

Administração, Empreendedorismo e Inovação 3

Clayton Robson Moreira da Silva
(Organizador)



Atena
Editora

Ano 2019

Clayton Robson Moreira da Silva
(Organizador)

Administração, Empreendedorismo e Inovação 3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Natália Sandrini e Lorena Prestes

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

A238 Administração, empreendedorismo e inovação 3 [recurso eletrônico] /
Organizador Clayton Robson Moreira da Silva. – Ponta Grossa
(PR): Atena Editora, 2019. – (Administração, Empreendedorismo
e Inovação; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-316-3

DOI 10.22533/at.ed.163190805

1. Administração. 2. Empreendedorismo. 3. Inovações
tecnológicas. I. Silva, Clayton Robson Moreira da. II. Série.

CDD 658.421

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Administração, Empreendedorismo e Inovação” compreende uma série com três volumes de livros, publicados pela Atena Editora, os quais abordam diversas temáticas inerentes ao campo da administração. Este terceiro volume é composto por vinte e um capítulos desenvolvidos por pesquisadores renomados e com sólida trajetória na área.

Dessa forma, esta obra é dedicada àqueles que desejam ampliar seus conhecimentos e percepções sobre Administração, Empreendedorismo e Inovação, por meio de um arcabouço teórico especializado. Ainda, ressalta-se que este livro agrega ao campo da Administração, Empreendedorismo e Inovação à medida em que reúne um material rico e diversificado, proporcionando a ampliação do debate sobre os temas e conduzindo gestores, empreendedores, técnicos e pesquisadores ao delineamento de novas estratégias de gestão. A seguir, apresento os estudos que compõem os capítulos deste volume, juntamente com seus respectivos objetivos.

O primeiro capítulo é intitulado “*Accountability* e Transparência: análise das metas do CNJ” e faz uma análise das metas de gestão estratégica estabelecidas pelo Conselho Nacional de Justiça (CNJ) entre os anos de 2009 e 2014 e demonstra a ausência de instrumentos de controle do tipo *accountability* e transparência. O segundo capítulo tem como título “Administração Pública e a Gestão pela Qualidade: uso da escala SERVQUAL” e objetivou analisar a qualidade dos serviços prestados pelos servidores técnico-administrativos aos discentes do Centro de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal da Paraíba (CCSA/UFPB). O terceiro capítulo, intitulado “Clima Organizacional: avaliação de satisfação dos servidores públicos municipais em um órgão do Município de Ponta Porã – MS”, teve como objetivo avaliar a satisfação dos servidores públicos municipais de um órgão na cidade de Ponta Porã – MS.

O quarto capítulo, intitulado “Desenvolvimento de Bem-Estar no Trabalho e Proatividade como Estratégia de Prevenção de Intenção de Rotatividade entre Docentes de Rede Pública de Ensino”, objetivou analisar o impacto de bem-estar no trabalho e proatividade na intenção de rotatividade. O quinto capítulo, intitulado “Escala de Valores Organizacionais como Ferramenta para a Evolução da Cultura no Tribunal de Justiça do Estado de Rondônia”, buscou estudar os valores organizacionais no Poder Judiciário do Estado de Rondônia como forma de auxiliar no desenvolvimento de novas estratégias para a resolução dos problemas e satisfação das necessidades da organização. O sexto capítulo tem como título “Evidências do Padrão Lampedusa na Política de Ciência e Tecnologia no Estado do Tocantins” e objetivou analisar a influência da administração pública patrimonial sobre a gestão da Política de Ciência e Tecnologia no Estado do Tocantins.

O sétimo capítulo é intitulado “Gestão de Custos no Setor Público: um estudo em um restaurante universitário” e objetivou analisar como a gestão de custos pode contribuir para o processo decisório sobre a melhor aplicação dos recursos

em um restaurante universitário, analisando os possíveis ganhos e a aplicabilidade do sistema de custeio baseado em atividades (ABC). O oitavo capítulo tem como título “Gestão Estratégica em Âmbito Público: proposta de planejamento para polo em EaD” e objetivou propor um plano de ação para o polo de apoio presencial de Mari – PB. O nono capítulo, intitulado “Inovação e Governança na Gestão Pública: reflexões sobre um processo adotado na Assembleia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul”, objetivou descrever e refletir um tipo de inovação na gestão pública, mais especificamente aplicada ao Poder Legislativo do Estado do Rio Grande do Sul.

