



# As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente 2

Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizador)

**Atena**  
Editora  
Ano 2019



Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizador)

As Engenharias frente a Sociedade, a  
Economia e o Meio Ambiente 2

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Natália Sandrini  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

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**

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  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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 Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E57	<p>As engenharias frente a sociedade, a economia e o meio ambiente 2 [recurso eletrônico] / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (As Engenharias Frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente; v. 2)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-430-6 DOI 10.22533/at.ed.306192506</p> <p>1. Engenharia – Aspectos sociais. 2. Engenharia – Aspectos econômicos. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 658.5</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

As obras As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente Volume 1, 2, 3 e 4 abordam os mais diversos assuntos sobre métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação do homem com o meio ambiente e seus recursos.

O Volume 1 está disposto em 31 capítulos, com assuntos voltados a engenharia do meio ambiente, apresentando processos de recuperação e reaproveitamento de resíduos e uma melhor aplicação dos recursos disponíveis no ambiente, além do panorama sobre novos métodos de obtenção limpa da energia.

Já o Volume 2, está organizado em 32 capítulos e apresenta uma vertente ligada ao estudo dos solos e águas, com estudos de sua melhor utilização, visando uma menor degradação do ambiente; com aplicações voltadas a construção civil de baixo impacto.

O Volume 3 apresenta estudos de materiais para aplicação eficiente e econômica em projetos, bem como o desenvolvimento de projetos mecânico e eletroeletrônicos voltados a otimização industrial e a redução de impacto ambiental, sendo organizados na forma de 28 capítulos.

No último Volume, são apresentados capítulos com temas referentes a engenharia de alimentos, e a melhoria em processos e produtos.

Desta forma um compendio de 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

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ESTUDOS DA ÁGUA E SEDIMENTOS NA BACIA DO RIO UBERABINHA EM UBERLÂNDIA - MG	
Maria da Graça Vasconcelos	
Luiz Alfredo Pavanin	
Erich Vectore Pavanin	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925061</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
BATIMETRIA E MEDIÇÃO DE VAZÃO NA BACIA DO RIO JI-PARANÁ - RO	
Renato Billia de Miranda	
Camila Bermond Ruezzeno	
Bruno Bernardo dos Santos	
Frederico Fabio Mauad	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925062</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>26</b>
MONITORAMENTO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA PARA ENSAIO DE PROVA DE CARGA EM SOLO BASÁLTICO	
Daniel Russi	
Sandra Garcia Gabas	
Giancarlo Lastoria	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925063</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>37</b>
UTILIZAÇÃO DO MÉTODO PAPEL FILTRO E CENTRÍFUGA PARA DETERMINAÇÃO DE CURVAS DE RETENÇÃO DE ÁGUA NO SOLO E CORRELAÇÕES COM PARÂMETROS GEOTÉCNICOS	
Ana Carolina Dias Baêso	
Eduardo Souza Cândido	
Roberto Francisco de Azevedo	
Gustavo Armando dos Santos	
Tulyo Diniz Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925064</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>51</b>
DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS CARACTERÍSTICOS DE UM SOLO TROPICAL DA BAIXADA FLUMINENSE NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO	
Fernando Benedicto Mainier	
Claudio Fernando Mahler	
Viktor Labuto Ramos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925065</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>61</b>
ELABORAÇÃO DE UMA CARTA DE UNIDADES DE TERRENO DO MUNICÍPIO DE CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM – ES	
Bruna Xavier Faitanin	
Éder Carlos Moreira	
Altair Carrasco de Souza	
Vitor Roberto Schettino	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925066</b>	

