

Estudos (Inter) Multidisciplinares nas Ciências Exatas e Tecnologias

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
Ricardo Vinicius Bubna Biscaia
(Organizadores)

Estudos (Inter) Multidisciplinares nas Ciências Exatas e Tecnologias

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
Ricardo Vinicius Bubna Biscaia
(Organizadores)

 **Atena**
Editora

Ano 2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Lorena Prestes
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobom – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	<p>Estudos (inter) multidisciplinares nas ciências exatas e tecnologias [recurso eletrônico] / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta, Ricardo Vinicius Bubna Biscaia. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-798-7 DOI 10.22533/at.ed.987192611</p> <p>1. Ciências exatas – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Dallamuta, João. III. Biscaia, Ricardo Vinicius Bubna.</p> <p style="text-align: right;">CDD 509</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Neste livro são apresentados vários trabalhos, alguns com resultados práticos, outros com métodos de desenvolvimento para o ensino de tecnologias, bem como um enfoque em energias renovais.

Um compendio de temas e abordagens que constituem a base de conhecimento de profissionais que buscam estar atualizados e alinhados com as novas tecnologias .

A obra Estudos (Inter) Multidisciplinares nas Ciências Exatas e Tecnologias aborda os mais diversos assuntos sobre a aplicação de métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação ensino aprendizado, sendo por meio de levantamentos teórico-práticos de dados referentes aos cursos ou através de propostas de melhoria nestas relações.

Outro ponto de grande destaque, são as novas ferramentas utilizadas em um compendio relacionado ao ensino-aprendizagem, como ferramentas tecnológicas que facilitem o entendimento e executem um link entre aluno-professor-conteúdo.

Desta forma temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões em relação ao ensino nas engenharias, de maneira atual e com a aplicação das tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

João Dallamuta

Ricardo Vinicius Bubna Biscaia

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A TECNOLOGIA E AS MUDANÇAS NO MERCADO DE TRABALHO	
Eduardo Bruno de Almeida Donato Amanda Moura Camilo	
DOI 10.22533/at.ed.9871926111	
CAPÍTULO 2	9
CIBERCULTURA: ESPAÇO DE APRENDIZAGEM COLABORATIVA À LUZ DA TEORIA ATOR-REDE	
Diane Schlieck Martha Kaschny Borges	
DOI 10.22533/at.ed.9871926112	
CAPÍTULO 3	22
AUTORREGULAÇÃO DA APRENDIZAGEM: DESAFIOS E PERSPECTIVAS NA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA	
Milena Beatriz Silva Loubach Pollylian Assis Madeira Marcos Antônio Pereira Coelho Lucas Borcard Cancela	
DOI 10.22533/at.ed.9871926113	
CAPÍTULO 4	30
ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS METODOLOGIAS DE ENSINO PEER INSTRUCTION E LECTURING	
Felipe Barbosa Araújo Ramos Antonio Alexandre Moura Costa Ademar França de Sousa Neto Luiz Antonio Pereira Silva Dalton Cézane Gomes Valadares Andressa Bezerra Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.9871926114	
CAPÍTULO 5	44
SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO DE RECURSOS EDUCACIONAIS DIGITAIS, TENDO EM CONTA A DIVERSIDADE DOS ESTUDANTES	
Valentina Tabares Morales Néstor Darío Duque Méndez Yorely Bryjeth Ceballos Marta Rosecler Bez Silvana Vanesa Aciar	
DOI 10.22533/at.ed.9871926115	
CAPÍTULO 6	60
DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E ASTRONOMIA AMADORA NA ERA DA CONVERGÊNCIA DE MÍDIAS DIGITAIS: UMA ABORDAGEM DA EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO	
Victor Alexandre Ferreira Luiz Agner	
DOI 10.22533/at.ed.9871926116	

CAPÍTULO 7	74
FÍSICA DA ALFACE: A PROMOÇÃO DA INTERDISCIPLINARIDADE ENTRE FÍSICA, INFORMÁTICA E FRUTICULTURA	
Lázaro Luis de Lima Sousa Sammya Kele Macena de Freitas Subênia Karine de Medeiros Neo	
DOI 10.22533/at.ed.9871926117	
CAPÍTULO 8	86
DOMÍNIOS DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA PROMOÇÃO E ATENÇÃO PRIMÁRIA À SAÚDE	
Diego Armando de Oliveira Meneses Adicinéia Aparecida de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.9871926118	
CAPÍTULO 9	102
RASPBERRY PI COMO COMPUTADOR PARA USO ACADÊMICO NO IFRO <i>CAMPUS</i> PORTO VELHO ZONA NORTE	
Jhordano Malacarne Bravim Gabriel Augusto Fernandes Gonçalves Júlio Viana Filho Juliana Braz da Costa Ricardo Lopes Viera César	
DOI 10.22533/at.ed.9871926119	
CAPÍTULO 10	115
A PRIVACIDADE EM UM CENÁRIO <i>PANSENSITÍVEL</i> DE INTERNET DAS COISAS & CIDADES INTELIGENTES	
André Barbosa Ramiro Costa Maria Amália Oliveira de Arruda Câmara	
DOI 10.22533/at.ed.98719261110	
CAPÍTULO 11	129
ROBÔ AUTÔNOMO SEGUIDOR DE LINHA PARA AUXÍLIO RESIDENCIAL	
Gabriel Paiva Magalhães Wesley Miguel Dos Santos Peixoto	
DOI 10.22533/at.ed.98719261111	
CAPÍTULO 12	138
ALGORITMOS DE MACHINE LEARNING APLICADOS NA IDENTIFICAÇÃO DE GÊNERO POR MEIO DE FREQUÊNCIA DE VOZ	
Maicon Facco Daíse dos Santos Vargas Marcos Antônio de Azevedo de Campos Cleber Bisognin	
DOI 10.22533/at.ed.98719261112	
CAPÍTULO 13	151
O QUE PODEM OS ALGORITMOS?	
Gabrielle Granadeiro da Silveira	
DOI 10.22533/at.ed.98719261113	

CAPÍTULO 14 163

RECUPERAÇÃO DO ESTANHO PRESENTE EM PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO (PCI'S)
VISANDO À PRESERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS

Maria do Socorro Bezerra da Silva
Carlson Pereira Souza
André Luis Lopes Moriyama
Raffael Andrade Costa de Melo

DOI 10.22533/at.ed.98719261114

CAPÍTULO 15 175

INVESTIGAÇÃO DE MATERIAIS A BASE DE GRAFENO E HIDROTALCITA APLICADOS COMO
ADSORVENTES PARA REMOÇÃO BIFUNCIONAL DE MICROPOLUENTES EM ÁGUA

Eliane Kujat Fischer
Cintia Hisano
Rafael Aparecido Ciola Amoresi
Maria Aparecida Zaghete Bertochi
Rony Gonçalves Oliveira
Alberto Adriano Cavalheiro

