

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE MATERIAIS E METALÚRGICA 2



HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2021

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE MATERIAIS E METALÚRGICA 2



HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Flávia Roberta Barão
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizador: Henrique Ajuz Holzmann

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia de materiais e metalúrgica 2 / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-551-5

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.515210610>

1. Engenharia de Materiais. 2. Metalúrgica. I. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). II. Título.
CDD 669

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

A engenharia de materiais, se tornou um dos grandes pilares da revolução técnica industrial, principalmente quando se diz a indústria 4.0, devido a necessidade de desenvolvimento de novos materiais, que apresentem melhores características e propriedades físico-químicas. Para obtenção desses novos materiais, muitos processos precisaram de alterações e de novos métodos, exigindo um desprendimento de força elevado nesta área. Grandes empresas e centros de pesquisa investem maciçamente em setores de P&D a fim de tornarem seus produtos e suas tecnologias mais competitivas.

Destaca-se que a área de material compreende três grandes grupos, a dos metais, das cerâmicas e dos polímeros, sendo que cada um deles tem sua importância na geração de tecnologia e no desenvolvimento dos produtos. Aliar os conhecimentos pré-existentes com novas tecnologias é um dos grandes desafios da nova engenharia.

Neste livro são explorados trabalhos teóricos e práticos, relacionados as áreas de materiais, dando um panorama dos assuntos em pesquisa atualmente. Apresenta capítulos relacionados ao desenvolvimento de novos materiais, com aplicações nos mais diversos ramos da ciência, bem como assuntos relacionados a melhoria em processos e produtos já existentes, buscando uma melhoria e a redução dos custos.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais.

Boa leitura a todos.

Henrique Ajuz Holzmann

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

STRESS-CRACKING: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO DOS ÚLTIMOS 21 ANOS DE PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS

Vinícius Pereira Bacurau
Ana Larissa Soares Cruz
Nicolas Moreira de Carvalho Gomes
Ermeson David dos Santos Silva
Thalia Delmondes de Souza
Leonardo Alves Pinto
Edvânia Trajano Teófilo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106101>

CAPÍTULO 2..... 18

ESTUDO DA INFLUENCIA DA ADIÇÃO DO WC NANOESTRUTURADO NAS PROPRIEDADES DO AÇO MA957

Kívia Fabiana Galvão de Araújo
Maria José Santos Lima
Fernando Erick Santos da Silva
Cléber da Silva Lourenço
Uilame Umbelino Gomes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106102>

CAPÍTULO 3..... 30

CARACTERIZAÇÃO DA TRANSFORMAÇÃO MARTENSÍTICA EM AÇOS INOXIDÁVEIS AUSTENÍTICOS E DEFORMADOS POR DIFERENTES PROCESSOS DA ÁREA NUCLEAR

Jamil Martins Guimarães Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106103>

CAPÍTULO 4..... 38

TRÊS MÉTODOS PARA MELHORAR AS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE LIGAS DE ALUMÍNIO

Juan José Arenas Romero
Jesús García Lira
Martín Castillo Sánchez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106104>

CAPÍTULO 5..... 45

IMPACT OF ZINC CONCENTRATION AND pH IN THE ELECTROPLATING PROCESS IN AN ACID SULFATE-BASED SOLUTION

Gabriel Abelha Carrijo Gonçalves
Pedro Manoel Silveira Campos
Tácia Costa Veloso
Vera Rosa Capelossi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106105>

CAPÍTULO 6	56
INSPEÇÃO ATRAVÉS DO ENSAIO VISUAL	
Marta Alves Marques	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106106	
CAPÍTULO 7	78
RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS NO BRASIL: UMA ABORDAGEM SOBRE ARTIGOS CIENTÍFICOS E POLÍTICAS NACIONAIS NO ÚLTIMO QUINQUÊNIO	
Mariana Cordeiro Magalhães	
Fernanda Nadier Cavalcanti Reis	
Peolla Paula Stein	
Tatiane Benvenuti	
Tácia Costa Veloso	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106107	
CAPÍTULO 8	84
PRODUÇÃO DE JANELAS INTELIGENTES BASEADAS EM POLÍMEROS NATURAIS	
Márcio Roberto da Silva Oliveira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106108	
CAPÍTULO 9	94
BENEFÍCIOS NA UTILIZAÇÃO DE TUBOS DE PAPELÃO ESTRUTURAL COMO SISTEMA CONSTRUTIVO	
Gabriela Santos Pereira Lopes de Barros	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106109	
CAPÍTULO 10	106
ADIÇÃO DE BORRACHA DE PNEUS ORIUNDA DE CAPEAMENTO NO CONCRETO ESTRUTURAL – UMA AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS	
Myrelle Pinheiro e Silva	
Maria Letícia Ferreira da Silva	
Daniele Gomes Carvalho	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.51521061010	
CAPÍTULO 11	132
AVALIAÇÃO DA BORRACHA NATURAL EPOXIDADA COMO UM POSSÍVEL MATERIAL AUTORREPARÁVEL	
Duane da Silva Moraes	
Helena Mesquita Biz	
Tatiana Louise Avila de Campos Rocha	
Cristiane Krause Santin	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.51521061011	