<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>69</b>
ESTABILIZAÇÃO DE UM SOLO SILTE ARENOSO DA FORMAÇÃO GUABIROTUBA COM CAL PARA USO EM PAVIMENTAÇÃO	
Wagner Teixeira	
Eclesielter Batista Moreira	
João Luiz Rissardi	
Vanessa Corrêa de Andrade	
Ronaldo Luis dos Santos Izzo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925067</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>80</b>
INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE CAL HIDRATADA NA RESISTÊNCIA DE SOLOS SEDIMENTARES	
Jair de Jesús Arrieta Baldovino	
Eclesielter Batista Moreira	
Ronaldo Luis Dos Santos Izzo	
Juliana Lundgren Rose	
Erico Rafael Da Silva	
Wagner Teixeira	
Felipe Perretto	
Roberto Pan	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925068</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>95</b>
PERFILAGEM DO SUBSOLO NO MUNICÍPIO DE APUCARANA-PR COM BASE EM DADOS DE SONDAGENS DE SIMPLES RECONHECIMENTO COM SPT	
Mariana Alher Fernandes	
Augusto Montor de Freitas Luiz	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925069</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>104</b>
UTILIZAÇÃO DO PERMEÂMETRO DE TUBO NA DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE DE CAMADAS SUPERFICIAIS DE SOLOS	
Marcos Túlio Fernandes	
Glaucimar Lima Dutra	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250610</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>116</b>
DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO EM SOLO REFORÇADO COM GEOSSINTÉTICOS	
Alessandra Lidia Mazon	
Maytê Pietrobelli de Souza	
Bianca Penteado de Almeida Tonus	
André Fanaya	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250611</b>	

**CAPÍTULO 12 ..... 133**

AVALIAÇÃO DA ERODIBILIDADE DO SOLO DE CARACTERÍSTICA NÃO LATERÍTICA SOB O ENFOQUE GEOTÉCNICO NAS MARGENS DA TO-222 NO MUNICÍPIO DE ARAGUAÍNA - TO

Glacielle Fernandes Medeiros  
Renata de Moraes Farias  
Palloma Borges Soares  
Ana Sofia Oliveira Japiassu  
Andressa Fiuza de Souza  
Igor Guimarães Matias

**DOI 10.22533/at.ed.30619250612**

**CAPÍTULO 13 ..... 144**

ADAPTAÇÃO DE METODOLOGIA DE HIERARQUIZAÇÃO DE NÍVEIS DE ATENÇÃO UTILIZADA EM MINERAÇÃO PARA TRABALHOS DE MAPEAMENTO DE RISCOS GEOTÉCNICOS EM ÁREA URBANA

Marcelo Corrêa da Silva  
Daiara Luiza Guimarães

**DOI 10.22533/at.ed.30619250613**

**CAPÍTULO 14 ..... 157**

PRODUÇÃO DE CONCENTRADO ÚMIDO FOSFATADO: UMA EXPERIÊNCIA DE ESTÁGIO NA MINERAÇÃO

Matheus Henrique Borges Coutinho  
Ricardo Antonio de Rezende  
Cibele Tunussi  
Marcos Vinicius Agapito Mendes

**DOI 10.22533/at.ed.30619250614**

**CAPÍTULO 15 ..... 163**

ESTUDO DOS DESPERDÍCIOS DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL E SUGESTÕES PARA A MINIMIZAÇÃO E REUTILIZAÇÃO DOS MESMOS, VISANDO A OTIMIZAÇÃO DOS CUSTOS DAS OBRAS E MENORES IMPACTOS AMBIENTAIS

Beatriz Zeurgo Fernandes  
Rafael Bergjohann  
Luiz Carlos de Campos

**DOI 10.22533/at.ed.30619250615**

**CAPÍTULO 16 ..... 176**

USO DA CINZA DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR COMO SUBSTITUTO PARCIAL DO CIMENTO PORTLAND

Kenyson Diony Souza Silva  
Raduan Krause Lopes  
Fabiano Medeiros Da Costa

**DOI 10.22533/at.ed.30619250616**



**CAPÍTULO 17 ..... 192**

ESTUDOS PRELIMINARES DA APLICAÇÃO DE RESÍDUO DE MINÉRIO DE COBRE SULFETADO NA ELABORAÇÃO DE ARGAMASSAS DE ASSENTAMENTO E REVESTIMENTO