DOI 10.22533/at.ed.98719261115

CAPÍTULO 16 188

A VOLTA MAIS RÁPIDA PARA OBTER REDUÇÃO DE CUSTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL
CONSIDERANDO O CICLO DE VIDA DA EDIFICAÇÃO

Ivan Luiz Portugal Basile
Eduardo Ioshimoto
André Luiz Gonçalves Scabbia

DOI 10.22533/at.ed.98719261116

CAPÍTULO 17 204

DESENVOLVIMENTO E VIDA ÚTIL DE FARINHA A PARTIR DOS RESÍDUOS GERADOS NO
PROCESSAMENTO DE MÍNIMO DE CENOURA

Rosa Maria de Deus de Sousa
Celso Luiz Moretti
Cristina Maria Monteiro Machado
Leonora Mansur Mattos

DOI 10.22533/at.ed.98719261117

CAPÍTULO 18 217

VALIDAÇÃO DA TÉCNICA DE MODELAGEM COMPUTACIONAL PARAMÉTRICA BIDIMENSIONAL
SOB CAMPO DE VENTO UNIFORME

Marcelo Marques
Fernando Oliveira de Andrade
Elaine Patrícia Arantes
Isabela Arantes Ferreira
Tobias Bleninger
Alexandre Kolodynskie Guetter

DOI 10.22533/at.ed.98719261118

CAPÍTULO 19	228
ANÁLISE MULTITEMPORAL DA MALHA VIÁRIA DO ESTADO DA PARAÍBA COM A UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS DA CARTOGRAFIA DIGITAL E DO SENSORIAMENTO REMOTO	
Edmilson Roque da Silva Junior	
Emanoel Ferreira Cardoso	
Gilanildo Freires de Almeida	
Marcelo Laédson Morato Ferreira	
Renan Willer Pinto de Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.98719261119	
CAPÍTULO 20	238
MAPEAMENTO LITO-ESTRUTURAL DA REGIÃO DE GURJÃO-PB	
Thayná Bel Pereira Guimarães	
Natanael Felipe Lorenzi de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.98719261120	
CAPÍTULO 21	245
STUDY OF LIGHTNING BIFURCATION AND EFFECT ON RADIATION	
Fernando Júnio de Miranda	
DOI 10.22533/at.ed.98719261121	
CAPÍTULO 22	255
ESTIMATIVAS DO PODER EVAPORANTE DO AR PARA OS MUNICÍPIOS DE NOVO REPARTIMENTO E SANTANA DO ARAGUAIA NO ESTADO DO PARÁ	
Jocilene Teixeira do Nascimento	
Maria do Bom Conselho Lacerda Medeiros	
Valdeides Marques Lima	
Luane Laíse Oliveira Ribeiro	
Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza	
Joaquim Alves de Lima Júnior	
Fabio Peixoto Duarte	
Helane Cristina Aguiar Santos	
Wellington Leal dos Santos	
Bianca Cavalcante da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.98719261122	
CAPÍTULO 23	266
UTILIZAÇÃO DO MODELO TOPMODEL PARA ANÁLISE TEMPORAL DO SISTEMA CHUVA-VAZÃO NA BACIA DO RIO SÃO MIGUEL	
Ciro Couto Bento	
Cristiano Christofaro Matosinhos	
Welberth Pereira Dias	
Thiago Martins da Costa	
Hernando Baggio	
DOI 10.22533/at.ed.98719261123	
CAPÍTULO 24	279
STRENGTH PREDICTION OF ADHESIVELY-BONDED JOINTS WITH COHESIVE LAWS ESTIMATED BY THE DIRECT METHOD	
Ulisses Tiago Ferreira Carvalho	
Raul Duarte Salgueiral Gomes Campilho	
DOI 10.22533/at.ed.98719261124	

CAPÍTULO 25 292

PRINCIPAIS MATERIAIS E TÉCNICAS UTILIZADOS NA OXIDAÇÃO DE ÁLCOOL PARA USO EM CÉLULAS A COMBUSTÍVEL: UMA REVISÃO

Isaide de Araujo Rodrigues
Ziel Dos Santos Cardoso
Deracilde Santana da Silva Viégas
Vinicius Tribuzi Rodrigues Pinheiro Gomes

DOI 10.22533/at.ed.98719261125

CAPÍTULO 26 305

USO DE LISTAS DINÂMICAS EM APLICATIVO MÓVEL PARA INTERPOLAÇÃO DE DADOS DE TEMPERATURA DO AR, VISANDO O CONFORTO TÉRMICO

Arlson José de Oliveira Júnior
Silvia Regina Lucas de Souza
Guilherme dos Santos Sousa
William Duarte Bailo
Daniel de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.98719261126

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 315

ÍNDICE REMISSIVO 316

RECUPERAÇÃO DO ESTANHO PRESENTE EM PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO (PCI'S) VISANDO À PRESERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS

RESUMO: Com o desenvolvimento de uma consciência do perigo relacionado ao aumento do consumo dos recursos naturais e dos recursos energéticos gerados pela expansão extraordinária da população mundial e a consequente poluição da atmosfera urbana com os mais diversos tipos de resíduos. É importante encontrar técnicas de recuperação destes metais, confiáveis e econômicas, que não produzam ameaças de poluição secundária para o meio ambiente e a saúde humana durante o processamento destes resíduos. A tecnologia abordada, leva à minimização de impactos ambientais por recuperar os elementos metálicos de PCIs, o que reduz a exploração de depósitos minerais. O principal objetivo é a extração e recuperação de estanho e cobre, por meio de uma rota hidrometalúrgica seguida por eletrodeposição em catodos de cobre. O pó obtido do processamento mecânico foi lixiviado usando soluções aquosas 1N HNO₃ e 3N HCl (água-régia). O licor de lixiviação obtido apresentou 99% de Sn das extraídos das placas. Os ensaios de eletrodeposição de cobre e estanho foram realizados utilizando-se 500mL do licor lixiviado das PCI's, diluídas com água destilada. Os processos de eletrodeposição foram realizados variando a corrente em 0, 5 A – 1.0 A e 1.5 A, tempo constante de 60 minutos, com e sem agitação mecânica. Os resultados mostraram que as soluções mais

diluídas favoreceram a remoção do estanho em solução, e o processo de eletrodeposição sem agitação mecânica removeu aproximadamente 100% do estanho presente na solução.

