indicadores da eficiência e da qualidade da energia elétrica. O início da análise deu-se pela curva de carga típica, ilustrada na Fig. 1. Para isso, obteve-se a curva de potência ativa, referida em p.u., com potência base igual à demanda máxima observada no período de Janeiro a Abril (109,06 kW), através da média do consumo de 21 dias úteis do mês de Março de 2016. Naturalmente o aspecto da curva reflete os horários das atividades do *campus*, e têm o pico de consumo em aproximadamente 14h. A análise das faturas de energia verificou que a demanda de 130 kW contratada na modalidade de tarifação horo-sazonal verde mostra-se adequada ao perfil atual do *campus*.

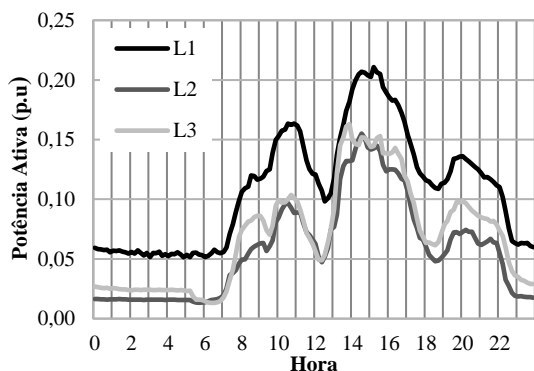


Figura 1. Curva de carga típica do *campus*.

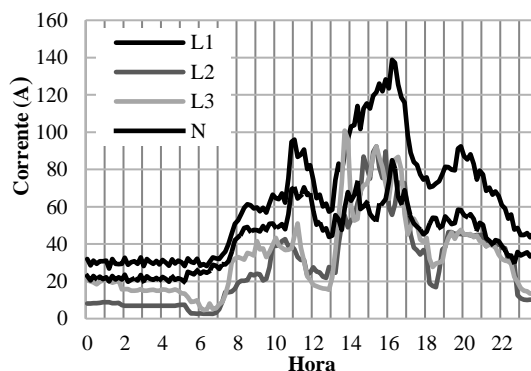


Figura 2. Correntes de Fase e de Neutro no circuito geral.

A análise da curva de carga também mostra a alta densidade de cargas monofásicas mal distribuídas entre as fases. Na análise dos dados de corrente amostrados verificou-se que durante o expediente do *campus* podem ser observados desequilíbrios de corrente da ordem

de 70% com relação à fase mais carregada que é a fase L1. Sabe-se que sistemas trifásicos desequilibrados tem como consequência a circulação de correntes de neutro. A Fig. 2 ilustra o perfil das correntes das 3 fases e do neutro durante um período de 24h de um dia típico. Percebe-se que a corrente de neutro, em grande parte do dia, tem amplitude superior à das correntes L2 e L3. Desse modo, é essencial fazer o refinamento da análise para que se possa redistribuir as cargas de forma equilibrada. Certamente uma parcela da corrente de neutro verificada na Fig. 2 é também proveniente de correntes harmônicas geradas pelo excesso de cargas eletrônicas, principalmente reatores de lâmpadas fluorescentes e computadores.

Para complementar a análise é apresentada na Fig. 3 o comportamento da distorção harmônica total de corrente durante um período de 30 dias de expediente no *campus*. Na figura observa-se que do total de amostras, as fases L1, L2, e L3 permanecem a maior parte do tempo com THD de corrente na ordem de 40%, 20%, e 20% respectivamente. Para minimizar os índices de harmônicos, é necessária a investigação das componentes harmônicas mais significativas e propor a instalação de filtros harmônicos. Uma recomendação presente na norma internacional IEEE Std. 1159-1995 sugere que o nível THD de corrente seja de no máximo 20% para pequenos consumidores, entretanto a atualização da norma ocorrida em 2009 deixou de estabelecer limites de THD de corrente.

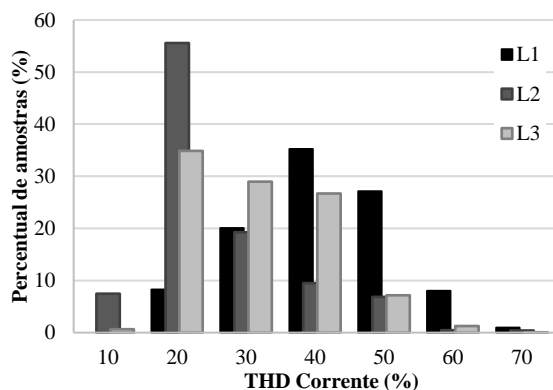


Figura 3. Histograma do THD de corrente durante período de 30 dias.

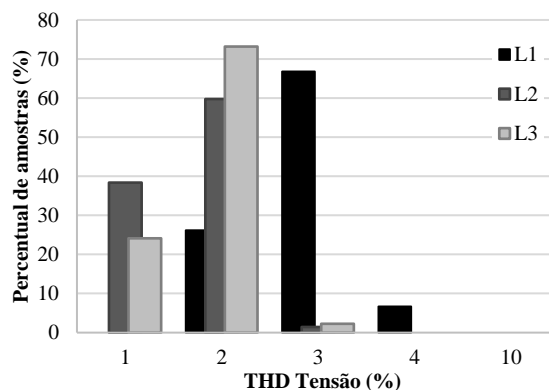


Figura 4. Histograma da THD de tensão durante período de 30 dias.

O índice de distorção harmônica total (THD) sobre a tensão também foi avaliado. De acordo com o PRODIST (2011) o percentual máximo de THD sobre a forma de onda da tensão é de 10%. Já de acordo com a norma internacional EN 50160, o nível máximo aceitável de THD de tensão é de 8%. A Fig. 4 apresenta os níveis mensurados de THD no decorrer de 30 dias úteis, e nesta é possível verificar que o nível máximo de THD é de 3,57% do valor eficaz da tensão fundamental, ocorrida na fase mais carregada, L1. Com base nos valores apresentados, comprova-se que neste critério estão atendidas ambas normas citadas.

Com relação à amplitude da tensão, o módulo 8 do PRODIST (2011) impõe que os níveis aceitáveis para a tensão nominal de fase 220V devem estar compreendidos entre 202 V e 231 V. Após a aquisição dos níveis de tensão durante 30 dias úteis foi possível notar que todas as medições se concentram dentro da faixa aceitável, e cerca de 80% das leituras compreendem a faixa entre 215 V e 225 V. Os níveis de tensão, com base na análise exposta, estão dentro níveis aceitáveis atendendo ao PRODIST, o que elimina a necessidade de troca de tap do transformador.

O próximo fator relacionado à qualidade de energia analisado é o fator de potência, que no Brasil é regulamentado pela ANEEL, e deve estar compreendido entre $0,92 \leq FP \leq 1$, seja ele capacitivo ou indutivo. A Fig. 5 traz o histograma do fator de potência de deslocamento observado no mês de Maio. O fator de potência de deslocamento considera

somente a componente fundamental da tensão e corrente, sem considerar distorções harmônicas na corrente e tensão.

Na Fig. 6 é apresentado o fator de potência real das 3 fases obtidos no mês de Março de 2016, e verifica-se que o índice atende parcialmente a resolução nº 414 da ANEEL, e consequentemente o *campus* está sujeito a multa a ser aplicada pela concessionária de energia elétrica devido ao baixo fator de potência. As análises das últimas 4 faturas de energia elétrica mostram que a instituição pagou R\$ 45,72 à concessionária em razão do excedente de energia reativa.

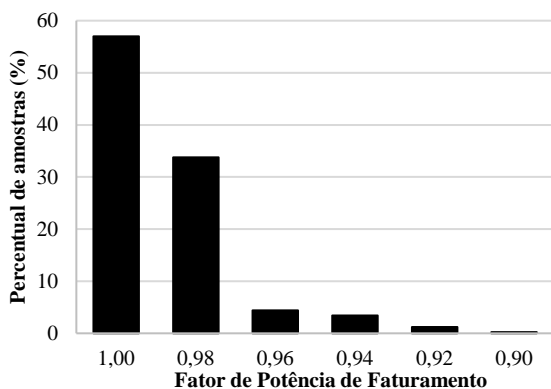


Figura 5. Histograma do fator de potência de faturamento amostrado no período de 30 dias corridos.

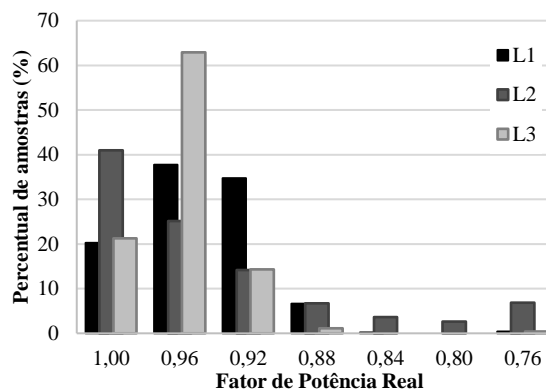


Figura 6. Histograma do fator de potência real amostrado no período de 30 dias corridos.

Atualmente o fator de potência é corrigido através de um sistema de bancos capacitivos. Um controlador automático (modelo RVC 12 – 1/5 A da ABB) comanda a interligação de 11 módulos capacitivos trifásicos de 2,5 kVAr cada ao barramento geral. O controlador utiliza somente os parâmetros de tensão e corrente de uma linha para realizar o controle do fator de potência. Isto pode resultar em muitos problemas em instalações onde a maior parte das cargas são monofásicas e não uniformemente distribuídas, como é o caso do *campus*. Este modo de operação faz com que a correção do fator de potência seja imprecisa. Durante os estudos também verificou-se um erro de configuração do controlador, que exigia um número excessivo de manobras dos módulos capacitivos.

O estudo da qualidade da energia no *campus* também considerou a análise das cintilações luminosas (*flicker*) para severidade de curta duração (Pst) e severidade de longa duração (Plt). Conforme o PRODIST (2011), os índices de Pst e Plt devem ser menores que 1,0 p.u. para 95% das medidas, e menores que 0,8 p.u. para 95% das medidas em uma semana, respectivamente. Após 1008 amostras tomadas em uma semana considerada se constatou que ambos os níveis ficaram na faixa adequada de flutuação de tensão.

De modo geral, a análise dos índices apresentados mostra que intervenções são necessárias para corrigir os grandes níveis de distorção harmônica total presente, assim como a elevada corrente de neutro. Após, o baixo fator de potência real deve ser reavaliado, e o aumento da potência total do sistema de correção do FP, bem como sua divisão em módulos deve ser considerado. Por outro lado, os níveis de tensão, THD de tensão e flutuação de tensão são aceitáveis, e sugere-se apenas o acompanhamento.

Os próximos passos consistem em realizar as medições e análises do bloco A. Também é necessário realizar o levantamento das cargas que prejudicam a qualidade de energia e pouco eficientes. Ainda, é necessário verificar se o contrato de tarifação permanecerá adequado frente ao aumento do número de alunos e de cargas, através de análises do consumo mensal por um período mínimo de um ano. A diminuição do consumo

de energia também pode ser alcançada através da substituição da iluminação fluorescentes e de descarga por lâmpadas de LED e reatores mais eficientes, dentre outras ações.

Sendo assim, as discussões relatadas são de grande valia, principalmente para embasar e ajudar a refinar as investigações até encontrarmos a(s) fonte(s) dos problemas citados. As soluções podem consistir num simples remanejamento das cargas, até a instalação de filtros ou troca de equipamentos deteriorados de energia, obviamente considerando a relação custo benefício destas operações para a instituição. A boa qualidade de energia é imprescindível para o campus, de área tecnológica, que possui desenvolvimento de atividades de ensino e pesquisas que dependem da energia elétrica para seu correto funcionamento. Um nível adequado de eficiência energética é importante para a redução de consumo energético, para nos aproximarmos da sustentabilidade e para remanejar recursos em investimentos necessários ao campus.

Conclusão

Este trabalho propôs-se a apresentar os resultados parciais de um projeto de pesquisa em andamento que analisa a qualidade e eficiência energética das instalações do IFC *Campus* Luzerna. O estudo das instalações elétricas apresentado comprova que existem problemas, dentre eles estão as distorções harmônicas e a má distribuição de cargas entre as fases.

Apesar da necessidade de um período maior de aquisição de dados para então identificar todos os problemas e os eventuais causadores, esta fase inicial mostrou-se de grande importância e irá contribuir significativamente para determinar as futuras ações corretivas.

Referências

- IEEE. *Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality*, Std. 1159. Nova York, 2009.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. *Estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica de forma atualizada e consolidada*. Resolução n. 414, de 9 de setembro de 2011.
- ELETOBRÁS; PROCEL EDUCAÇÃO; UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ. *Conservação de Energia: Eficiência Energética de Equipamentos e Instalações*, 3ª ed. Itajubá, 2006.
- EMPRESA DE PESQUISAS ENERGÉTICAS. *Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2015*. Rio de Janeiro, BR: EPE, 2015.
- PINTO, P. M. M. *Análise do potencial de conservação de energia elétrica no setor de serviços: O caso do setor bancário*. 2011. Dissertação (Mestrado) – Programa de planejamento energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- FERNANDES, T. D. M. *Análise da qualidade de energia elétrica em instalações de grande complexidade*. 2012. Dissertação (Mestrado) – Mestrado integrado em engenharia eletrotécnica e de computadores, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2012.
- NUNES, A. L. R. *Eficiência energética em prédios públicos*. 2010. Graduação – Engenharia elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. *PRODIST - Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional*. 4. ed. Brasília: ANEEL, 2011.

ENSINANDO MATEMÁTICA COM MÚSICA, TEATRO E LITERATURA

Autora : Ranúzy Borges NEVES¹

Identificação autora: ¹Professora do Ensino Básico Técnico e Tecnológico

Introdução

Infelizmente, a Matemática ainda é vista como um bicho-de-sete-cabeças pela maioria dos estudantes. E quem é o culpado? O professor? O próprio aluno? O diretor da escola? Os pais dos alunos? A Universidade onde o professor estudou? O governo? Enfim, encontrar as respostas para tais questionamentos não seria uma tarefa fácil e também não resolveria o problema. Então, para que este medo da Matemática vá embora ou seja, ao menos, amenizado, os atores principais do ensino-aprendizagem, professor e aluno, devem trabalhar em parceria. E já que o responsável por apresentar o conteúdo a ser estudado na escola é o professor, cabe a ele buscar recursos para que este contato seja mais agradável. Aulas mais dinâmicas e divertidas certamente contribuirão para isso.

Em meio a tanta tecnologia e atrativos, crianças, adolescentes e jovens têm necessidade de que o ensino não permaneça alheio a essa realidade. É primordial que os docentes estejam constantemente atualizados e fazendo uso de todos os recursos disponíveis, a fim de que suas aulas sejam mais dinâmicas, visando atrair ainda mais a atenção dos estudantes para que o conteúdo possa ser melhor compreendido. Como afirma Parra *apud* Santos *et al* (2007, p.14):

O mundo atual é rapidamente mutável, a escola como os educadores devem estar em contínuo estado de alerta para adaptar-se ao ensino, seja em conteúdos como a metodologia, a evolução dessas mudanças que afetam tantas condições materiais de vida como do espírito com que os indivíduos se adaptam a tais mudanças. Em caso contrário, se a escola e os educadores descuidarem e se manterem estáticos ou com movimento vagaroso em comparação com a velocidade externa, origina-se um afastamento entre a escola e a realidade ambiental, que faz com que os alunos se sintam pouco atraídos pelas atividades de aula e busquem adquirir por meio de uma educação informal os conhecimentos que consideram necessários para compreender a sua maneira no mundo externo.

Como objetivos do Projeto de Extensão Ensinando Matemática com música, teatro e tecnologia, destacam-se: ensinar aos professores paródias sobre alguns conteúdos básicos do Ensino Fundamental e Médio como Fração, Regra de Sinais, Equação, Propriedades da Potenciação, Conjuntos Numéricos, Razões Trigonométricas, etc, utilizando o violão; interpretar monólogos com personagens caracterizados de grego, árabe e francês

para apresentar um pouco da história de vida e as contribuições de matemáticos como “Hipaso de Metaponto”, “Al-khwarizmi”, “Renè Descartes”, etc; apresentar aos professores propostas de seminários (para que eles apliquem em suas escolas) sobre a História da Matemática e algumas Curiosidades Matemáticas, nos quais os alunos farão um trabalho teórico (pesquisa) de acordo com as normas da ABNT e apresentarão aos demais colegas através de ferramentas como data-show, cartazes, música, vídeo, teatro, etc; contar uma história do Livro “O homem que calculava”, de Malba Tahan e assim, propor a execução de um trabalho com os alunos (e com os professores presentes), em que eles deverão apresentar alguns capítulos do livro da forma mais criativa possível (teatros, vídeos, etc) e trocar algumas experiências com os presentes através de um bate-papo mais descontraído.

Material e Métodos

Cada encontro (que poderá ser no formato de palestra, oficina ou minicurso) iniciará com as devidas apresentações e será repassado o cronograma aos professores presentes. Em seguida, iniciarão as atividades:

- Monólogo com o matemático grego Hipaso de Metaponto (revisão sobre Conjuntos Numéricos) e paródia (com violão) “Melô dos Conjuntos”;
- Revisão sobre Regra de Sinais e a paródia “Não, não erro mais”;
- Revisão sobre Propriedades da Potenciação e paródia “As propriedades da potência”;
- Monólogo com o matemático francês Renè Descartes e explicação sobre o método avaliativo “Seminário” envolvendo a História da Matemática e Curiosidades Matemáticas;
- Revisão sobre Frações e paródia “A dona fração”;
- Revisão sobre Razões Trigonométricas e paródia “SOHCAHTOA”;
- Monólogo com o matemático árabe Al-khwarizmi (Álgebra e Equações) e paródia “Melô da Equação”;
- Apresentação da história sobre a Divisão dos Camelos do Livro O homem que calculava e a proposta de um trabalho em grupos com os professores presentes, em que eles deverão apresentar algumas histórias selecionadas do livro da forma mais criativa possível;

- Paródias motivacionais para início e meio de ano letivo;
- Encerramento.

Resultados e discussão

Seguem algumas imagens de uma aplicação do projeto, realizada em forma de minicurso na Semana de Pedagogia do Instituto Federal Catarinense, campus Videira, no dia 17/05/2016.

Figura 1. Hipaso de Metaponto



Figura 2. Paródias



Figura 3. Al-khwarizmi



Figura 4. Sistemas de Numeração



Créditos/Fotos: Prof. Davi Silva

Fonte: Disponível no website <http://noticias.luzerna.ifc.edu.br/2016>

Após o minicurso, algumas acadêmicas de Pedagogia relataram que a abordagem lúdica e interativa possibilitou que elas pudessem ver a Matemática com outros olhos, mostrando assim que é possível desenvolver um trabalho dinâmico e criativo com os alunos de todos os níveis de ensino, desde a Educação Infantil ao Superior .



Conclusão

Diante da realidade observada nas instituições escolares de ensino básico, percebe-se que a Matemática permanece liderando a lista de disciplinas que mais reprovam bem como aquelas às quais os alunos apresentam mais aversão. Buscar culpados para tal situação adversa não implica a resolução do problema, por isso o presente projeto de extensão (curso de capacitação docente) visa compartilhar ideias dinâmicas e criativas, fazendo uso da música, do teatro e da literatura, para um ensino de Matemática mais atrativo e menos traumático. Conteúdos básicos do Ensino Fundamental e Médio como Fração, Regra de Sinais, Equação, Propriedades da Potenciação, Conjuntos Numéricos, Razões Trigonométricas, etc, são abordados através de paródias com violão. A História da Matemática e Curiosidades Matemáticas são temas para a proposta de inserção de Seminários nas escolas onde os professores presentes no projeto lecionam. Monólogos (teatros) com matemáticos árabes, gregos e franceses, são utilizados para a explanação de alguns assuntos curriculares e também há uma abordagem interativa sobre o livro *O homem que calculava*, de Malba Tahan. Tudo isso com o intuito de motivar os docentes a irem além do ensino tradicional da Matemática, que utiliza apenas o quadro, giz (pincel), livro didático, ou ainda aqueles slides intermináveis de power point. A proposta é que, ao sair do encontro, o professor receba um incentivo para o preparo de aulas alternativas, visando auxiliar o aluno no entendimento de conceitos matemáticos tão fundamentais para sua vida acadêmica.

Referências

FRANÇA, K.V.; SANTOS, J.A.; DOS SANTOS, L.S.B. *Dificuldade de aprendizagem na Matemática*. São Paulo, 2007. Disponível em <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/MATEMATICA/Monografia_Santos.pdf>. Acesso em 06 de abr. 2016.