CAPÍTULO 12..... 149

LAJOTAS DE PISO TÁTIL PREPARADAS COM ADIÇÃO DE *FLAKES* DE POLIESTIRENO RECICLADO COMO AGREGADO MIÚDO EM ARGAMASSA

Debora Scopel
Mateus Vosgnach
Vinicio Ceconello
Ana Maria Coulon Grisa
Edson L. Francischetti
Mara Zeni Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.51521061012>

CAPÍTULO 13..... 159

ADSORCION DE XANTATO ISOPROPILICO DE SODIO EN LA GALENA

Claudia Veronica Reyes Guzman
Leonor Muñoz Ramírez
Sergio García Villarreal
Gloria Guadalupe Treviño Vera
Aglae Davalos Sánchez
Gema Trinidad Ramos Escobedo
Manuel García Yregoi
Evelyn Rodríguez Reyna
Samuel Chacón de la Rosa
Luis Rey García Canales

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.51521061013>

CAPÍTULO 14..... 170

ADSORCION DE CIANURO EN CARBON ACTIVADO DE CASCARA DE TAMARINDO

Claudia Veronica Reyes Guzmán
Leonor Muñoz Ramírez
Sergio García Villarreal
Gloria Guadalupe Treviño Vera
Aglae Davalos Sánchez
Gema Trinidad Ramos Escobedo
María Gloria Rosales Sosa
Evelyn Rodríguez Reyna
Samuel Chacón de la Rosa
Luis Enrique Barajas Castillo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.51521061014>

CAPÍTULO 15..... 180

DESENVOLVIMENTO DE MEMBRANAS DE QUITOSANA/GELATINA/FÁRMACO PARA REGENERAÇÃO DA SUPERFÍCIE OCULAR

Amanda Eliza Goulart Gadelha
Wladýmjr Jéfferson Bacalhau Sousa
Albaniza Alves Tavares
Rossembérg Cardoso Barbosa
Maria Dennise Medeiros Macêdo

Thiago Cajú Pedrosa
Ana Caroline Santana de Azevedo
Fernando Melo Gadelha
Kleilton Oliveira Santos
Marcus Vinícius Lia Fook

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.51521061015>

CAPÍTULO 16..... 194

META-ARAMIDAS: DE UMA PERSPECTIVA DE PROTEÇÃO PESSOAL A UMA PERSPECTIVA AMBIENTAL

Natália de Oliveira Fonseca
Íris Oliveira da Silva
Francisco Claudivan da Silva
Késia Karina de Oliveira Souto Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.51521061016>

CAPÍTULO 17..... 205

USINAS TERMELÉTRICAS E A SIDERURGIA

Késsia de Almeida Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.51521061017>

SOBRE O ORGANIZADOR..... 209

ÍNDICE REMISSIVO..... 210

CAPÍTULO 13

ADSORCION DE XANTATO ISOPROPILICO DE SODIO EN LA GALENA

Data de aceite: 01/10/2021

Claudia Veronica Reyes Guzman

Investigadora de la Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Monclova, Coahuila

Leonor Muñoz Ramírez

Colaboradores en el proyecto: Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Monclova, Coahuila

Sergio García Villarreal

Colaboradores en el proyecto: Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Monclova, Coahuila

Gloria Guadalupe Treviño Vera

Colaboradores en el proyecto: Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Monclova, Coahuila

Aglae Davalos Sánchez

Colaboradores en el proyecto: Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Monclova, Coahuila

Gema Trinidad Ramos Escobedo

Colaboradores en el proyecto: Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Monclova, Coahuila

Manuel García Yregoi

Colaboradores en el proyecto: Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Monclova, Coahuila

Evelyn Rodríguez Reyna

Colaboradores en el proyecto: Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Monclova, Coahuila

Samuel Chacón de la Rosa

Universidad Autónoma de Coahuila, Centro de Investigación en Geociencias Aplicadas Nueva Rosita, Coahuila, México

Luis Rey García Canales

Exalumno de la carrera IQMM

RESUMEN: En la actualidad muchos trabajos se han realizado en referencia al importante rol del xantato en procesos de flotación. El proceso de flotación, en la separación de minerales a partir de sus respectivas menas, es un proceso industrial muy importante, que aprovecha las propiedades hidrófobas e hidrófilas de la superficie de las partículas minerales para concentrar el mineral de interés. En los procesos de flotación no solo basta cumplir las normas ambientales aplicables, que suelen ser muy restringidas y no ayudan a prevenir posibles impactos ambientales, puesto que no existe una metodología de control de xantatos en efluentes mineros; por lo tanto el objetivo de la presente investigación es adsorber el xantato residual del proceso de flotación, en la superficie de galena con la finalidad de prevenir, controlar y minimizar los posibles efectos negativos que puede causar su interacción con el medio ambiente y la salud humana. Para ello se prepararon distintas muestras, en las cuales se realizó adsorción con Xantato Isopropilico de Sodio (Z-11) a distintas concentraciones, sobre la

superficie de la galena. Con el propósito de cuantificar la adsorción de xantato en la superficie de la galena, se analizaron estas muestras por medio de técnicas de caracterización, XPS, Espectroscopia Raman y UV-Vis.

