

## GRAVAÇÃO DE PCI's: DESCRIÇÃO DE MÚLTIPLOS MÉTODOS

GEISON DE LIMA MARTINS<sup>1</sup>; REGINALDO DA NÓBREGA TAVARES<sup>2</sup>;  
HENRIQUE DE LIMA CAVALHEIRO<sup>3</sup>; JORDAN DOS SANTOS ROMANO<sup>4</sup>;  
JESSICA FERNANDES DA PORCIUNCULA<sup>5</sup>; ANGELA RAFFIN POHLMANN<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [geison.lmartins@inf.ufpel.edu.br](mailto:geison.lmartins@inf.ufpel.edu.br)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [regi.ntavares@gmail.com](mailto:regi.ntavares@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [henriquecavalleiro4@gmail.com](mailto:henriquecavalleiro4@gmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – [jordansromano@hotmail.com](mailto:jordansromano@hotmail.com)

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – [jessyca\\_fp@hotmail.com](mailto:jessyca_fp@hotmail.com)

<sup>6</sup>Universidade Federal de Pelotas – [angelapohlmann.ufpel@gmail.com](mailto:angelapohlmann.ufpel@gmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

Baseado em novas técnicas e nos estudos acerca dos processos alternativos para a gravura em metal não-tóxica (POHLMANN, 2009, 2010; SILVA et al., 2012), as pesquisas sobre os processos alternativos para a confecção de placas de gravura em metal (arte) e placas de circuito impresso (PCI, engenharia) fazem parte dos projetos desenvolvidos pelo nosso grupo multidisciplinar vinculado ao Grupo de Pesquisa “Percursos Poéticos: procedimentos e grafias na contemporaneidade” (CNPq/UFPel) desde 2012 no Atelier de Gravura do Centro de Artes da Universidade Federal de Pelotas.

Trabalhamos com diversas técnicas de corrosão de metais e protótipos de equipamentos que buscam inovação e sustentabilidade utilizando técnicas de reuso e baixo investimento, visando suprir primeiramente uma demanda interna e futuramente a demanda da instituição. Neste resumo, relataremos a experiência de gravação e documentação de quatro processos distintos de confecção de placas de circuito impresso (PCI's).

Dentre esses quatro processos, o primeiro método introduzido em nosso roteiro é o método químico de transferência usando filme fotopolímero com base em uma película também chamada de *dry filme*, que se sensibiliza ao ser exposta à luz UV do tipo A. Este método é amplamente utilizado na indústria para a fabricação de PCI's e possui a capacidade de revelar a imagem de forma detalhada, na qual as áreas que não foram sensibilizadas do *dry filme* são corroídas com cloreto férrico ( $FeCl_3$ ) (ROCHEFORT et al., 2011).

O segundo processo é uma solução exclusivamente mecânica, que utiliza uma fresadora (CNC) com uma ferramenta para moer metal chamada de fresa, na qual a máquina é constituída de 3 motores de passo que convertem sua rotação em movimento linear, movendo assim, a fresa que gira em alta rotação na superfície da placa. Neste processo, não são utilizados produtos químicos e o equipamento limpa as áreas que não devem ter cobre, formando assim, o desenho final do circuito (STRÖMBERG, 2012).

Já o terceiro processo de transferência de desenho de circuito impresso a ser corroído para placa é realizado com ferro elétrico. Dá-se a partir da impressão a laser sobre folhas de papel couchê, no qual o desenho impresso em toner é colocado em contato com a face de cobre da placa e então esse papel é aquecido a altas temperaturas até que o toner se fundir à placa de cobre (SILVA et al., 2012).

Por fim, o quarto método experienciado neste resumo trata de outro processo químico no qual o desenho é feito diretamente na superfície de cobre da placa (à mão livre) com uma caneta permanente utilizada para marcar texto.

Posteriormente, a placa é submersa em solução de cloreto férreo ( $FeCl_3$ ) até que as partes não protegidas pela tinta da caneta sejam totalmente corroídas.