TAHAN, Malba. *O homem que calculava*. Rio de Janeiro: Record, 2004.



ESTUDO ANALÍTICO DO POTENCIAL DO PARQUE EÓLICO NA REGIÃO MEIO OESTE CATARINENSE, EM 2016

Autores: Valdemir José FELIX¹, Illyushin ZAAK SARAIVA², Guillermo Ney CAPRARIO³, Raphael da Costa NEVES⁴.

Informações adicionais: Trabalho relativo ao projeto de extensão “Elaboração do Texto Científico na Ciência Aplicada”.

Palavras-Chave: Energia Eólica. Sustentabilidade Econômica. Tecnologia de Geração.

Introdução

A transformação da energia dos ventos em energia elétrica ocorre através da utilização de equipamentos eletromecânicos cujo componente principal é o aro gerador, composto basicamente por uma torre de sustentação, um gerador elétrico e um conjunto de pás que são responsáveis pela captação do vento e acionamento do gerador elétrico (MAGALHÃES, 2009).

Segundo o relatório do Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2007), o maior aumento das emissões globais de gases de efeito estufa entre 1970 e 2004 se deu no setor de oferta de energia (um aumento de 145%). Portanto, preceitua-se que a energia deve ser produzida do modo mais limpo possível, ser gerada o mais próximo possível e deverá continuar disponível para o futuro (IPCC, 2007).

A sustentabilidade tem um discurso que busca a reconciliação dos contrários da dialética do desenvolvimento: meio ambiente e o desenvolvimento econômico (LEFF, 1998). Nesses termos, a política de preservação dos recursos energéticos não renováveis e a busca por fontes renováveis de energia que atraíam benefícios ao crescimento tecnológico e preservação do meio ambiente são os principais motivadores para o estudo e desenvolvimento das pesquisas nesse setor (IPCC, 2007).

A região do meio Oeste catarinense tem possibilidades notáveis para a geração de energia por fontes renováveis (AMARANTE *et al*, 2001). Ambientes rurais, podem facilmente conseguir a autossuficiência e mesmo que não seja total, pode ser parcialmente obtida pelo uso de fontes alternativas de produção de energia.

A produção de energia em quantidade suficiente e com custos médios reduzidos consistem uma das condições para a sustentabilidade da produção e por consequência a expansão do mercado. Esta expansão é um fator determinante no aumento da renda e do emprego e como consequência do crescimento econômico (SMITH, 1983).

Este trabalho tem como objetivo principal a realização de uma pesquisa preocupada em estudar as condições eólicas dos Municípios do Meio Oeste Catarinense, em conjunto com a ascensão da energia proveniente dos ventos na busca pelo uso da energia eólica para uma maior economia na conta da energia das residências.

Material e Métodos

O presente projeto se desenvolve no escopo do Campus Luzerna do Instituto Federal Catarinense, com perspectivas de resultados a curto, médio e longo prazo. A metodologia contempla portanto, a recolha de informações de variadas fontes de dados. Inicialmente, na

1 Aluno do Curso de Engenharia de Controle e Automação – IFC Campus Luzerna; valdemirjfelix@gmail.com

2 Especialista em Educação Empreendedora (UFSC); Professor do IFC Campus Luzerna; illyushin.saraiva@luzerna.ifc.edu.br

3 Mestre em Engenharia de Produção (UFSC); Professor do IFC Campus Luzerna; guillermo.caprario@luzerna.ifc.edu.br

4 Bacharel em Engenharia Elétrica (UFRS); Professor do IFC Campus Luzerna; raphael.neves@luzerna.ifc.edu.br

fase 1 do projeto, a informação será coletada principalmente através de pesquisas bibliográficas em diversos documentos especializados neste tema, a partir das quais, esse artigo visa analisar o uso da energia eólica e sua introdução nas residências da região meio oeste.

A avaliação do potencial eólico de uma região requer trabalhos sistemáticos de coleta e análise de dados sobre a velocidade e o regime de ventos. Geralmente, uma avaliação rigorosa requer levantamentos específicos, dados coletados em aeroportos, estações meteorológicas e outras aplicações similares podem fornecer uma primeira estimativa do potencial bruto ou teórico de aproveitamento da energia eólica (GRUBB; MEYER, 1993).

A localização definitiva deve considerar todos os aspectos que de alguma forma interferem na velocidade do vento, tais como, acidentes topográficos, árvores, construções; deve ser levado em conta a representatividade como lugar típico da região, a de menos interesse específico, em lugar promissor, com área adequada para implantação de turbinas eólicas (OCÁCIA, 2002).

A região onde se efetua o estudo é o meio oeste catarinense, região de destaque no estado de Santa Catarina, composta por 32 municípios e que segundo o Sebrae (2010) com dados do IBGE, apresentava em 2009 uma população de 344.723 habitantes.

Segundo Ocácia (2002), organizações, indústria e empresas de serviço assumem, cada vez mais, o seu interesse na energia eólica como bom investimento e como solução para os problemas energéticos do futuro. No entanto, a viabilidade econômica dos investimentos é muito diferente de país para país e de região para região, dependendo, essencialmente, da distribuição geográfica do potencial eólico e dos outros tipos de energéticos disponíveis no local.

Resultados e discussão

Inicialmente, efetuou-se um mapeamento do Potencial eólico na região sul. O mapa constante na Figura 1 a seguir, é obtido do estudo de AMARANTE *et al.* (2001).

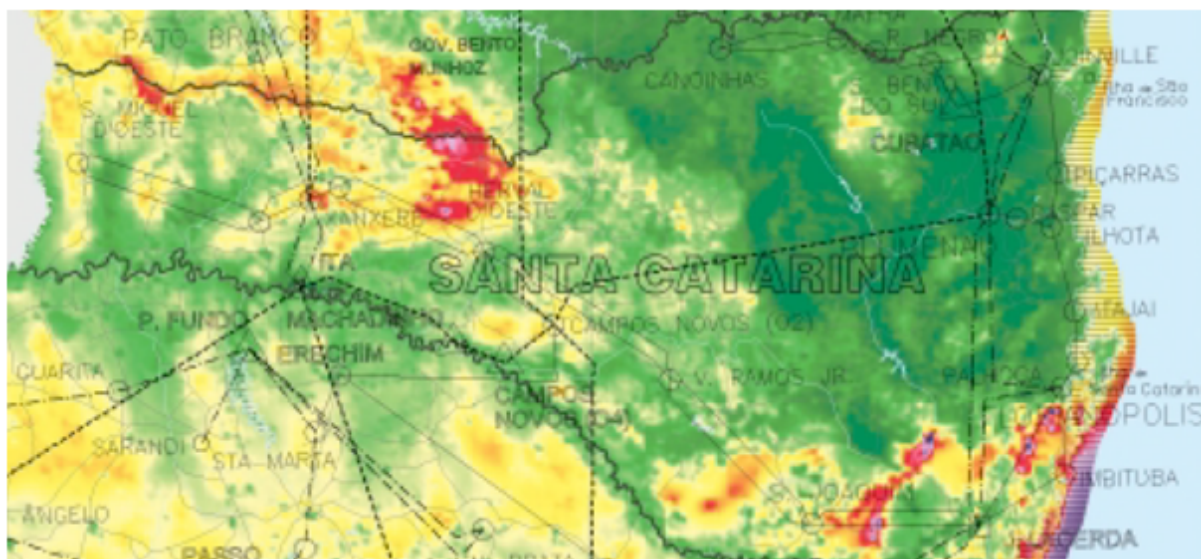


Figura 1 – Mapa do potencial eólico de Santa Catarina
 Fonte: adaptado de AMARANTE ET AL. (2001).

Como se vê no mapa da Figura 1 acima, uma das regiões com maior potencial de geração eólica (em vermelho) no estado de Santa Catarina, coincide justamente com a região do Meio Oeste onde se situa o município de Água Doce.

A avaliação técnica do potencial eólico exige um conhecimento detalhado do comportamento dos ventos. Os dados relativos a esse comportamento, que auxiliam na determinação do potencial eólico de uma região, são relativos à intensidade da velocidade e à direção do vento (SCMAISENERGIA, 2016).

A velocidade média dos ventos em 2015, por estações, do município de Água Doce, pode ser vista na Figura 2 a seguir, obtida de CRESESB (2016).



Figura 2 – Velocidade média dos ventos para o município de Água Doce-SC.
Fonte: CRESESB (2016)

Para que a energia eólica seja considerada tecnicamente aproveitável, é necessário que sua densidade seja maior ou igual a 500 W/m², a uma altura de 50 m, o que requer uma velocidade mínima do vento de 7 a 8 m/s (GRUBB; MEYER, 1993). Desta forma, o gráfico acima demonstra a viabilidade de geração em Água Doce-SC.

Tal potencial não passou despercebido aos investidores, sendo que atualmente o município é reconhecido como a Capital Catarinense da Energia Eólica, por abrigar o maior conjunto eólico do Estado de Santa Catarina, composto por 109 aerogeradores, a obra teve um custo estimado em 790 milhões de reais e foi concluída em dezembro de 2012 (ÁGUA DOCE, 2016).

A Figura 3 a seguir, traz vista aérea do Parque Eólico Horizonte de Água Doce.



Figura 3 – Vista aérea do Parque Eólico Horizonte, em Água Doce - SC
Fonte: SESI (2012)

De acordo com SCMAISENERGIA (2016), a região de Água Doce oferece como vantagens para a instalação de plantas eólica a proximidade dos centros consumidores de carga e com isso perdas elétricas menores na transmissão.

Outra vantagem que se constatou da indústria eólica, é o seu potencial de geração de empregos. O gráfico da Figura 4 abaixo demonstra a grande capacidade de geração.

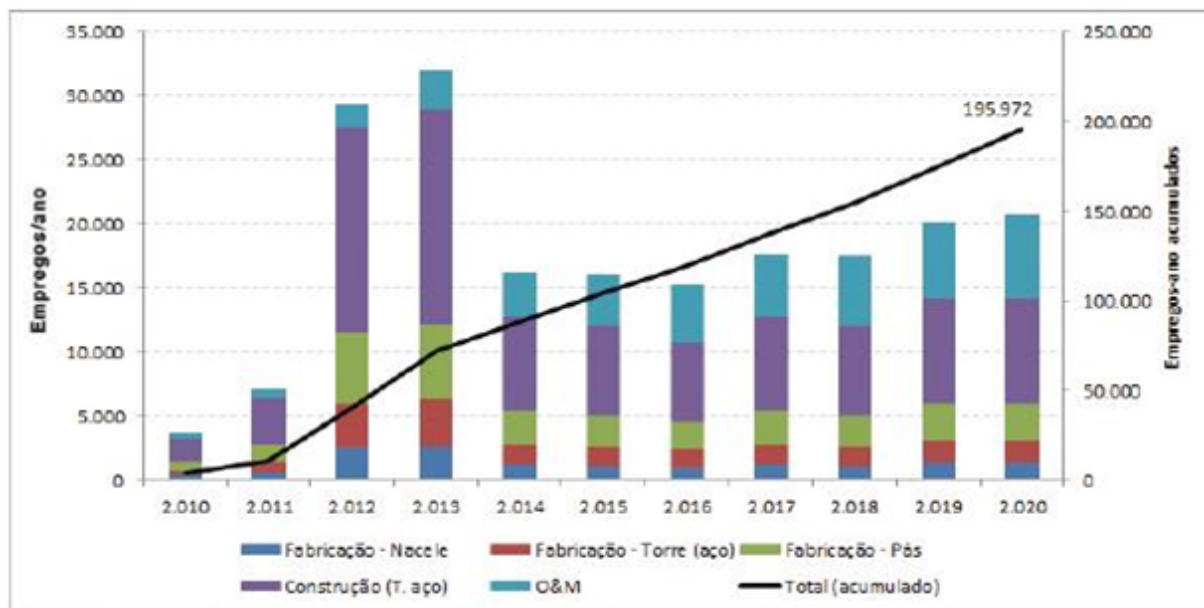


Figura 4 – Empregos-ano acumulados entre 2010 e 2020 pela indústria eólica.
Fonte: Reproduzido de SIMAS & PACCA (2013, p. 109).

Assim, visualiza-se que, além das outras vantagens já descritas, a instalação e operação de parques eólicos irá gerar mais de 195 mil postos de trabalho entre 2010 e 2020, a maioria deles na construção dos parques (SIMAS & PACCA, 2013, p. 109).

A redução da emissão de milhares de toneladas de CO₂ com a implantação da energia eólica é outro ponto positivo. Esse déficit de emissão fomenta os mecanismos de desenvolvimento limpo e alimenta o mercado de créditos de carbono, que está em ascensão com perspectivas de movimentações financeiras monstruosas. Isso poderia ajudar a sanar o custo do investimento inicial, além de contribuir para a manutenção da planta eólica (SCMAISENERGIA, 2016).

Para que a Região Meio Oeste evolua no que se refere à expansão da energia eólica como fonte energética alternativa sustentável, deve pautar-se no estudo sistemático desta tecnologia e em incentivos para atração de capital. A energia eólica é renovável, não impactante ao meio ambiente, e pode transformar-se numa grande alternativa energética para uma região com o potencial que tem o Meio Oeste.

Conclusão

Este trabalho apresentou resultados de pesquisa documental inicial de um projeto de pesquisa do IFC Campus Luzerna sobre o cenário da energia eólica no Brasil recente, com foco no meio oeste de Santa Catarina.

Foram coletadas informações de diversas fontes, visando a realização de uma pesquisa preocupada em estudar as condições eólicas dos Municípios do Meio Oeste Catarinense, em conjunto com a ascensão da energia proveniente dos ventos na busca pelo uso da energia eólica para uma maior economia na conta da energia das residências.

Entre os resultados mais importantes, a constatação das vantagens da energia eólica sobre outras concorrentes, a verificação de que o rápido crescimento da energia eólica pode trazer diversos benefícios regionais e contribuir para o desenvolvimento sustentável, especialmente em locais com baixo desenvolvimento econômico, e que a instalação de parques eólicos, combinada com políticas eficientes de gestão de recursos e de desenvolvimento regional, poderá contribuir significativamente para o desenvolvimento da região Meio Oeste.

Considera-se, portanto, com base em dados reais, que a energia eólica pode ser uma das alternativas mais viáveis, para a produção de energia elétrica no Brasil e especialmente no meio oeste catarinense, já que concilia desenvolvimento sustentável com eficiência energética, atendendo às especificidades de cada região.

Por fim, a expansão da energia eólica requer incentivos e medidas que atraiam investimentos não só na geração de energia, mas na fabricação de equipamentos. É preciso desenvolver pesquisas para criação de tecnologia competitiva que gere redução de custos de implantação da fabricação, além de estudos institucionais, analisando as modalidades de contrato e condições de financiamento.

Referências

ÁGUA DOCE – Prefeitura Municipal – Turismo de Água Doce. *Complexo Eólico de Água Doce*. Disponível em: <<http://www.aguadoce.sc.gov.br/turismo/item/detalhe/2245>>, Acesso em 19 jun 2016.

AMARANTE, O. ZACK, M. e SÁ, A. *Atlas do Potencial Eólico Brasileiro*. Brasília, 2001.

GRUBB, M. J; MEYER, N. I. Wind energy: resources, systems and regional strategies. In: JOHANSSON, T. B. et. al. *Renewableenergy: sources for fuels and electricity*. Washington, D.C.: Island Press, 1993.

IPCC - Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas. *Mudança do Clima 2007: Mitigação da Mudança do Clima*, 2007.

LEFF, E. *Saber Ambiental*. São Paulo: Vozes, 1998.

MAGALHÃES, M.V. *Revolução de utilização da energia eólica como fonte geradora de energia no Brasil*. Florianópolis, SC, Brasil, 2009.



OCÁCIA, G. C. Energia Eólica – Estado da Arte e Algumas Projeções. *Revista do Centro de Tecnologia da Ulbra*. Rio Grande do Sul: ULBRA, vol. 3, nº2, 2002.

SCMAISENERGIA – *Programa Catarinense de Energias Limpas*. Energia Eólica. Disponível em <<http://www.scmaiseenergia.sc.gov.br/sds/?p=128>>, acesso em 22 jun 2016.

SEBRAE/SC. *Santa Catarina em Números: Meio Oeste*. Florianópolis: SEBRAE/SC, 2010. 132p.

SESI MAIS VERDE. 2012. *Visita ao Parque Eólico de Água Doce*. 04/07/2012. Disponível em <<https://sesimaisverde.wordpress.com/2012/07/04/visita-ao-parque-eolico-de-agua-doce/>> Acesso em 13 mai 2016.

SMITH, Adam. *A riqueza das nações: investigação sobre a sua natureza e suas causas*. São Paulo: Abril Cultural, (1983).

INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE SOLDAGEM PARA DIFERENTES GEOMETRIA NA SOLDA POR FRICÇÃO NA LIGA DE ALUMÍNIO AL7075

Autores: Ghisana FEDRIGO, Gabriel Alvíso WOLFART, Mario WOLFART Jr.

Identificação autores: Bolsista PIBITI-CNPq; Bolsista PIBIC-EM-CNPq ; Orientador IFC-Campus Luzerna.

Introdução

As ligas de alumínio de alta resistência têm sido aplicadas como materiais com elevada relação de resistência e peso. Entre elas, as ligas da série 7XXX como a liga Al7075 são amplamente usadas em estruturas aeronáuticas, automotivas, e também na fabricação de moldes e matrizes de injeção de plástico por causa da leveza e da alta resistência (HAN et al., 2013).

Os moldes de injeção para plástico da liga de alumínio Al7075, conforme for o seu design, as peças chegam a custar centenas de milhares de reais. Mesmo com um preço elevado, o valor é retornado devido a sua utilização em longo prazo. Caso ocorra um problema em alguma região desses moldes com formato específicos ou também problemas durante o processo de usinagem da confecção de novos moldes, dos quais essas peças não têm substituição fácil como pinos e buchas, a solda serve como uma forma alternativa para o reparo deste local.

Contudo, há uma grande dificuldade de realizar a soldagem através dos processos convencionais na liga Al7075, devido à alta condutividade térmica, presença de uma camada de óxido, coeficiente de dilatação térmica elevada, elevada solubilidade de hidrogênio a alta temperatura (LI et al., 2015). No caso do reparo de moldes com a solda por fusão, além dessas dificuldades, os respingos após o polimento destes moldes, ficam marcados, podendo até as vezes, levar o molde ao descarte.

Um dos processos alternativos de reparo é através da solda por fricção com pino consumível. O processo de reparo por fricção com pino consumível é um processo de soldagem no estado sólido. Neste processo um pino consumível em rotação é soldado por atrito em um furo sob uma carga axial aplicada. O aquecimento gerado pelo atrito entre as duas interfaces, resulta em altos níveis de deformação no pino consumível, e assim este se plastifica no furo, preenchendo a cavidade. (CHLUDZINSKI et al, 2012). Isso significa que não há a fusão neste processo, oferecendo resultados superiores em relação aos tipos de soldas convencionais que envolvem a fusão do metal.

Material e Métodos

Os corpos de prova foram confeccionados na liga de alumínio Al7075, no torno CNC Romi CENTUR 30D. Foram adotadas duas geometrias diferentes de pino para o projeto. A geometria 1 está representada na Figura 1. A geometria 2 está representada na Figura 2.

O furo no metal base para a geometria 1 e geometria 2, foram utilizados respectivamente, uma fresa de ponta esférica inteiriça de metal duro 2 corte \varnothing 10,0 mm, e uma broca HSS de 2 cortes \varnothing 10,0 mm.

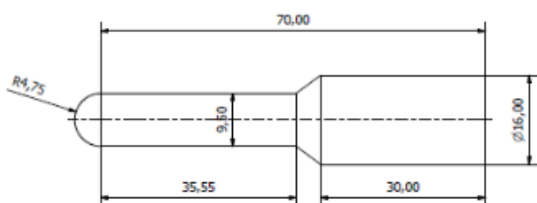


Figura 1 – Geometria 1 do pino consumível

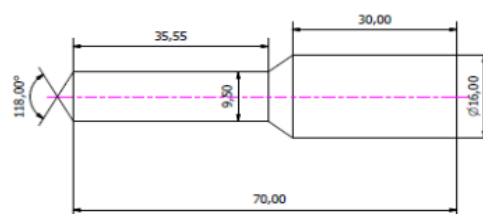


Figura 2 – Geometria 2 do pino consumível

Os parâmetros de soldagem utilizados na fresadora Diplomatic 3001 foram a velocidade de avanço fixada em 7 mm/s, variando somente a velocidade de rotação em 2500, 3000, 3500 e 4000 rpm. O substrato fixado na morsa da mesa, foi ao encontro do pino consumível em rotação, o qual foi fixado com uma pinça no mandril da fresadora.