PALABRAS CLAVE: Adsorción, Desorción, Xantato isopropílico de sodio (XIPNa), Galena.

INTRODUCCION

a) Generalidades de la Galena

La galena es un mineral que pertenece al grupo de los sulfuros (sulfuro de plomo), donde el 86,6% de su volumen es de plomo y el 13.4% es de azufre, tiene su génesis en filones hidrotermales asociados principalmente a la pirita, calcopirita y esfalerita, se emplea para la extracción de plomo y mena de plata. La presencia de caras curvas en la galena se debe a que la plata interrumpe la estructura cristalina o también que se muestre escisiones escamosas. Otra impureza que se puede hallar en este mineral es el bismuto que también genera un cambio en la exfoliación, pues presenta una escisión octaédrica.

Además, se pueden encontrar pequeñas cantidades de zinc, antimonio, cobre, bismuto y cadmio. El selenio puede sustituir al azufre y forma una serie completa SPb-SePb.

La forma más usual con la que se presenta este mineral es cubica, pero también se los halla en octaedros truncados al cubo y rara vez dodecaedros y triquisoctaedros.

Muchos estudiosos aseguran que la palabra galena proviene del vocablo “galene” que se traduce como plomo. El término fue muy empleado por Plinio para hacer referencia a las minas de plomo. Otras investigaciones han sugerido que los egipcios también emplearon la galena para fines cosméticos. Al parecer, se la aplicaban en los ojos, para protegerlos de la luz solar y el polvo, y en el cuerpo para repeler a los insectos.

Las minas de galena comenzaron a explotarse hace cientos de años en la ciudad de Cartagena, incrementando de esta forma la violencia de las batallas cartagineses frente a los romanos. Con el paso de los siglos, éstos últimos continuaron las excavaciones hasta que finalmente pasó a formar parte de las propiedades de Roma.

La Galena es un mineral primario. La mayoría de los minerales de plomo, como la cerusita y la anglesita, son minerales secundarios se forman a partir de galena. Las impurezas en la estructura de galena, como la plata y el bismuto, pueden cambiar las propiedades de escisión de galena. Los especímenes de galena pueden deslustrarse cuando se exponen al aire, perdiendo su brillo. Los especímenes recién cortados exhiben un fuerte brillo metálico, pero con el tiempo el brillo se vuelve más opaco, aunque todavía metálico. El deslustre se puede eliminar frotando la muestra con agua y jabón suave.

La galena se encuentra de forma cristalina o maciza. Se halla tanto en rocas metamórficas como en depósitos volcánicos de sulfuros, en los últimos a menudo acompañado por minerales de cobre. Los yacimientos de galena casi siempre tienen un

origen de tipo magmático hidrotermal, formándose por consolidación de los residuos del magma que quedan después de la formación de rocas como los granitos y las pegmatitas; en estos casos, el mineral aparece asociado a argentita, cuarzo y fluorita. También se puede presentar en ambientes sedimentarios; yacimientos que derivan de la concentración del mineral, originalmente diseminado en las rocas; con este tipo de génesis se relacionan los grandes yacimientos de galena que aparecen en las calizas y dolomías, en los que es típica la asociación con esfalerita (sulfuro de zinc).

Galena tiene una composición química de PbS . Eso significa que contiene la misma cantidad de iones de plomo y sulfuro. Los iones están dispuestos en un patrón cúbico que se repite en todas las direcciones. Esta estructura es lo que hace que los cristales de galena tengan una forma cúbica y hace que la galena se rompa en tres direcciones en ángulo recto.

El nombre se deriva del latín galena, un nombre originalmente dado al mineral de plomo.

La galena es un mineral muy importante porque sirve como mineral para la mayor parte de la producción mundial de plomo. También es un mineral importante de plata.

- El uso número uno del plomo en la actualidad es en las baterías de plomo-ácido que se utilizan para arrancar automóviles. La batería de un automóvil típica contiene aproximadamente veinte libras de plomo y debe reemplazarse cada cuatro o cinco años. Hay miles de millones de estas baterías solo en los Estados Unidos. Las baterías de plomo-ácido también se utilizan como fuentes de alimentación de reserva para redes informáticas, instalaciones de comunicación y otros sistemas críticos. El plomo también es uno de los metales utilizados en los sistemas de almacenamiento de energía asociados con la generación de energía y los vehículos híbridos. También se utilizó en los primeros dispositivos de radio.
- Mena de plata.
- Se utiliza gran cantidad de plomo para pantallas de protección con sustancias radiactivas como el uranio.
- El plomo metálico se emplea para obtener blanco de plomo
- Se emplea en la fabricación de láminas, tuberías y perdigones.