O décimo capítulo é intitulado “Gestão e Avaliação de Desempenho: um estudo de caso” e objetivou analisar as possibilidades e limitações do Manual de Orientação de Gestão de Desempenho da SEGEP. O décimo primeiro capítulo tem como título “Análise de Viabilidade Técnica e Econômica de Sistema Fotovoltaico em uma Residência na Região Norte do Ceará” e objetivou avaliar tecnicamente e economicamente a utilização de energia solar fotovoltaica em uma residência conectada à rede elétrica em Reriutaba, Ceará. O décimo segundo capítulo, intitulado “Recuperação de Cobre de Placas de Circuito Impresso por meio da Lixiviação Ácida”, teve como objetivo realizar a recuperação do metal, oriundo de placas de circuito impresso, visto a grande porcentagem do metal nesses materiais, de mesmo modo tratar uma medida para a redução de lixo eletrônico gerado pela sociedade atual, detendo o foco de sustentabilidade.

O décimo terceiro capítulo tem como título “Desenvolvimento Sustentável no Semiárido: a experiência da Cooperativa Agropecuária Familiar de Curaçá, Uauá e Canudos – COOPERCUC” e buscou descrever o contexto de desenvolvimento sustentável da COOPERCUC, tendo como objeto de estudo o impacto social transformador da cooperativa e a sua convivência com o semiárido. O décimo quarto capítulo é intitulado “Modelagem do Quadro Conceitual de ACV-Social para a Logística Reversa do Setor de Resíduo de Equipamento Eletroeletrônico no Município do Rio de Janeiro” e teve como objetivo realizar a modelagem de um quadro conceitual que define as partes interessadas, categorias de impacto, subcategorias de impacto e indicadores na perspectiva da avaliação social do ciclo de vida utilizando-se, como objeto de pesquisa, a logística reversa de REEE (Resíduo de Equipamento Eletroeletrônico) no Município do Rio de Janeiro. O décimo quinto capítulo é intitulado “Verificação do Potencial de Utilização dos Resíduos Orgânicos Provenientes do Restaurante Acadêmico para Vermicompostagem” e tem como objetivo utilizar o Restaurante acadêmico do IFCE, Campus Maracanaú, como fonte de resíduos orgânicos e com o intuito da redução do volume de resíduos gerados e descartados, uma vez que em lixos urbanos possuem a maior fração.

O décimo sexto capítulo tem como título “Uso de Ferramentas da ACV No Comércio Internacional: estudo de caso sobre rotulagem ambiental” e objetivou avaliar se a rotulagem ambiental, baseada em ACV, contribui para o aumento da competitividade de produtos nacionais em mercados globais. O décimo sétimo capítulo é intitulado

“Avaliação de Interações em Jogos de Guerra por Lógica Fuzzy” e objetivou aplicar a Lógica Fuzzy no apoio a Jogos de Guerra. O décimo oitavo capítulo tem como título “Adaptação Transcultural na Validação da *Survey* UTAUT2 para o Brasil” e objetivou apresentar o método adaptação transcultural de instrumento de coleta de dados aos estudantes, profissionais e pesquisadores do campo do marketing.

O décimo nono capítulo, intitulado “A Identidade e a Cultura Nacional pela Perspectiva da Corrupção”, teve como objetivo apresentar os principais elementos constituintes do que é tido como identidade nacional. O vigésimo capítulo tem como título “Entre Prescrito e o Real: a organização real do trabalho na intervenção em crises suicidas” e buscou compreender, à luz da Psicodinâmica do Trabalho, a organização real do trabalho na intervenção em crises suicidas. O vigésimo primeiro capítulo é intitulado “Hearing for All” e objetivou desenvolver produtos ligados à área de saúde, por meio do desenvolvimento de uma tecnologia de baixo custo.

Assim, agradecemos aos autores pelo empenho e dedicação que possibilitaram a construção dessa obra de excelência, e esperamos que este livro possa contribuir para a discussão e consolidação de temas relevantes para a área de Administração, Empreendedorismo e Inovação, levando pesquisadores, docentes, gestores, analistas, técnicos, consultores e estudantes à reflexão sobre os assuntos aqui abordados.