A preparação metalográfica dos corpos de prova passou pelo método padrão com intuito de analisar a macro e a microestrutura da liga Al7075 soldada por Solda por Fricção com pino consumível. O ataque químico utilizado para macrografia foi a solução 10 ml HCl, 30 ml HNO₃, 20 ml H₂O e 5g FeCl₃. Esta análise realizou-se em um microscópio estéreo OPTIKA SZM6ERGC. Já o ataque químico utilizado para micrografia foi a a solução Keller (2 ml de HF, 3 ml HCl, 5 ml HNO₃ e 190 ml H₂O). Esta análise foi concretizada pelo microscópio metalúrgico ótico OPTIKA B-1000MET.

Resultados e discussão

A Figura 3 apresenta as macrografias de cada geometria para cada parâmetro de soldagem. Os ensaios que mais apresentaram falhas foram com a velocidade de rotação de 2500 rpm, para as duas geometrias. Já os que apresentaram menos falhas foram com a velocidade de rotação de 4000 rpm. Foi observado que que, conforme a rotação fosse aumentada, menor é a presença de falhas na macrografia, para as duas geometrias.

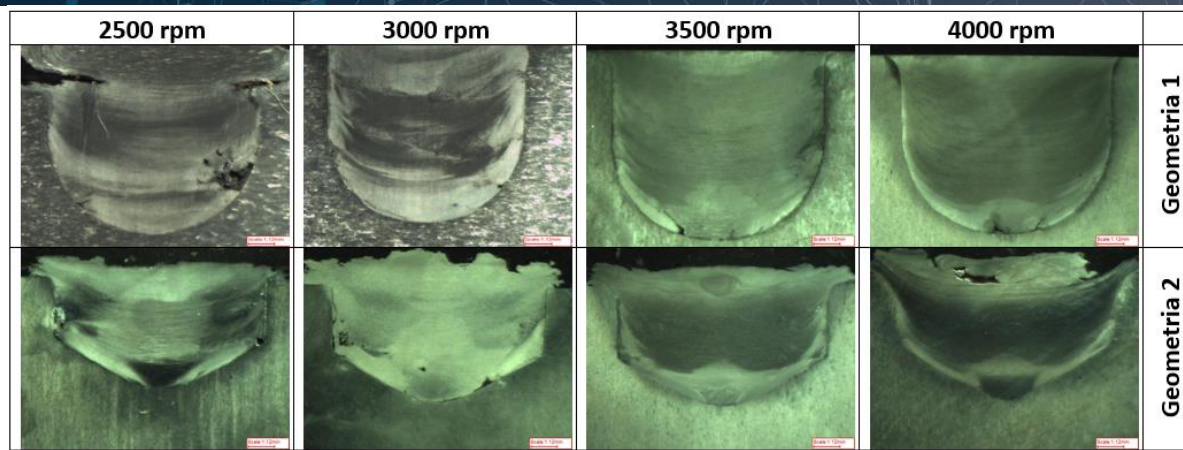


Figura 3- Macrografia das soldas por fricção variando somente a rotação do pino consumível.

A presença de falhas mesmo com a velocidade de rotação de 4000 rpm pode ser devido a carga axial insuficiente, pois o equipamento utilizado para os ensaios de solda por fricção é uma fresadora convencional, não possuindo quantidade de forças suficiente exercida do torque do motor. Segundo Mattei (MATTEI 2011), a aparição de pontos com falta de ligação, são subsequentes das forças insuficientes para o processo.

As Figuras 4 e 5 apresentam a micrografia do pino consumível e substrato. Destas figuras, é possível notar que a microestrutura no pino consumível refinou-se comparada com a do metal base, já que o processo de solda por fricção tem o aquecimento e resfriamento rápido. Porém, é perceptível que a solda aqueceu somente o pino, não modificando a microestrutura do substrato. Segundo Chludzinski (CHLUDZINSKI 2011), que conforme a carga aplicada, há modificação na zona termicamente afetada no substrato. Como não é perceptível a zona termicamente afetada, é notável que seja também decorrente da insuficiência da força aplicada.

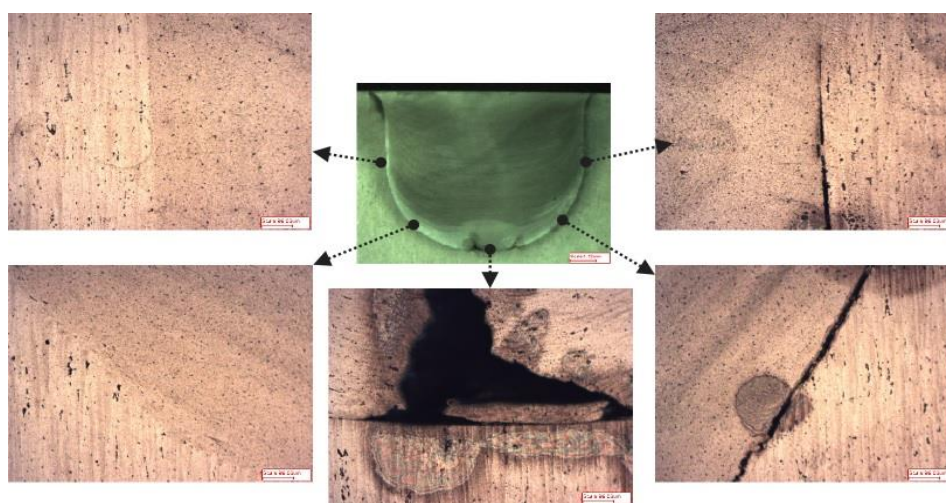


Figura 4 – Micrografia da solda por fricção com pino consumível da geometria 1 com 4000 rpm.

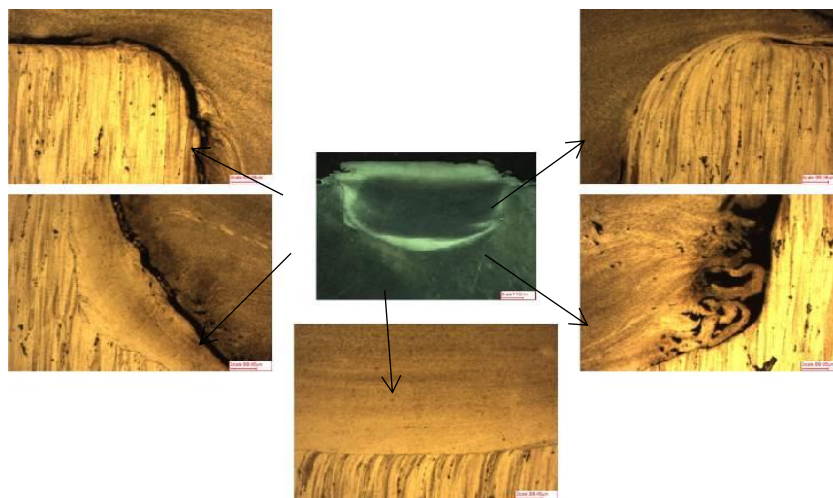


Figura 5 - Micrografia da solda por fricção com pino consumível da geometria 2 com 4000 rpm.

Foi observado que nos ensaios para a geometria 1, extremidade do furo não foi o primeiro contato com o furo, fazendo assim com que as paredes do furo fossem a primeira região de contato com o pino, explicando o porquê da presença de falhas no meio do furo. Para a geometria 2, as falhas estão principalmente no canto de concordância da face cônica para a face cilíndrica do pino e do furo. Segundo Jardim (JARDIM 2007), os defeitos de soldagem como falta de ligação entre as interfaces são justificáveis pela utilização inadequada das geometrias entre o furo e o pino.

Conclusão

Mesmo modificando a geometria, as falhas de adesão na solda continuaram aparecendo para a liga de alumínio Al7075. Os defeitos de soldagem como falta de ligação entre o pino e o furo podem ser decorrentes da utilização inadequada das geometrias entre a interface. Também, o torque gerado pelo motor da fresadora não é suficiente para a solda por fricção com pino consumível na liga Al7075. Apesar dos resultados obtidos com a fresadora, é possível realizar este processo com um equipamento adequado que seja capaz de transmitir a força necessária, e assim, solde o pino no metal base.

Referências

CHLUDZINSKI, Mariane; MATTEI, Fabiano; STROHAECKER, Telmo R. **Influência da força aplicada na soldagem por fricção com pino consumível em aços**. Rev. LatinAm. Metal. Mater., Caracas , v. 31, n. 2, p. 122-127, dic. 2011.

CHLUDZINSKI, M. et al. Fracture toughness of Friction Hydro-Pillar Processing welding in C–Mn steel. **Materials & Design**, [s.l.], v. 33, p.340-344, jan. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2011.07.056>.

HAN, Bing et al. AA7075 bit for repairing AA2219 keyhole by filling friction stir welding. **Materials & Design**, [s.l.], v. 51, p.25-33, out. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2013.03.089>.

MATTEI, Fabiano. **Desenvolvimento de equipamento para estudo de soldagem por fricção**. 2011. 166 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Mina, Metalurgia e de Materiais., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

JARDIM, A.P. et al. **Efeito da Geometria do Pino e do Furo no Reparo por Atrito - Resultados Preliminares**. Tecnologia em Metalurgia e Materiais, 2007.
De acordo com as normas da ABNT, apresentadas em ordem alfabética.

LI, Dongxiao et al. Investigation of stationary shoulder friction stir welding of aluminum alloy 7075-T651. **Journal Of Materials Processing Technology**, [s.l.], v. 222, p.391-398, ago. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2015.03.036>.

LEVANTAMENTO DE MAPA DE RISCOS EM LABORATÓRIOS DE ENSAIOS MECÂNICOS E METALÚRGICOS

Autores : Martina Izabel CONCATTO

Identificação autores: Bolsista PIBIC-EM/CNPq; Orientador : Mário Wolfart Júnior. IFC-Luzerna.

Introdução

Mapeamento de Riscos é uma representação gráfica dos riscos presentes no local laboral. É importante para a visualização dos trabalhadores saber sobre quais agentes estão expostos e também a prevenção adequada.

É exigido pelo Ministério do Trabalho e Previdência Social que todos os locais laborais, independente do tamanho da indústria ou instituição, utilize desse meio para promover a segurança e saúde dos trabalhadores, o mesmo deve possuir uma Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA). Como disposto na Norma Regulamentadora 5 (NR. 5), o Mapeamento de Riscos é uma atribuição da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes,.

O mapeamento é importante para que se faça um diagnóstico do local laboral, assim identificando os riscos presentes a fim de tentar minimizá-los, com o auxílio de Equipamento de Proteção Individual (EPI's), esclarecendo para os trabalhadores, docentes e discentes os riscos que estão se submetendo durante a realização de sua atividade laboral.

O processo de construção do mapeamento de riscos envolve análise dos riscos presentes nos laboratórios do Instituto Federal Catarinense (IFC). Esse levantamento irá gerar melhoras no ambiente laboral, para os servidores, alunos e comunidade, estes podendo visualizar quais são os agentes que podem lhe causar uma doença futura ou até mesmo um grave acidente, prevenindo um problema que poderia ser causado naquele local.

Este projeto deverá visar a construção de Mapeamentos de Riscos nos laboratórios de ensaios Mecânicos e Metalúrgicos do Instituto Federal Catarinense, juntamente com o projeto integrador 2, buscando conceituá-lo e desenvolvendo um conhecimento tecnológico. Baseado na necessidade de que os docentes e discentes que exercem suas funções neste local possam antever quaisquer riscos que estão expostos durante sua jornada acadêmica e laboral, até mesmo para que se conscientizem da importância dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e passem a utilizá-los durante sua atividade e também da importância da Segurança do Trabalho.

A elaboração do mapa de riscos é obrigatória e foi estabelecida na NR-5, sendo obrigatória apenas para locais e empresas que possuam CIPA, porém, nosso campus não possui e por isso vê-se a necessidade da implantação, devido ao alto grau de riscos que alguns

laboratórios possuem. Segundo a NR. 6 - “considera-se Equipamento de Proteção Individual (EPI), todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.”

Como este local foi considerado um local insalubre com o risco de grau médio, projeto deverá ser implementado nos laboratórios de ensaios Mecânicos e Metalúrgicos e futuramente em outros laboratórios; onde existem vários equipamentos como tornos, fresas, serra circular, podendo comprometer a integridade física do trabalhador.

O resultado esperado é que seja implantado o mapa de risco, em locais visíveis fazendo com que os trabalhadores e os alunos de certo modo identifiquem quais os riscos ele está exposto durante sua jornada laboral.

Materiais e Métodos

Com a observação de um trabalhador e dos laboratórios, será identificado quais os tipos de riscos ele está exposto, a gravidade durante sua jornada laboral e como esse risco poderá ser diminuído, buscando a maior segurança não apenas ao trabalhador, mas também a todo o ambiente.

Para a construção do mapa de riscos será identificado por setor, por atividade e pela quantidade de tempo que o trabalhador estará exposto a certo tipo de risco, também será avaliado como é feito o manuseamento dos equipamentos durante o trabalho.

A NR-9, no item 9.1.5 estabelece quais são os danos da saúde que os riscos físicos, químicos e biológicos podem causar durante certo tempo de exposição e a intensidade do trabalho.

Para avaliarmos o local laboral devemos fazer as seguintes avaliações:

- 1 - Riscos: ser definidos claramente qual o tipo de risco que o trabalhador está exposto: Físico, Químico, Biológico, De Acidente e Ergonômico
- 2 - Identificar a quantidade de trabalhadores, docentes e discentes que passarão nos laboratórios.
- 3 - A fonte geradora daquele risco, podendo ser uma ou várias.
- 4 - Qual é o tipo de atividade e funções que essas pessoas estão submetidas a fazer para poder ter um entendimento de como é o trabalho e quão pode ser exaustivo.
- 5 - Quais são os materiais e instrumentos utilizados durante a jornada laboral
- 6 - A avaliação quantitativa dos riscos, utilizando instrumentos como: decibelímetro para a quantidade de ruído que estes locais geram; O luxímetro definindo se a luminosidade esta adequada ao local
- 7 - O tempo de exposição como já citado deve ser avaliado por posto de trabalho e também a quantidade de horas e minutos
- 8 - Realizar um levantamento de quais acidentes já aconteceram nesse local e visualizar se já foram feitos Comunicados de Acidentes de Trabalho (CATs) em cima desses acidentes.

Para avaliarmos os locais será analisado por máquina e por procedimento, a partir dos valores obtidos com esses itens acima, será utilizado o software AutoCAD com a planta baixa do laboratório para ser colocado os riscos em cima dessa planta gerando uma melhor visualização de quais riscos as pessoas que irão entrar lá poderão estar expostas.

Os riscos serão avaliados pelo grau de exposição em cada setor e qual será o tipo de risco através das cores.

Depois de terminado todas essas avaliações, medições e desenhos, o mapa de risco é implementado na porta de cada laboratório para que possa ser melhor avaliado e também para que as pessoas se conscientizem sobre como pode ser útil equipamentos de proteção individual (EPI's) e equipamentos de proteção coletiva (EPC's) durante a jornada que o indivíduo ficará exposta a esses riscos.

Resultados e discussão

Esse projeto está em início de desenvolvimento, ou seja, poucos resultados foram obtidos, porém, já foi avaliados os métodos que foram utilizados para a construção de outro mapa de risco já desenvolvido no campus.

Todo o seu desenvolvimento irá ser baseado na NR-5 (CIPA) e suas necessidades. Devido ao grande número de acidentes que esses laboratórios podem causar ao trabalhadores e aos alunos.

Conclusão

A proposta em seu início era apenas para ser realizado como um projeto de pesquisa, sendo desenvolvido em laboratórios de ensaios mecânicos e metalúrgicos. Mas houve o interesse de alunas do projeto integrador 2 para a criação de mapa de riscos em laboratórios, com esse plano, os dois projetos se uniram criando a ideia de ser construído mapas de riscos em todos os laboratórios do *campus*.

A partir de análises de vários livros, artigos, e NR, demos o início ao desenvolvimento do projeto, começando pela avaliação qualitativa dos trabalhadores e dos alunos nos laboratórios. Foram feitas análises apenas qualitativas, pois as quantitativas exigem um maior conhecimento na área.

Após as análises, será feito o diagnóstico dos dados e a partir dele será construído o mapa de riscos, com seus devidos riscos, também, forma de diminuir esses problemas que são prejudiciais aos trabalhadores e estudantes.

O mapeamento de riscos será desenvolvido para ser implementado em cada laboratório de uma forma visível e simples para ser analisada.

Referências

1. Campos, Armando Augusto Martins - Cipa - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes: uma nova abordagem/ Armando Augusto Martins Campos- 6ºed. - São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2003.
2. Garcia, Gustavo Felipe Barbosa- Meio ambiente do trabalho : direito, segurança e medicina do trabalho/ Gustavo Felipe Barbosa Garcia. – 2. Ed. Ver., atual. e ampl. - Rio de Janeiro: Forense; São Paulo : MÉTODO, 2009.
3. BERRUEZO, Felipe Gimenez de Meira. **SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO: ANÁLISE DO IMPACTO FINANCEIRO EM UMA EMPRESA CORRESPONDENTE AS OCORRÊNCIAS DE ACIDENTES DO TRABALHO E PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA MENSURAÇÃO DOS CUSTOS ENVOLVIDOS.** 2009. Disponível em: <<http://engenharia.anhembri.br/tcc-09/prod-14.pdf>>. Acesso em: 07 abr. 2016.
4. PUC MINAS (Belo Horizonte - Mg). **Comissão interna de Prevenção de acidentes: Mapa de Risco.** Disponível em: <http://www.pucminas.br/cipa/index_padrao.php?pagina=618>. Acesso em: 15 mar. 2016.
5. WALDHELM NETO, Nestor. **O que é Mapa de Risco.** 2012. Disponível em: <<http://segurancadotrabalhonwn.com/o-que-e-mapa-de-risco/>>. Acesso em: 17 mar. 2016.
6. Vieira, Sebastião Ivone. Manual de saúde e segurança do trabalho/ Sebastião Ivone Vieira.- 2.ed.- São Paulo: LTr, 2008.

MÉTODO NUMÉRICO PARA A DETERMINAÇÃO DO MÓDULO DE TENACIDADE DE MATERIAIS A PARTIR DE ENSAIOS DE TRAÇÃO

Autores: Pedro Henrique Gwiggner SERIGHELLI¹, Cristiano José TURRA¹, David Roza JOSÉ².

¹ Graduando em Engenharia Mecânica, Instituto Federal Catarinense (IFC), Campus Luzerna, Brasil.

² Mestre em Engenharia Mecânica, professor do Instituto Federal Catarinense (IFC), Campus Luzerna, Brasil.

Introdução

A disponibilidade dos materiais nas mais diversificadas aplicações da engenharia é uma das grandes ambições dos pesquisadores da área. A pesquisa por novas ligas metálicas com boa combinação de propriedades mecânicas conflitantes (dureza, resistência mecânica, ductilidade e tenacidade) é intensa e acelerada. Para isso os laboratórios de pesquisa realizam diversos ensaios mecânicos nos materiais a fim de obter valores quantitativos dessas propriedades, garantindo a eficiência e segurança na aplicação das ligas. O ensaio de tração é um dos ensaios mais completos em termos de obtenção de propriedades mecânicas, tais como o módulo de elasticidade, limite de escoamento, resiliência, coeficiente de Poisson, limite de resistência, alongamento, limite de ruptura e tenacidade [1]. Porém os equipamentos que realizam os ensaios de tração geralmente não disponibilizam o valor imediato de algumas propriedades mecânicas, como por exemplo a tenacidade, definida como a energia necessária para a ruptura [1], obrigando o próprio usuário a calcular as propriedades não fornecidas. Para isso, Lessels desenvolveu equações objetivando calcular o valor da tenacidade [2]. Tais equações apresentam boa aproximação em alguns casos. Porém a incerteza dos resultados destas formulações por vezes beira o inaceitável, além de ser necessário saber - *a priori* - se o material é frágil ou dúctil a fim de se utilizar a formulação adequada. Para minimizar erros nos cálculos de tenacidade este estudo visou utilizar um método numérico que utiliza dados experimentais obtidos para realizar as iterações, a regra do trapézio, por ser muito fácil de se aplicar e por possibilitar uma boa aproximação do valor verdadeiro quando utilizado com um tamanho de passo muito pequeno no domínio (distância entre pontos). Estudos [3] que utilizaram esse método, mesmo com um passo muito grande, demonstraram valores satisfatórios em relação ao cálculo da tenacidade por meio do ensaio de tração.