Son diversos los lugares en el mundo donde el hombre ha puesto su atención y labor para la extracción de este mineral. Algunos de ellos son: Checoslovaquia, Inglaterra, las montañas del Harz, Australia, Estados Unidos, Perú e Irlanda.

Además, en España están los yacimientos de La Carolina y Linares, de donde se sacan considerables proporciones de la galena argentífera. También en España, se consigue galena en Ciudad Real (Almería), así como en Murcia y Lérica.

b) Flotacion con Xantatos

La flotación es un proceso que involucra el estudio de las propiedades de las interfases. Una de las formas de caracterizar una interfase es por la medida de la adsorción. La adsorción puede definirse como la concentración de una entidad química (iones y moléculas) en una interfase. La adsorción generalmente se expresa en moles o moléculas de adsorbido por área de interfase. Es un fenómeno espontáneo y exotérmico. Es común la clasificación de la adsorción, con base en la naturaleza de la interacción adsorbido/adsorbente, en adsorción física (fisisorción) y adsorción química (quimisorción).

El uso principal de xantatos de los metales alcalinos, sodio y potasio, es como coleccionistas de minerales. Este uso fue introducido por Keller en 1925. El xantato etílico de sodio también fue utilizado en el extranjero como un herbicida defoliante, y como un aditivo. En el caucho para proteger contra los gases atmosféricos, especialmente el oxígeno y el ozono. En Australia, xantato etílico de sodio ha sido utilizado ampliamente en la industria minera por más de 30 años.

Los xantatos son compuestos orgánicos obtenidos en reactores por reacción de bisulfuro de carbono, la soda o potasa cáustica y un determinado alcohol; el cual, le otorga las propiedades colectoras en el circuito de flotación para los minerales metálicos y poli metálicos. Estos compuestos se caracterizan por liberar un olor a azufre y son utilizados en muchas industrias, siendo su principal aplicación en la industria minera como colector para la flotación de minerales sulfurados, estos se adhieren a la superficie de los minerales y por acción del aire logran flotar y concentrar variedades de especies minerales bajo condiciones controladas de pH y otros agentes químicos. No son empleados en circuitos muy ácidos, porque tienden a descomponerse. Todos los Xantatos son solubles en agua, usualmente se alimentan como soluciones en concentraciones del 5 al 20 % en peso.

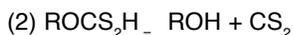
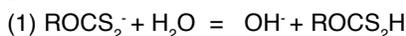
En los procesos de flotación no solo basta cumplir las normas ambientales aplicables, que son muy restringidas y no ayudan a prevenir posibles impactos ambientales, puesto que no existe una metodología de control de xantatos en efluentes mineros; por lo tanto el motivo de la presente investigación es implementar la adsorción del xantato residual del proceso de flotación en la superficie de galena con el objetivo de prevenir, controlar y minimizar los posibles efectos negativos que puede causar su interacción con el medio ambiente. Los residuos de xantatos se presentan en los efluentes líquidos que ingresan a los ríos, este compuesto orgánico se obtiene a partir de bisulfuro de carbono, alcohol y un álcali; liberan olor a azufre, pueden variar su color desde blanco a amarillo, son solubles en agua, y afectan la salud humana, su aplicabilidad principal es en la industria minera para la flotación de minerales.

En las plantas minero-metalúrgicas, el agua derivada de procesos industriales contiene compuestos orgánicos residuales que pueden afectar a la operaciones de flotación que se reciclan. El agua del proceso contiene no sólo los productos de flotación, sino

también productos de otras operaciones de la planta, tales como filtración y sedimentación. Los compuestos orgánicos que se utilizan en estas operaciones se encuentran a concentraciones variables, lo que significa que el agua de proceso recirculada tiene características variables en términos de sustancias orgánicas y productos de degradación. El uso de agua reciclada tiene efectos significativos en la selectividad de flotación, porque esta agua contiene muchos compuestos disueltos, tanto inorgánicos como orgánicos, que alteran radicalmente la química del sistema (Rao, 1989).

Los xantatos son, por mucho, los reactivos más utilizados, y son los reactivos primarios utilizados en sulfuros como colector (Pearse, 2005). Uno factor significativo que conduce a resultados no deseados en la flotación selectiva de minerales de sulfuro, es el xantato residual en el agua de reciclaje.