PALAVRAS-CHAVE: Placas de Circuito Impresso; remoção; eletrodeposição; estanho

INTRODUÇÃO

O lixo eletrônico contém muitos recursos valiosos, juntamente com muitos metais pesados e materiais perigosos, que são considerados uma fonte secundária polimetálica atraente e um contaminante ambiental ao mesmo tempo. A complexidade dos Resíduos Eletroeletrônicos aumentou com o desenvolvimento da tecnologia, como a produção de dispositivos eletrônicos depende de um grande número de elementos, os dispositivos modernos consistem em até 60 elementos em várias misturas de metais (BLOODWORTH, 2014). Do ponto de vista dos recicladores, ligas altamente complexas representam um desafio para o desenvolvimento de tecnologias eficientes de recuperação de metal a partir destes resíduos. Ao mesmo tempo, a vida útil média dos produtos eletrônicos também foi reduzida drasticamente, resultando no aumento de produtos eletrônicos no fim da vida útil. O manuseio e a reciclagem sustentável de REEE exigem o desenvolvimento

de uma coleção de última geração e estratégias de tratamento, bem como novas tecnologias de recuperação de metais (WANG e XU, 2014). Os principais métodos para recuperar metais de PCIs incluem processos mecânicos/ físicos, pirometalúrgicos e hidrometalúrgicos (BIRLOAGA et al., 2013; HUANG et al., 2009).

O estanho é um metal de ocorrência natural, extraído do minério cassiterita na forma de SnO_2 , é um dos elementos químicos, dentre outros, que apresenta altas concentrações nestes resíduos eletrônicos. Este elemento químico que possui número atômico 50 e massa 118,7 é um metal que não reage com a água e nem com o ar à temperatura ambiente, mas, em altas temperaturas, forma um filme de óxido na superfície. Os ácidos diluídos atacam o estanho lentamente, formando sais de estanho II e o hidrogênio. O ácido nítrico concentrado produz o óxido de estanho IV hidratado. Os maiores produtores de Sn são China, Indonésia, Peru, Brasil, Bolívia e Austrália, que correspondem por 93% da produção total anual de estanho. Os Estados Unidos aparecem como sendo o principal secundário de Sn, através do processo de reciclagem (YANG, 2017).

O estanho é um dos poucos metais adequados para contato com alimentos durante o cozimento. O estanho puro e suas ligas têm recebido atenção crescente como materiais anódicos para baterias de íons de lítio como alternativas ao grafite, devido à sua alta capacidade específica e densidade de energia (WALSH et al., 2016).

Ainda são escassos os trabalhos que tratam da recuperação de estanho, principalmente em soluções reais lixiviadas de PCIs e por processos eletroquímicos. No entanto alguns autores como Lee et al. (2003) já investigaram a recuperação de metais valiosos e a regeneração das soluções nítricas de gravação de PCI, onde o metal puro de cobre foi obtido através de eletrólise, e os íons de estanho foram precipitados ajustando o pH da solução com o $\text{Pb}(\text{OH})_2$. O chumbo, com pureza de 99%, foi obtido por cimentação com um pó de ferro. Já Martins, (2009) realizou a lixiviação de placas de circuito impresso (PCI) de computadores obsoletos para extração e recuperação de estanho e cobre por meio de lixiviação seguida de precipitação, com uma extração de 98% para Sn e 93% para Cu. Os precipitados foram obtidos em diferentes valores de pH, neutralizando os lixiviados com NaOH. A recuperação foi de (84,1% para Sn e 31,9% para Cu). Um projeto de pesquisa foi apresentado por Menetti and Tenório, (1995) onde eles descrevem as etapas para a recuperação de ouro, prata, cobre, ferro, alumínio, estanho e zinco de sucata eletrônica. Os autores pesquisaram métodos para obter concentrados metálicos de três tipos de sucata eletrônica usando tratamentos físicos, com ênfase nos procedimentos de fragmentação, eletrostática e concentração magnética.

Scott et al., (1997) usou solução aquosa de decapagem de ácido nítrico para reciclar cobre, estanho e chumbo utilizando dois processos de reciclagem: a reciclagem eletroquímica de todos os metais e a combinação de deposição eletroquímica de cobre e precipitação de estanho e chumbo. A separação de estanho da solução foi feita por precipitação junto com o chumbo e depois diluídos em ácido para eletrodeposição. O

cobre só é depositado após a retirada do estanho, seguido do chumbo.

Baseado nos estudos abordados, percebe-se que são necessárias várias etapas até chegar a eletrodeposição do estanho, o que nosso estudo, a única etapa realizada é a diluição do lixiviado das PCIs, antes de ser aplicada ao processo eletroquímico para a remoção de cobre e estanho. Dentre alguns estudos de remoção destes metais, as soluções utilizadas na eletrodeposição são, em sua maioria, sintéticas. A aplicabilidade de soluções simuladas (sintéticas) é limitada e considerada não representativa de uma solução de resíduos reais contendo estanho (WALSH et al, 2016).

Kaya, (2016) acredita que a rota hidrometalúrgica será uma peça chave na recuperação do metal para as futuras pesquisas. Mas segundo ele, desenvolver qualquer nova tecnologia limpa para reciclar recursos valiosos de PCIs será de grande importância.

Este trabalho apresenta novos resultados da recuperação de estanho por eletrodeposição a partir de solução real de licor de lixiviação de PCIs de computadores obsoletos. A rota hidrometalúrgica, foi utilizada para determinar a concentração de estanho no licor de lixiviação. A dissolução de PCI's foi baseada em amostras destes resíduos, já na sua forma moída, realizado por Melo, (2017), e os sistemas de lixiviação ácida realizados usando solução aquosa de água régia para extração dos metais. A solução aquosa com teores metálicos, inclusive o estanho, foi utilizada como eletrólito de uma célula eletrolítica com um ânodo e um catodo de cobre, conectados a um fornecedor de energia de corrente contínua.

CARACTERIZAÇÃO DAS PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO (PCIS)

Na digestão das PCI's foi utilizado uma solução de água-régia, composto por ácido nítrico e ácido clorídrico (25% HNO₃/75% HCl). Um volume de água-régia de 500ml foi usada para dissolver 25 g de PCI's moídas em cada ensaio, com agitação magnética constante. Ao término da lixiviação, o sistema foi filtrado, filtração simples com papel filtro quantitativo, o extrato lixiviado e o resíduo do papel foram encaminhados para análise química por Espectroscopia de Fluorescência de Raio-X (FRX). Na realização desta etapa, foi utilizado um sistema fechado, com refluxo, como mostra a figura 1, para evitar perdas dos reagentes para o meio ambiente.

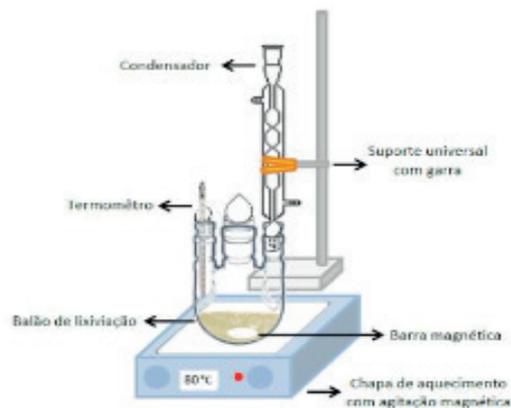


Figura 1 - Digestão química das placas de circuito impresso com água-régia em um balão com refluxo - Silvas, 2014.