Clayton Robson Moreira da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ACCOUNTABILTY E TRANSPARÊNCIA: ANÁLISE DAS METAS DO CNJ	
Clerilei Aparecida Bier	
Mariana Pessini Mezzaroba	
Gisiela Klein	
Carlos Roberto de Rolt	
Adrián Sánchez Abraham	
DOI 10.22533/at.ed.1631908051	
CAPÍTULO 2	22
ADMINISTRAÇÃO PUBLICA E A GESTÃO PELA QUALIDADE: USO DA ESCALA SERVQUAL	
Amanda Raquel de França Filgueiras Damorim	
Luciane Albuquerque Sá de Souza	
Luciano de Santana Medeiros	
Eduardo Albuquerque de Sá	
Emanoela Moura Toscano	
Simone Moura Cabral	
Odaelson Clementino da Silva	
Manuelle Cristine Silva	
DOI 10.22533/at.ed.1631908052	
CAPÍTULO 3	41
CLIMA ORGANIZACIONAL: AVALIAÇÃO DE SATISFAÇÃO DOS SERVIDORES PÚBLICOS MUNICIPAIS EM UM ÓRGÃO DO MUNICÍPIO DE PONTA PORÃ-MS	
Juliana Gonçalves	
Paulo Sérgio Vasconcelos	
DOI 10.22533/at.ed.1631908053	
CAPÍTULO 4	52
DESENVOLVIMENTO DE BEM-ESTAR NO TRABALHO E PROATIVIDADE COMO ESTRATÉGIA DE PREVENÇÃO DE INTENÇÃO DE ROTATIVIDADE ENTRE DOCENTES DE REDE PÚBLICA DE ENSINO	
Pedro Afonso Cortez	
Heila Magali da Silva Veiga	
DOI 10.22533/at.ed.1631908054	
CAPÍTULO 5	62
ESCALA DE VALORES ORGANIZACIONAIS COMO FERRAMENTA PARA A EVOLUÇÃO DA CULTURA NO TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DE RONDÔNIA	
Enilton da Silva Santos	
José Moreira da Silva Neto	
DOI 10.22533/at.ed.1631908055	
CAPÍTULO 6	78
EVIDÊNCIAS DO PADRÃO LAMPEDUSA NA POLÍTICA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO ESTADO DO TOCANTINS	
Jeany Castro dos Santos	
Fernanda Rodrigues da Silva	
Lauro Santos Pinheiro	
Airton Cardoso Cançado	
DOI 10.22533/at.ed.1631908056	

CAPÍTULO 7	90
GESTÃO DE CUSTOS NO SETOR PÚBLICO: UM ESTUDO EM UM RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO	
Greiciele Macedo Morais	
Valdeci Ferreira dos Santos	
Mário Teixeira Reis Neto	
DOI 10.22533/at.ed.1631908057	
CAPÍTULO 8	107
GESTÃO ESTRATÉGICA EM ÂMBITO PÚBLICO: PROPOSTA DE PLANEJAMENTO PARA POLO EM EAD	
Amanda Raquel de França Filgueiras Damorim	
Luciane Albuquerque Sá de Souza	
Luciano de Santana Medeiros	
Eduardo Albuquerque de Sá	
Emanoela Moura Toscano	
Simone Moura Cabral	
Odaelson Clementino da Silva	
Manuelle Cristine Silva	
DOI 10.22533/at.ed.1631908058	
CAPÍTULO 9	119
INOVAÇÃO E GOVERNANÇA NA GESTÃO PÚBLICA: REFLEXÕES SOBRE UM PROCESSO ADOTADO NA ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL	
Sandro Trescastro Bergue	
Janaina Mendes de Oliveira	
Matheus Boni Barbosa	
DOI 10.22533/at.ed.1631908059	
CAPÍTULO 10	136
GESTÃO E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO: UM ESTUDO DE CASO	
Leonardo Ferreira Bezerra	
Marcus Brauer	
Luiz Pereira Pinheiro Junior	
Leonel Estevão Finkelsteinas Tractenberg	
DOI 10.22533/at.ed.16319080510	
CAPÍTULO 11	151
ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE SISTEMA FOTOVOLTAICO EM UMA RESIDÊNCIA NA REGIÃO NORTE DO CEARÁ	
Victoria Rodrigues Taumaturgo Pontes	
Adson Bezerra Moreira	
Dandara Martins Ferreira	
Flavia Peroza Ruiz	
DOI 10.22533/at.ed.16319080511	
CAPÍTULO 12	160
RECUPERAÇÃO DE COBRE DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO POR MEIO DA LIXIVIAÇÃO ÁCIDA	
Camila Iamamoto de Siqueira	
Roberta Martins da Costa Bianchi	
DOI 10.22533/at.ed.16319080512	

CAPÍTULO 13 168

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO SEMIÁRIDO: A EXPERIÊNCIA DA COOPERATIVA AGROPECUÁRIA FAMILIAR DE CURAÇÁ, UAUÁ E CANUDOS - COOPERCUC

Luama Soraia Coelho Lins
Bruno Emanuel Correia da Silva
Iuric Pires Martins
Alvany Maria dos Santos Santiago

DOI 10.22533/at.ed.16319080513

CAPÍTULO 14 183

MODELAGEM DO QUADRO CONCEITUAL DE ACV-SOCIAL PARA A LOGÍSTICA REVERSA DO SETOR DE RESÍDUO DE EQUIPAMENTO ELETROELETRÔNICO NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Leonardo Mangia Rodrigues
Thiago da Silva Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.16319080514

CAPÍTULO 15 193

VERIFICAÇÃO DO POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS PROVENIENTES DO RESTAURANTE ACADÊMICO PARA VERMICOMPOSTAGEM

Vitória Natália Barbosa dos Santos
Carine Maria Ferreira Queiroga
Rossana Barros Silveira