Material e Métodos

Ensaio de Tração

O ensaio de tração foi realizado segundo a norma ASTM E8M [5], utilizando três corpos de prova do aço SAE 8620, e três corpos de prova do aço SAE 1010, em uma máquina de

ensaios universal EMIC DL 10000 com transdutor de deslocamento embutido. A velocidade de ensaio utilizada foi de $5 \frac{mm}{min}$. O corpo de prova utilizado é representado pela Figura 1.

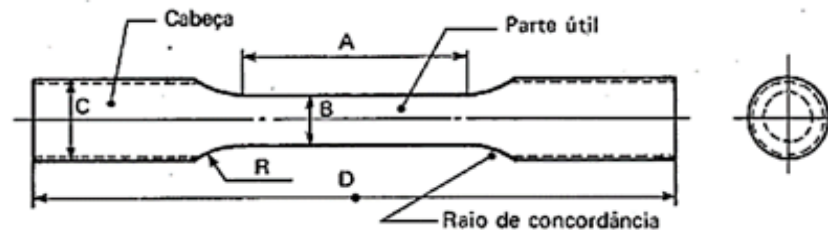


Figura 1: Representação das seções do corpo de prova utilizado. A – Comprimento base (75 mm), B – Diâmetro da parte útil (10 mm), C – Cabeça (25 mm), R – Raio de concordância, D – Comprimento total [1].

Os ensaios de tração que utilizam extensômetros de resistência elétrica que permitem a realização do ensaio até a ruptura do corpo de prova, fornecem diretamente a deformação específica do material, definida como a deformação por unidade de comprimento [mm/mm] [6], e é calculada através da Equação 1.

$$\varepsilon = \frac{(\text{comprimento final} - \text{comprimento inicial})}{\text{comprimento inicial}} \quad 1.$$

Neste estudo não foram utilizados extensômetros, e a deformação foi medida por meio do transdutor de deslocamento da garra superior da máquina de ensaios. Os pontos gerados a partir do ensaio, foram extraídos do software em um arquivo de texto (.txt), e inseridos no programa desenvolvido no MATLAB. A deformação específica foi calculada segundo a Equação 1, para que fosse possível plotar a curva Tensão x Deformação.

Formulações para Cálculo da Tenacidade

Para determinar o módulo de tenacidade existem formulações aproximadas que são utilizadas na engenharia. Seely (1947) [1] formulou uma equação para o cálculo do módulo de tenacidade para materiais dúcteis. A Equação 2 apresenta a formulação matemática descrita por Seely.

$$U_t = \frac{(\sigma_e + \sigma_m) * \varepsilon}{2} \quad 2.$$

Onde ‘ U_t ’ é a área abaixo da curva (módulo de tenacidade), ‘ σ_e ’ é a tensão de escoamento, ‘ σ_m ’ é a tensão máxima e ‘ ε ’ é a deformação específica. Esse método foi utilizado com os dados obtidos nos ensaios de tração, para comparar o método numérico com a formulação de Seely.

Regra do Trapézio

Para o cálculo do módulo de tenacidade, dado pela área abaixo da curva do gráfico Tensão x Deformação, gerado experimentalmente por ensaio de tração, utilizou-se o uma adaptação do método numérico de integração regra do trapézio, denominado regra do trapézio para segmentos desiguais [4]. Esta regra geometricamente, consiste em aproximar a integral de uma curva, pelas áreas de trapézios descritos sob esta curva, determinados por retas $f(x_1)$ até $f(x_2)$ em um passo ' x_1 ' até ' x_2 ', $f(x_2)$ até $f(x_3)$ em um passo ' x_2 ' até ' x_3 ' e assim sucessivamente como mostra a Figura 2.

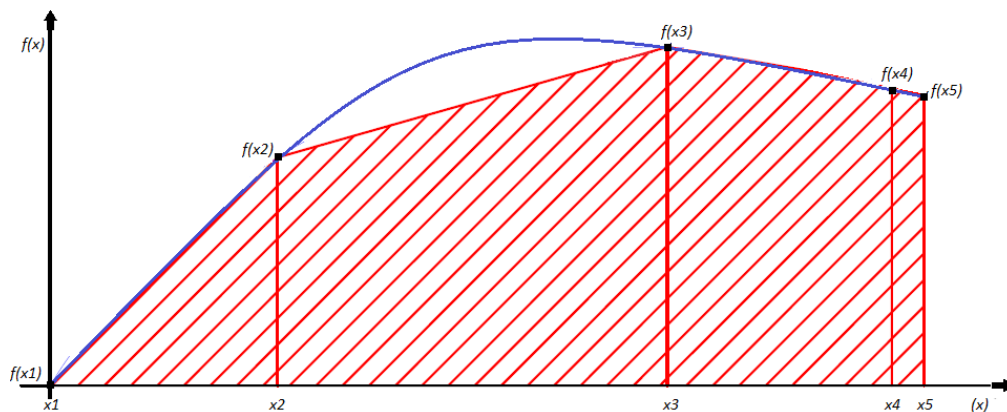


Figura 2: Regra do Trapézio para segmentos desiguais.

Onde a linha azul é a curva que descreve a função a qual está sendo aplicada a integração, e as regiões hachuradas são as áreas dos trapézios aplicados a curva. Desta forma o resultado da integral pela regra do trapézio para segmentos desiguais é dado pela Equação 3.

$$I = h_1 * \frac{f(x_2) + f(x_1)}{2} + h_2 * \frac{f(x_3) + f(x_2)}{2} + \dots + h_n * \frac{f(x_n) + f(x_{n-1})}{2} \quad 3.$$

Onde ' h_1, h_2, \dots, h_n ' são as bases dos trapézios multiplicando suas respectivas alturas médias.

Resultados e discussão

O software da máquina de ensaios forneceu os vetores do tempo, deformação e força. A tensão foi calculada dividindo-se o vetor força pela área da seção transversal do corpo de prova.

Cálculo do Módulo de Tenacidade pela Formulação de Seely

Os ensaios de tração forneceram os valores de tensão de escoamento (σ_e), tensão máxima (σ_m) e deformação específica (ϵ). Com essas informações, foi utilizada a

formulação de Seely [2] para calcular o módulo de tenacidade. A Tabela 1 apresenta os valores do módulo de tenacidade para cada ensaio realizado.

Tabela 1: Cálculo do módulo de tenacidade para os aços SAE 1010 e SAE 8620.

Material	σ_e [MPa]	σ_m [MPa]	ϵ [$\frac{mm}{mm}$]	U_t [$\frac{N*mm}{mm^2}$]
SAE 1010	293	350	0,385	124
	330	349	0,405	139
	381	427	0,425	171
SAE 8620	350	541	0,257	114
	360	558	0,273	125
	360	562	0,275	126

Regra do Trapézio

O programa desenvolvido permite calcular o módulo de tenacidade para ensaios de tração com uso de extensômetros de resistência elétrica, bem como por meio do transdutor de deslocamento embutido (da própria máquina de ensaios).

A Figura 3 mostra o gráfico obtido pelo programa desenvolvido para o Corpo de prova A do aço SAE 1010.

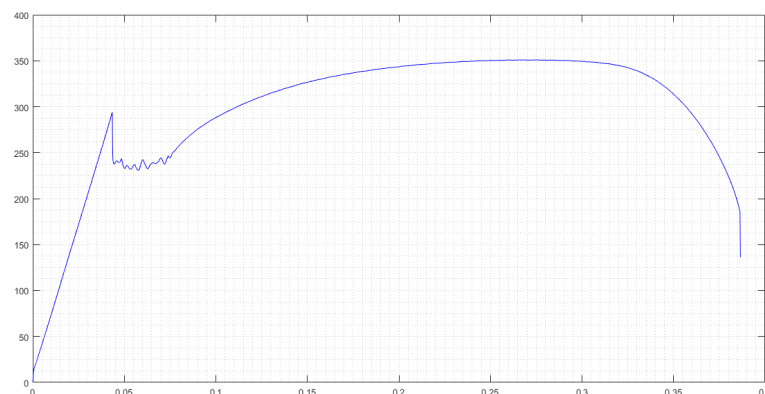


Figura 3: Gráfico Tensão [MPa] x Deformação específica [mm/mm] SAE 1010 - Corpo de prova A.

A Figura 4 mostra o gráfico obtido no ensaio de tração realizado para o corpo de prova A do aço SAE 8620.

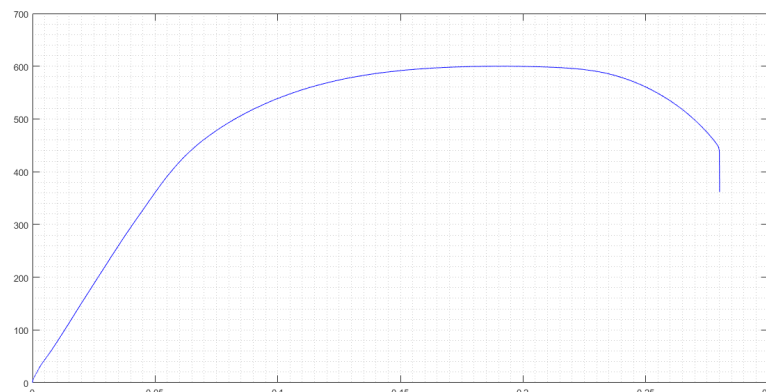


Figura 4: Gráfico Tensão [MPa] x Deformação específica [mm/mm] SAE 8620 - Corpo de prova A.

A Tabela 2 apresenta os valores calculados pelo programa desenvolvido, para o módulo de tenacidade ‘ U_t ’.

Tabela 2: Módulo de tenacidade calculado pelo método dos trapézios.

Material	Corpo de Prova	U_t [$\frac{N*mm}{mm^2}$]
SAE 1010	A	115
	B	118
	C	153
SAE 8620	A	114
	B	120
	C	123

Conclusão

Após a realização dos ensaios de tração e da aplicação dos métodos numéricos para o cálculo do módulo de tenacidade, os autores deste trabalho concluíram que:

- O arquivo programado desenvolvido pelos autores apresenta maior exatidão para o cálculo do módulo de tenacidade em relação às formulações de Seely, já que o módulo de tenacidade é definido como a área abaixo da curva, e os métodos utilizados são próprios para cálculos de áreas;
 - Os vetores originados pelo ensaio de tração (tensão e deformação), possuem um tamanho de passo consideravelmente pequeno devido à baixa velocidade de ensaio, garantindo uma boa estimativa no cálculo do módulo de tenacidade.
 - Curvas Tensão x Deformação com maiores oscilações são mais suscetíveis a erros pelas formulações de Seely.

Referências

- [1] SOUZA, S. A: Ensaios Mecânicos de Materiais Metálicos. 5 Ed. São Paulo: Blucher, 1982. 286 pág.
- [2] LESSELLS, J. M. Strength and Resistance of Metals. New York: John Wiley e Sons Inc, 1954.
- [3] LEMOS, G. V. B.; VIEIRA, D. M. M.; SANTOS, B. P. dos. O efeito da velocidade de deformação no ensaio de tração de um aço SAE 4340. p. 8, 2013.
- [4] CHAPRA, S. C. Applied Numerical Methods with MATLAB for Engineers and Scientists. 5 Ed. São Paulo: Mc Graw Hill, 2008. 809 pág.
- [5] TESTING, A. S. for; MATERIALS. ASTM e 8m standart test metals for tension testing of metalic materials. 28 pág, 2013.
- [6] BEER, F. P.; JR., E. R. J. Resistência dos Materiais. 5 ed. Porto Alegre: Pearson, Makron Books, 2011. 800 pág.

PERCEPÇÃO DE UM GRUPO DE PARATLETAS DO MEIO OESTE CATARINENSE SOBRE A PROTEÇÃO CONSTITUCIONAL DAS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA – PCD.

Autores: Adriane SIGNORI¹, Illyushin ZAAK SARAIVA².

Informações adicionais: Trabalho relativo ao projeto de extensão “Elaboração do Texto Científico na Ciência Aplicada”.

Palavras-Chave: Inclusão Social. Pessoas com Deficiência. Proteção Constitucional.

Introdução

Ao longo da história, a cultura influenciou as perspectivas em relação às pessoas com deficiências – PCD. A aceitação social das pessoas com deficiência evoluiu de acordo com as políticas sociais, econômicas e culturais da sociedade (JANUZZI, 2004). Desse modo, destacam-se os movimentos históricos, determinantes para o aparecimento de novas formas de garantia de direitos das pessoas com deficiências.

Ao contextualizar as deficiências, refere-se a conceitos lógicos e positivistas através de uma concepção do século XIX, que traz ideia de inatividade ou de anormalidade. A história das deficiências é marcada por grandes lutas e muito preconceito (GARCIA, 2003). As PCD, no decorrer da história, carregam uma imagem de deformação de corpo e mente. As crianças com deficiência eram na antiguidade pagãs abandonadas em cestos ou em lugares sagrados, e os que sobreviviam eram explorados nas cidades ou tornavam-se atrações de circos. O nascimento de uma pessoa com deficiência era encarado como castigo de Deus, “feitiço” ou eram eles mesmos tidos como bruxos, seres diabólicos que deveriam ser castigados para serem purificados, e há registros de que algumas crianças com deficiência que foram abandonadas e serviram de alimentos para animais (TEIXEIRA, 2010).

Na idade média, a Igreja católica constituiu-se como aliada das PCD, pois as acolhia, amparando-as, lhes dando abrigo, pois com o surgimento do cristianismo no Império Romano, surge a caridade, aparecendo também o primeiro hospital de caridade que abrigava pessoas com deficiências, e as demais pessoas que eram encaradas pela sociedade como indigentes. Segundo Jannuzzi (2004) em meados de

[...] 1726, foram criadas as chamadas rodas de expostos onde as crianças eram colocadas e as religiosas as acolhiam, dando alimentação, educação, moradia e cuidados necessários. Neste momento surgiu o movimento das ideologias e organização social da sociedade frente às pessoas com deficiência (JANUZZI, 2004, p.9).

No Brasil moderno, o número acentuado de PCD está relacionado, principalmente, com fenômenos de ordem socioeconômica como a precariedade da alimentação, as péssimas condições de higiene ou ainda os elevados graus de violência, passando por característica do mundo do trabalho como os acidentes, e também com características congênicas como as más formações, além de outras (JANUZZI, 2006).

Só a partir da promulgação da Constituição Federal de 1988, que as pessoas com deficiência passaram a ser sujeitos de direitos garantidos por Lei, estampando então a partir desse momento as suas contradições e conflitos (BRASIL, 1988).

O objetivo deste estudo é analisar a percepção dos Paratletas associados à Associação Regional dos Atletas com Deficiência do Meio Oeste Catarinense – ARAD, localizada em

1 Assistente Social da ARAD, Graduada pela UNOCHAPECÓ. E-mail: signoriadri@gmail.com

2 Especialista em Educação Empreendedora (UFSJ); Professor do IFC Campus Luzerna; illyushin.saraiva@luzerna.ifc.edu.br

Joaçaba, sobre temas de relevo no que diz respeito aos direitos das pessoas com deficiência e sobre a evolução da legislação que garante acesso aos direitos para estas pessoas.

Material e Métodos

Esta pesquisa foi desenvolvida tendo como sujeitos principais de análise os Paratletas da ARAD, fundada em 2006, sendo que foram entrevistadas 10 pessoas.

O método de pesquisa utilizado foi o método dialético. O método dialético é mais utilizado pelas ciências humanas e sociais, pois tornam-se questões interessantes para compreensão e explicação de fenômenos que se relacionam com os destinos dos seres humanos na vida em coletividade (MINAYO, 1998).

O instrumento de pesquisa utilizado foi o questionário com perguntas semiestruturadas, onde o pesquisador assume o papel de observador e explorador. Os dados foram coletados com 10 Paratletas da ARAD previamente selecionados através dos critérios de conveniência, dada a proximidade da autora principal.

A abordagem da pesquisa é de cunho qualitativo. Este tipo de pesquisa tem uma relação indissociável entre o mundo real e o sujeito. Os dados foram analisados e traduzidos de forma descritiva. Além do procedimento de coleta de dados com os sujeitos da pesquisa, ocorreu anteriormente, na fase de planejamento da pesquisa, uma consulta aprofundada em periódicos, artigos, relatórios e outros documentos técnicos e científicos de autores especializados no estudo das pessoas com deficiência. Nessa etapa inicial, foi pesquisada sobretudo a origem da Associação ARAD. Também houve a elaboração de um relatório fotográfico-descritivo sobre os paratletas e temas gerais da pesquisa.

Com base nos dados coletados foi composto um banco de dados no software Microsoft Excel®, a partir do qual foram efetuados tratamentos de estatística descritiva, dos quais foram elaborados gráficos que norteiam a análise descritiva aqui apresentada.

Resultados e discussão

Inicialmente, apresenta-se a Figura 1 com gráfico que expõe a percepção dos entrevistados em respeito ao acesso a direitos.

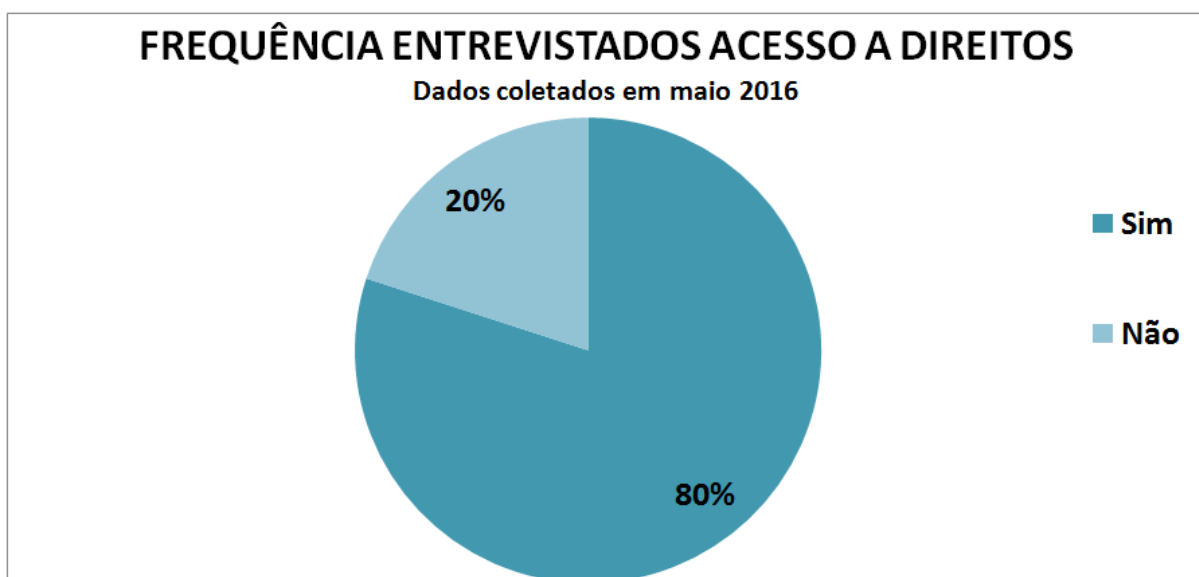


Figura 1 – Gráfico da Percepção dos Entrevistados sobre “Acesso aos Direitos”
Fonte: Elaborado por Adriane Signori e Illyushin Zaak Saraiva (2016)

O Gráfico da Figura 1, de acordo com a análise dos autores, demonstra uma percepção excessivamente positiva deste público em relação ao acesso aos direitos, o que talvez seja fruto de décadas de falta de acesso aos mesmos.

A Figura 2 apresenta a percepção dos entrevistados em relação às transformações ocorridas nos últimos anos no que se refere à legislação e garantias legais

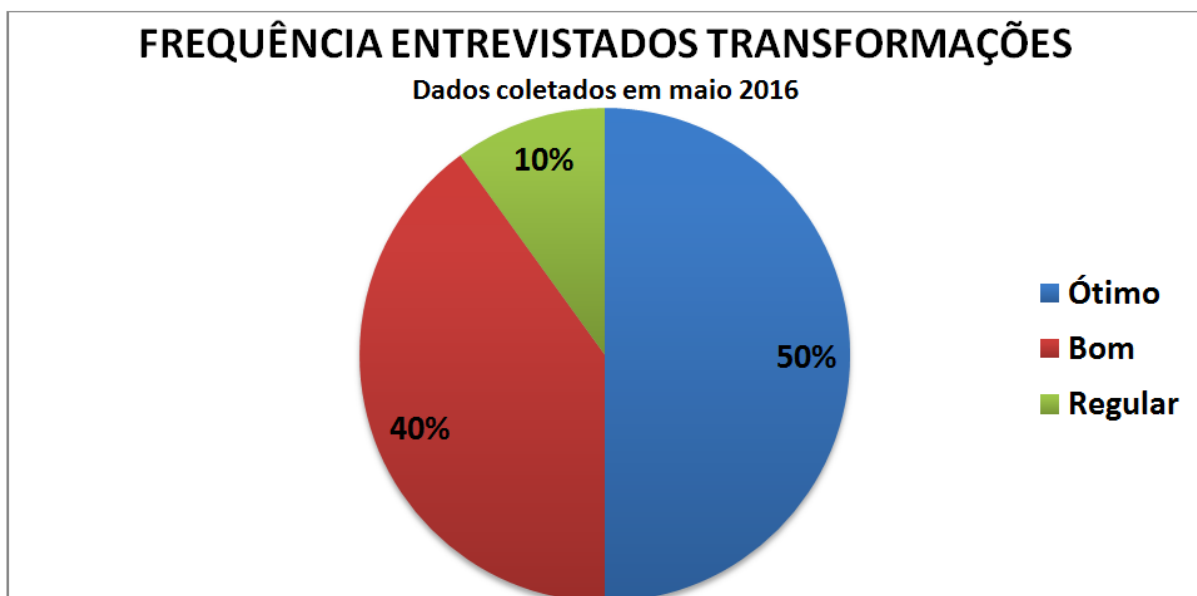


Figura 2 – Percepção dos Entrevistados em Relação às Transformações Recentes
Fonte: Elaborado por Adriane Signori e Illyushin Zaak Saraiva (2016)

De acordo com o gráfico acima 50% dos entrevistados caracterizam como ótimas as transformações ocorridas no decorrer dos anos com as legislações vigentes.