## 2. METODOLOGIA

O grupo se reúne semanalmente para a apresentação da proposta do projeto e discussão. Na apresentação da proposta, alguns integrantes se mostraram favoráveis ao modelo proposto, enquanto outros sugeriram alterações. Em um segundo encontro, já com o projeto definido e com as alterações propostas, o grupo estabeleceu a equipe, as funções atribuídas para cada participante e definiu um cronograma.

O desenho das placas (*layout*) e o circuito proposto (Fig.1), assim como a sua funcionalidade eletrônica, foram debatidos entre os integrantes do grupo. Um dos pontos de interesse neste projeto foi a combinação de contribuições individuais de cada integrante, como cálculos e processos para se chegar a um circuito e também contribuições futuras para integrantes ingressantes no grupo terem uma base didática.

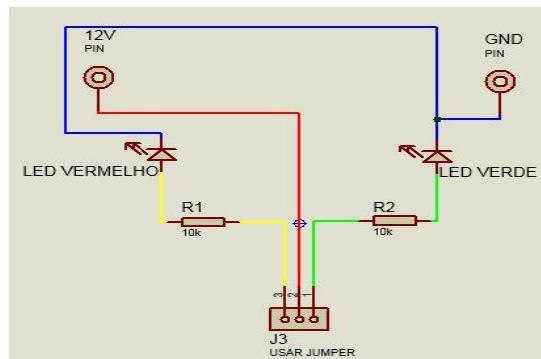


Figura 1 - Circuito para aplicação de chaveamento de LED's com função didática.  
Fonte: o grupo

Antes da gravação e documentação dos quatro processos distintos de confecção de placas de circuito impresso, também foram analisados os possíveis locais para a captação de imagens, a distribuição dos equipamentos para a realização do experimento e os equipamentos para a captação.

Além disso, a elaboração do roteiro para a captação das imagens dos experimentos foi realizada por um integrante do grupo e uma lista dos materiais e ferramentas necessárias foi elaborada e orçada. Adicionalmente, para uma melhor organização das ações executadas neste estudo, foi criada uma tabela de pré-produção e produção (Tab. 1).

Tabela 1 – Organização das ações executadas no estudo

Pré-produção	Produção
Reuniões	Organização do espaço
Cronograma	Definição do nome do projeto
Definição da equipe	Definição da equipe
Escolha do circuito impresso	Montagem de equipamentos filmagem
Distribuição das funções dos participantes	Organização de materiais e ferramentas
Levantamento de material	Captação de imagens de apoio
Levantamento de equipamento	Captação de imagens de ferramentas
Levantamento de ferramentas	Início do experimento conforme roteiro
Roteiro para captação	Finalização do experimento

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até o momento, foram registrados três dos quatro processos de confecção de placas de circuito impresso, faltando somente o registro e documentação do método à mão livre, que posteriormente será gravado e documentado.

A experiência de gravar e documentar em um curto espaço de tempo e com um grupo relativamente grande foi um grande desafio. As diferenças entre as áreas e conhecimentos dos participantes se tornaram evidentes, conforme avançamos entre os processos de criação. Um dos desafios foi sobre a atenção dos integrantes que nem sempre está presente e devaneia em uma névoa de criatividade, labirintos, desenhos, minimalismo e novas funcionalidades que aparecem em conversas paralelas que são novamente focalizadas para o objetivo principal devido ao roteiro pré-definido (Fig. 2).



Figura 2 - Registro dos bastidores do projeto. Fonte: o grupo

Dentre as falhas encontradas, observamos que os desenhos não eram transferidos corretamente, mas ao mesmo tempo, essas falhas deixaram de ser um problema e se tornaram enriquecedoras para as nossas gravações. Quando as imagens gravadas em vídeo foram analisadas, foi possível observar quando o erro aconteceu e o motivo que levou a isso, abrindo uma nova possibilidade para os registros feitos com esse vídeo, que além de mostrar o que se deve fazer em cada método, também mostra o que não se deve fazer.

Por fim, os estudantes envolvidos tiveram a oportunidade de experienciar e observar pelo menos três dos quatro métodos em um único dia, colaborando e trabalhando em conjunto para criação das placas (Fig. 3). Esse experienciar nos remete à palavra experiência, que é aquilo que nos acontece, o que nos toca (LARROSA, 2002) e que desempenha um papel fundamental na nossa aprendizagem.

