



# As **engenharias** agregando conhecimento em setores emergentes de **pesquisa e desenvolvimento 2**

Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizador)

**Atena**  
Editora  
Ano 2022



# As engenharias agregando conhecimento em setores emergentes de pesquisa e desenvolvimento 2

Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizador)

**Atena**  
Editora  
Ano 2022

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 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-Não-Derivativos 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 Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

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 Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
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  
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
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



# As engenharias agregando conhecimento em setores emergentes de pesquisa e desenvolvimento 2

**Diagramação:** Daphynny Pamplona  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Henrique Ajuz Holzmann

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 As engenharias agregando conhecimento em setores emergentes de pesquisa e desenvolvimento 2 / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0141-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.414222104>

1. Engenharia. I. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). II. Título.

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

## 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

Na sociedade atual, onde cada vez mais se necessita de informações rápidas e eficientes, o repasse de tecnologias é uma das formas mais eficazes de se obter novas tendências mundiais. Neste cenário destaca-se as engenharias, as quais são um dos principais pilares para o setor empresarial. Analisar os campos de atuação, bem como pontos de inserção e melhoria dessa área é de grande importância, buscando desenvolver novos métodos e ferramentas para melhoria contínua de processos.

Estudar temas relacionados a engenharia é de grande importância, pois desta maneira pode-se aprimorar os conceitos e aplicar os mesmos de maneira mais eficaz. O aumento no interesse se dá principalmente pela escassez de matérias primas, a necessidade de novos materiais que possuam melhores características físicas e químicas e a necessidade de reaproveitamento dos resíduos em geral. Além disso a busca pela otimização no desenvolvimento de projetos, leva cada vez mais a simulação de processos, buscando uma redução de custos e de tempo.

Neste livro são apresentados trabalho teóricos e práticos, relacionados a área de engenharia, dando um panorama dos assuntos em pesquisa atualmente. 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. Sendo hoje que utilizar dos conhecimentos científicos de uma maneira eficaz e eficiente é um dos desafios dos novos engenheiros.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann



## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**


MINIATURIZAÇÃO DE UM ARRANJO LOG-PERÍODICO QUASE-FRACTAL DE ANTENAS DE MICROFITA PARA APLICAÇÕES EM REDES DE COMUNICAÇÃO SEM FIO NA FAIXA DE 2,44 GHZ

Elder Eldervitch Carneiro de Oliveira

Pedro Carlos de Assis Júnior

Vinícius Nunes de Queiroz

Marcos Lucena Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221041>

### **CAPÍTULO 2..... 14**

A NORMATIZAÇÃO COMO MEIO DE INCENTIVO A DISSEMINAÇÃO DAS MICRORREDES ATRAVÉS DE POLÍTICA DE IMPOSTO E TARIFAÇÃO

Kelda Aparecida Godói dos Santos

Pedro André Zago Nunes de Souza

André Nunes de Souza

Haroldo Luiz Moretti do Amaral

Fábio de Oliveira Carvalho

Pedro da Costa Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221042>

### **CAPÍTULO 3..... 27**


ESTUDO DO CONSUMO RESIDENCIAL DE ÁGUA VIA IOT EM RESERVATÓRIO COM CONTROLE DE NÍVEL AUTOMATIZADO

Eduardo Manprin Silva

Luís Miguel Amâncio Ribeiro

Selton de Jesus Silva da Hora

Rogério Luis Spagnolo da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221043>

### **CAPÍTULO 4..... 34**

SISTEMA SUPERVISÓRIO E CONTROLE MIMO ATRAVÉS DE LÓGICA

Márcio Mendonça

Gilberto Mitsuo Suzuki Trancolin

Marta Rúbia Pereira dos Santos

Carlos Alberto Paschoalino

Marco Antônio Ferreira Finocchio

Francisco de Assis Scannavino Junior

José Augusto Fabri


Edson Hideki Koroishi

André Luís Shiguemoto

Celso Alves Corrêa

Kazuyochi Ota Junior

Odair Aquino Campos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221044>

**CAPÍTULO 5..... 50**

**EMPILHADEIRA AUTOMÁTICA**

Camila Baleiro Okado Tamashiro


Edison Hernandez Belon

Gabriel Pucharelli Molina

Filipe Cortez

Joao Victor de Elmos da Silva


Joao Vitor da Silva Santana

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221045>

**CAPÍTULO 6..... 53**

**INTENSIVE RAINFALLS AND IONIZING RADIATION MEASUREMENTS IN FEBRUARY 2020 IN SÃO JOSÉ DOS CAMPOS BRAZIL REGION**

Inacio Malmonge Martin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221046>