Según (Oliveira Jr., 2011), hay dos reacciones de degradación de las asociadas con el ion xantato en un pH ácido: la hidrólisis del xantato (ROCS_2^-), que produce ácido xántico (ROCS_2H), y la descomposición del ácido xántico:



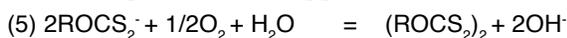
Las reacciones (1) y (2) explican porque el xantato no es un colector eficiente en un medio ácido. Además, la reacción (2) se considera que es irreversible, ya que se produce a una velocidad muy alta.

En medio alcalino, la hidrólisis del xantato se puede producir de acuerdo con la reacción (3):



Y el tritricarbonato (CS_3^{2-}) se puede descomponer en CS_2 y S^{2-} .

Los xantos también son susceptibles a la oxidación atmosférica, y las reacciones asociada con esta oxidación son las reacciones (4) y (5):



Algunos de los productos formados, en particular los dixantogenos ($(\text{ROCS}_2)_2$), poseen diferentes propiedades de colección, para un número de minerales de sulfuro, y estos productos son conocidos por ser no selectivos. Por esta razón, no se utilizan a menudo como colectores en flotación ya que afectarían negativamente la selectividad (Rao, 1989).

Aunque los xantatos tienen una alta especificidad para una superficie dada del mineral, y se utilizan en dosis relativamente bajas, las concentraciones en exceso que no han reaccionado terminan en los efluentes de las plantas concentradoras (Chockalingam E., 2003). Actualmente, los reactivos de flotación orgánicos, se eliminan de las aguas residuales de flotación de mineral por métodos físico-químicos, incluyendo la coagulación floculación, adsorción física y la oxidación química (Cheng H., 2012). Sin embargo; muchas veces estos métodos son deficientes e insuficientes, lo cual hace necesario la implementación de una nueva forma de eliminarlos.

El enfoque de este trabajo, es adsorber en la galena, el xantato que no reacciona durante el proceso de flotacion.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

La galena (PbS) empleada en este trabajo fue purificada, empleandose solo los cristales de esta. Esta galena fue puesta en contacto con soluciones de xantato. Las soluciones del colector, fueron preparadas con disoluciones ionizantes de Cloruro de Potasio (KCl) a las que se adiciono xantato isopropilico de sodio (z-11) en concentraciones de $3 \cdot 10^{-6}$ y $5 \cdot 10^{-6}$. Posteriormente las muestras de galena en las soluciones de xantato fueron agitadas durante 30 minutos a un pH de 9.

El siguiente proceso que se realizo fue la caracterizacion de estas muestras por via de UV-Vis, Espectroscopia Raman y XPS. Cabe mencionar que la caracterizacion por UV-Vis se empleo solo para identificar el pico caracteristico del xantato a 301nm el cual nos indico la presencia del mismo en la solucion.

La caracterizacion por Raman y XPS se realizo con las muestras secas y se analizo resultados en base a literaturas. Despues de esto se calentaron a 60°C las muestras de galena acondicionada con xantato durante 1 hora para desorber de la galena el xantato. Finalmente se cuantifico el solido (galena) con xps.

RESULTADOS Y DISCUSION

El espectro Raman del Z-11 adsorbido en la superficie de la galena se muestra en la figura 1. Se puede observar los distintos picos en los que se presenta el Z-11, el cual fue adsorbido en la superficie de galena. El rango en el cual fueron analizadas las muestras fue desde 100 hasta 3500 cm^{-1} .

Los picos caracteristicos del Z-11 aparecen entre las siguientes frecuencias 650, 1020, 1450-1500, y entre $2800\text{-}3000\text{ cm}^{-1}$

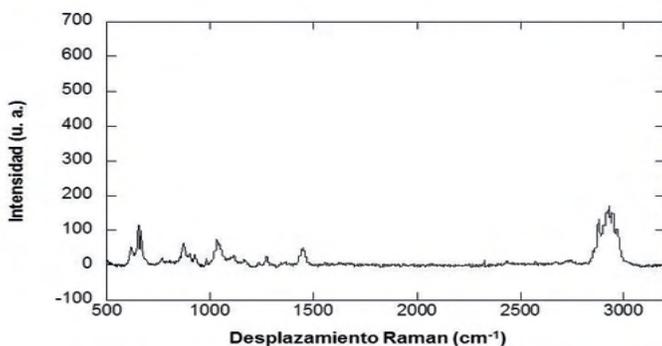


Figura 1. Espectro Raman del Z-11 adsorbido en la superficie de la galena.

Otra técnica de caracterización que también se llevó a cabo fue la Espectroscopia de Fotoelectrones emitidos por Rayos X (XPS), con la cual se analizó la adsorción de xantato en galena. Los espectros de la galena con mayor cantidad de xantato adsorbido, fueron analizados y comparados con la literatura correspondiente.

En base a estudios de Z-11 que se han publicado anteriormente, según (K. C. Pillai, 1983), podemos comparar que, los resultados obtenidos en los espectros de galena, mismos a los que no se realizó deconvoluciones ya que se comparó con la literatura, muestran los picos característicos de la presencia de xantato en su superficie, los cuales producen corrimientos de los picos de la galena.