Julia Alves Rodrigues  
Dilson Nazareno Pereira Cardoso  
Abel Jorge Rodrigues Ferreira  
Edinaldo José de Sousa Cunha  
Bruno Marques Viegas  
Edilson Marques Magalhães  
José Antônio da Silva Souza

**DOI 10.22533/at.ed.30619250617**

**CAPÍTULO 18 ..... 200**

AValiação DO COMPORTAMENTO DE COMPOSIÇÕES A BASE DE CIMENTO DE ALUMINATO DE CÁLCIO FRENTE AOS MICRORGANISMOS STAPHYLOCOCCUS AUREUS E ESCHERICHIA COLI

Renata Martins Parrreira  
Talita Luana de Andrade  
Newton Soares da Silva  
Cristina Pacheco Soares  
Victor Carlos Pandolfelli  
Ivone Regina de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.30619250618**

**CAPÍTULO 19 ..... 209**

UMA TÉCNICA, BASEADA EM PROJETO DE EXPERIMENTOS, PARA OTIMIZAÇÃO DA DOSAGEM DE ARGAMASSA MISTA DE CIMENTO, CAL E AREIA

André Rodrigues Monticeli  
Paulo César Mappa  
Aellington Freire de Araújo  
Emerson Ricky Pinheiro  
Karoline Santos da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.30619250619**

**CAPÍTULO 20 ..... 221**

REDUÇÃO DO CONSUMO DE AÇO EM VIGAS DE CONCRETO ARMADO SUBMETIDAS AO ESFORÇO CORTANTE ATRAVÉS DA ESCOLHA DO ÂNGULO DAS BIELAS

Lucas Teotônio de Souza  
Paula de Oliveira Ribeiro

**DOI 10.22533/at.ed.30619250620**

**CAPÍTULO 21 ..... 232**

ANÁLISE DE CRONOGRAMA FÍSICO x CRONOGRAMA REALIZADO NA OBRA DO FÓRUM DE RIO NEGRO/PR PARA FINS DE DIMINUIÇÃO DOS ATRASOS

Nathalia Loureiro de Almeida Correa

**DOI 10.22533/at.ed.30619250621**

**CAPÍTULO 22 ..... 250**

ANÁLISE DA IMPORTÂNCIA DO CORRETO DIMENSIONAMENTO DOS VERTEDORES EM BARRAGENS E SUAS INFLUÊNCIAS ECOLÓGICAS E SOCIOECONÔMICAS. ESTUDO DE CASO: USINA HIDRELÉTRICA DE XINGÓ

Jéssica Beatriz Dantas  
Djair Félix da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.30619250622**