A Figura 3 traz a percepção dos entrevistados sobre o conceito de Inclusão Social.

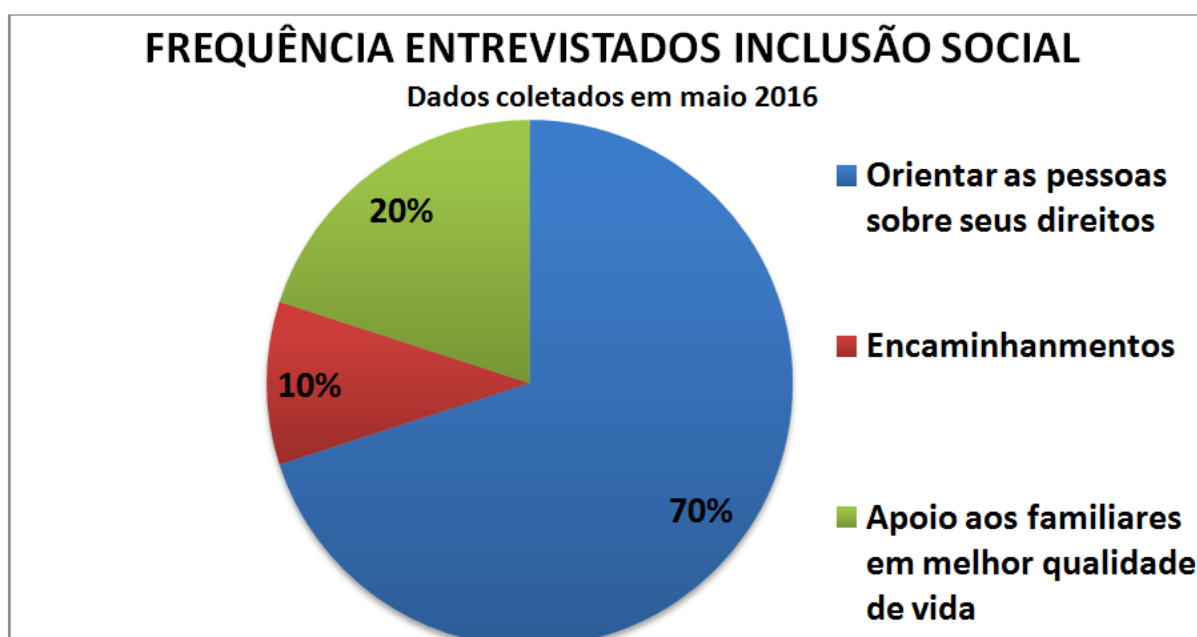


Figura 3 – Percepção dos Entrevistados sobre “Inclusão Social”

Fonte: Elaborado por Adriane Signori e Illyushin Zaak Saraiva (2016)

Percebe-se que para 70% dos entrevistados a Inclusão Social diz respeito a “orientar as pessoas sobre seus direitos”.

Sobre a Figura 4 a seguir, a mesma traz a distribuição da percepção dos entrevistados sobre a importância da atuação do Profissional Assistente Social.

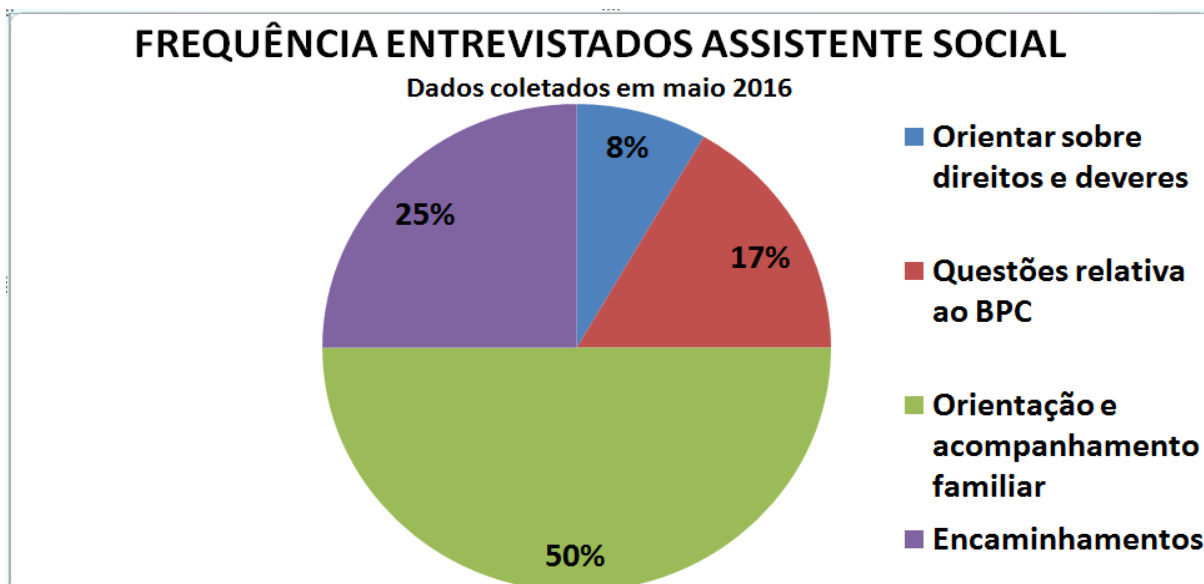
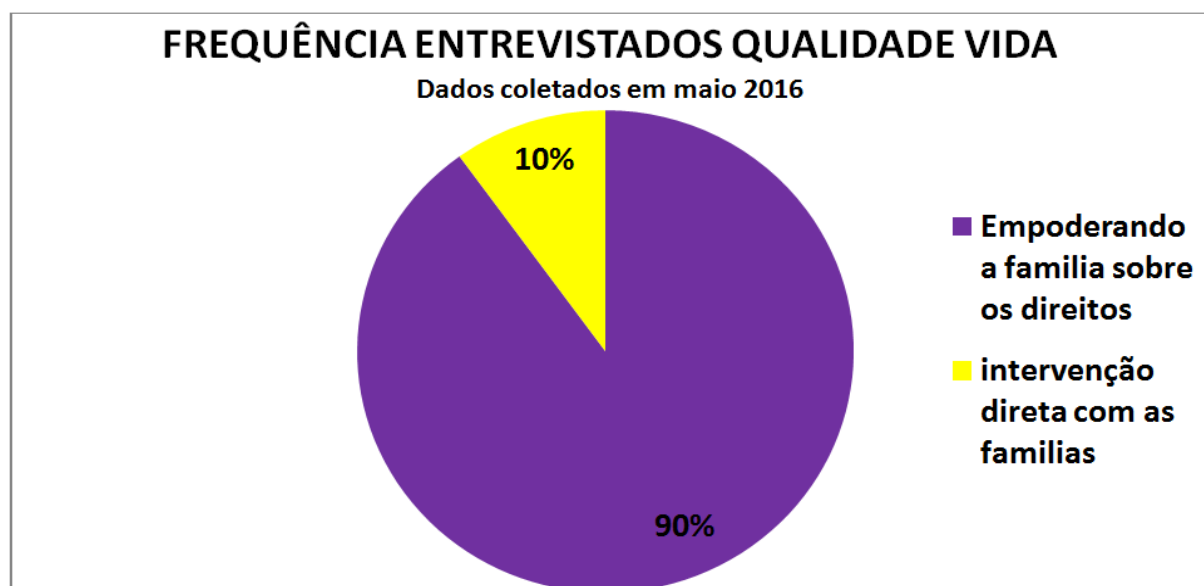


Figura 4 – Gráfico da Percepção dos Entrevistados sobre Importância da Assistente Social³
Fonte: Elaborado por Adriane Signori e Illyushin Zaak Saraiva (2016)

Para 50% dos entrevistados a atuação da Assistente Social diz respeito à Orientação e Acompanhamento Familiar.

A Figura 5 apresenta a percepção dos entrevistados sobre qualidade de vida.



³ BPC se trata do Benefício de Prestação Continuada, correspondente a 1 salário mínimo, previsto na constituição.

Figura 5 – Gráfico da Percepção dos Entrevistados sobre “Qualidade de Vida”

Fonte: Elaborado por Adriane Signori e Illyushin Zaak Saraiva (2016)

Observa-se no gráfico da Figura 5 que 90% dos entrevistados atribuem a qualidade de vida ao empoderamento da família sobre os direitos conquistados, o que é notável no Brasil.

A seguir, as considerações finais.

Conclusão

Este artigo teve como objetivo analisar a percepção dos Paratletas associados à ARAD, localizada em Joaçaba, sobre temas de relevo no que diz respeito aos direitos das pessoas com deficiência e sobre a evolução da legislação que garante acesso aos direitos para esta população.

Foram entrevistados 10 paratletas militantes da associação, tendo sido os dados tratados numa perspectiva dialética, a partir da qual foi composto um banco de dados, e construídos gráficos de frequência simples sobre temas específicos da entrevista.

Os dados mostram de uma maneira geral, uma percepção positiva dos entrevistados em relação aos avanços na legislação e nos direitos à população com deficiência, e alguns fatos de interesse para o Serviço Social, como por exemplo, a importância do trabalho do Assistente Social para o acesso à garantia dos direitos, bem como a percepção sobre a qualidade de vida como empoderamento da família sobre os direitos conquistados.

Espera-se que este trabalho contribua com as pesquisas vigentes no Brasil sobre direitos das pessoas com deficiência, e sugere-se à pesquisa estudos similares sobre grupos organizados de pessoas com deficiência em cidades de porte pequeno e médio.

Referências

- BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Texto compilado até a inclusão da emenda constitucional nº 91 de 2016. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm> Acesso em: 28 jun. 2016.
- GARCIA, E. M. S. A proteção da pessoa portadora de deficiência e seu fundamento no princípio da dignidade humana. In: ARAUJO, Luiz Alberto David (Coord). *Direito da pessoa portadora de deficiência: uma tarefa a ser completada*. Baur: EDITE, 2003.
- JANNUZZI, G. S. M. *A educação do deficiente no Brasil: dos primórdios ao início do século XXI*. Campinas: Autores Associados, 2004.
- MINAYO, Maria Cecília de Souza (org). *Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade*. 6ª Edição. Petrópolis: Editora Vozes, 1988.
- TEIXEIRA, M. C. A. *Políticas públicas para pessoas com deficiência no Brasil*. Dissertação de Mestrado em Administração de Empresas, Escola de Administração de Empresas de São Paulo, 2010.

PERSISTÊNCIA DA VISÃO

Autores: Felipe ESTREME, Matteus Araujo OUVENEY, Giovanni PASETTI

Identificação autores: Aluno; Orientador IFC-Campus Luzerna

Introdução

A persistência da visão, ou persistência retiniana, designa o fenômeno ou a ilusão provocada quando um objeto visto pelo olho humano persiste na retina por uma fração de segundo após a sua percepção NAMIKATA *et al.* (2010). A percepção não é instantânea, sendo necessário um período de latência relativo a cada cor para que a imagem seja captada. Segundo NAMIKATA *et al.* (2010), o tempo de permanência de uma imagem na retina é de aproximadamente 1/10 de segundo. Assim, a projeção de imagens com uma frequência superior, incorpora-se na retina sem interrupção. A persistência da visão tem grande importância tanto na área da indústria quanto na área acadêmica, pois através dos estudos e descobertas feitas, foram desenvolvidos diversos equipamentos para a captação de movimento. Os primeiros aparelhos projetados eram formados por discos com várias imagens coladas em posições diferentes, que ao serem rodados, davam a impressão de mobilidade. O objetivo deste trabalho é demonstrar, através de um conjunto de LEDs sincronizados por um microcontrolador, o fenômeno causado pela persistência da visão. Utilizando uma única coluna formada por 8 LEDs, é possível criar a ilusão de uma combinação de letras predefinidas, escritas quando o conjunto estiver em movimentação contínua.

Material e Métodos

Por ser compacto e apresentar uma memória *flash* de tamanho razoável LIMA(2009), foi utilizado um microcontrolador Atmega 8 para fazer o controle da sincronização dos LEDs. Para gerar a movimentação contínua do sistema, foi adotado um *cooler* com rotação aproximada de 2.500 rpm. Todo o circuito (incluindo resistores, capacitores diodos e regulador de tensão OLIVEIRA *et al.* (2010)) é montado em um *proto-board*, fixado no eixo do *cooler*, conforme mostrado na Figura 1. Os 8 LEDs, enfileirados na extremidade do *proto-board*, são ligados e desligados sistematicamente. Para a correta sincronização do conjunto, um sensor óptico é responsável por detectar o início de cada rotação. Este sensor envia um sinal para o microcontrolador que controla o período de tempo em que cada LED ficará aceso, criando desta forma, a ilusão das letras pré-definidas na programação.

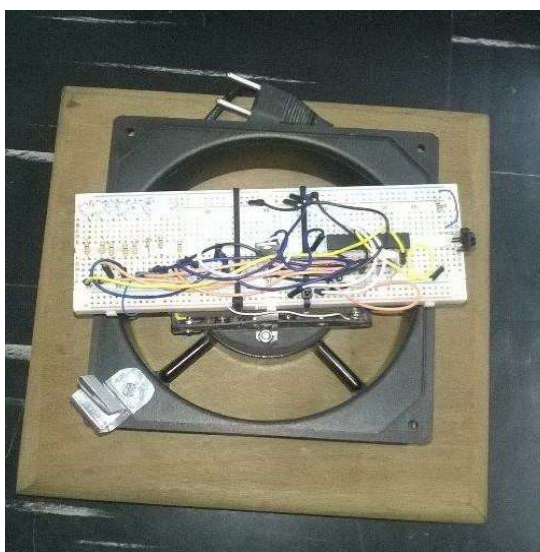


Figura 1: Circuito montado no proto-board

Resultados e discussão

O objetivo proposto, de mostrar na prática os efeitos gerados pela persistência da visão, foi alcançado com êxito. Conforme pode-se observar na figura 2, foi possível escrever através da sincronização e movimentação dos LED as palavras “IFC”. A forma com que o microcontrolador foi programado permite alterar facilmente as letras escritas, visto que a temporização do acendimento de cada LED, para cada letra do alfabeto, já está predefinida, bastando apenas escolher o que será escrito.



Figura 2: Protótipo em funcionamento.

Conclusão

Além dos conceitos aprendidos relativos a persistência da visão, o trabalho proposto permitiu a aplicação na prática das técnicas de programação de microcontroladores. Foi possível verificar, por exemplo, a capacidade do dispositivo em responder de forma imediata e satisfatória aos sinais de entrada (sensor óptico) e saída (LEDs) do sistema. Comprovou-se desta forma, que é possível através de uma eletrônica simples desenvolver sistemas que exigem um tempo de resposta rápido como é o caso de projetos baseados na persistência da visão.

Referências

- LIMA, Charles Borges de. Os poderosos Microcontroladores AVR. Florianópolis: Departamento de Eletrônica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, 2009. 143 p.
- OLIVEIRA, André Schneider de; ANDRADE, Fernando Souza de. Sistemas embarcados: hardware e firmware na prática. 2. ed. São Paulo: Érica, 2010.
- NAMIKATA, Claudio Akio; SANTOS, Eduardo Domanski dos; FARAH, Ricardo Martins Oliveira. Globo De leds. 2010. 40 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia da Computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

POR UM MODELO EXPLICATIVO DO SISTEMA BRASILEIRO DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES DE TRABALHO E DOENÇAS OCUPACIONAIS.

Autores: Vania FELTRIM¹, Illyushin ZAAK SARAIVA².

Informações adicionais: Trabalho relativo ao projeto de extensão “Elaboração do Texto Científico na Ciência Aplicada”.

Palavras-Chave: Acidentes do Trabalho. Segurança do Trabalho. Prevenção de Acidentes.

Introdução

A questão acidentária bem como as doenças desencadeadas pela execução de atividades laborais tem grande impacto na sociedade. A literatura especializada mostra que ocorreu uma evolução ao longo dos anos, cada período trazendo a forma de tratamento mais adequada para com os trabalhadores e as condições em que trabalham (JARDIM, 2015).

Conceitos basilares permitem um conhecimento mais aprofundado sobre o assunto supracitado, sendo fundamental a compreensão destes, também como método de análise de responsabilidade civil pela ocorrência do caso fortuito. Através do real conhecimento referente aos acidentes de trabalho e doenças ocupacionais, procura-se buscar meios apropriados para melhorar ainda mais a proteção dos trabalhadores com a finalidade de diminuir ou evitar que estes ocorram com os trabalhadores que laboram em condições que favorecem a ocorrência de infortúnios no ambiente de trabalho (JARDIM, 2015).

E diante desta pesquisa sobre as fontes teóricas de base é possível conhecer profundamente as consequências dos acidentes de trabalho sobre o ser humano.

A Carta Magna de 1988 (BRASIL, 1988), preconiza a proteção do indivíduo frente ao trabalho, pois não considera que este tenha sido criado para o trabalho, mas ao contrário o trabalho foi criado para o homem em detrimento da satisfação de suas necessidades imprescindíveis – sendo uma delas a qualidade do ambiente em que vive, onde desempenha suas funções e estabelece relações interpessoais, as quais afetam valorosamente de forma física e psicológica cada indivíduo.

O ambiente de trabalho tem grande influência na qualidade de vida e na saúde dos colaboradores (JARDIM, 2015) pois, desempenhando suas funções em um ambiente totalmente desprovido das necessidades básicas, expõe-se a agentes que podem prejudicar sua integridade, ficando sujeito ao acontecimento de acidentes, bem como doenças ocupacionais. Neste sentido, é de fundamental importância tornar o ambiente de trabalho um local agradável, que assegure a proteção para os colaboradores, conforme Jardim (2015), explana:

Torna-se imprescindível voltar o olhar para a importância de lhe ser dada tutela jurídica, a fim de garantir condições mínimas de dignidade para o bom desempenho do trabalho, devendo ser desenvolvido de forma hígida e salubre, visando à incolumidade física e psíquica daquele que labora. O meio ambiente laboral é o lugar onde as pessoas passam uma parcela considerável de suas vidas. Os efeitos das atividades desenvolvidas transcende a esfera de trabalho atingindo diretamente as demais áreas de convivência e à qualidade de sua vida enquanto laboradores (JARDIM, 2015, p. 36).

Considera-se ambiente do trabalho todo:

O local onde as pessoas desempenham suas atividades laborais, sejam remuneradas ou não, cujo equilíbrio está baseado na salubridade do meio e na ausência de agentes

¹ Bacharel em Direito, UNOESC; Técnica administrativa. E-mail: vania.feltrin@hotmail.com

² Especialista em Educação Empreendedora (UFSJ); Professor do IFC Campus Luzerna; illyushin.saraiva@luzerna.ifc.edu.br

que comprometam a incolumidade físico-psíquica dos trabalhadores, independentemente. (TORTELLO, 1996, p. 28).

O presente artigo, de corte longitudinal e alcance delimitado pela realidade brasileira contemporânea, busca, com base em farta pesquisa documental, apresentar os métodos e técnicas de prevenção de acidentes e doenças do trabalho atualmente praticados no Brasil.

Espera-se verificar a eficácia dos mesmos na diminuição de danos laborais, além de iniciar a composição de um quadro explicativo do conjunto das políticas brasileiras de prevenção de acidentes e de proteção à saúde dos trabalhadores.

Material e Métodos

Nesta pesquisa está em constante uso a metodologia bibliográfica.