En la figura 2 se muestra el espectro del carbono (C) del nivel 1s en el cual se pueden observar 3 diferentes picos correspondientes a distintos compuestos enlazados con carbono. Para este espectro se define que existen 3 átomos de carbono químicamente no equivalentes localizados a 284.9, 286.3 y 288.1 eV. Por este motivo podemos asumir que estos enlaces son correspondientes a enlaces xantato-galena.

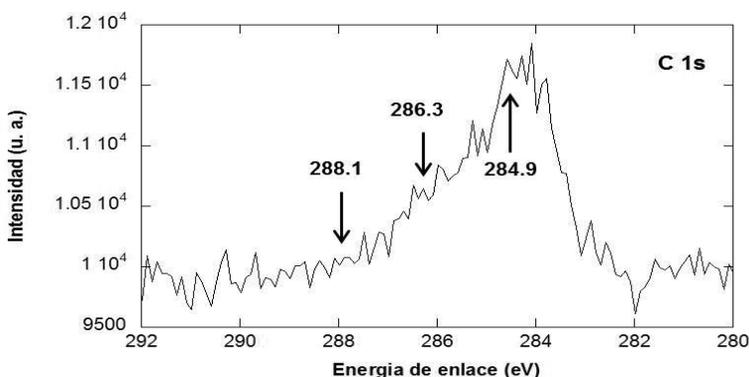


Figura 2. Espectro de galena (seca): nivel 1s del C.

El espectro del Oxígeno del z-11 adsorbido en galena, muestra dos picos con una relación de intensidad de 2.6: 1. La energía de enlace correspondiente a estos picos es de 531.0 y 532.8 eV, ilustrado en la figura 3. La evidencia que existe sobre estos picos se atribuye a la formación de enlaces C-O-C correspondientes al z-11 adsorbido (R.A. Pollak, 1975) y a alguna otra forma de oxígeno ligado al agua.

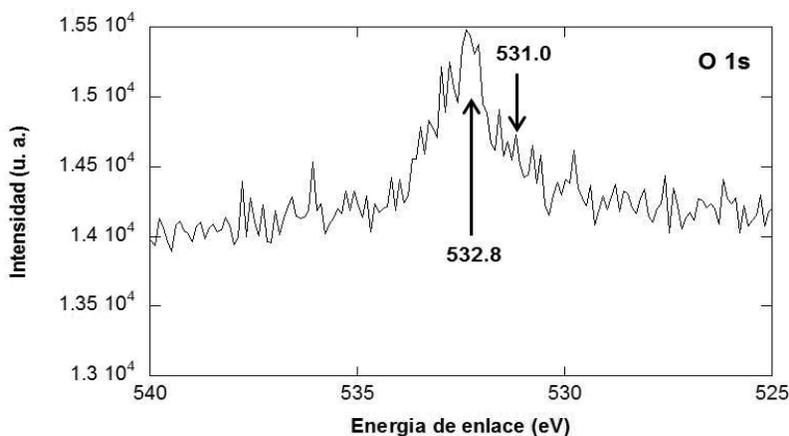


Figura 3. Espectro de galena (seca): nivel 1s del O

El Pb nivel 4f muestra dos picos, separados por 5.0 eV. Los valores de energía de enlace 136.6 y 141.6 eV se encuentran presentes en PbS, aunque también pueden estar presentes en PbO desde el nivel $4f_{7/2}$ y su energía de enlace es muy cercana a la del PbS. La ausencia de un nivel Pb $4f_{7/2}$ permite concluir que el $PbSO_4$ no está presente en la superficie (OS. Zingg, 1992). Los picos Pb 4f se muestran en la figura 4.

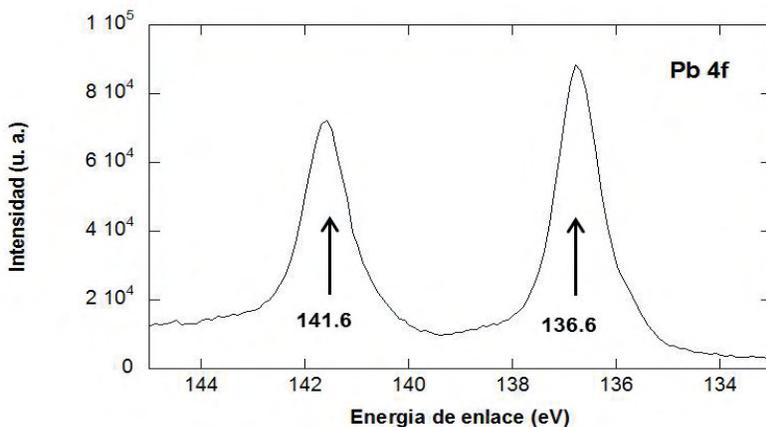


Figura 4. Espectro de galena (seca): nivel 4f del Pb

La figura 5 muestra que los picos del nivel 2p del S de la galena aparecen dos veces. Los picos presentan una relación de 2:1 y se encuentran a 160.4 y 161.7. Como no se muestra ningún pico a 169 eV esto indica que no existe la presencia de SO_4^{2-} que pudiese estar ligando con la galena.