<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>262</b>
ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE PAVIMENTO PERMEÁVEL EM UMA ÁREA DA CIDADE DE JOINVILLE/SC	
Adilon Marques dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250623</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>281</b>
ANÁLISE NUMÉRICA DA SENSIBILIDADE DO ALGORITMO IMPLEX APLICADO EM UM CENÁRIO HIPOTÉTICO DE ESTABILIDADE DE TALUDE VIA TÉCNICA DE DESCONTINUIDADES FORTES	
Nayara Torres Belfort	
Ana Itamara Paz de Araujo	
Kátia Torres Botelho Galindo	
Igor Fernandes Gomes	
Leonardo José do Nascimento Guimarães	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250624</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>294</b>
DIMENSIONAMENTO DE LAJES MACIÇAS POR MEIO DE CÁLCULO MANUAL E COM O AUXÍLIO DE UM SOFTWARE COMPUTACIONAL	
Iva Emanuely Pereira Lima	
Vitor Bruno Santos Pereira	
Vinicius Costa Correia	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250625</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>306</b>
DIMENSIONAMENTO OTIMIZADO DE PILARES MISTOS PREENCHIDOS DE AÇO E CONCRETO	
Jéssica Salomão Lourenção	
Élcio Cassimiro Alves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250626</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>325</b>
ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS: MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	
João Augusto Dunck Dalosto	
Luiz Fernando Hencke	
Jhonatan Conceição dos Santos	
Hevrlí da Silva Carneiro Pilatti	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250627</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>336</b>
APLICAÇÃO DO CPR EM SOLOS MOLES NA REGIÃO DO CAMPO DOS PERDIZES: DUPLICAÇÃO DA BR 135, ENTRE O KM 39,36 E O KM 39,90	
Rodrigo Nascimento Barros	
Larysse Lohana Leal Nunes	
Saymo Wendel de Jesus Peixoto Viana	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250628</b>	
<b>CAPÍTULO 29</b> .....	<b>348</b>
ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR INTERNO DE UMA TERAPIA INTENSIVA	
Sylvia Katherine de Medeiros Moura	
Antonio Calmon de Araújo Marinho	
Wagner Amadeus Galvão de Souza	
Angelo Roncalli Oliveira Guerra	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250629</b>	

<b>CAPÍTULO 30</b> .....	<b>357</b>
'ARTENGENHARIA': UMA PONTE TRANSDISCIPLINAR PARA O DESENVOLVIMENTO DO POTENCIAL HUMANO E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A GESTÃO DO CONHECIMENTO	
Ana Alice Trubbianelli	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250630</b>	
<b>CAPÍTULO 31</b> .....	<b>371</b>
PROCEDIMENTO DE ANÁLISE EXPERIMENTAL E NÚMÉRICO DE UMA PONTE EXECUTADA COM PALITOS DE PICOLÉ	
Matheus Henrique Morato de Moraes	
João Eduardo Sousa de Freitas	
Diogo Henrique Morato de Moraes	
Juarez Francisco Freire Junior	
Wellington Andrade da Silva	
Geraldo Magela Gonçalves Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250631</b>	
<b>CAPÍTULO 32</b> .....	<b>383</b>
EXERGIA HÍDRICA EM SISTEMAS REDUTORES DE PRESSÃO	
Conrado Mendes Moraes	
Ângela B. D. Moura	
Eduardo D. P. Schuch	
Eduardo de M. Martins	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250632</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>393</b>

## PRODUÇÃO DE CONCENTRADO ÚMIDO FOSFATADO: UMA EXPERIÊNCIA DE ESTÁGIO NA MINERAÇÃO

### **Matheus Henrique Borges Coutinho**

Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão,  
Unidade Acadêmica Especial de Engenharia  
Catalão/GO

### **Ricardo Antonio de Rezende**

CMOC Copebrás – Internacional Brasil  
Catalão/GO

### **Cibele Tunussi**

Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão,  
Unidade Acadêmica Especial de Engenharia  
Catalão/GO

### **Marcos Vinicius Agapito Mendes**

Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão,  
Unidade Acadêmica Especial de Engenharia –  
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial,  
Departamento de Mineração  
Catalão/GO

**RESUMO:** Este artigo relata as experiências obtidas na realização do estágio curricular obrigatório, permitindo vivenciar na prática as atribuições de um engenheiro de minas. A cidade de Catalão/GO detém uma grande reserva mineral de rocha fosfática de extrema importância, principalmente para a agricultura brasileira. Baseando-se na crescente demanda na produção de fertilizantes, em decorrência ao crescimento populacional, o fosfato exerce um papel fundamental para que o alimento possa chegar ao prato da população. Assim, esse

artigo exibe a importância do estágio para a carreira profissional do estudante e, demonstra também, que as atividades desempenhadas podem gerar um grande retorno ao processo de produção de concentrado fosfático da empresa. Inicialmente o trabalho contextualizará, de forma ampla, o cenário de atuação da empresa onde o mesmo foi realizado. Em seguida, a listagem das atividades desempenhadas durante esse período. E por fim, os resultados e conclusões perante as atividades realizadas e o tempo empregado no estágio.