Os experimentos de eletrodeposição foram conduzidos em um reator em batelada com capacidade de 1 L, um par de eletrodos de cobre foi inserido verticalmente e ligados a uma fonte alimentadora de corrente contínua, estes separados por espaçadores de plástico a uma distância de 3 cm.

Os ensaios de eletrodeposição foram realizados com e sem agitação mecânica, variando a corrente aplicada (0,5 - 1,0 e 1,5 A) e mantendo um tempo constante de 60 minutos. A figura 2 apresenta a célula eletroquímica utilizada neste estudo para o processo de eletrodeposição do cobre e estanho.

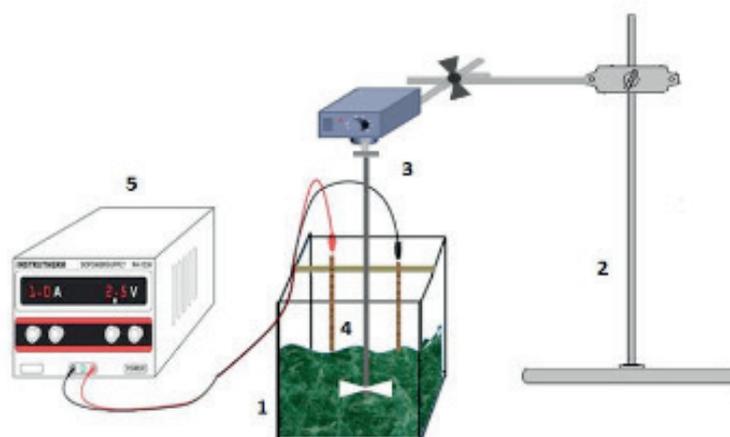


Figura 2 - Célula eletroquímica. 1) reator eletroquímico, 2) suporte, 3) agitador mecânico, 4) eletrodos de cobre, 5) fonte de alimentação.

Para a remoção de estanho, a solução do licor lixiviado foi diluída em uma proporção de 1:3, sendo 1 volume de água-régia e 3 volumes de água destilada (1:3) formando um volume de 500 ml. Este volume foi adicionado ao reator e o sistema foi mantido sem agitação por 60 minutos, e com agitação a 550 rpm. A solução inicial e final foram analisadas por Espectroscopia de Fluorescência de Raio-X e Espectroscopia de Absorção Atômica (EAA). O depósito de metais do catodo foi analisado por

Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) acoplado a EDS - Espectroscopia por Energia Dispersiva. A determinação do estanho, ao final de cada processo com e sem agitação mecânica, por espectrofotometria de absorção atômica, foi realizada em 224,6 nm de comprimento de onda. Foi utilizado um queimador padrão, em chama de gás - acetileno com fluxo de gás de 4 L/min e corrente da lâmpada de estanho de 7mA. A Figura 3 apresenta a evolução do processo na célula eletroquímica em aproximadamente 30 minutos de reação para uma diluição de 1:3, e o eletrodo ao final do processo sem agitação mecânica e 1,5 A de corrente aplicada.

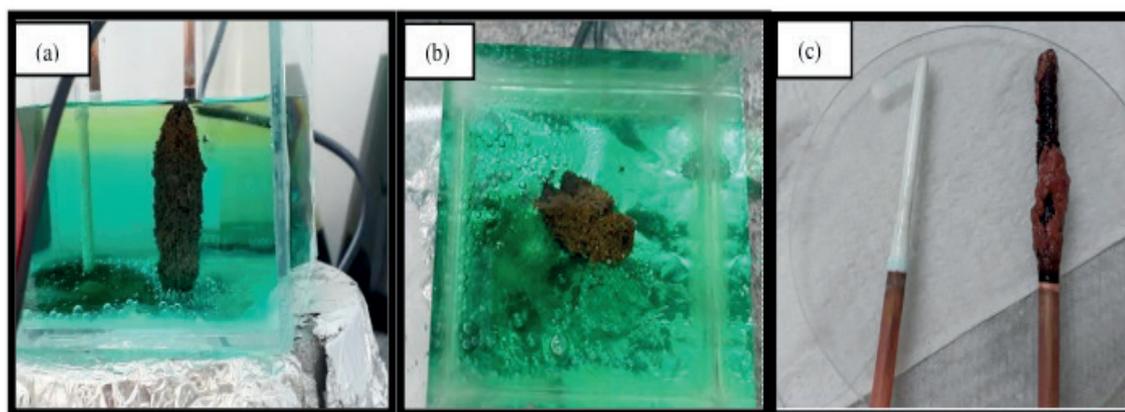


Figura 3 - Célula eletroquímica. (a) reação em andamento. (b) reação finalizada. (c) eletrodo.

Na figura 3 (a) verifica-se uma diferença da coloração, que vai evoluindo ao decorrer da reação e se divide em três fases. A solução esverdeada, observada no meio da célula, entre os eletrodos, pode ser devido a oxidação e ao mesmo tempo a dissolução de íons de cobre no ácido nítrico. Indica também que os íons de cobre estão sendo reduzidos na forma de Cu^{2+} . A solução de cor verde amarelada observada na parte superior da solução está associada a formação de íons Cu^0 ou CuCl_4^{2-} (Cloreto de Cobre (II)). A solução abaixo dos eletrodos apresenta coloração azulada devido a formação do $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ (nitrato de cobre). No anodo, mesmo com a perda de massa, é depositada uma fina camada branca, a qual está associada provavelmente a formação do composto de cloretos e óxidos. O desprendimento do depósito, mostrado na figura 3 (b), ao retirar os eletrodos da solução, está associado ao peso do depósito, como também ao desligamento da corrente, fazendo com que o depósito se desprenda devido à ausência da força que os mantinha aderidos ao catodo. A camada de metais aderida ao catodo foi analisada por FRX e DRX.

Nas análises por FRX, foram encontradas concentrações de prata, sódio, cloro, aderidas ao anodo de cobre. Por estas análises, já é possível identificar a formação de cloretos de cálcio, assim como óxidos de cobre e de prata, os quais apresentam colorações brancas e são bem solúveis. Alguns destes compostos foram encontrados nas análises por DRX. A Figura 4 apresenta a reação para o processo com agitação mecânica.

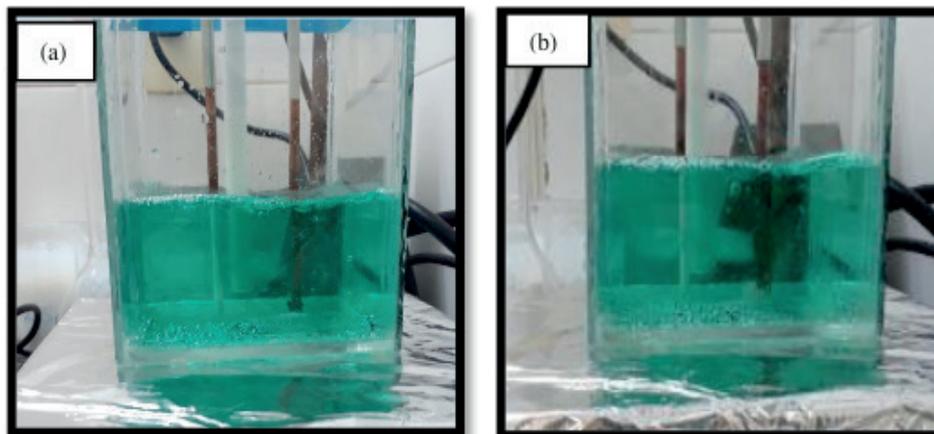


Figura 4 - Deposição de metais com agitação mecânica.