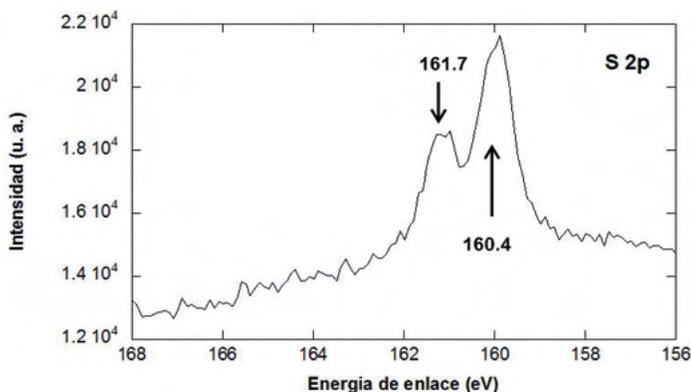


Figura 5. Espectro de galena (seca): nivel 2p del S.

Posteriormente en la caracterización de espectroscopia uv-visible se desarrollo cada experimento y se le practico un barrido a una longitud de onda de 200 a 400 nm, dando como resultado, fue una recristalizacion del xantato como se muestra en las Figuras 6 mostrandose dos bandas maximas a 224 y 301, en 224 se cuantifica una especie llamada dixantogeno, a 301 se cuantifica el xantato, en nuestra investigacion se cree que se formo la especie dixantogeno por la ayuda de la galena ya que una cantidad de xantato fue adsorbida por esta y la siguiente banda fue producto de la descomposicion u oxidacion del xantato en la superficie.

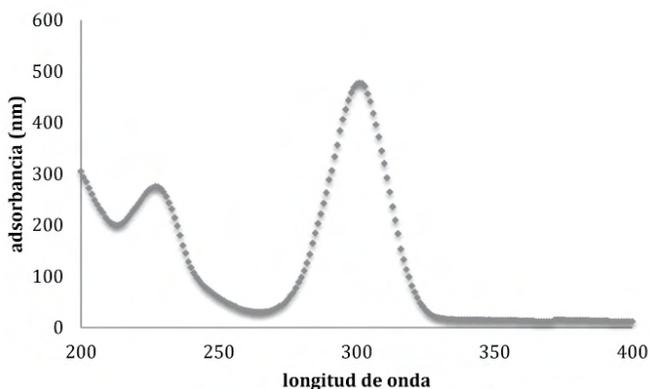


Figura 6.- Xantato isopropilico de sodio (z-11) a 301 nm y dixantogeno a 224 nm

CONCLUSIONES

La espectroscopia uv-visible demostró la efectividad de la adsorción del xantato. asi mismo, se encontró que se desarrolla un sub producto del xantato, conocido como

dixantógeno, esto como producto de descomposición o de oxidación al contacto con la galena

Con la espectroscopía Raman a las cuales fueron sometidas las muestras secas del galena, se compararon las gráficas iniciales y posteriores al proceso, confirmando la presencia del xantato y demostrando una adsorción exitosa.

De los espectros obtenidos por XPS determinamos que el xantato se adsorbió en la superficie de la galena. El xantato residual presente en los procesos de flotación, puede ser removido utilizando la galena como adsorbente del mismo, esta técnica desplaza otro tipo de técnicas las cuales descomponen el xantato, ya que, para aplicar tecnologías encargadas de la descomposición química, se requiere gran consumo de energía reflejado en elevados costos de operación.

El empleo de galena como adsorbente beneficia sustancialmente, debido a que el xantato puede ser desorbido y retornado nuevamente al proceso aplicando una ligera purificación del mismo.

REFERÊNCIAS

Bolin N. J., C. S. L., Martin C.J. A surface study of a Boliden ore by ToF-LIMS. *International Journal of Mineral Processing*. 1997.

Cheng H., L. H., Huo H., Dong, Y. Xue, Q. Cao L. Continuous removal of ore flotation reagents by an anaerobic-aerobic biological filter. *Bioresource Technology*, 255–261. 2012.

Chockalingam E., S. S., Natarajan K.A. Studies on biodegradation of organic flotation collectors using *Bacillus polymyxa*. *Hydrometallurgy*. 2003.

Gerardo Cifuentes Molina, C. H. C., Marco Antônio Siqueira Rodrigues, Andréa Moura Bernardes. Sodium isopropyl xanthate degradation by advanced oxidation processes. *Minerals Engineering*. 2013.

Howe, T. M., Pope, M.I. The quantitative determination of flotation agents adsorbed on mineral powders, using differential thermal analysis. *Powder Technology*. 1970/1971.