A coleta de informações foi eminentemente documental, utilizando-se de doutrinas, legislações dentre outros.

Parte-se do princípio de que há métodos preventivos já consolidados no universo empresarial brasileiro, tais como Equipamentos de Proteção Individual – EPI, Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA, Profissional de Segurança, além dos Treinamentos em Segurança do Trabalho, além de extensa legislação protetiva.

Com base nos dados coletados, e fundamentando-se em teorias sobre as causas de acidentes, com respaldo em textos legais, será possível construir um modelo explicativo capaz de apontar para a eficácia das medidas preventivas de acidentes, trazendo benefícios não apenas acadêmicos, mas também jurídicos, profissionais e sociais.

Resultados e discussão

Em análise sistemática dos dispositivos da Constituição Federal, compreende-se que o Estado Brasileiro não tolera nenhuma atividade que exponha a vida, a integridade física e a segurança dos trabalhadores ao risco. Em alguns períodos da história, dentre os sistemas familiares, corporativos e domésticos não cogitava-se medidas preventivas ou indenizatórias no caso do trabalhador ter sua capacidade para o trabalho diminuída. (CAMPOS, 1996).

Nos primórdios era notável o descaso com o trabalhador, mas aos poucos pequenas iniciativas começaram a mudar a visão em relação ao indivíduo que labutava diariamente totalmente desprotegido. Foi necessário criar normas que garantissem um ambiente adequado em todos os aspectos evitando que o trabalhador pudesse prejudicar-se devido a agentes nocivos para sua saúde. Determinou-se através do Direito condições mínimas a serem observadas, como sanções e a fiscalização adequada (MARTINS, 2008). Os princípios fundamentais contidos na Constituição Federal prevêm a proteção integral do indivíduo, conforme Rizzatto (2009, p. 37):

Destaca-se, portanto, como princípio basilar o artigo 1º, III da referida Carta Magna, que é o princípio fundamental da dignidade da pessoa humana. Portanto, todo ser humano tem direito a uma vida digna, e o meio ambiente do trabalho deve tê-lo como parte integrante de sua plataforma, pois, como preceitua o artigo 225, a vida deve ser de qualidade, e para que o trabalhador tenha uma vida com qualidade, torna-se necessário um trabalho decente e em condições seguras (RIZZATTO, 2009, 37).

A Lei n. 8.213/91 (BRASIL, 1991) conceitua o acidente de trabalho, primeiro no sentido restrito, depois no sentido amplo ou por extensão (MONTEIRO; BERTAGNI, 2000).

Assim, define-se acidente de trabalho aquele sofrido no momento em que o trabalhador está desempenhando suas funções na empresa, causando lesão corporal e reduzindo de forma temporária ou definitiva a capacidade para desempenhar seu trabalho. Conforme determina a Lei 8.213/91, art. 19, (BRASIL, 1991) acidente de trabalho é aquele ocorrido em função do serviço desempenhado na empresa, gerando perturbação funcional, lesão ou a morte (TORTELLO, 1996).

Algumas profissões são mais passíveis ao desenvolvimento de doenças ocupacionais devido ao tipo da função e a condição exigida para desempenhá-la. Führer (2005) não considera a maneira como é realizada a atividade um fator condicionante para o desencadeamento de uma doença laboral, mas sim pelo tipo de profissão exercida. Já para Monteiro e Bertagni (2000), uma doença ocupacional é desencadeada devido às condições em que é realizado o trabalho ou relacionado diretamente a ele. Devido às doenças serem atípicas, é necessário comprovar o nexo de causalidade com a atividade trabalhista (FÜHRER, 2005).

A proteção jurídica para a saúde do indivíduo que labora, é um tema aflitivo, devido às consequências traumáticas que incapacitam, ou levam a morte o trabalhador, refletindo na família e na sociedade. Já não é possível ignorar esse assunto, mesmo com tantos avanços tecnológicos, princípios jurídicos e dispositivos legais que preconizam a dignidade do trabalho (OLIVEIRA, 2001).

Nesse sentido criou-se Convenções, que estabelecem a necessidade e o direito à informação e treinamentos apropriados no que se refere ao risco das atividades. (OLIVEIRA; 2001). Um método que vem sendo utilizado é a segurança no trabalho desenvolvida por profissionais formados na área com conhecimentos técnicos, fundamentais para compor um bom planejamento e execuções de programas preventivos e procedimentos de segurança, este profissional atua dentro do ambiente de trabalho formando uma relação entre empregado e empregador.

Diante desta necessidade, buscou-se criar uma entidade dentro do ambiente de trabalho para controlar, prevenir e buscar as adequações necessárias, a fim de que o trabalhador auxilie na prevenção e proteção. A entidade CIPA - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes assegura aos trabalhadores mecanismos para que haja a segurança e medicina do trabalho (MARTINEZ, 2011). Assim conforme destaca Martinez (2011), a CIPA organiza-se da seguinte forma:

A CIPA será composta de representantes do empregador e dos empregados, de acordo com o dimensionamento previsto no Quadro I da NR-5 do Ministério do Trabalho e Emprego. Registre-se que a exigibilidade da ora analisada comissão depende do número de empregados no estabelecimento e, também, do setor econômico em que a empresa atua. [...]. Em outras palavras: na eleição para representante da CIPA o voto é facultativo e permitido, indiferentemente, a quem seja ou não associado ao sindicato. O empregador designará entre seus representantes o presidente da CIPA, e os representantes dos empregados escolhe entre os titulares o vice-presidente. O mandato dos membros eleitos da CIPA terá duração de um ano, permitida uma reeleição (MARTINEZ, 2011, p. 57).

O desempenho de uma função, além de habilidade, requer conhecimento na área, e meios que impeçam que a realização desta atividade prejudique a integridade do indivíduo que a execute. Além disso, a empresa tem a obrigação de fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI – Equipamento de Proteção Individual, de fabricação nacional ou estrangeira, de uso individual para a proteção da saúde e integridade do trabalhador (VIANNA, 2000).



Discorre Melo (2010), no que refere-se a obrigação de fornecer os EPIs – Equipamentos de Proteção Individual, que esta é do empregador de forma adequada a função desempenhada e ao tipo físico do usuário, de forma gratuita e em perfeito estado de conservação, que ofereçam completa proteção ao trabalhador. Além de fornecer tais equipamentos a empresa, tem o compromisso de orientar e treinar os funcionários no que se refere ao uso correto e conservação dos EPIs, substituí-los quando danificados responsabilizando-se, periodicamente, pela higienização e manutenção conforme previsão na CLT -Consolidação da Leis do Trabalho em seu artigo 166 (BRASIL, 1943).

Os resultados apresentados se referem quando compreende-se que o trabalho é determinante para o constante desenvolvimento da sociedade, sendo ligado diretamente com a qualidade de vida de cada trabalhador. Por isso é tão importante buscar o conhecimento de cada função, suas características, a maneira que é desempenhada e quais os materiais e técnicas utilizadas durante o processo de produção. Dessa forma, é possível observar as necessidades de prevenção e produção dentro do ambiente de trabalho, para posteriormente utilizar de todos os meios necessários no intuito garantir a segurança do trabalho, para cada indivíduo. É de extrema importância sempre seguir o que preconiza a legislação, e observá-la atentamente, pois seguindo esses cuidados em detrimento dos prestadores de serviço, é possível tornar o ambiente de trabalho um lugar saudável. Um trabalhador que receba todas as informações, cuidados e um ambiente favorável para desempenhar suas atividades sente-se motivado e com qualidade de vida.

Conclusão

A legislação e a doutrina internacionais partem do princípio da dignidade humana como integrando o direito à qualidade de vida para todos os indivíduos, incluindo-se o ambiente de trabalho local onde o trabalhador passa maior parte de sua vida e influenciando de maneira direta na sua saúde. Identificar fatores de risco facilita a execução de medidas preventivas e protetivas.

Em função disto, em cada país e época criaram-se normas em relação aos acidentes de trabalho e as doenças ocupacionais, e a busca constante de garantias e proteção pelo próprio trabalhador trouxe excelentes mudanças na legislação trabalhista. O Estado, por sua vez, garante ao trabalhador a proteção através da concessão benefícios que lhe são de direito.

Como se percebeu no presente artigo, diante de conceitos basilares no âmbito acidentário, compreende-se de forma efetiva os diversos fatores que influenciam o acontecimento de acidentes e doenças laborais, bem como os efeitos degenerativos que prejudicam a integridade dos trabalhadores. Determinadas funções exercidas geram mais perigo e risco, sendo necessária maior atenção do empregado e principalmente do empregador.

No que se refere aos acidentes de trabalho e doenças ocupacionais, a informação é um dos meios mais eficazes para a proteção dos que laboram em condições que favorecem a ocorrência destes infortúnios, o uso de materiais adequados, EPIs e o acompanhamento de profissional da área de Segurança no trabalho também são fundamentais.

A pesquisa realizada possibilitou analisar recursos eficazes para reduzir a ocorrência dos acidentes trabalhistas e doenças ocupacionais, sendo que toda essa análise baseou-se em fundamentos legais, teorias gerais. Por fim, considera-se que as normas de proteção ao trabalhador quando realmente cumpridas, os métodos de segurança quando são devidamente utilizados e todas as informações necessárias são repassadas para que o funcionário saiba

manusear ferramentas, máquinas, bem como os equipamentos de segurança, será possível que ocorra uma prevenção efetiva de possíveis doenças laborativas e de futuros acidentes.

Referências

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Texto compilado até a inclusão da emenda constitucional nº 91 de 2016. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm> Acesso em: 28 jun. 2016.

BRASIL. *Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943*. Dispõe sobre a Consolidação das Leis do Trabalho. Brasília, DF: Senado Federal.

BRASIL. *Lei nº 8.213, de 24 de julho de 1991*. Dispõe sobre a Previdência Social. Brasília, DF: Senado Federal.

CAMPOS, José Luis Dias; CAMPOS, Adelina Bitelli Dias. *Acidentes de Trabalho: prevenção e reparação*. 3. ed. São Paulo: LTr, 1996.

FUHRER, Maximilianus Cláudio Américo. FUHRER, Maximiliano Roberto Ernesto. *Resumo de Direito do Trabalho*. 15. ed. atual. São Paulo: Malheiros, 2005.

JARDIM, Leila Maria de Souza. *O direito fundamental do trabalhador ao meio ambiente de trabalho saudável*. 2015. Disponível em:

<<http://www.direitonet.com.br/artigos/exibir/8873/O-direito-fundamental-do-trabalhador-ao-meio-ambiente-de-trabalho-saudavel>>. Acesso em: 28 ago. 2015.

MARTINEZ, Luciano. *Curso de direito do trabalho: relações individuais, sindicais e coletivas do trabalho*. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

MARTINS, Sergio Pinto. *Direito do Trabalho*. 24. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2008.

MELO, Raimundo Simão de. *Direito Ambiental do Trabalho e Saúde do Trabalhador: responsabilidades legais, dano material, dano moral, dano estético, indenização pela perda de uma chance, prescrição*. 4. ed. São Paulo: LTR, 2010.

MONTEIRO, Antonio Lopes; BERTAGNI, Roberto Fleury De Souza. *Acidente do Trabalho e Doenças Ocupacionais: conceitos, processos de conhecimento e de execução e suas questões polêmicas*. 2. ed. rev. e atual. São Paulo: Saraiva, 2000.

OLIVEIRA, Sebastião Geraldo De. *Proteção Jurídica à Saúde do Trabalhador*. 3. ed. rev., ampl. e atual. São Paulo: LTR, 2001.

RIZZATTO, Almir. *Meio ambiente do trabalho – segurança e saúde do trabalhador: Espaço não adequado ao trabalhador representa agressão à sociedade*. Disponível em:

<<http://www.rumosustentavel.com.br/meio-ambiente-do-trabalho-seguranca-e-saude-do-trabalhador-espaco-nao-adequado-ao-trabalhador-representa-agressao-a-sociedade/>>. Acesso em: 09 mai. 2016.

TORTORELLO, Jayme Aparecido. *Acidentes do Trabalho*. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 1996.

VIANNA, Cláudia Salles Vilela. *Manual Prático das Relações Trabalhistas*. 4. ed. rev., atual., ampl. São Paulo: LTr, 2000.



PROJETO DE EMBARCAÇÃO AUTÔNOMA COMPACTA PARA BUSCA DE CORPOS SUBMERSOS

Autores: Artur KVIECZINSKI, Ivo Rodrigues MONTANHA JUNIOR, Ten Cel BM Marcos Alves da SILVA, Sd BM Robson Diego RODRIGUES, Sd BM Cristiano Bernardi, Asp BM Diego Medeiros FRANZ.

Informações adicionais: trabalho relativo a um projeto de extensão do IFC *Campus Luzerna*.

Introdução

O Corpo de Bombeiros, em todo o Brasil, realiza buscas de corpos submersos, em casos de afogamento, sobretudo em regiões litorâneas e cidades que possuem rios e lagos. Dois mergulhadores levam um barco pequeno e equipamento de mergulho próximo ao local onde a vítima esteve, onde realizam buscas visuais navegando lentamente com o barco, com eventuais mergulhos, já que o corpo fica submerso nos dois primeiros dias.

Devido à repercussão social que uma ocorrência destas gera, a maior intensidade da busca ocorre nas primeiras horas após o afogamento. Normalmente, uma busca destas pode durar muitas horas e até alguns dias, pois devido às normas internacionais de segurança, os mergulhos somente devem ocorrer em condições diurnas com iluminação natural, nunca à noite. Esta demora, além de aumentar a angústia da família da vítima e da sociedade, em busca de um funeral digno, gera custos elevados, pois mesmo sendo uma busca de um cadáver – e não o resgate de uma pessoa viva – o trabalho é intenso, a ponto de receberem eventuais reforços de mergulhadores e equipamentos de outros Batalhões.

Em raros lugares no Brasil, tais mergulhadores dispõem de equipamento manual de sonar, utilizado em pescarias, para auxiliar na localização dos corpos e até destroços de aeronaves ou embarcações submersas, principalmente quando a água tem elevada turbidez e os objetos estão depositados com significativa profundidade que não podem ser detectados visualmente. Nas grandes buscas, o sonar se tornou tão importante que em muitos casos, as atividades de buscas chegam a ser interrompidas por falha no sonar, conforme mostram Globo (2011), Foltram (2016) e Thomé (2016).

Entretanto, equipamentos especializados de sonar – e até submarinos de busca – custam valores absurdos, conforme mostra Record (2012): “O aparelho realiza leitura debaixo d’água, localiza e identifica objetos a vários metros de profundidade. Os equipamentos foram importados dos Estados Unidos, quatro sonar e dois robôs que custaram R\$ 1,3 milhões.” Com a atual cotação do dólar norte americano, o custo do conjunto passaria dos R\$2 milhões. Isto inviabiliza a aquisição dos referidos equipamentos e torna necessário desenvolver aplicações similares de baixo custo (vide Angelin, 2009) para permitir o uso de equipamentos de busca automatizados com um custo viável, devido à importância da operação e da repercussão social gerada.

Porém, a maioria dos equipamentos de sonar não tem resolução suficiente para diferenciar um corpo de objetos grandes do fundo do rio, ocasionando mergulhos desnecessários. Além disso, a varredura por sonar é realizada por movimentos manuais aleatórios, sem precisão. Neste projeto, será feito o projeto de uma embarcação autônoma compacta com equipamento sonar de grande resolução e transmissão de imagens em tempo real, guiado por GPS com varredura sistematizada. Além da maior eficiência na busca, os mergulhadores assistiriam as imagens aguardando na margem, sem gastar combustível.



Somente iriam realizar mergulhos quando fosse obtida uma imagem compatível com um corpo humano. Este projeto está em andamento, tendo grande repercussão social.

Material e Métodos

Devido ao fato de ser uma pesquisa de extensão junto ao 11º Batalhão de Corpo de Bombeiros de Santa Catarina – regional de Joaçaba/SC – foram inicialmente feitos contatos com o Comando do 11º Batalhão, na pessoa do Sr. Tenente Coronel Marcos Alves da Silva, e alguns outros profissionais da Corporação, sobretudo aqueles que normalmente atendem ocorrências de salvamento de pessoas que se jogam no rio e os afogamentos, fatais ou não. Nestes primeiros contatos, estão sendo analisados os procedimentos de busca aos corpos submersos, a fim de compreender as necessidades e dificuldades dos Bombeiros.

Desde 2012, quando o sistema integrado de dados do 11º Batalhão foi implantado, foram identificados seis casos fatais de afogamentos no Rio do Peixe, na sub-região de Joaçaba. As buscas ocorreram geralmente por dois socorristas (um deles guiava o barco e o outro era o mergulhador), num bote inflável ou lancha, em buscas visuais, sem sonar. Alguns casos demoraram poucas horas, pela boa visibilidade do rio, mas em alguns casos, a busca demorou alguns dias. Por exemplo, a última ocorrência durou cinco dias, e foram deslocados mergulhadores de outras unidades, pois devido às temperaturas abaixo de zero nos dias da ocorrência, havia riscos significativos de hipotermia nos mergulhadores.

Este levantamento inicial destaca a importância do projeto e servirá como base da fundamentação teórica sobre processos de busca de vítimas submarinas, projeto de embarcações, e sobre o funcionamento dos sistemas de obtenção e transmissão de imagens em veículos não tripulados de pequeno porte. Com isso, serão realizadas as fases de projeto informacional e conceitual da embarcação, a fim de estimular a obtenção de soluções inovadoras e gerar a concepção mais adequada à aplicação requisitada pelos Bombeiros de todo o Brasil, não somente o 11º Batalhão de SC.

Conforme mostrado em Montanha Junior e Kwieczinski (2016), disto será construído ou adquirido o protótipo funcional da embarcação, para que sejam feitos testes de campo, em exercícios simulados e depois em testes reais nas ocorrências dos Bombeiros. Ao final, serão propostas capacitações junto à equipe dos Bombeiros, bem como atividades de divulgação do projeto na mídia e em eventos científicos e publicações.

Resultados e discussão

O projeto está em fase inicial de trabalho, analisando os procedimentos de busca e resgate dos corpos submersos, vítimas de afogamento, na região do 11º Batalhão do Corpo de Bombeiros, em Santa Catarina, regional de Joaçaba/SC. Logo, ainda não foram identificadas as necessidades dos Bombeiros quanto aos processos de busca e nem quanto ao projeto da embarcação a ser proposta.

Como não há resultados práticos da pesquisa, serão aqui expostas as expectativas da equipe de pesquisa no IFC e no Corpo de Bombeiros. São esperados excelentes resultados quanto à melhoria no processo de busca de corpos, que demora muito tempo e tem elevados custos. Noutra aspecto, reitera-se a importância das parcerias institucionais envolvendo o IFC Campus Luzerna com entidades sociais, caso do Corpo de Bombeiros nesta pesquisa, a fim de estimular a realização de pesquisas de grande utilidade e repercussão social, o que reforça a imagem do IFC como entidade geradora de conhecimento público, gratuito e de qualidade.

Conclusão

Não tendo ainda resultados práticos nesta pesquisa, por estar em fase inicial de execução, este tópico foi ignorado nesta publicação.

Referências

ANGELIN, A. **Aplicação do sonar para localização de objetos e corpos submersos em águas utilizando embarcações do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo.** Engenharia Estudo e Pesquisa, 2009. Disponível em: <<http://www.artigonal.com/tecnologias-artigos/aplicacao-do-sonar-para-localizacao-de-objetos-e-corpos-submersos-em-aguas-utilizando-embarcacoes-do-corpo-de-bombeiros-do-estado-de-sao-paulo-984187.html>>. Acesso: Mar. 2016.

FOLTRAM, M. **Defeito no sonar prejudica segundo dia de buscas às vítimas do acidente com monomotor em Florianópolis.** Jornal O Sol Diário. Grupo RBS SC. Disponível em: <<http://osoldiario.clicrbs.com.br/sc/noticia/2016/02/defeito-no-sonar-prejudica-segundo-dia-de-buscas-as-vitimas-do-acidente-com-monomotor-em-florianopolis-4966180.html>>. Acesso: Mar. 2016.

GLOBO. **Bombeiros aguardam sonar para auxiliar na busca a piloto de ultraleve.** Portal G1. Publicado em 22/03/2011. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2011/03/bombeiros-aguardam-sonar-para-auxiliar-na-busca-piloto-de-ultraleve.html>>. Acesso: Mar. 2016.

MONTANHA Junior, I. R.; Kwieczinski, A. **Projeto de embarcação autônoma compacta para busca de corpos submersos.** Pôster publicado no 7º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária (CBEU), de 7 a 9 de setembro de 2016, em Ouro Preto-MG.