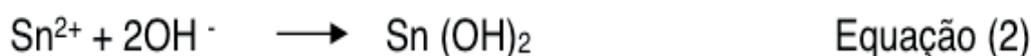
Nas reações com agitação, observa-se que não houve a formação de cores diferentes na solução, justamente pelo motivo da solução está em constante agitação. No entanto, a deposição de metais no catodo fica mais aderente, de forma que ao desligar o sistema, esta continua bem grudada ao eletrodo. Verificou-se a deposição da camada branca no anodo, o qual está associado ao cloreto de sódio. Os depósitos dos catodos, analisados por FRX, estão apresentados na Tabela 1, para o processo com agitação, e na Tabela 1 para o processo sem agitação.

	0,5 A	1,0 A	1,5 A		0,5 A	1,0 A	1,5 A
C.A.	%	%	%	S.A.	%	%	%
Cu	94,458	94,099	88,397	Cu	53,355	78,543	67,152
Cl	3,435	4,25	9,079	Cl	21,18	6,473	3,881
Na	0,301	0,190	1,593	Pb	0,572	1,6	1,731
Ca	...	...	0,331	Al	0,768	0,309	0,183
Pb	0,194	0,194	0,103	Ni	0,101	...	...
Ag	3,191	1,398	1,571	Sn	12,552	11,993	26,288
				Na	6,165	2,165	1,435
				Ca	1,042	...	...
				Ag	0,391	0,99	0,764
				Fe	0,274	...	...

Tabela 1 - Composição dos depósitos do catodo para o processo com agitação (C.A.) e sem agitação (S.A.).

A composição dos depósitos no catodo para o processo com agitação, apresenta uma elevada concentração de cobre, seguida do cloro e da prata. Apesar do estanho está em grande quantidade na solução, não foi verificada nenhuma taxa de deposição do mesmo neste processo com agitação, estando todo ele ainda presente na solução. As análises por FRX, dos depósitos, foram realizadas de forma elementar, no entanto, compostos também são formados no depósito como o Cloreto de sódio, CaCl_2 , AgCl e PbO . No processo sem agitação é obtida altas taxas de remoção para o estanho,

seguido do cobre, cloro, prata, alumínio e chumbo. Além disso, outras frações de metais, como pode ser verificado na tabela, estão aderidas a superfície do eletrodo, como cálcio, ferro e níquel, e só são depositados na corrente de 0,5 A. O processo sem agitação favorece a deposição do estanho. Neste depósito há possíveis formações de compostos como NaCl, Al₂O₃, PbO, CaCl₂ e SnO. As alíquotas colhidas durante o processo foram analisadas por FRX. Os resultados obtidos para o processo com agitação, não foram tão satisfatórios para a remoção dos metais. Observou-se que em todas as alíquotas colhidas, as concentrações dos metais na solução pareciam não mudar, exceto a do cobre, que aumentava progressivamente em função do tempo e da corrente aplicada, justamente pelo fato da oxidação do anodo, que era de cobre. No processo sem agitação, verifica-se um comportamento diferente em relação a remoção do estanho na solução, altas taxas de remoção foram alcançadas. Esta elevada deposição de estanho, principalmente na reação aplicando a corrente de 1,5 A e sem agitação, pode ser explicada também pelo íon estanho formado na solução. O Sn⁴⁺ predomina na reação, reduzindo ao íon Sn²⁺, Equação (1), e formando composto, provavelmente com o cloro – Cloreto de estanho. Sua redução ocorre, seguindo a reação apresentada na Equação (2). Devido a este aumento do pH da solução, alguns dos íons de estanho também foram precipitados no decorrer da reação pela seguinte equação.



De fato, hidróxidos de estanho são precipitados, e ao final da reação, pode – se colher alíquotas desse precipitado e avaliar se realmente o estanho metálico, ou compostos de estanho, estavam sendo removidos da solução por eletrodeposição. As alíquotas colhidas ao final do processo e analisadas por FRX, apresenta uma diminuição na concentração de todos os elementos que estavam presentes na solução no início do processo, como é verificado na Tabela 2. A Tabela 2 mostra a concentração de metais ao final de cada processo, em todas as correntes estudadas e sem agitação mecânica.

Elementos	Solução inicial	0,5A	1,0 A	1,5A
	%	%	%	%
Cu	39,589	50,967	59,893	63,347
Cl	22,396	24,172	20,102	19,3
Sn	18,283	12,447	8,668	1,197
Ca	8,780	5,746	2,795	2,153
Pb	2,008	...	...	...
Fe	1,228	0,831	0,566	0,559

Ag	0,938	0,679	0,418	0,44
Al	0,749	0,688	0,599	0,373
Si	0,124	0,192	0,067	0,035
Ni	0,215	0,17	0,15	0,113
Cr	0,215	0,136	0,075	0,083
Ti	0,149	0,098	0,042	0,047
Na	5,326	3,874	6,624	4,353

Tabela 3 - Concentração de metais ao final de cada corrente estudada e sem agitação mecânica.

Ao final do processo, ainda é verificado uma considerável porcentagem de estanho em todas as correntes aplicadas, principalmente para a corrente de 0,5 A. Isso significa que a corrente foi baixa, minimizando a geração de íons para a solução, assim como o transporte de íons para o catodo. As taxas de remoção do estanho para as correntes estudadas de 0,5 – 1,0 e 1,5 A foram respectivamente 32%, 53% e 89% respectivamente. O chumbo é completamente removido por deposição no catodo, o que é considerado um resultado excelente, devido a sua alta toxicidade em solução. Este pode estar sendo depositado no catodo em forma de liga Pb-Sn, na sua forma óxido ou na sua forma metálica, mesmo com seu potencial de redução sendo negativo.

As alíquotas colhidas, ao longo do tempo e analisadas por FRX, para o processo sem agitação e corrente de 1,5 A, apresentaram ótimos resultados, o que era o esperado para as demais correntes. A Figura 5 apresenta a curva de remoção do estanho versus tempo de reação.