DOI 10.22533/at.ed.16319080515

CAPÍTULO 16 199

USO DE FERRAMENTAS DA ACV NO COMÉRCIO INTERNACIONAL. ESTUDO DE CASO SOBRE ROTULAGEM AMBIENTAL

Antônio José Juliani
Thiago Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.16319080516

CAPÍTULO 17 211

AValiação de Interações em Jogos de Guerra por Lógica Fuzzy

Luiz Octávio Gavião
Annibal Parracho Sant'Anna
Gilson Brito Alves Lima
Pauli Adriano de Almada Garcia
Sergio Kostin

DOI 10.22533/at.ed.16319080517

CAPÍTULO 18 229

ADAPTAÇÃO TRANSCULTURAL NA VALIDAÇÃO DA *SURVEY* UTAUT2 PARA O BRASIL

Luiz Henrique Lima Faria
Nádia Kassouf Pizzinatto
Christiano França da Cunha
Antônio Carlos Giuliani
Adriano Dias de Carvalho
Rumenning Abrantes dos Santos
Rafael Buback Teixeira
Renata Sossai Freitas Faria

DOI 10.22533/at.ed.16319080518

CAPÍTULO 19	247
A IDENTIDADE E A CULTURA NACIONAL PELA PERSPECTIVA DA CORRUPÇÃO	
Lucas Coimbra de Araújo	
Cid Gonçalves Filho	
Suzana Braga Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.16319080519	
CAPÍTULO 20	255
ENTRE PRESCRITO E O REAL: A ORGANIZAÇÃO REAL DO TRABALHO NA INTERVENÇÃO EM CRISES SUICIDAS	
Silvanir Destefani Sartori	
Eloisio Moulin de Souza	
Jeremias Campos Simões	
DOI 10.22533/at.ed.16319080520	
CAPÍTULO 21	270
HEARING FOR ALL	
Isadora Paloma Linhares Ribeiro	
João Marcelo Soares Bahia	
João Gabriel Alves Ribeiro Rosa	
Eduardo Romeiro Filho	
DOI 10.22533/at.ed.16319080521	
SOBRE O ORGANIZADOR	275

RECUPERAÇÃO DE COBRE DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO POR MEIO DA LIXIVIAÇÃO ÁCIDA

Camila Iamamoto de Siqueira

Universidade São Francisco

GPMAS (Grupo de Pesquisa em Meio Ambiente e Sustentabilidade)

Itatiba-SP

Roberta Martins da Costa Bianchi

Universidade São Francisco

GPMAS (Grupo de Pesquisa em Meio Ambiente e Sustentabilidade)

Itatiba-SP

RESUMO: O cobre, metal dúctil, bom condutor térmico e elétrico, possui diversas aplicações como em ligas metálicas para materiais de construção devido a sua grande resistência a corrosão, bem como em sistemas elétricos presentes em fios condutores, transformadores e conectores de aterramento. Conforme o desenvolvimento da tecnologia coexistente a lógica do desenvolvimento capitalista, enfrenta-se um problema quanto ao aumento da aquisição de produtos eletrônicos e o descarte de resíduos sólidos provenientes de equipamentos eletrônicos. O trabalho tem por objetivo realizar a recuperação do metal, oriundo de placas de circuito impresso, visto a grande porcentagem do metal nesses materiais, de mesmo modo tratar uma medida para a redução de lixo eletrônico gerado pela sociedade atual, detendo o foco de sustentabilidade; meio ambiente,

social e econômico. Por meio da lixiviação ácida, utilizando ácido nítrico e ácido sulfúrico, foi possível recuperar e quantificar o cobre em procedimento simples.

PALAVRAS-CHAVE: Placas de circuito impresso, cobre, sulfato de cobre.

ABSTRACT: Copper, ductile metal, good thermal and electrical conductor, has several applications as in metal alloys for building materials due to its great resistance to corrosion, as well as in electrical systems present in conductive wires, transformers and grounding connectors. As the development of technology coexists with the logic of capitalist development, there is a problem of increasing the purchase of electronic products and the disposal of solid waste from electronic equipment. The objective of this work is to recover the metal from printed circuit boards, considering the large percentage of the metal in these materials, and to treat a measure for the reduction of electronic waste generated by the current society, holding the focus of sustainability; environment, social and economic. Through acid leaching, using nitric acid and sulfuric acid, it was possible to recover and quantify the copper in a simple procedure.

KEYWORDS: Printed circuit boards, copper, copper sulfate.

1 | INTRODUÇÃO

Um dos primeiros metais a ser trabalhado pelo homem, o cobre, data o início de sua utilização a mais de 7000 anos, servindo com extrema importância ao desenvolvimento das civilizações, tal como a Era do Bronze, em que esta substituiu a Era da Pedra, uma grande evolução. (RODRIGUES *et al.*, 2012).