RECORD. **Corpo de Bombeiros do DF investe em tecnologia para buscas e resgates.** Portal R7. Publicado em 10/10/2012. Disponível em: <<http://noticias.r7.com/distrito-federal/noticias/corpo-de-bombeiros-do-df-investe-em-tecnologia-para-buscas-e-resgates-20121010.html>>. Acesso: Mar. 2016.

THOMÉ, L. **Com problemas no sonar, equipes encerram sem sucesso segundo dia de buscas a avião.** Jornal Notícias do Dia. Grupo RIC Record. Disponível em: <<http://ndonline.com.br/florianopolis/noticias/297877-segundo-dia-de-buscas-aos-destrocos-de-monomotor-que-caiu-no-sul-da-ilha-e-encerrado-sem-sucesso.html>>. Acesso: Mar. 2016.

PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO CONVERSOR BUCK PARA CONTROLE DE CARGA EM BATERIAS

Autores : Daniela Iagher DILDEY, Samuel dos Anjos PINHEIRO, Tiago DEQUIGIOVANI.

Identificação autores: Bolsista Pesquisa/FAPESC; Estudante IFC-Campus Luzerna; Orientador IFC- Campus Luzerna

Introdução

A energia fotovoltaica se tornou uma das mais promissoras fontes de energia, devido ao fato de ser uma fonte de energia limpa e sustentável (Karami et al., 2011).

O Brasil exibe um alto índice médio diário de radiação solar, chegando a mais de 5 kWh/m² por dia em algumas regiões (Agência, 2005). Utilizando módulos fotovoltaicos com 40% de eficiência, que estão em fase inicial de industrialização, seriam gerados 2 kWh/m² por dia. Assim, menos de 10 m², em média, seriam suficientes para abastecer uma unidade consumidora cujo consumo médio é de 503 kWh/mês (Casaro e Martins, 2010).

Um gerador fotovoltaico proporciona uma conversão direta de luminosidade para eletricidade. No entanto, é uma energia sujeita a variações de potência devido a fatores como insolação, temperatura das células e carga conectada ao sistema, necessitando de bons sistemas de coleta, armazenamento e alta eficiência nos processos de conversão da energia. Os sistemas de geração fotovoltaica isolados são aplicados em áreas remotas, no qual não há disponibilidade de rede elétrica (Salas et al., 2002).

Em sistemas isolados o armazenamento de energia é essencial para obter autonomia em períodos com pouca inexistência de radiação solar. A partir da tensão gerada pelas placas o conversor CC-CC pode ser aplicado para adequar essa energia para a carga de baterias.

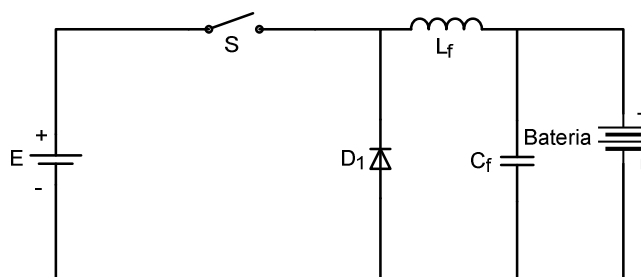
Devido à necessidade de carregadores com menor tamanho, menor peso, alta confiabilidade e elevada eficiência; conversores CC-CC com modulação por largura de pulso (PWM) operando em alta frequência tem sido largamente empregados nos últimos anos (Chuang, 2010).

Neste trabalho um conversor CC-CC do tipo Buck é utilizado para regular a tensão gerada por painéis fotovoltaico e efetuar a carga de um banco de baterias com o objetivo atuar em áreas isoladas proporcionando geração e armazenamento de energia elétrica.

Metodologia

O conversor CC-CC tipo Buck foi escolhido observando que o painel fotovoltaico entrega uma tensão maior do que a necessária para a carga de baterias. A topologia do circuito de potência é mostrada na Figura 1.

Figura 1 - Topologia Buck



As especificações do projeto foram definidas com base nas placas fotovoltaicas disponíveis, que fornecem até 30 V em corrente contínua, corrente de até 8 A e portanto, potência máxima de 240 W cada módulo.

A estrutura de potência do conversor é composta por um transistor (S), operando como chave, um diodo (D₁), com função de roda-livre, e um filtro LC passa-baixa (Mohan et

al., 2002). A fonte de tensão E representa a entrada proveniente das placas fotovoltaicas, que segundo medições realizadas, é na faixa de 15 a 30 V. O filtro implementado por L_f e C_f além de filtrar a componente de alta frequência proveniente do chaveamento, proporciona uma tensão CC estável para o carregamento da bateria. (Chuang, 2010).

Para a análise das etapas de funcionamento do conversor considera-se que o mesmo opera no modo de condução contínua, dessa maneira possui duas etapas de funcionamento que podem ser observadas nas Figuras 2 e 3.

Figura 2 - Etapa 1

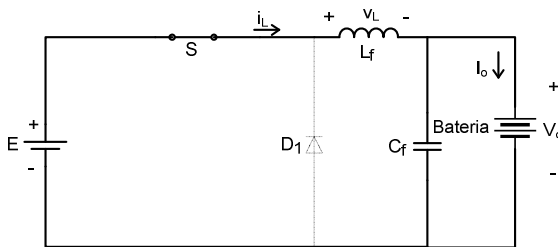
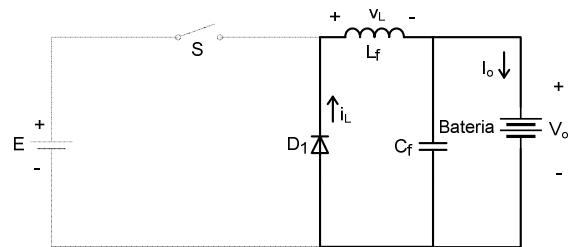


Figura 3 – Etapa 2



No modo de condução contínua a corrente no indutor não chega a zero no tempo que o diodo conduz (Ahmed, 1999). Neste modo de operação, o conversor Buck se comporta como um transformador CC, no qual a relação de transformação é chamada de razão cíclica (D), determinada pela relação do tempo em que a chave está em condução (T_c) e o período de chaveamento (T_s), conforme a Equação 1. O valor médio da tensão de saída (V_o) é proporcional à entrada, conforme Equação 2.

$$D = \frac{T_c}{T_s} \quad (1) \qquad V_o = DE \quad (2)$$

Quando a chave S está conduzindo, o diodo é bloqueado e a energia da placa fotovoltaica é transferida para o indutor, capacitor e bateria, conforme Figura 2. Durante esta Etapa 1 ocorre a carga do indutor, no qual a corrente cresce linearmente. A tensão sobre o indutor (V_L) é definida pela Equação 3. A variação da corrente no indutor (ΔI) é expressa pela Equação 4:

$$V_L = E - V_o \quad (3) \qquad \Delta I = \frac{E - V_o}{L_f} * T_c \quad (4)$$

Quando o transistor é aberto o diodo passa a conduzir a corrente de descarga do indutor, estabelecendo a etapa de roda-livre, mostrada na Figura 3. A quantidade de energia armazenada no indutor durante a primeira etapa, é agora completamente transferida para o capacitor e à carga. A tensão sobre o indutor é igual a $-V_o$, a ondulação de corrente (ΔI) nesta etapa é expressa pela Equação 5:

$$\Delta I = \frac{-V_o}{L_f} (T_s - T_c) \quad (5)$$

Para o projeto dos componentes do filtro pode-se estabelecer a ondulação máxima de tensão (ΔV_o) e de corrente (ΔI) desejados na saída. A indutância e a capacitância podem ser obtidas a partir da Equação 6 e Equação 7, respectivamente (Martins e Barbi, 2006), onde f_s é a frequência de chaveamento.

$$L_f = \frac{E}{4 \cdot f_s \cdot \Delta I} [H] \quad (6) \qquad C_f = \frac{E}{31 \cdot L_f \cdot f_s^2 \cdot \Delta V_o} [F] \quad (7)$$

Outro aspecto importante a ser considerado no projeto do filtro é a sua frequência de corte (f_c), que deve ser aproximadamente dez vezes menor do que a frequência de

chaveamento, de modo a atenuar com eficiência as componentes harmônicas em f_s e seus múltiplos na tensão de saída. A frequência de corte do filtro é definida pela Equação 8.

$$f_c = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_f C_f}} \text{ [Hz]} \quad (8)$$

Os componentes do conversor Buck foram projetos de acordo com as especificações mostradas na Tabela 1.

Tabela 1 - Especificações de Projeto

Frequência de chaveamento (f_s)	20 kHz	Corrente máxima de saída ($I_{o_{max}}$)	17,36 A
Tensão de entrada (E)	15 a 30 V	Corrente mínima de carga ($I_{o_{min}}$)	2 A
Potência máxima de saída ($P_{o_{max}}$)	250 W	Ondulação da corrente de saída (ΔI)	20% de $I_{o_{max}}$
Tensão máxima de saída ($V_{o_{max}}$)	14,4 V	Ondulação da tensão de saída (ΔV_o)	2% de $V_{o_{max}}$

A indutância L_f é determinada conforme a Equação 6, para uma ondulação máxima de 20% na corrente de saída em potência nominal. Para os parâmetros descritos na Tabela 1, e utilizando $E = 30$ V, obtêm-se a indutância de 108 μ H. Como se deseja que o conversor opere em condução contínua, deve-se verificar a indutância crítica, para que o modo de operação seja assegurado na corrente mínima de carga, definida em 2 A.

Através da Equação 9 é obtido o valor de $L_{crit} = 93,6$ μ H, para $E = 30$ V. Uma vez que $L_f > L_{crit}$, o valor adotado é $L_f = 108$ μ H, o que resulta em uma corrente limiar para o modo de condução contínua de 1,73 A.

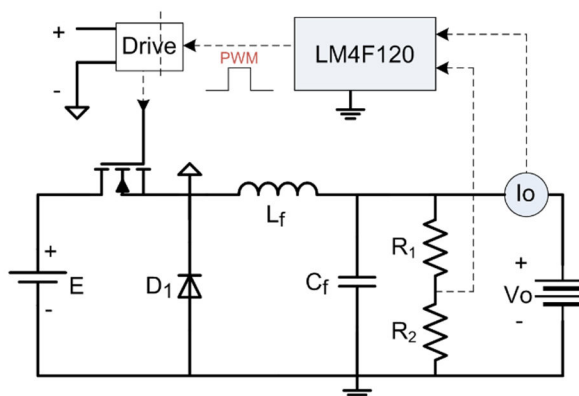
$$L_{crit} = \frac{E}{8f_s I_{o_{min}}} \quad (9)$$

Através da Equação 7 é obtido o valor de 77,8 μ F para o capacitor. Foram adotados dois capacitores de 47 μ F em paralelo, de forma a reduzir a resistência série equivalente (RSE). Para estes valores de LC, a frequência de corte do filtro é de 1,58 kHz.

Resultados e discussões

A implementação do conversor foi realizada conforme o diagrama da Figura 4. Esse sistema em malha fechada é controlado através do microcontrolador LM4F120, no qual o algoritmo implementado compara um valor pré-definido com a leitura que é feita da corrente de saída, se a corrente medida for menor que a definida o controle aumenta a razão cíclica do PWM, que é proporcional a tensão, aumentando assim a corrente. Por conseguinte, se a corrente for maior do que a definida, diminui-se a razão cíclica do PWM, diminuindo então a tensão e a corrente de saída.

Figura 4 - Diagrama de implementação



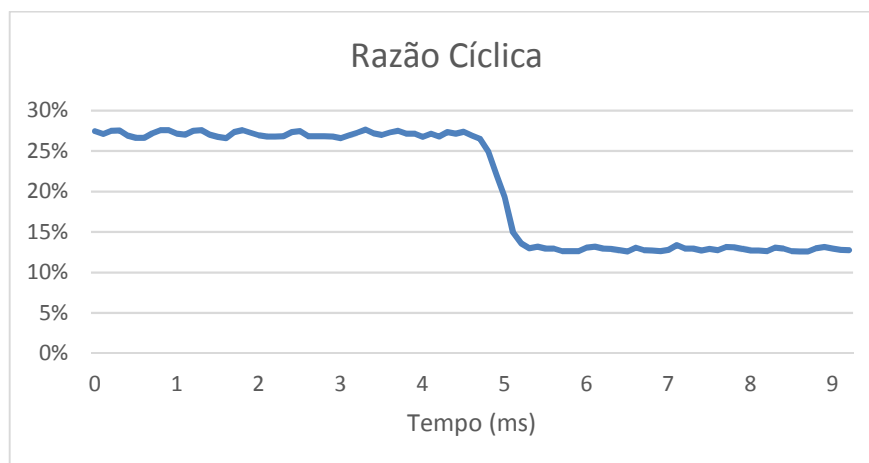
Outros dados de implementação estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 - Componentes para implementação

Componentes	Modelo	Parâmetros de projeto
Diodo	15ETH06 15 A - $t_{rr} = 22 ns$	$I_{med} = 9 A - V_{DS} = 30V$
Transistor	MOSFET IRFP250N - $I_D = 17 A$	$I_{med} = 9 A - V_{DS} = 30V$
Indutor	108μH	NEE- 55/28/21 - 23x5xAWG18
Drive	HCPL - 3150	Amplificar/isolar o sinal de comando do μC
Sensor de corrente	ACS712 - 20 A	Sensibilidade: 100 mV/A.

Os resultados experimentais foram obtidos através de valores fixados para tensão de entrada (25 V) e corrente de saída (2 A). Dessa maneira, se a resistência de saída é alterada o microcontrolador altera a razão cíclica do PWM visando manter fixa a corrente em 2 A na saída. Para verificar a atuação do controle foi efetuada uma alteração na resistência de carga de 2,4 Ω para 1,1 Ω . O comportamento da razão cíclica durante esta variação de carga é mostrado na Figura 5.

Figura 5 - Variação da razão cíclica



Pode-se observar que enquanto existe uma carga de 2,4 Ω na saída a razão cíclica é cerca de 27% para que a corrente de saída fique próxima de 2 A. Quando a carga diminui para 1,1 Ω observa-se uma diminuição na razão cíclica que se aproxima de 12,4% mantendo assim uma corrente constante próxima de 2 A. Nas Figuras 6 e 7 estão os resultados experimentais obtidos através do osciloscópio com resistências de 2,4 Ω e 1,1 Ω , respectivamente.

Figura 6 - Corrente de saída e tensão dreno-source

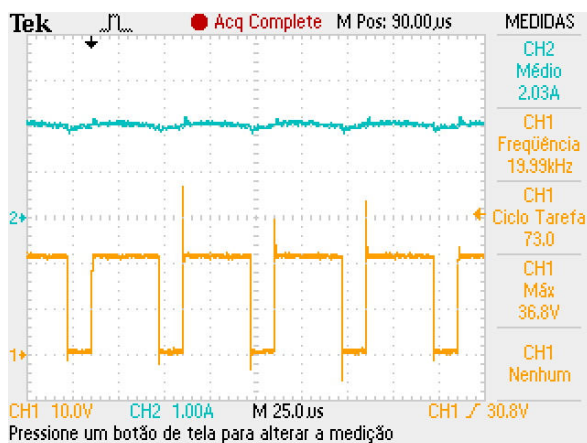
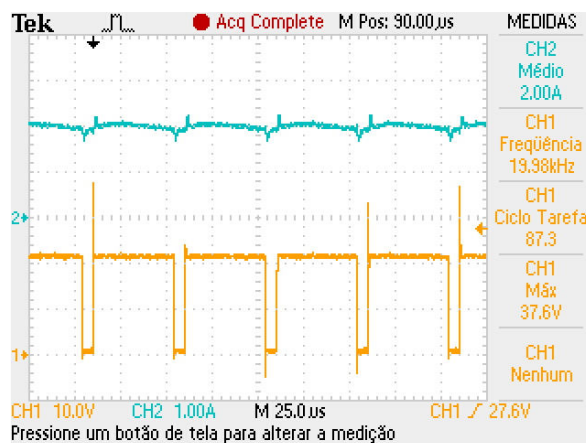


Figura 7 - Corrente de saída e tensão dreno-source



Nas figuras o canal 1 (10 V/divisão) representa a tensão dreno-source que é o contrário da razão cíclica (V_{GS}), no canal 2 (1 A/divisão) é representada a corrente de saída (I_o) que permanece constante independentemente das variações da carga.

Conclusão

Os resultados experimentais obtidos, embora parciais, são satisfatórios em relação ao funcionamento do circuito de potência do conversor, leitura e regulação do sistema. Em testes específicos foi possível operar próximo da potência nominal, utilizando 25 V de tensão de entrada, 14,4 V de tensão de saída e corrente de saída de 13 A.

O método para carga da bateria está sendo aprimorado com a inclusão de processo de carga rápida e regime de flutuação.

Referências

Agência Nacional de Energia Elétrica. Atlas de Energia Elétrica do Brasil, 2. ed., Brasília, 2005.

AHMED, A. *Eletrônica de Potência*. São Paulo: Prentice Hall, 2000. p. 313-326.

Casaro, M. M.; Martins, D. C. Processamento eletrônico da energia solar fotovoltaica em sistemas conectados a rede elétrica. *Revista Controle & Automação*, v. 21, n. 2, p. 159-172, Mar.-Abr. 2010.

Chuang, Y.-C. 2010. High-Efficiency ZCS Buck Converter for Rechargeable Batteries. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Vol. 57, No. 7, p. 2463-2472.

Karami, N.; Moubayed, N. e Outbib, R. 2011. Analysis of an Irradiance Adaptative PV Based Battery Floating Charger. *37th IEEE Photovoltaic Specialists Conference (PVSC)*, pp. 1852-1858, Seattle, WA.

Koutroulis, E.; Kalaitzakis, E. 2004. Novel battery charging regulation system for photovoltaic applications. *IEE Proceedings - Electric Power Applications*, Vol. 151, No. 2, p. 191-197.

MARTINS, D. C.; BARBI, I. 2006. *Eletrônica de potência: conversores CC-CC básicos não isolados*. 2 ed. Florianópolis, p. 15-52.

Mohan, N.; Undeland, T. M.; Robbins, W. P. 2002. *Power Electronics: Converters, Applications and Design*. 3 ed., John Wiley & Sons, New York.

Salas, V.; Manzanas, M. J.; Lazaro, A.; Barrado, A.; Olias, E. 2002. The Control Strategies for Photovoltaic Regulators Applied to Stand-alone Systems. *28th IEEE - Annual Conference of the Industrial Electronics Society – IECON*, p. 3274 – 3279.

RELATÓRIOS CONTÁBEIS DE SUSTENTABILIDADE À LUZ DA NORMA NBCT15: Um estudo de caso no setor de Papel e Celulose em Santa Catarina

Autores: Igor REGALIN¹, Illyushin ZAAK SARAIVA².

Informações adicionais: Trabalho relativo ao projeto de extensão “Elaboração do Texto Científico na Ciência Aplicada”.

Palavras-Chave: Contabilidade Ambiental. Norma NBCT15. Sustentabilidade.

Introdução

Um setor econômico que se destaca na mesorregião Oeste de Santa Catarina é o da indústria de papel e celulose, que representa uma fonte substancial de renda e de geração de empregos na região, além de contar com uma das maiores fábricas do país, e com US\$ 226 milhões de exportação de papéis e cartão apenas no ano de 2011 – superando em 23% o valor de papéis e cartão exportado pelo estado em 2010 (SINPESC, 2012).

Para se ter uma ideia do gigantismo desta indústria no estado, basta informar que em 2009 a mesma detinha uma participação de 4,55% na indústria de transformação catarinense em relação ao valor da transformação industrial (SINPESC, 2012). Em comparação com o mesmo setor no âmbito nacional, o peso da indústria de celulose catarinense era de 6,53% no mesmo ano (SINPESC, 2012).

Outro dado relevante é que Santa Catarina ocupa há anos a posição de maior exportador brasileiro de papel/cartão "kraftliner" para cobertura, crus, em rolos/folhas, e é também o primeiro em exportação de sacos de papel ou cartão com largura da base maior do que 40cm (SINPESC, 2012).

Por se tratar de um setor econômico cuja transformação da matéria-prima ocorre necessariamente em grandes fábricas, dominadas pela automação de processos, e cuja concorrência globalizada com indústrias de outros países é grande, a Indústria de Papel e Celulose conta hoje no Brasil com algumas das melhores práticas de gestão empresarial (LEÃO, 2001).

Uma nova prática empresarial de vanguarda, instituída recentemente, é aquela trazida pela norma contábil NBC T 15, lançada em 2004, que obriga as empresas classificadas como de capital aberto, a publicarem anualmente um relatório contábil de sustentabilidade socioambiental (CFC, 2004).

Com efeito, observa-se que todas as grandes indústrias de celulose brasileiras disponibilizam anualmente seus Relatórios de Sustentabilidade Socioambiental.