**PALAVRAS-CHAVE:** Vivenciar. Fosfato. Fertilizante.

### PRODUCTION OF PHOSPHATE HUMID CONCENTRATE: THE EXPERIENCE OF MINING INTERNSHIP

**ABSTRACT:** This article reports the experiences obtained in the accomplishment of the obligatory curricular traineeship, allowing to experience in practice the attributions of a mine engineer. The city of Catalão / GO holds a large mineral reserve of phosphate rock of extreme importance, mainly for Brazilian agriculture. Based on growing demand for fertilizer production, because of population growth, phosphate plays a key role so that food can reach the population's plate. Thus, this article shows the importance of the



internship for the student's professional career and demonstrates that the activities performed can generate a great return to the company's phosphatic concentrate production process. Initially the work will contextualize, in a broad way, the scenario of the company where it was performed. Next, the list of activities performed during that period. And finally, the results and conclusions regarding the activities performed and the time spent in the stage.

**KEYWORDS:** Experience. Phosphate. Fertilizer

## 1 | INTRODUÇÃO

Em consequência ao grande crescimento da população mundial, a demanda por alimentos vem aumentando significativamente. Nos últimos anos a busca pela otimização da produção de alimentos está embasada no intenso desenvolvimento tecnológico alcançado pela sociedade. Neste contexto, o emprego de fertilizantes é fundamental para ganhos significativos de produção na mesma área plantada (BENITIS, 2015).

A cidade de Catalão/GO é parte integrante deste cenário de desenvolvimento em virtude de seu potencial para produção de fertilizantes fosfatados a partir da exploração de rocha fosfática em complexos carbonatíticos. O fósforo, extraído do mineral de apatita, presente na rocha fosfática, é um dos insumos essenciais a produção de fertilizantes (SANTOS *et al*, 2002).

Grande parte dos solos brasileiros agricultáveis possuem deficiência natural no elemento químico fósforo, sendo sua reposição artificial necessária para garantir as altas taxas de produção visadas pela agricultura moderna. Reservas de rochas fosfáticas no Brasil são estratégicas e estão relacionadas diretamente à sustentabilidade de sistemas agrícolas (BENITIS, 2015).

O beneficiamento da rocha fosfática permite extrair o fósforo a partir do mineral apatita ( $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)^3$ ), que pode possuir variantes: hidroxiapatita, fluorapatita e clorapatita dependendo dos íons hidróxido ( $\text{OH}^-$ ), fluoreto ( $\text{F}^-$ ), e cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), respectivamente, encontrados em sua estrutura cristalina. Figura como impurezas do beneficiamento os minerais hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) e o quartzo ( $\text{SiO}_2$ ), principalmente (PAIVA *et al*, 2004).

A finalidade do beneficiamento da rocha fosfática é produzir um concentrado apatítico com as especificações adequadas para seu emprego como matéria prima na fabricação de fertilizantes. Logo, o concentrado final precisa atingir teores médios de 35% de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e baixos teores dos minerais presentes como impurezas (BORGES, 2014).

Para atingir as especificações finais necessárias, o processo, segundo Nicoli (2014), abrange etapas de britagem, estocagem e homogeneização, moagem, separação magnética de baixo campo, classificação, deslamagem, flotação de barita e apatita, separação magnética de alto campo e desaguamento. Em virtude da escassez de jazidas de rocha fosfática no Brasil e a necessidade crescente de fertilizantes, a

otimização de todas as etapas, segundo Luz (2010), é fundamental para garantir o aumento de produção, com redução de custos.

