

# Tecnologia do Larex-USP recicla 100% da prata de circuitos eletrônicos

**P**ioneira na América Latina, uma tecnologia desenvolvida no Laboratório de Reciclagem, Tratamento de Resíduos e Extração da Universidade de São Paulo (Larex-USP) possibilita recuperar 100% da prata utilizada em placas de circuitos impressos de computadores, eletroeletrônicos e eletrodomésticos. Com viés de reciclagem, sustentabilidade e preservação ambiental, essa inovação é o tema da tese de doutoramento do engenheiro eletrônica Marcos Paulo Kohler Caldas, defendida em abril e orientada pela professora livre-docente Denise Croce Romano Espinosa, coordenadora do Larex-USP.

FOTOS: GENIVALDO CARVALHO



Recuperação da prata: placa-mãe (pontos de solda contêm prata); material moído antes das lixiviações; e líquido com a prata dissolvida

**Rota hidrometalúrgica desenvolvida no Laboratório de Reciclagem, Tratamento de Resíduos e Extração abre caminho para reaproveitar o metal nobre; clientes potenciais são indústrias de cosméticos, fármacos, próteses dentárias, têxteis e tintas**

De acordo com Denise, o estudo acadêmico de Marcos Paulo dá continuidade a uma linha de pesquisas do Laboratório iniciada na década de 1990, voltada à reaproveitar metais presentes em placas de circuitos impressos descartados. Desde então, o trabalho multidisciplinar baseado no desenvolvimento de rotas hidrometalúrgicas avançou e resultou em duas patentes obtidas junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Inpi), uma em 2012 e outra em 2014. Em ambas, foram aprimorados processos para recuperar o cobre, elemento responsável por cerca de 30% de todo o conjunto de materiais presentes em uma placa-mãe.

**Processos** – No mais recente trabalho apresentado no Larex-USP, centro vinculado ao Departamento de Engenharia Química da Escola Politécnica (Poli) e sediado na Cidade Universitária, zona oeste da capital, o resultado obtido são nanopartículas de prata, metal nobre com ação bactericida bastante conhecido e com uso difundido pela ciência e pela indústria. “A matéria-prima obtida tem valor agregado superior às outras já recicladas no Laboratório



Denise e Marcos Paulo convidam empresas a se tornarem parceiras do Larex-USP no projeto

e tem diversas possibilidades de reutilização”, informa Marcos Paulo.

Segundo ele, cada ponto de solda aplicado em uma placa-mãe de computador contém cerca de 3% de prata e os segmentos econômicos com interesse potencial direto nessa matéria-prima são as áreas de cosméticos, fármacos, próteses dentárias, têxteis e tintas, entre outros.

A rota hidrometalúrgica desenvolvida envolve uma primeira lixiviação – a dissolução dos constituintes solúveis de uma matéria – em meio ácido sulfúrico e uma segunda, nessa mesma substância, em meio oxidante. Após o processo, a matéria-prima obtida é isolada dos demais metais, sendo usado citrato de sódio como agente estabilizante para a síntese das nanopartículas.

**Extensão** – Apoiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado (Fapesp), a tese de Marcos Paulo baseou-se na recuperação da prata de placas-mãe e de memórias de computadores obsoletos. Atualmente docente do curso de Automação Industrial do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), ele destaca o fato da tecnologia aprimorada também servir para outros circuitos eletrônicos descartados, como os de geladeira, forno de micro-ondas, televisor, notebook e tablet, entre outros.

“Entre os aparelhos potenciais, o celular é um dos com maior apelo para esta tecnologia, devido à sua substituição pelos consumidores ser cada vez mais rápida e em maior volume”, observa. Para a pesquisa

avancar, Marcos Paulo e Denise convidam empresas a se tornarem parceiras do Larex-USP no projeto (ver serviço). Motivos, segundo eles, não faltam.

A logística reversa é um deles. Trata-se, para os cientistas, de uma tendência universal, irreversível e medida prevista na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS – Lei nº 12.305, de 2010) (ver serviço). Esse instrumento legal determina as responsabilidades de industriais, revendedores, importadores, distribuidores e consumidores com relação ao ciclo de vida de um produto – desde a sua fabricação até o descarte ambiental de todos os seus componentes.

**Oportunidade** – “Hoje no Brasil se separam e vendem as placas, mas não ocorre a reciclagem delas”, explica Marcos Paulo. Segundo ele, fora do País, os minérios extraídos dos circuitos são recuperados em escala industrial por nações como China e Bélgica, dois dos maiores compradores desse tipo de material. “Com o avanço da logística reversa, reciclar a prata será uma fonte de novos negócios, empregos e renda, além de prover mais sustentabilidade para a indústria e preservação ambiental”, prevê.

No Larex-USP, os desafios futuros com a rota hidrometalúrgica incluem achar um método para extrair o cobre e a prata no mesmo processo e também como tornar o formato das nanopartículas de prata mais uniformes, para atender à própria indústria, sua futura ‘compradora’. Desse modo,

## Larex-USP é Embrapii

Em julho, o Larex-USP passou a sediar a mais nova unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii), organização social de pesquisa, inovação e apoio às empresas do governo federal (ver serviço). Especializado em serviços da chamada Química Verde (*Tecnogreen*), o grupo multidisciplinar com equipes da Poli-USP atua com Engenharia Química, Minas, Petróleo, Metalurgia, Materiais e Civil. Desde 1992, mantém projetos de reciclagem, tratamento de resíduos, tratamento de efluentes, biorremediação, biolixiviação e processos químicos extrativos de alta temperatura ou em meio aquoso.

No modelo de fomento tecnológico da Embrapii, o empreendedor tem acesso a financiamento a fundo perdido, isto é, não necessita devolver os valores investidos, e, igualmente, pode realizar ações sem esperar abertura de edital e negociar o serviço direto com a Unidade escolhida, assim como aprová-lo. O núcleo recém-criado na USP atende empresas de sete áreas de competências da Química Verde: Engenharia de Bioprocessos; Engenharia Verde; Mineração Urbana; Processos de Reciclagem; Processos Sustentáveis; Tratamento de Efluentes; Tratamento de Resíduos e Rejeitos Industriais.

estima Marcos Paulo, será possível multiplicar em até 400 vezes o valor agregado da matéria-prima quando este ciclo científico estiver consolidado.

Rogério Mascia Silveira  
Imprensa Oficial – Conteúdo Editorial  
Jornal da USP

### SERVIÇO

Laboratório de Reciclagem, Tratamento de Resíduos e Extração (Larex-USP) - <http://larex.poli.usp.br>  
E-mail [mpkcaldas@gmail.com](mailto:mpkcaldas@gmail.com)  
Telefone (11) 3091-9120  
Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS – Lei nº 12.305/2010)  
<http://goo.gl/GnA3Mb>  
Logística Reversa - Ministério do Meio Ambiente - <http://goo.gl/51PxZV>  
Embrapii - <http://embrapii.org.br>



Em destaque, pontos de solda na placa-mãe