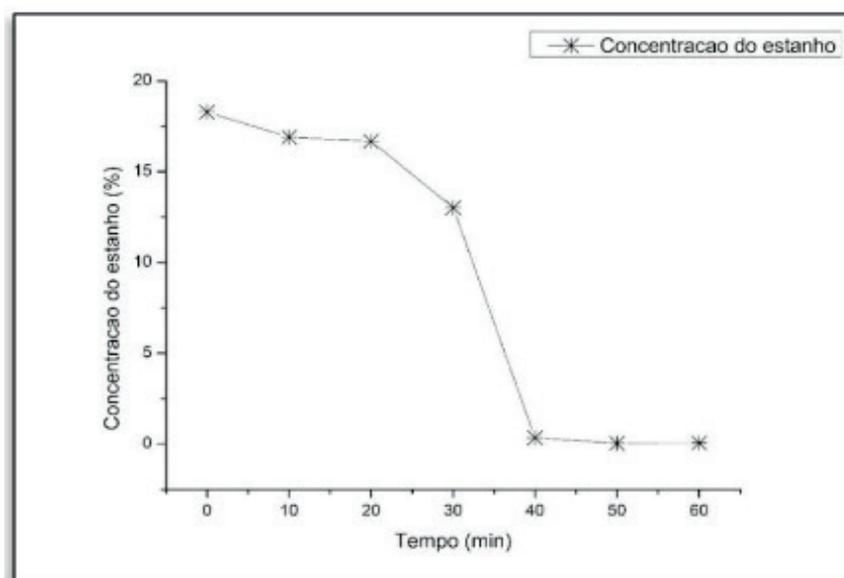


Figura 5 - Remoção do estanho em processo eletroquímico sem agitação e corrente de 1,5 A.

A concentração inicial do estanho era de 18,28%, e vai diminuindo ao longo do tempo, à medida que é depositado no catodo. Em 40 minutos de processo, praticamente todo estanho já se encontra depositado no catodo, o que já seria um ótimo tempo para

sua remoção. Observa-se que nesse ponto a curva segue a tendência a se tornar constante, pois praticamente todo o estanho foi removido. A remoção do estanho neste processo foi de 98%. Os resultados obtidos nas análises por Absorção atômica estão apresentados na Figura 6.

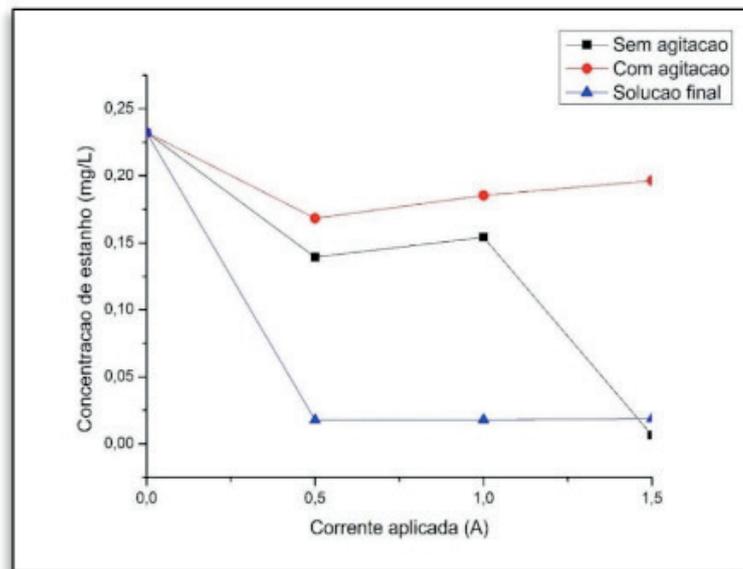


Figura 6 - Concentração de estanho ao final de cada processo.

As análises obtidas por Absorção Atômica mostradas na Figura 6, apresentam resultados semelhantes aos encontrados por FRX, onde ao final do processo, há de fato uma diminuição da concentração de estanho na solução, e mais uma vez comprova que o processo sem agitação mecânica favorece a deposição e remoção do estanho.

Os depósitos formados no catodo e analisados também por Difratoograma de Raio-X, e está mostrado na Figura 7.

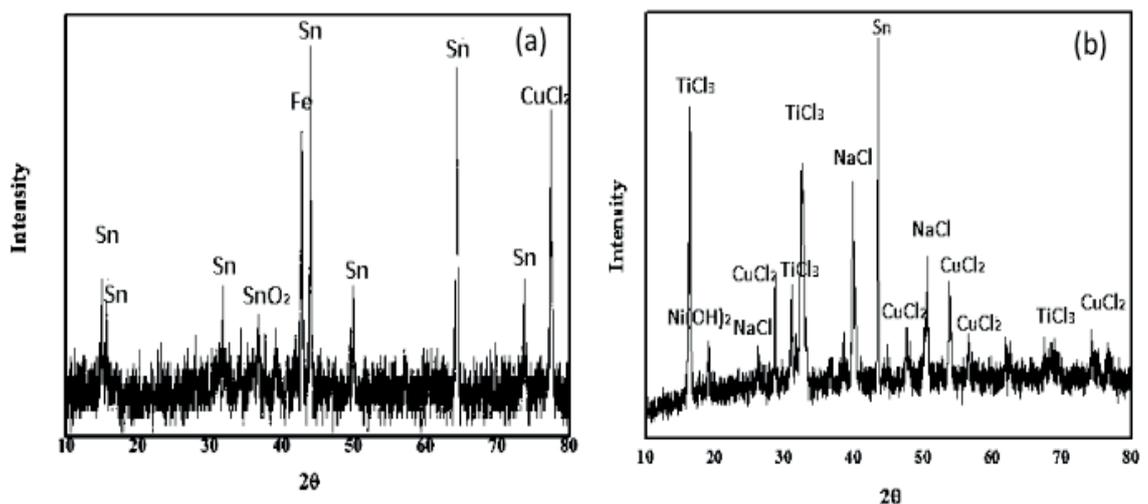


Figura 7 - Difratoograma de Raio-X do depósito formado do catodo em corrente de 1,5 A, com agitação (a), sem agitação (b).

Sabe-se que pela heterogeneidade da amostra, há uma variação de elementos,

e alguns elementos são depositados em forma de compostos. De acordo com os difratogramas a e b, nesta amostra, o cobre e o titânio são depositados como cloreto, o estanho e o ferro aparecem na sua forma metálica. Outro composto detectado é o dióxido de estanho, comprovando-se a presença do cloreto de sódio no segundo gráfico. Os depósitos raspados do cátodo de cobre e caracterizados por Microscopia Eletrônica de Varredura com Emissão de Campo (MEV-FEG), estão apresentados nas Figuras 8.