O beneficiamento mineral, inevitavelmente, tem perdas. Mendes et al (2014), Silva *et al* (2016) e Mendes (2016) destacam a grande quantidade de material que é descartado no beneficiamento de rocha fosfática. Aproximadamente 35% da alimentação da usina é descartada como rejeito magnético, de acordo com Mendes (2016). Portanto, a separação magnética merece atenção minuciosa neste processo, buscando-se a minimização das perdas.

Neste contexto de constante busca pela otimização dos processos de beneficiamento de rocha fosfática, visando redução de custos, ganhos de produção e aumento na oferta de fertilizantes disponíveis no mercado brasileiro, este trabalho tem como objetivo descrever as atividades do estágio realizado em uma usina de beneficiamento de rocha fosfática, onde o desenvolvimento de rotinas operacionais para a separação magnética permitiu otimizar o processo.

## 2 | METODOLOGIA

O estágio foi realizado na empresa Copebrás, pertencente ao grupo CMOC Internacional Brasil, no período de 28 de fevereiro de 2018 à 27 de abril de 2018, sendo requisito necessário para a aprovação na disciplina de Estágio Curricular Obrigatório do Curso de Engenharia de Minas da Universidade Federal de Goiás.

Durante o estágio, uma série de atividades foram realizadas, permitindo adquirir experiência prática referente a profissão, de modo geral, com foco na produção de concentrado úmido de rocha fosfática. Além disso, o relacionamento diário com operadores do processo colaborou para desenvolvimento de habilidades de gestão de pessoas.

Foi realizado o acompanhamento dos processos de cominuição, classificação, deslamagem, separação magnética (baixo e alto campo magnético), flotação (barita e apatita) e desaguamento. As principais atividades desenvolvidas foram a elaboração de fluxogramas de processo, realização de amostragens em diversas etapas para análise do processo e acompanhamento e implementação de uma rotina operacional e de manutenção nos equipamentos de separação magnética.

O acompanhamento dos processos de beneficiamento de rocha fosfática permitiu o levantamento de dados do circuito, entendimento do funcionamento dos equipamentos e utilização de insumos, que posteriormente culminaram em um fluxograma detalhado. Diversas dúvidas surgiram, sendo sanadas com o auxílio de operadores, supervisores e gestores da usina.

As amostragens foram realizadas visando realizar um diagnóstico da eficiência das etapas unitárias e também com objetivo de avaliar melhorias dentro do processo. Foi necessário organizar o período de coleta, os recipientes para armazenamento da

amostra, definir o método de coleta, realizar a amostragem em campo e enviar para análise em laboratório, além de registrar os dados na rede interna da empresa. Apesar de serem realizadas diariamente várias amostragens de rotina pela operação para fechamento de balanço diário, se faz necessário amostragens extras para avaliação de pontos específicos do processo que foram inseridos no período de estágio. Todo processo foi realizado de maneira a garantir a representatividade do material amostrado.

Na etapa de separação magnética de baixo campo (LIMS), foi realizado o acompanhamento e padronização da rotina operacional, atividade pertinente visto a grande quantidade de material descartado como rejeito magnético. Além disso, foram investigadas e levantadas oportunidades de melhorias na instrumentação e manutenção mecânica dos equipamentos, possível devido ao acompanhamento diário em parceria com a equipe de manutenção. A sinergia entre operação e manutenção, permitiu a padronização da operação destes equipamentos, acarretando um aumento de eficiência desta etapa unitária, resultando em ganhos de qualidade e produção do processo.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A elaboração do fluxograma permitiu um conhecimento minucioso de todo o processo, garantindo uma análise mais ágil dos dados e atuação nas variáveis operacionais visando a otimização do funcionamento dos equipamentos. A Figura 1 apresenta um fluxograma geral da usina desenvolvido durante o estágio.