K. C. Pillai, V. Y. Y., J.O.M. Bockris. XPS studies of Xanthate adsorption on galena surfaces. *Applications of surface Science*. 1983.

Miettinen, M., Ste'n, P., Bckman, S., Leppinen, J., Aaltonen, J. Determination of chemicals bound to mineral surfaces in flotation processes. *Minerals Engineering*, 245–254. 2000.

Oliveira Jr., G. G. M. Desenvolvimento de uma rota de processo de dessulfurização de rejeitos de um minério aurífero sulfetado. 71. 2011.

OS. Zingg, D. M. H. Phys. Chem. 1992.

Pearse, M. J. An overview of the use of chemical reagents in mineral processing. *Minerals Engineering*. 2005.

Piantadosi C., S. R. S. C. Statistical comparison of hydrophobic and hydrophilic species on galena and pyrite particles in flotation concentrate and tails from ToF-SIMS evidence. *Minerals Engineering*, 1377–1394. 2002.

Pugh, R. J., Husby, K. Quantitative determination of collector adsorbed on fluorite, galena and quartz particles by selective oxidation surface analysis. *International Journal of Mineral Processing*. 1986.

R.A. Pollak, C. H. B. *Appl. Phys.* 1975.

Rao, S. R., Finch, J.A. A review of water reuse in flotation. *Minerals Engineering*. 1989.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aço MA957 4, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28

Aços inoxidáveis 4, 30, 31, 36

Adsorción 159, 160, 162, 163, 165, 167, 168, 170, 171, 172, 174, 175, 176, 177, 178

Alumínio 4, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 95, 141

Argamassa 6, 112, 149, 150, 156, 157, 158

Austenita 30, 31, 36

Autorreparação 132, 133, 134, 136, 138, 143, 144, 145, 146, 147

B

Biomateriais 180, 181, 182

Biopolímeros 172, 181, 187

Borracha 5, 90, 106, 108, 115, 116, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 125, 127, 129, 130, 132, 133, 134, 135, 137, 140, 147

C

Cascara 6, 170, 171, 173, 174, 175, 176, 177, 178

Cianuro 6, 170, 171, 174, 175, 176, 177, 178

Combustível nuclear 30

Compressão 30, 31, 33, 36, 40, 41, 96, 106, 108, 112, 113, 119, 121, 124, 125, 128, 129, 149, 150, 151, 154, 155, 158

Concreto 5, 100, 106, 107, 108, 110, 112, 113, 114, 115, 116, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 150, 157, 158

Conforto Humano 149

D

Deformação a Frio 38, 40, 41, 42

Desorción 160

E

Eficiência de corrente 46

Eletrocromismo 84

Eletrodeposição reversível 84, 85, 86, 87

Eletrogalvanização 45, 46

ENR50 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146

Ensaio visual 56, 57, 58

Estudo Bibliométrico 4, 1, 2

F

Fármaco 6, 180, 181, 183, 185, 186, 187, 188, 189, 190

Ferritoscopia 30, 31, 35, 36

G

Galena 6, 159, 160, 161, 162, 164, 165, 166, 167, 168, 169

Geotêxteis 194, 201, 202

I

Incêndios florestais 194, 195, 199, 200

L

Lajota Piso Tátil 149

Laminação 30, 31, 32, 34, 35, 36, 39, 69

M

Martensita 30, 31, 36

Meta-Aramidas 7, 194, 195, 196, 197, 199, 200, 203

Morfologia do revestimento 46

P

Parâmetros operacionais 46

Poliestireno 6, 14, 15, 133, 149, 150, 156, 157, 158, 185

Polímeros 3, 5, 1, 2, 3, 6, 7, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 82, 84, 86, 90, 147, 158, 182, 192, 195, 196, 203

R

Resíduos 5, 78, 79, 80, 82, 83, 94, 99, 103, 106, 107, 108, 110, 116, 119, 123, 125, 127, 129, 130, 131, 157

Reticulação com peróxido 132

Revestimento metálico 46

S

Síntese 18, 21, 158

Soldagem 41, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 209

Superfície ocular 6, 180, 181, 182, 190, 191, 193

Sustentabilidade 103, 104, 106, 108, 127, 149

Sustentável 80, 81, 94, 98, 99, 106, 107, 108, 116, 127, 130, 150

T

Tamarindo 6, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179

Textura 30, 36, 37, 150

Tratamentos Térmicos 38, 39, 41

Tubos de papelão 5, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105

W

WC nanoestruturado 4, 18, 20, 21, 26, 28

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE MATERIAIS E METALÚRGICA 2

- 
-  www.atenaeditora.com.br
 -  contato@atenaeditora.com.br
 -  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 -  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

COLEÇÃO

DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE MATERIAIS E METALÚRGICA 2

- 
- 🌐 www.atenaeditora.com.br
- ✉ contato@atenaeditora.com.br
- 📷 @atenaeditora
- 📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br