É um metal dúctil, maleável e um bom condutor térmico e elétrico, relativamente barato e resistente a corrosão. Seus átomos apresentam configuração eletrônica $[\text{Ar}]3d^{10}4s^1$ e seus cátions podem apresentar número de oxidação: Cu^{1+} , Cu^{2+} (em solução aquosa) e até Cu^{3+} (em alguns compostos de coordenação e são fortes oxidantes). De maneira geral, em solução aquosa, os sais de cobre Cu^{1+} são insolúveis, diamagnéticos e de cor branca, enquanto que os de cobre Cu^{2+} tendem a ser solúveis, paramagnéticos e coloridos (RODRIGUES *et al.*, 2012).

Também denominado como metal de cunhagem, o cobre é encontrado principalmente em suas formas minerais como: calcocita, calcopirita e malaquita. Como o cobre é suficientemente pouco reativo para ser encontrado em sua forma nativa, logo é necessário realizar processos de extração do metal de seus minérios. Estes processos são classificados em: pirometalúrgicos, quando são usadas altas temperaturas, ou hidrometalúrgicos, quando são usadas soluções em água. Em ambos os métodos o cobre é extraído (ATKINS, 2012).

Atualmente, o cobre possui uma vasta utilização, uma grande parte está relacionada às ligas metálicas. Como exemplos, latão (constituída de cobre e zinco) e bronze (constituída de cobre e estanho), são mais duros e resistentes a corrosão do que o cobre, sendo importantes materiais de construção civil (ATKINS, 2012). Existem mais de mil ligas com o elemento, sendo aplicadas a áreas de confecção de joias, amálgamas dentárias, peças para automóveis, aviões etc. Além das ligas, o metal é o mais utilizado em equipamentos e sistemas elétricos, tais como fios condutores, transformadores, conectores de aterramento, entre outros (RODRIGUES *et al.*, 2012).

Nos últimos anos, com o desenvolvimento técnico-científico e a aplicação deste conhecimento ao meio produtivo, implicaram em mudanças ao meio ambiente e à sociedade, impulsionando a hábitos tais como desejos de consumo e novas condutas sociais. Como consequência, atribuído a lógica do desenvolvimento capitalista, tem-se agravos ambientais decorrentes da má gestão dos resíduos sólidos, entre eles os resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos. (GIARETTA *et al.*, 2010)

Grande número de aparelhos eletrônicos fabricados usa metais tóxicos, tais como mercúrio, chumbo e cádmio. Aparelhos eletrônicos e equipamentos de informática concentram em sua fabricação metais pesados como chumbo, cobre e mercúrio, além de tóxicos como níquel (FREITAS, 2009).

Na composição de aparelhos eletrônicos existem substâncias altamente perigosas à saúde humana. Além disso, para se produzir os aparelhos também são utilizados compostos químicos retardantes de chamas e PVC, que demoram séculos

para se decompor no meio ambiente. Os metais pesados, com alta concentração no lixo eletrônico, têm a propriedade da bioacumulação nos organismos vivos, se estendendo por toda a cadeia trófica. (OLIVEIRA, 2010)

Em computadores o cobre é encontrado na parte dos condutivos, representado 6.9287%, com esse valor pode-se reciclar 90% deste material (FREITAS, 2009). Bem como, a composição média de uma placa de circuito impresso contém 28% de metal e dentre essa porcentagem o cobre encontra-se em média de 14% (BERNARDES, 2009).

Elemento	Computador (placa-mãe)	Celular	Calculadora
Ouro	250	350	50
Prata	1.000	1.390	260
Paládio	110	210	5
Cobre	200.000	130.000	30.000
Alumínio	5.000	1.000	5.000

Tabela 1: Teor médio de elementos de alto valor agregado presentes em placas de circuito impresso de equipamentos eletroeletrônicos (mg kg⁻¹) *

* Dados apresentados por Peter Bornard (ex-diretor do sistema suíço de gestão dos EEE) no Seminário Internacional de Resíduos Eletroeletrônicos (Belo Horizonte, agosto de 2009).

No Brasil, não há uma regulamentação específica para o lixo eletroeletrônico em nível federal. Contudo, a Lei 12305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos), recentemente sancionada pelo Presidente da República, prevê nos artigos 30 a 36 (Capítulo III, Seção II) a responsabilidade compartilhada de fabricantes, importadores, distribuidores e vendedores na logística reversa para os seguintes produtos pós-consumo: agrotóxicos, pilhas, baterias, pneus, óleos lubrificantes, lâmpadas e produtos eletroeletrônicos. O artigo 47 proíbe a destinação inadequada de resíduos em corpos hídricos (rios, mares etc.) e a céu aberto (como lixões) (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Logo, a reciclagem é uma opção importante que vêm sendo implementada e incentivada por governos, instituições e ONGs. É a alternativa ecologicamente correta para o tratamento da sucata eletrônica. Reciclar o resíduo eletrônico contribui para a preservação do meio ambiente, além de reduzir a extração de recursos naturais não renováveis como, por exemplo, o cobre, que pode ser recuperado no processo (OLIVEIRA, 2010).