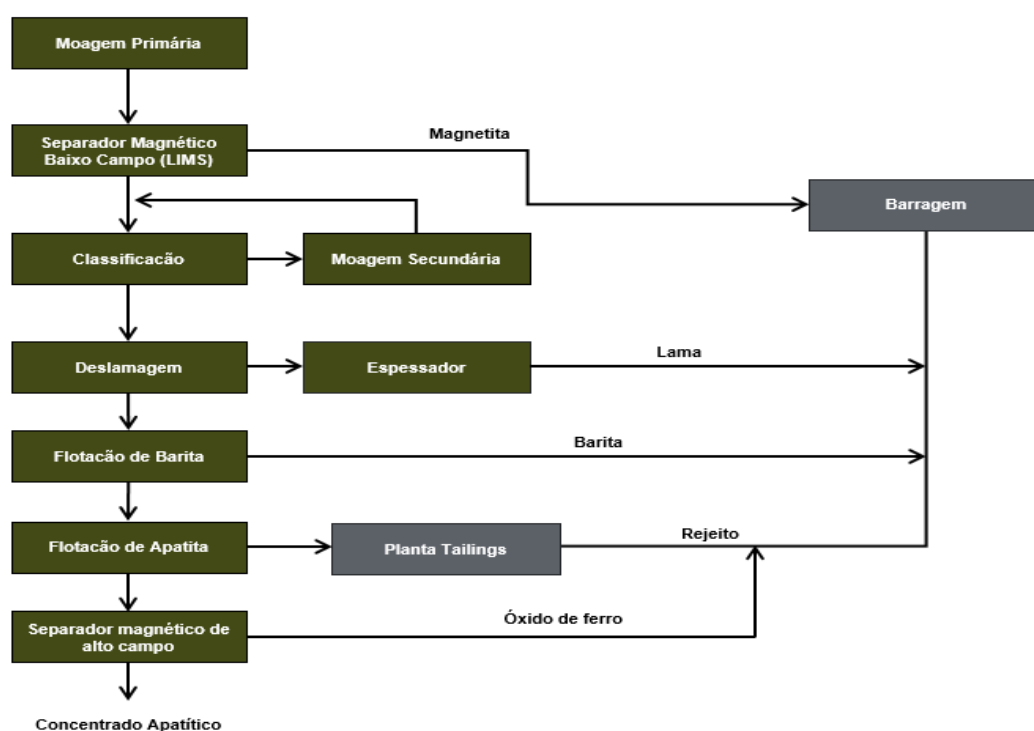


Figura 1: Fluxograma de processo para beneficiamento de rocha fosfática.

Fonte: Autoria própria.

As amostragens permitiram analisar as etapas do fluxo de processos e produção de concentrado de rocha fosfática. A Tabela 1 apresenta o resultado de uma destas amostragens. Com estes dados é possível verificar a eficiência de operação da etapa de separação magnética de alta intensidade. Isto permite atuar no processo de maneira consciente, garantindo a redução de custos e otimização.

HIMS	Alimentação	Rejeito Magnético	Concentrado
$P_2O_5$	35,07	23,55	36,37
$Fe_2O_3$	6,2	27,89	3,18

Tabela 1: Análise química de óxidos de fósforo e ferro da amostragem do circuito de separação magnética de alto campo.

Fonte: Autoria própria.

A padronização da operação de separação magnética de baixo campo possibilitou ganhos na eficiência desta etapa, fato que pode ser visualizado na Figura 2.