Além disso, o roteiro criado serviu como um instrumento de mediação entre o ensino e a aprendizagem, que formam uma unidade dentro de um mesmo processo, ainda que cada um guarde sua especificidade. Em síntese, a aprendizagem é uma atividade do aluno visando à apropriação de conceitos, métodos e instrumentos cognitivos, mas que necessita de uma “intervenção” do outro, por meio da mediação (LIBÂNEO, 2012).

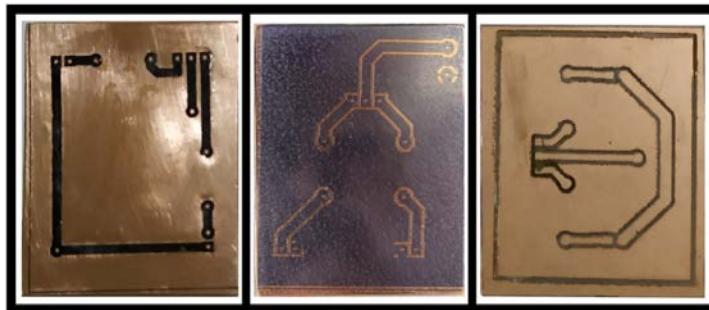


Figura 3 - PCI's termo transferência, *dry* filme e fresadora (CNC). Fonte: O grupo

#### 4. CONCLUSÕES

O projeto de pesquisa nos permitiu identificar e registrar pontos chaves em todos os processos de fabricação de placas de circuito impresso, que são utilizados e estudados pelo nosso grupo de pesquisa, evidenciando momentos críticos que serão explorados de forma a aumentar o rendimento e poder de criação dos integrantes. Além disso, a vídeo-documentação poderá servir de base a novos integrantes e estudantes que queiram construir placas de circuito impresso usando esses métodos.

Agradecemos ao CNPq pelo apoio às pesquisas que deram origem a este texto.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LARROSA, J.B. Notas sobre a experiência e o saber da experiência. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, n.19, p.20-28, 2002.
- LIBÂNEO, J.C. Ensinar e aprender, aprender e ensinar: o lugar da teoria e da prática em didática. In: LIBÂNEO, J.C.; ALVES, N. **Temas de pedagogia: diálogo entre currículo e didática**. São Paulo: Cortez, 2012, v. 1, p.35-60.
- POHLMANN, A. Gravura não-tóxica: uma experiência no ateliê de gravura em metal da universidade (UFPEl). In: **18o ANAIS DO ENCONTRO NACIONAL DA ANPAP**, Salvador, 2009. Também disponível em: <[http://www.anpap.org.br/18\\_encontro.html](http://www.anpap.org.br/18_encontro.html)> Acesso em: 15 jul. 2019.
- POHLMANN, A.R. A GRAVURA EM NOVAS BASES: alternativas não-tóxicas para o currículo de Artes Visuais. In: **ANPED SUL 2010**, Londrina, 2010. Anped Sul 2010 - Formação, Ética e Políticas: Qual Pesquisa? Qual Educação?
- ROCHEFORT, C.; WENDT, K.; SILVA, D.M.; ARAÚJO, T.; HARTWIG, C.; RODRIGUES, L.S.; GUEDES, T.C.; MONTAGNA, E.S.; MASCARENHAS, E.S.; POHLMANN, A.R. O uso do filme fotopolímero na Gravura em Metal. **Seminário de História da Arte - Centro de Artes - UFPEl**, v. 01, p. 9, 2011.
- SILVA, A.B.; MARTINS, G.L.; TAVARES, R.N.; POHLMANN, A.R. Adequação dos procedimentos de gravura artística para a gravação de circuitos impressos na engenharia eletrônica. In: **XXI CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA-UFPEL**, Pelotas, 2012. XXI CIC (Congresso de Iniciação Científica), Pelotas: UFPEl, 2012.
- STRÖMBERG, B. **Building a PCB Milling Machine**. 2012. Master of Science in Engineering Technology Electrical Engineering, Luleå University of Technology.