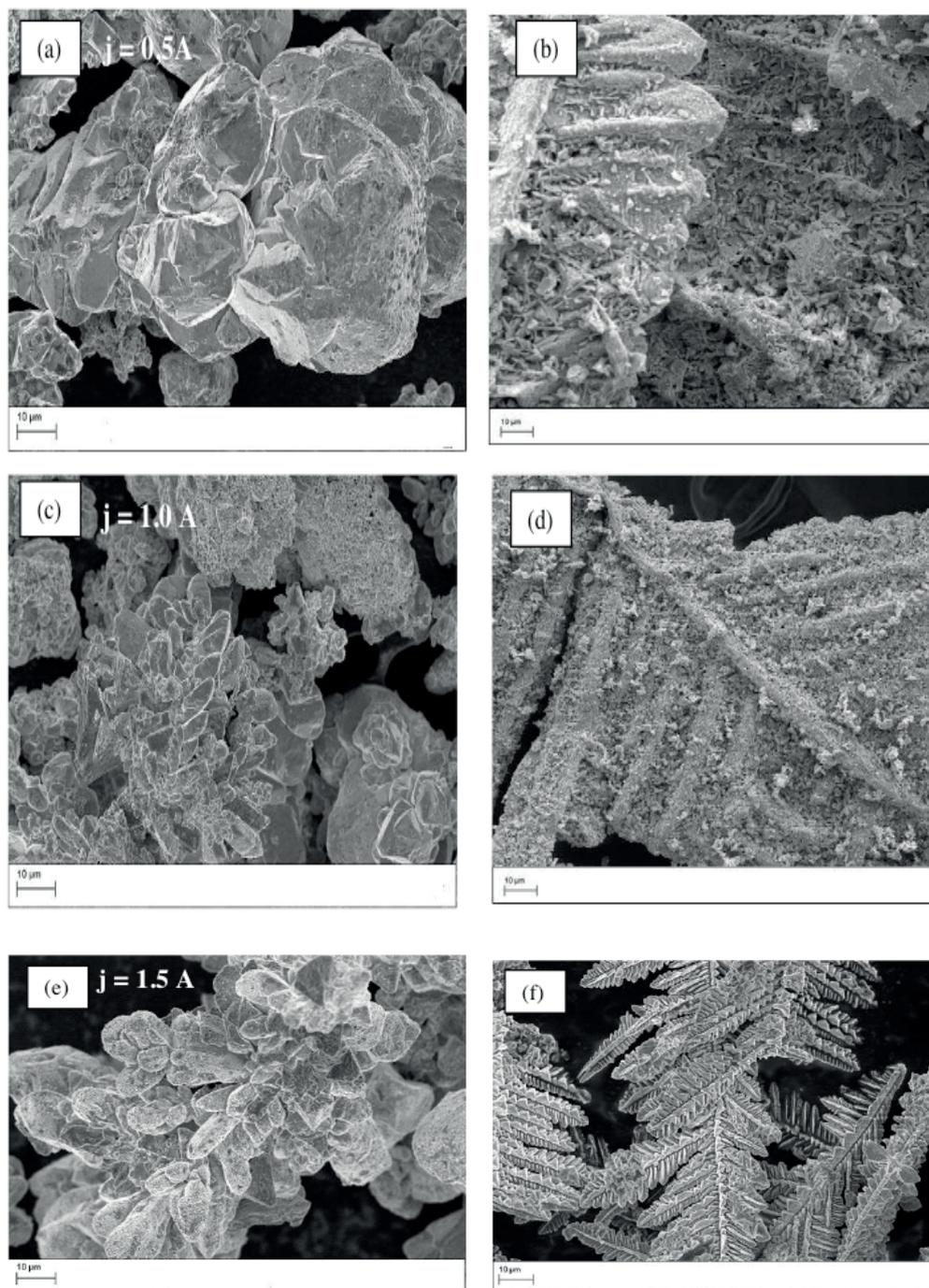


Figura 8 - Morfologia dos depósitos dos catodos em correntes a) 0, 5 A – d) 1.0 A e d) 1.5 A, para o processo com agitação e b) d) e f) para o processo sem agitação nas mesmas condições de corrente.

A morfologia dos depósitos apresentados nas Figuras 8, mostram características

semelhantes de acordo com os parâmetros estudados, com agitação e sem agitação. As estruturas dos metais depositados no catodo, para o processo com agitação, formam aglomerados semelhantes a flores. Essa estrutura é mais visível para as correntes de 1,0 e 1,5 A. O metal de maior concentração nestes depósitos é o cobre, e em toda a área analisada por MEV, as características de depósitos aglomerados permanecem, confirmando que a morfologia formada deve-se ao cobre. Segundo Popov (2002), quando um sistema envolvendo deposição de metais é caracterizado por uma alta corrente de troca (equilíbrio termodinâmico onde a corrente líquida é zero), depósitos esponjosos são formados ao se utilizar baixa densidade corrente catódica, enquanto depósitos de natureza dendrítica se formam ao trabalhar com densidades mais altas. Aparentemente, este é o comportamento apresentado nas morfologias. A morfologia do processo sem agitação, e seguem o comportamento de depósitos de natureza dendríticas em correntes mais altas, observadas na estrutura formada na corrente de 1.5 A.

Para o processo sem agitação, a morfologia é visivelmente interessante, formada por estruturas semelhantes a folhas de uma samambaia, em alguns pontos perfeitamente estruturada, como verificado no depósito da Figura 9 sem agitação e corrente de 1,5 A. Estes depósitos são formados principalmente por cobre e estanho, formando uma liga de Sn-Cu, entre outros metais. Em artigo publicado por Walsh, 2016, ele discute que em potenciais negativos, dendritos crescem em ramos semelhante a árvores. O mesmo é apresentado em nosso estudo. Dos metais base presente no depósito do catodo, o cobre é o mais depositado, por causa do seu alto potencial em relação ao hidrogênio. Além do cobre, o sódio, níquel, estanho, zinco e metais preciosos, também podem ser recuperados desta maneira.

CONCLUSÃO

A reciclagem de lixo eletrônico será um setor muito importante e promissor num futuro próximo, tanto por perspectivas econômicas, quanto ambientais. A tecnologia de reciclagem visa levar os resíduos de hoje e transformá-los em recursos secundários polimetálicos sustentáveis, para amanhã. Esta reciclagem deve garantir que o lixo eletrônico seja processado de maneira ecologicamente correta, com alta eficiência e menor emissão de compostos tóxicos. Levando em consideração nossos recursos naturais, esta abordagem de mineração urbana oferece muitos benefícios. Isso resulta em maior eficiência energética e reduz a demanda por mineração de novas matérias-primas.

O processo desenvolvido neste estudo mostrou-se uma alternativa viável e permitiu recuperar cobre, estanho e outros metais das PCI's, através de uma tecnologia relativamente simples, sem problemas ambientais e também sem muitos gastos energéticos relacionados a outros processos. Nas soluções diluídas, os processos sem agitação favoreceram a remoção de estanho com taxas de remoção acima de 70

% e em alguns casos chegando a aproximadamente 100%.