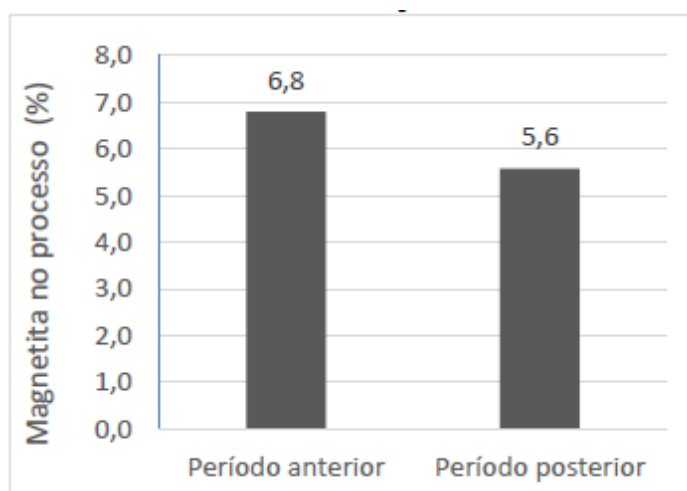


Figura 2: Gráfico de redução de impurezas no processo de beneficiamento após etapa de separação magnética de baixo campo.

Fonte: Autoria própria.

A quantidade de impurezas magnéticas (magnetita), retirada do sistema pelos equipamentos de separação magnética de baixo campo aumentou. Consequentemente, o valor, em porcentagem, de impurezas dentro do processo diminuiu e impactou na eficiência de todo o sistema de beneficiamento de rocha fosfática.

## 4 | CONCLUSÃO

O estágio realizado na empresa CMOC Copebrás permitiu colocar em prática os conhecimentos adquiridos em sala de aula durante a graduação em Engenharia de Minas. Isto trouxe um crescimento profissional considerável.



Também permitiu um crescimento pessoal surpreendente, o qual foi possível devido à convivência com um grande número de pessoas, com ideias e propósitos diferentes. Por fim, foi possível a contribuição para otimização dos processos produtivos de concentrado úmido fosfatado da empresa através do levantamento de dados do processo e padronização da rotina operacional e manutenção dos circuitos de separação magnética de baixo e alto campo.

Os autores agradecem a Universidade Federal de Goiás (UFG), Regional Catalão, e à empresa CMOC Copebrás que oportunizaram a realização do estágio obrigatório, culminando com a elaboração e apresentação deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- BENITIS, V. M. **A importância da pesquisa na avaliação da eficiência das tecnologias em fertilizantes fosfatados no Brasil**. Boletim Informativo da SBCS, Viçosa, MG, v. 40, n. 2, p. 36-38, maio/ago. 2015.
- BORGES, J. P. **Caracterização Tecnológica do Minério de Fosfato Ultrafino de Catalão/GO**. Monografia (Especialização em tratamento de minérios) – Universidade Federal de Goiás, Catalão, Goiás, 2014, 37p.
- LUZ, A. B.; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. **Tratamento de Minérios**. 5ª ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010.
- MENDES, M. V. A.. **Análise técnica da substituição parcial do agregado miúdo por rejeito magnético na produção de concreto**. Dissertação (Mestrado em Gestão Organizacional) – Universidade Federal de Goiás, Catalão, Goiás, 2016, 123p.
- MENDES, M. V. A.; SILVA, A. C.; BARBOSA, D. H. B. M. **Substituição do agregado miúdo por magnetita na composição do concreto**. Enciclopédia Biosfera, v. 10, n. 19, p. 513-523, 2014.
- NICOLI, T. A. **Proposição de uma nova sistemática de disposição dos rejeitos magnéticos provenientes do beneficiamento da rocha fosfática da mina chapadão, Catalão/GO**. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Geotécnica, área de Mineração) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2014, 99p.
- PAIVA, M. P.; CAPPONI, F.; MATIOLO, E. **Flotação não-convencional de minérios de fosfato**. Porto Alegre, salão de iniciação científica-UFRGS, 2004.
- SANTOS, R. L. C.; SOBRAL, L. G. S.; ARAÚJO, R. V. V. **Produção de fosfato no Brasil: Complexo de mineração Catalão/Ultrafértil**. XIX ENTMME- Recife, Pernambuco, 2002.
- SILVA, A. C.; MENDES, M. V. A.; SILVA, E. M. S. **Substituição de areia por magnetita na formulação do concreto**. Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração, v. 13, n. 3, p. 265-269, 2016.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-430-6



9 788572 474306