O Objetivo Geral deste artigo é analisar, portanto, sob os critérios estabelecidos na norma contábil NBC T 15, a divulgação das informações contábeis ambientais das empresas de papel e celulose listadas na BM&FBOVESPA (2016) nos anos de 2013 a 2015.

Serão analisados dados de quatro grandes empresas brasileiras do setor de Papel e Celulose, cujas práticas de sustentabilidade se destacam dentro do universo empresarial, constituindo portanto um excelente objeto de estudos.

O texto é dividido em cinco capítulos, sendo esta introdução, o referencial teórico, os métodos, os resultados, e as considerações finais, além das referências bibliográficas.

Material e Métodos

¹ Aluno do Curso de Bacharelado em Ciências Contábeis – UNOESC Joaçaba; igor@luzerna.ifc.edu.br

² Especialista em Educação Empreendedora (UFSJ); Professor do IFC Campus Luzerna; illyushin.saraiva@luzerna.ifc.edu.br

São estudados detalhadamente os Relatórios Anuais de Sustentabilidade de quatro organizações da área de papel e celulose.

A escolha das organizações analisadas se deu por um critério meramente incidental, já que apenas 4 das empresas de papel e celulose existentes no Brasil são classificadas como de capital aberto.

Os dados são preparados com vistas a permitir comparações e análises sob o ponto de vista da Norma Brasileira Contábil NBC T 15, que estipula a obrigação de empresas classificadas como de capital aberto a divulgar, para além dos relatórios tradicionais, documentos contábeis relacionados à sustentabilidade socioambiental da empresa.

Todas as informações necessárias são coletadas diretamente dos Relatórios Anuais de Sustentabilidade das 4 empresas analisadas, constituindo-se portanto de uma pesquisa documental. Os relatórios encontram-se disponíveis nos *websites* das respectivas empresas, conforme Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 – Empresas de Celulose de Capital Aberto

Nº	Razão Social	Link direto para o Relatório de Sustentabilidade
1ª)	Celulose Irani S.A.	http://www.irani.com.br/uploads/relatoriosustentabilidade2014/index.html
2ª)	Fibria Celulose S/A	http://fibria.foinvest.com.br/services/siteri-1/redirect.asp?database=fibria_ri_v1&grupo=5716&idioma=ptb&arquivo=relatorio2013.pdf&tipo=arquivo&protocolo_atual=
3ª)	Klabin S.A.	https://www.klabin.com.br/pt/sustentabilidade/relatorio-de-sustentabilidade/
4ª)	Suzano Papel e Celulose S.A.	http://suzano.foinvest.com.br/services/siteri-1/redirect.asp?grupo=5002&idioma=ptb&arquivo=RELATRIODESUSTENTABILIDADE2013.pdf&tipo=arquivo&protocolo_atual=

Fonte: Adaptado de BOVESPA (2016)

Os dados relevantes foram coletados diretamente dos Relatórios, e foi gerada a partir dos mesmos uma planilha eletrônica com todas as informações, visando permitir as análises devidas. Algumas empresas ainda não têm dados de 2015. Partindo-se das 4 modalidades de Informações de Natureza Social e Ambiental estabelecidas no item 15.1.2 da Norma NBCT 15, foram selecionados criteriosamente as dimensões mais relevantes em termos de impacto socioambiental, em termos subjetivos, conforme Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 – Critérios selecionados para avaliação do cumprimento NBCT15

Geração de Riqueza	Recursos Humanos Item 15.2.2.2	Ambiente Externo Item 15.2.3	Meio Ambiente Item 15.2.4.1
Todo o Item 15.2.1.1	a) Remuneração bruta segregada	2. c) Saúde e Saneamento	a) Investimento manutenção processos operacionais
	c) Encargos sociais	3. b) Número de reclamações recebidas por órgãos de defesa consumidor	b) Investimentos recuperação ambientes degradados
	h) Segurança e	4. Critérios de	d) Investimentos

medicina do
trabalho

responsabilidade social na
seleção dos fornecedores

educação ambiental

Fonte: Elaborado pelos autores

Resultados e discussão

A partir dos dados coletados foi possível construir-se a matriz de avaliação empresarial apresentada na Tabela 1 a seguir.

A Tabela 1 apresenta os resultados da avaliação realizada sobre os Relatórios Ambientais das 4 empresas selecionadas, de acordo com os critérios pré-estabelecidos descritos nos procedimentos metodológicos

Tabela 1 – Análise preliminar do cumprimento da norma NBCT15

Empresa:		Irani	Fibria	Klabin	Suzano
Critério de Avaliação:					
Geração de Riqueza	Todo o Item 15.2.1.1	4	5	5	5
Recursos Humanos Item 15.2.2.2	a) Remuneração bruta segregada	5	4	5	5
	c) Encargos sociais	5	5	4	5
	h) Segurança e medicina do trabalho	5	5	5	4
Ambiente Externo Item 15.2.3	2. c) Saúde e Saneamento	4	5	4	3
	3 b) Número de reclamações recebidas por órgãos de defesa consumidor	5	4	5	5
	4. Critérios de responsabilidade social na seleção dos fornecedores	3	5	4	5
Meio Ambiente Item 15.2.4.1	a) Investimento manutenção processos operacionais	5	4	5	5
	b) Investimentos recuperação ambientes degradados	5	5	5	4
	d) Investimentos educação ambiental	4	5	5	5

Fonte: Elaborado pelos autores

Na Tabela 1, a cada empresa foi atribuída uma nota de 1 a 5, significando que se a empresa atendeu o critério de maneira que superou as expectativas, a nota foi 5, enquanto que se pelo contrário, a empresa atingiu o patamar mais baixo na avaliação, foi-lhe atribuída nota 1.

Observe-se que o desempenho das diferentes empresas na avaliação aqui apresentada foi similar, sugerindo-se que empresas de Capital Aberto, por sua própria natureza organizacional, detém os meios para produzir relatórios atendendo às exigências da norma contábil NBCT 15.

Conclusão



Este trabalho, cujo objetivo geral era analisar, sob os critérios estabelecidos na norma contábil NBC T 15, a divulgação das informações contábeis ambientais das empresas de papel e celulose listadas na BM&FBOVESPA (2016) nos anos de 2013 a 2015, baseou-se nos próprios relatórios das empresas, como fonte principal de informações.

Os resultados parciais obtidos até o momento apontam para um equilíbrio entre as empresas analisadas, no sentido do cumprimento aos critérios de avaliação estipulados neste trabalho, baseados nos itens e dimensões da referida norma, ou seja, Geração de Riqueza; Recursos Humanos; Ambiente Externo; e, finalmente, Meio Ambiente.

Embora os Relatórios de Sustentabilidade analisados demonstrem excelência na riqueza e qualidade de informações, além da sua rica elaboração gráfica e estética, percebe-se que haveria necessidade de inclusão de um maior rol de empresas para que a análise pudesse trazer resultados mais técnicos.

Sugere-se por isso aos pesquisadores da área, que busquem análises efetuadas não apenas com empresas de capital aberto, visando aumentar os dados para permitir conclusões mais assertivas.

Finalmente, considera-se que o presente artigo cumpriu com o seu objetivo principal, e é desejo dos autores que o mesmo possa servir modestamente de guia para estudos similares.

Referências

BERTOLI, Ana Lúcia; RIBEIRO, Maisa de Souza. *Passivo ambiental: estudo de caso da Petróleo Brasileiro S.A - Petrobrás. A repercussão ambiental nas demonstrações contábeis, em consequência dos acidentes ocorridos.* In: Rev. adm. contemp. vol.10 no.2 Curitiba Apr./June 2006. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-65552006000200007&script=sci_arttext&tlng=pt> Rio de Janeiro 2004. Acesso em 10/05/2016.

BMFBOVESPA – Bolsa de Mercadorias e Futuros Bovespa. *Empresas Listadas: Relatório de Sustentabilidade ou Integrado.* Disponível em: <http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/a-bmfbovespa/sustentabilidade/nas-empresas/relate-ou-explique/> São Paulo, 2016. Acesso em 07 mar 2016.

CFC – Conselho Federal de Contabilidade. *Norma Brasileira Contábil NBC T 15: Informações de Natureza Social e Ambiental.* Disponível em <http://www.cfc.org.br/sisweb/sre/docs/RES_1003.doc>. Brasília, 2004. Acesso em 02 mar 2016.

LEÃO, Francisco Carlos. *Estrutura Produtiva e Organizacional do Setor de Papel e Celulose no Estado de Santa Catarina.* Dissertação (Mestrado em Economia) PPGEC/UFSC. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/82083/182249.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Florianópolis, 2001. Acesso em 14 jun 2016.

SINPESC – Sindicato das Indústrias de Celulose e Papel de Santa Catarina. *Celulose e Papel.* Lages, 15/02/2012. Disponível em: <<http://www.sinpesc.com.br/index.php/o-setor/26-celulose-e-papel>>. Acesso em 14 jun 2016.



VEÍCULO MOTORIZADO COM BASE EM MÓDULO AUTO EQUILIBRANTE:

Protótipo de cadeira de rodas elétrica microcontrolada via Arduino partindo do princípio do pêndulo invertido.

Autores : Matheus Souza de LACERDA, Luan Cizeski de LORENZI, Luis Henrique PILLONETTO, Illyushin Zaak SARAIVA, Antonio Ribas NETO

Introdução

A mobilidade urbana é um tema pertinente e crítico em nossa sociedade moderna. A necessidade de locomoção dos cidadãos depende de como a cidade é organizada e de como é vinculada com as atividades que se desenvolvem neste espaço urbano (DUARTE, 2007).

O aumento exponencial da população, e conseqüentemente, dos modais de transporte, beneficia a maior parte da sociedade, porém há pequenos nichos da população que não têm como se beneficiar de tal mudança. Somente no estado de Santa Catarina há 125.893 pessoas com algum tipo de deficiência motora grave, sendo que a população do estado é de 6.248.436 (IBGE, 2010), ou seja, cerca de 2,014% da população sofre com algum tipo de impedimento no que tange ao assunto de mobilidade.

Em Luzerna-SC, cerca de 3,48% da população, ou aproximadamente 195 pessoas, têm alguma deficiência motora grave (IBGE, 2010), e é exatamente nesse nicho da população que estão presentes os cadeirantes, já que necessitam se locomover com o auxílio de cadeiras de rodas, aparato que durante a maior parte da história foi movimentado através da força muscular do usuário.

Por isto, há situações em que o deslocamento não consegue ser realizado sem alguma outra pessoa que possa empurrar a cadeira disponível, inviabilizando a autonomia da Pessoa com Deficiência – PCD.

Nestes casos, é possível encontrar no mercado cadeiras de rodas com acionamento elétrico, que promove o deslocamento do cadeirante através somente de um console que é controlado manualmente pelo usuário, mas por conta do seu custo elevado, acaba por inviabilizar a compra e a eventual locomoção das pessoas que não têm condições de adquirir tal veículo e que possuem grande dificuldade de movimentação.

Mas ainda nesse caso, existem situações em que o usuário não pode nem mesmo controlar um console como no caso de certos cadeirantes tetraplégicos, ou ainda no caso dos portadores de paralisia cerebral, dentre outros.

Objetiva-se através desse projeto a construção de um protótipo de cadeira de rodas controlada pelo sistema de pêndulo invertido, facilmente conduzida mesmo por pessoas que não podem usar as mãos, visando futuramente alcançar um maior número de pessoas que necessitam deste tipo de transporte na região de abrangência do Instituto Federal Catarinense - Campus Luzerna, e de locais que futuramente possam fabricar e comercializar o produto com o custo substancialmente mais baixo se comparado com o das cadeiras de rodas atualmente comercializadas.

O fato de que comparada à média estadual, a região apresenta um número maior de pessoas com deficiência física grave, é um fator que impulsiona não apenas este projeto, mas também outras ações que englobem políticas de mobilidade e que possam ajudar a incluir todas as pessoas à rotina cotidiana de cada um com total autonomia, para que possam estar imersos numa sociedade mais acolhedora e inclusiva, livrando-as de formas de preconceito

em algumas situações, até mesmo de uma auto-exclusão social, fator que interfere muito na vida de pessoas que já tem diversas dificuldades sociais..

Material e Métodos

Este projeto é desenvolvido no âmbito Instituto Federal Catarinense – Campus Luzerna, sendo que as etapas são realizadas nos Laboratórios de Eletrônica e de Mecânica da Instituição, sendo divididas em três partes distintas.

A primeira parte, teórica, consiste no estudo sobre a literatura especializada e também numa consulta junto a cadeirantes da região, para determinar quais fatores influenciariam na compra de uma nova cadeira de rodas; análise de mercado ao comparar os diferentes tipos de cadeiras elétricas existentes e suas características; e captação de recursos junto a empresas da região, ou de órgãos fomentadores de pesquisa.

A segunda parte, a do desenvolvimento prático realizado no laboratório, é o desenvolvimento da programação na plataforma Arduino; que envolve posteriormente a compra dos materiais com o melhor custo-benefício; montagem das placas, uma para o circuito de controle, e outra para o circuito de potência; desenvolvimento do assento especial, para que possa receber o acoplamento do módulo auto-equilibrante; montagem de um eixo que conecte os motores elétricos às rodas da cadeira; e acoplamento das partes elétricas às partes mecânicas, e a montagem do protótipo final.

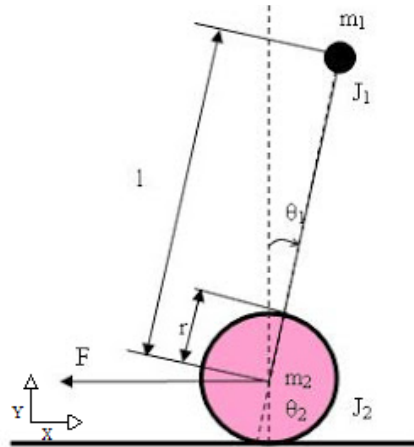
E ao final, na terceira parte, serão feitos os testes físicos, para determinar-se qual motor oferece melhor relação de torque; analisar a equivalência das curvas de resposta dos ensaios experimentais dos motores com as curvas teóricas; e teste com voluntários que possuam algum tipo de disfunção motora para averiguar a sua reação perante o funcionamento do protótipo.

Resultados e discussão

Dentre os principais resultados parciais encontrados até o momento, estão o estabelecimento das diretrizes teórico-metodológicas do projeto, baseado principalmente no acionamento da cadeira a partir da aplicação da teoria sobre controle de sistemas, ao desenvolver-se um módulo auto equilibrante, mais precisamente sobre o princípio físico do pêndulo invertido.

O princípio do pêndulo invertido consiste basicamente em manter um ponto em situação de repouso mesmo quando a base sobre a qual o ponto está ancorado receba a atuação de forças externas, conforme perceptível na Figura 1 a seguir, onde o ponto é chamado de m_1 .

Figura 1 – Representação gráfica de pêndulo invertido



Fonte: Adaptado de NXT TWO WHEELS (2011)

Deve-se manter o somatório das forças no eixo x igual a zero. Então, ao passo que m_1 tenha alguma variação em seu eixo normal y , gerando uma força no eixo x devido a aceleração da gravidade no movimento de queda, deve-se mover a base do pêndulo para que haja a promoção de uma força de mesmo módulo ou maior, mas com o sentido contrário, para que o ponto m_1 volte a sua posição original de repouso.

De acordo com a variação entre o eixo y do pêndulo e a posição cartesiana do ponto m_1 , é gerado um ângulo θ_1 , conforme Figura 1, o que determinará a proporcionalidade entre as forças em m_1 e a base do pêndulo. Essa variação angular é o que resultará nas ações provenientes do módulo auto equilibrante.

A captação do movimento advém de um assento especial que analisará a variação do ângulo nos eixos x e y , através de acelerômetros localizados embaixo da estrutura do assento.

Na fase final do projeto, a cadeira adquirida para montagem do protótipo pretende incorporar todos os avanços recentes no que diz respeito ao preço, à praticidade, e às possibilidades de serem instalados sistemas de automação.

A Figura 2 a seguir, reproduzida de Vidal Filho (2010) apresenta 3 modelos de cadeira de rodas motorizadas disponíveis no mercado brasileiro, a primeira a cadeira com estrutura voltada para motorização (fig.1a), a segunda a cadeira tipo scooter (fig.1b) e finalmente a cadeira motorizada com a estrutura de cadeiras manuais (fig.1c).

Figura 2 – Modelos de Cadeiras de Roda Motorizadas disponíveis no Brasil



Fonte: Reproduzido de VIDAL FILHO et al (2010)

Dentre as cadeiras mostradas na Figura 2, aquela utilizada no presente projeto é a cadeira 2, modelo “c”.

No que diz respeito ao funcionamento do sistema automático, a proposta é que a variação do sinal seja recebida pelo microcontrolador, que processa esses dados analógicos e os converte em bits de sinal digital, passíveis de melhor compreensão pelo sistema de gerenciamento.

O controle da velocidade é feito através deste sinal processado, sendo proporcional a variação dos eixos, mas com um limite de velocidade previamente estabelecido em programação. O eixo x é o responsável pela variação da velocidade, enquanto o eixo y controla o sentido de rotação, o que definirá a direção que o veículo tomará, de acordo com a vontade do usuário.

O microcontrolador utilizado é o Atmega328, componente integrante da plataforma Arduino, que é uma placa de desenvolvimento com projeto de hardware aberto (*open source*) (MONK, 2014), e que disponibiliza bibliotecas prontas para o uso de periféricos, tais quais como motores, relés, sensores, etc., o que facilita o processamento dos sinais advindos dos acelerômetros, que são indexados ao interface de programação do microcontrolador, que é feito em software próprio, IDE.

Ao final do escopo deste trabalho o alcance pretendido é o de maior número possível de pessoas com algum tipo de dificuldade em locomover-se, devido a deficiência motora grave, na região de abrangência do Instituto Federal Catarinense – Campus Luzerna.

A escolha dos candidatos para uso do protótipo com o módulo auto equilibrante, viabilizando estudo estatístico sobre a utilização do veículo, tanto na parte tecnológica – abordando situações como duração da bateria ou sobre o pleno funcionamento do módulo auto equilibrante – quanto na questão social, para analisar como o uso do veículo alterou as relações sociais do usuário, atende a critérios socioeconômicos, avaliados em conjunto com a Assistente Social do campus.

Conclusão

Este trabalho, teve como objetivo principal apresentar um projeto para construção de um protótipo de cadeira de rodas controlada pelo sistema de pêndulo invertido, facilmente conduzida mesmo para pessoas que não podem usar as mãos.

No que diz respeito ao objetivo principal do artigo, crê-se que o mesmo foi cumprido, já que o projeto foi apresentado com bom nível de detalhamento.

Acerca do projeto em si, os resultados são parciais, e indicam elevado grau de assertividade, tendo sido já estruturados a metodologia, os referenciais e o modelo de cadeira a ser montada, bem como o microcontrolador a ser usada.

E sobre o sistema físico de pêndulo invertido, base tecnológica da cadeira aqui exposta, considera-se relevante destacar que os princípios físicos que são utilizados no pêndulo invertido, são os mesmos presentes na cadeira de rodas e também o mesmo tipo de controlador a ser usado na interface de programação.

Referências

DUARTE, Fábio; LIBARDI, Rafaela; SÁNCHEZ, Karina. **Introdução à Mobilidade Urbana**. Curitiba: Juruá, 2007. 108 p. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?>



id=om8gOA1A_4IC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 23 jun. 2016.

IBGE. **Censo Demográfico 2010 – Características Gerais da População, Religião, e Pessoas com Deficiência**. Resultados da Amostra. IBGE, 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_religiao_deficiencia/default_caracteristicas_religiao_deficiencia.shtm> Acesso em 23. jun. 2016.

IBGE. **Cidades**. Disponível em: <www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php> Acesso em 19 jun 2016.

IBGE. **Estados**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/>> Acesso em 19 jun 2016.

MONK, Simon; **30 Projetos com Arduino**; tradução: Anatólio Laschuk. – 2. ed. – Porto Alegre: Bookman, 2014. 214p.

NXT TWO WHEELS. **NXT Two Wheels Balancing Robot Tricks and Keys**. 04/01/2011. Disponível em: <<http://nxttwowheels.blogspot.com.br/2011/01/nxt-two-wheels.html> > Acesso em 20 jun 2016.

VIDAL FILHO, Walter de; ÁVILA, Rafael; QUINTEROS, Carlos H. Llanos; VAN ELS, Rudi; QUEIROGA, Guilherme. **Desenvolvimento de Kit Para Automação de Cadeira de Rodas Convencional**. In: VI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 18 a 21 de Agosto 2010. **Anais...** Campina Grande –Paraíba