2 | MATERIAIS E PROCEDIMENTOS

2.1 Desmontagem das placas

As placas de circuito impresso, mais conhecidas como PCIs, foram obtidas por doações, as quais eram de computadores e outros aparelhos eletrônicos descartados.

Estas foram primeiramente desmontadas utilizando um processo mecânico de forma manual como descrito por Martins (2007), visto a variedade de outros materiais nestes componentes eletrônicos. A desmontagem foi realizada com o auxílio de ferramentas como martelo, alicates, bem como um soprador térmico para o derretimento do estanho, utilizado como solda nas placas.

2.2 Processo de cominuição

Em sequência a desmontagem, as PCIs foram repartidas, com o auxílio de martelos e alicates, para serem processadas no moinho de facas existente no campus de Itatiba, a fim de moer as PCIs em grânulos e obter um ótimo grau de liberação de metais, atingindo granulometrias inferiores a 1,00 mm.

2.3 Processo de separação granulométrica e magnética

Segundo proposto por Veit e colaboradores (2008) deve-se separar os grânulos para atingir valores de 0,5-1,0 mm, os quais apresentam maior concentração de cobre, com o auxílio de peneiras. Bem como uma separação eletrostática, realizada com um ímã a fim de separar a parte magnética da não-magnética, sendo a última a desejada.

2.4 Processo de lixiviação ácida

Descrita por Yang, Liu e Yang (2011), o processo de lixiviação ácida ocorre com a adição do ácido nítrico e do ácido sulfúrico a parte não magnética obtida da etapa anterior. Primeiramente é adicionado HNO_3 a proporção de 1:10 as placas, em um agitador magnético por 3 horas. Após é adicionado H_2SO_4 a solução, nas mesmas condições anteriores, nesta etapa há a separação de PbSO_4 , visto que este é um sal insolúvel, sendo separado via filtração simples. Por último é adicionado H_2SO_4 e H_2O_2 na proporção 1:10 com a utilização do agitador magnético por 3 horas, o peróxido é utilizado como um agente oxidante, a fim de favorecer a formação de CuSO_4 .

2.5 Análise no espectrofotômetro.

A solução recuperada foi analisada em um espectrofotômetro com o intuito de comparar suas curvas de absorção com a de uma solução padrão de CuSO_4 0,1 M.

2.6 Precipitação do sal obtido na forma de CuSO_4 .

Para a obtenção de sal, a amostra foi aquecida em uma chapa de aquecimento com o objetivo de reduzir o volume líquido da amostra, posteriormente o restante da amostra foi passado a uma placa Petri e aquecido na estufa. Após o aquecimento a amostra foi filtrada para a retirada do líquido remanescente e sua massa foi calculada.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O primeiro procedimento foi a realização dos processos mecânicos; a desmontagem manual das placas de circuito impresso, Figura 1, de modo a serem passadas no moinho de facas para o processo de cominuição, posteriormente passando por uma separação magnética com o uso de um ímã.

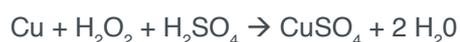


Figura 1: Placas de circuito impresso antes ao processo de cominuição.

Após os processos mecânicos, foi iniciado o processo de lixiviação ácida, cujo objetivo foi recuperar os íons de cobre das placas adicionando ácidos para o seu desprendimento e formação da solução lixiviada contendo CuSO_4 . Numa proporção de 1:10, foram pesados 10 g de placas moídas e adicionados 100 ml de solução, previamente preparada, de 2 M de HNO_3 , de modo a possibilitar a dissociação dos íons de cobre na solução. Essa solução permaneceu durante três horas em um agitador magnético para que a dissociação fosse mais efetiva. A solução passou por filtração simples para a retirada das placas.

Em seguida, foi adicionado ao filtrado, 100 ml de solução de 2 M de H_2SO_4 , do mesmo modo a solução foi previamente preparada, e agitada por 3 horas no agitador magnético. Nesta etapa houve a separação do cobre e do chumbo, visto que ocorreu a precipitação do PbSO_4 , sal branco recuperado via filtração simples. Neste momento a solução adquiriu coloração azul, sendo um fator qualitativo indicando a presença de íons de cobre Cu^{2+} em solução.

No processo de lixiviação ácida sua última etapa foi adição de 2 M de H_2SO_4 e 1 M de H_2O_2 , na proporção de 1:10, respectivamente 10 mL e 1 mL. A qual, também passou por 3 horas no agitador magnético. O peróxido de hidrogênio possui como função na reação ser o agente oxidante, favorecendo a reação para a formação do sal CuSO_4 , como demonstrado na Equação 1.



Equação 1

Para verificar a presença de íons de cobre na solução lixiviada foi realizada uma análise qualitativa em um espectrofotômetro na região do ultravioleta visível, como mostra a Figura 4. Para análise comparativa, foi preparada uma solução padrão de CuSO_4 0,1 M.