REFERÊNCIAS

- BIRLOAGA, I. DE MICHELIS , F. FERELLA , M. BUZATU , F. VEGLIÒ. Study on the influence of various factors in the hydrometallurgical processing of waste printed circuit boards for copper and gold recovery. *Waste Management*. Vol. 33, Issue 4, April 2013, Pages 935-941.
- HUANG, K., GUO, J., XU, Z. Recycling of waste printed circuit boards: a review of current technologies and treatment status in China. *J. Hazard. Mater.*, 164 (2–3) (2009), pp. 399-408.
- KAYA, M. Recovery of metals and non-metals from electronic waste by physical and chemical recycling processes. *Waste Management*. Volume 57, November 2016, Pages 64-90.
- MELO, R. A. C. (2017). Estudo da lixiviação de placas de circuito impresso de computadores desktops obsoletos da UFRN. Dissertação de Mestrado – UFRN.
- YANG, T. ZHU, P. LIU, W. CHEN, L. ZHANG, D. Recovery of tin from metal powders of waste printed circuit boards. *Waste Management*. Volume 68, October 2017, Pages 449-457.
- MENETTI, R. P., CHAVES, A. P., TENÓRIO, J. A. S., Reciclagem de metais a partir de sucata eletrônica (Recycling of metals from electronic scrap), in: *Proceedings of 50th Annual Meeting of Associação Brasileira de Materiais e Metalurgia*, São Pedro, Brazil, vol. 4, p 625-635 (1995).
- WALSH, F.C.; LOW, C. T. J. (2016). A review of developments in the electrodeposition of tin. *Surface and Coatings Technology* .V. 288, 25 February 2016, Pages 79-94.
- BLOODWORTH, A. (2014). Track flows to manage technology-metal supply. *Nature*, 505 (2014), pp. 9-10.
- Wang, R., Xu, Z. Recycling of non-metallic fractions from waste electrical and electronic equipment (WEEE): A review. *Waste Manag.*, 34 (2014), pp. 1455-1469.
- LEE, M. S., Ahn, J. G., Ahn, J. W. Recovery of copper, tin and lead from the spent nitric etching solutions of printed circuit board and regeneration of the etching solution. *Hydrometallurgy*. V 70, p. 23-29, 2003.
- POPOV, K. I., DJOKIC, S. S., GRGUR, B. N. *Fundamental Aspects of Electrometallurgy*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 2002.
- SILVAS, F.P.C. Utilização de hidrometalurgia e biohidrometalurgia para reciclagem de placas de circuito impresso, 2014. Tese de doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. DEQ. São Paulo. 2014.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Henrique Ajuz Holzmann: Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica e Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutorando em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Trabalha com os temas: Revestimentos resistentes a corrosão, Soldagem e Caracterização de revestimentos soldados.

João Dallamuta: Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Engenheiro de Telecomunicações pela UFPR. Especialista em Inteligência de Mercado pela FAE Business School. Mestre em Engenharia pela UEL. Trabalha com os temas: Inteligência de Mercado, Sistemas Eletrônicos e Gestão Institucional.

Ricardo Vinicius Bubna Biscaia: Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutorando em Engenharia de Produção pela UTFPR. Trabalha com os temas: análise microestrutural e de microdureza de ferramentas de usinagem, modelo de referência e processo de desenvolvimento de produto e gestão da manutenção.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alface 74, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85

Algoritmos 45, 46, 57, 119, 137, 138, 139, 148, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 306, 311

Aprendizagem colaborativa 9, 12, 13, 14, 15, 18, 20

Arduino 85, 136

Arquitetura de informação 60, 63

Astrofotografia 60, 61, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 72, 73

Ativismo de dados 151, 159

Autorregulação 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29

B

Benchmark 102, 103, 109, 110

C

Cibercultura 9, 10, 11, 12, 14, 17, 18, 20

Ciclo de vida da edificação 188, 189, 190, 191, 192, 196, 197, 198, 199, 201

Cidades inteligentes 115, 117, 118, 121, 122, 123, 124, 125

Comparação de metodologias de ensino 30

Comunicação digital 60

Construção civil 188, 189, 196, 201, 202

D

Dados 2, 6, 7, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 43, 45, 46, 48, 49, 50, 63, 67, 71, 74, 77, 79, 80, 81, 86, 90, 91, 92, 93, 97, 103, 109, 112, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 151, 152, 153, 156, 158, 159, 160, 161, 179, 192, 198, 199, 200, 202, 207, 219, 221, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 236, 239, 241, 244, 255, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 266, 268, 270, 271, 272, 274, 275, 277, 295, 296, 299, 305, 306, 307, 311, 312, 313

Divulgação científica 60, 62, 65, 66, 71, 72

Domínios 18, 86, 93, 94, 95, 98, 118

E

EaD 22, 23, 24, 25, 27, 28

Eletrodeposição 163, 164, 165, 166, 169

Engenharia do valor 188, 189, 192, 193, 196, 197, 202

Ensino 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 65, 74, 75, 76, 80, 84, 85, 103

Estanho 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 295

F

Física 31, 33, 45, 65, 73, 74, 75, 76, 77, 83, 84, 85, 103, 205, 216, 217, 218, 219, 225, 226, 268, 292

G

Gênero 138, 139, 147, 149

I

IFRO 102, 103, 104, 105, 106, 108, 110, 112, 113

Interdisciplinaridade 24, 65, 74, 75, 84, 85

Internet das coisas 6, 113, 115, 117

L

Lecturing 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43

M

Machine Learning 129, 138, 139, 140, 142, 145, 147, 148, 149, 150, 153

Mudanças 1, 2, 5, 6, 7, 8, 14, 27, 91, 133, 146, 160, 190, 243, 267, 272

N

Necessidades educativas especiais 44

O

OpenCV 129, 130, 133, 137

P

Peer Instruction 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43

Placas de circuito impresso 163, 164, 165, 166, 174

Privacidade 96, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 124, 125, 126, 128, 160

Profissões 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Proteção de dados 115, 117, 120, 121, 122, 124, 125, 126, 160

R

Raspberry Pi 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 131

Recursos educacionais digitais 44, 45, 47, 49, 52, 53

Redução de custo 188, 189, 192, 196, 198, 200, 201, 202

Remoção 96, 163, 165, 166, 168, 169, 170, 171, 173, 175, 177, 182, 184, 185, 191, 205, 309, 310

Repositórios 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 57

Robô autônomo 129, 130, 137

S

Saúde eletrônica 86

Seguidor de linha 129, 130, 131, 137

Sistema de recomendação 44, 52, 53, 54, 56

Sistemas 6, 12, 44, 45, 46, 65, 70, 72, 73, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 98, 100, 103, 107, 109, 130, 139, 149, 152, 154, 155, 157, 165, 190, 193, 217, 226, 230, 236, 277, 302, 314, 315

T

Tecnologia de Informação e Comunicação 86

Tecnologias digitais 9, 10, 13, 15, 16, 17, 18

Telessaúde 86, 93, 99, 100

Teoria Ator-Rede 9, 10, 11, 20

Teste de Friedman 30

Teste de Wilcoxon 30

U

UX 60, 62

V

Vigilância 115, 118, 120, 153

Voz 4, 129, 138, 139, 149, 160

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-798-7



9 788572 477987