Observa-se na Figura 2 a presença de uma banda no intervalo de comprimento de onda entre 700 e 800 nm aproximadamente, em todos os espectros, que corresponde a absorção da cor complementar da cor azul, indicando a presença de íons cobre em soluções. Além disso, verifica-se que há uma diminuição na intensidade da absorbância conforme é adicionada a solução ácida na amostra. Esse fato pode ser explicado pela Lei de Lambert Beer, processo no qual a quantidade de luz absorvida ou transmitida por uma determinada solução depende da concentração do soluto e da espessura da solução (VOGEL, 2017). Isso indica que há uma diminuição de íons cobre e um aumento do sal sulfato de cobre, como descrito acima na Equação 1.

A obtenção do sal foi realizada por meio do aquecimento da solução lixiviada em uma chapa de aquecimento, com o auxílio de um béquer, para a redução do volume da amostra, posteriormente esta foi passada a uma placa Petri para a sua secagem em estufa. As amostras foram submetidas a temperatura de 60 °C em estufa, em um intervalo de 1 hora, realizando o acompanhamento da redução de suas massas. Houve um remanescente de líquido, relacionado a hidratação do sal, o líquido foi filtrado e o sal permaneceu retido no papel filtro.

Após o processo de filtração o sal permaneceu em temperatura ambiente, por aproximadamente 24 horas (Figura 3), a fim de finalizar o processo de secagem e assegurar a hidratação do sal. A cor azul característica é em virtude da presença de moléculas de água em sua composição.

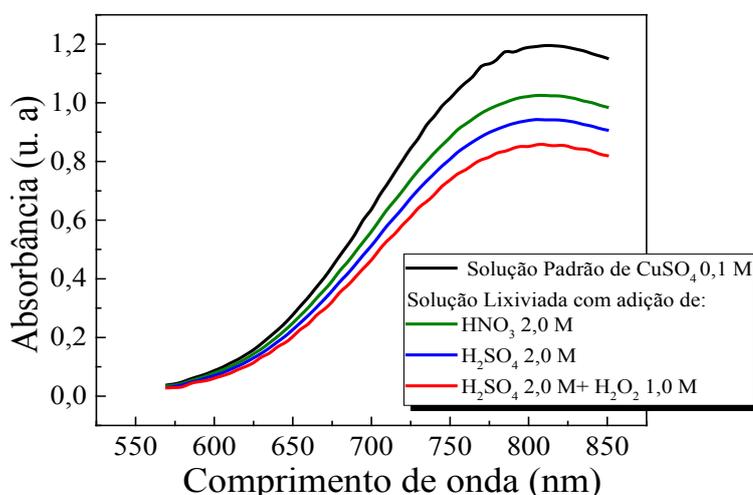


Figura 2: Espectros de absorção UV-Vis da solução padrão de CuSO_4 0,1M e das soluções da amostra durante o processo de lixiviação, após a adição de HNO_3 2,0 M, H_2SO_4 2,0 M e H_2SO_4 2,0 M+ H_2O_2 1,0 M, respectivamente.

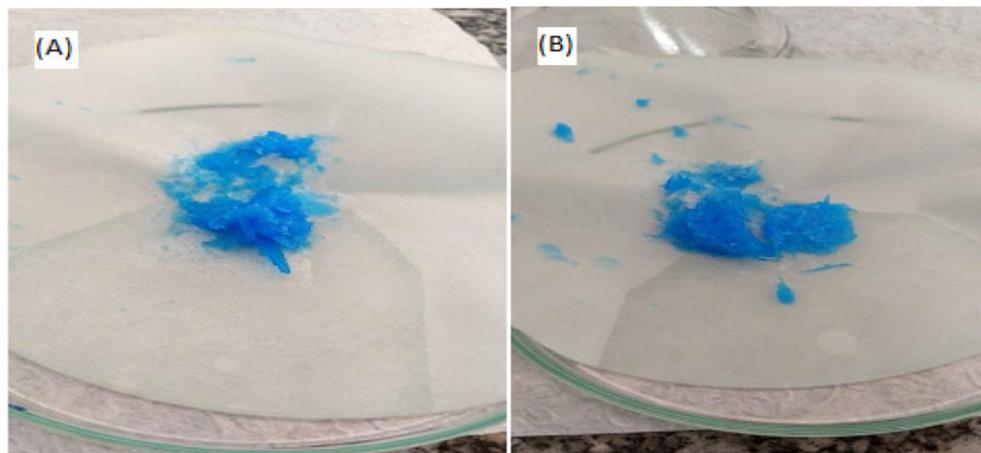


Figura 3: Cristalização do sal CuSO_4 hidratado. (A) Amostra 1 e (B) amostra 2.

Depois da secagem foram feitas medições quanto as massas das amostras, o valor da massa do sal e do papel filtrado úmidos, a massa do papel umidificado com o líquido filtrado, a massa do CuSO_4 seco recuperado e o percentual de cobre recuperado em relação a alíquota de 0,01 Kg de PCI's são mostrados na Tabela 2.

Amostras	Massa (g) (papel filtro + CuSO_4 , úmidos, após a filtração)	Massa (g) (papel filtro (umidificado com o líquido filtrado)	Massa (g) CuSO_4 seco	Massa de cobre recuperado (g)	Percentual de cobre recuperado (%)
1	6,7823	3,8278	2,9545	0,752	7,52
2	6,6748	3,8278	2,847	0,725	7,25

Tabela 2: Valores de massas e percentual de amostras contendo cobre obtidas durante o processo de recuperação.

Em relação a alíquota utilizada para a recuperação inicial do cobre, 10 g de placas de circuito impresso, o percentual obtido de cobre no sal é de grande relevância, dado que a cada 3 g de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ recuperados, foram gastos de reagentes um valor de aproximadamente R\$0,88. O valor de mercado do sulfato de cobre penta hidratado é de R\$53,98 por Kg, logo, o valor de mercado para 3 g deste reagente totaliza R\$0,16. Com o pensamento e proposta de solução ao lixo eletrônico, com esse procedimento há uma redução do volume deste lixo, embora o valor para produção seja superior ao valor comercial, os benefícios ao meio ambiente são grandes.

Este procedimento foi realizado em sistema aberto, com isso, o sal obtido não possui o grau de pureza elevado, devendo ser utilizado de modo qualitativo em futuras práticas de laboratório.

4 | CONCLUSÃO

O método proposto traz com eficiência a recuperação do cobre por meio da

lixiviação ácida, fator positivo quanto ao pensamento ambiental, bem como econômico, visto a utilização de lixo eletrônico com a redução desse resíduo sólido e tratamento adequado para este. Em contrapartida, o custo para a obtenção do sal é superior ao encontrado no mercado, porém trata-se de um produto recuperado sem o impacto ao meio ambiente por uma simples metodologia.

REFERÊNCIAS

ATKINS, P.; LORETTA, J. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. São Paulo: Bookman, 2012; p. 676-677.

FREITAS, M. C. B. **Lixo tecnológico e os impactos no meio ambiente**. Disponível em <<http://residuoseletronicos.poa.ifrs.edu.br/wp-content/uploads/2013/10/Lixo-Tecnologico-e-os-Impactos-no-Meio-Ambiente.pdf>> Acesso em 18 de maio 2016.

GIARETTA, J. B. Z.; TANIGUSHI, D. G.; SERGENT, M. T., VASCONCELOS, M. P.; Gunther, W. M. R. **Hábitos relacionados ao descarte pós-consumo de aparelhos e baterias de telefones celulares em uma comunidade acadêmica**. Saúde e Sociedade, v. 19, p. 674-684, 2010.

MARTINS, A. H. **Recuperação de estanho e cobre a partir da reciclagem de placas de circuito eletrônico de microcomputadores sucataados**. Estudos tecnológicos, v.3, n.2, p.124-131, 2007.

OLIVEIRA, R. S.; GOMES, E. S.; AFONSO, J. C. **O lixo eletrônico: Uma abordagem para o ensino fundamental e médio**. Química nova na escola. v. 32, n. 4, p. 240 – 248, novembro de 2010.

OLIVEIRA, C. R. **Alternativas tecnológicas para o tratamento e reciclagem do lixo de informática**. Dissertação do trabalho de conclusão de curso em Química Industrial. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2010.

RODRIGUES, M. A.; SILVA, P.P.; GUERRA, W. **Cobre**. Química Nova na escola 2012, 34, 161-162.

VEIT, H. M.; BERNARDES, A. M.; BERTUOL, D. A.; OLIVEIRA, C.T. **Utilização de processos mecânicos e eletroquímicos para reciclagem de cobre de sucatas eletrônicas**. Rem: revista Escola de Minas. Ouro Preto, MG. Vol. 61, n. 2 (abr./jun. 2008), p. 159-164, 2008.

VOGEL, A. I. **Análise química quantitativa**. Rio de Janeiro: LTC, 2017. 6ª ed.

YANG, H.; LIU, J.; YANG, J. **Leaching copper from shredded particles of waste printed circuit boards**. Journal of hazardous materials, v. 187, n. 1, p. 393-400, 2011

SOBRE O ORGANIZADOR

CLAYTON ROBSON MOREIRA DA SILVA Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI). Doutorando em Administração e Controladoria pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Mestre em Administração e Controladoria pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Possui MBA em Gestão em Finanças, Controladoria e Auditoria pelo Centro Universitário INTA (UNINTA). Bacharel em Ciências Contábeis pela Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA).

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-316-3