**CAPÍTULO 7..... 62**

**ANÁLISE DE FALHA DE QUEBRA DE MANCAL SNH517 EM FERRO FUNDIDO CINZENTO EN GJL-200 (EN 1561) EM REGIME DE TRABALHO**


Cristofer Vila Nova Fontes

Marcelo Bergamini de Carvalho

João Mauricio Godoy

Sérgio Roberto Montoro

Amir Rivaroli Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221047>

**CAPÍTULO 8..... 71**

**PULSE TRANSIT TIME DETECTS CHANGES IN BLOOD PRESSURE IN RESPONSE TO GALVANIC VESTIBULAR STIMULATION AND POSTURE**


Adriana Pliego Carrillo

Rosario Vega

Daniel Enrique Fernández García

Claudia Ivette Ledesma Ramírez

Enrique Soto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221048>


**CAPÍTULO 9..... 78**

**EVIDENCIA INICIAL DE LAS ACCIONES DE ADAPTACIÓN DE EMPRESAS COLOMBIANAS A LA PANDEMIA CAUSADA POR EL SARS-COV2**

Lucas Adolfo Giraldo-Ríos

Jenny Marcela Sanchez-Torres

Diana Marcela Cardona Román

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221049>

**CAPÍTULO 10..... 85**

**AVALIAÇÃO DO CONFORTO HUMANO DE PISOS MISTOS (AÇO-CONCRETO)**


## SUBMETIDOS A CARGAS DINÂMICAS RÍTMICAS

Elisângela Arêas Richter dos Santos

Karina Macedo Carvalho

Miguel Henrique de Oliveira Costa

José Guilherme Santos da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210410>

## **CAPÍTULO 11..... 100**

### PANORAMA DAS POLÍTICAS DE PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS (PPP'S) EM AEROPORTOS BRASILEIROS

Débora Comin Dal Pozzo

Caroline Miola

Humberto Anselmo da Silva Fayal

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210411>

## **CAPÍTULO 12..... 112**

### ENCERRAMENTO DE ATIVIDADE INDUSTRIAL: DIRETRIZES PARA DESENVOLVIMENTO DE PLANOS DE DESATIVAÇÃO

Loiva Zukovski

Marlene Guevara dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210412>

## **CAPÍTULO 13..... 125**

### USO DE INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS PARA ANÁLISE DOS IMPACTOS DO USO PÚBLICO NO PARQUE NACIONAL DO PAU BRASIL, PORTO SEGURO - BA

Bianca Rocha Martins

Michele Barros de Deus Chuquel da Silva

Gabriela Narezi

Valter Antonio Becegato

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210413>

## **CAPÍTULO 14..... 138**

### AVALIAÇÃO DE NÍVEL DE MATURIDADE DE CULTURA DE SEGURANÇA EM ORGANIZAÇÃO DO TERCEIRO SETOR

Rodrigo Ferreira de Azevedo

Gilson Brito Alves de Lima

Licínio Esmeraldo da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210414>

## **CAPÍTULO 15..... 152**

### THE EVOLUTION OF REGULATION OF THE AIR NAVIGATION ACTIVITY IN BRAZIL

Marcus Vinicius do Amaral Gurgel


Jefferson Luis Ferreira Martins

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210415>

**CAPÍTULO 16..... 169**

ESTUDO DE *BACKGROUND* GEOQUÍMICO ambiental em ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (aid) DA MINERAÇÃO


Flávio de Moraes Vasconcelos  
Gabriel Melzer Aquino  
Nathália Augusta Ferreira Sales Coutinho  
João Santiago Reis

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210416>

**CAPÍTULO 17..... 183**

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE DRENAGEM ÁCIDA E LIXIVIAÇÃO DE METAIS EM PILHAS DE ESTÉRIL E BARRAGEM DE REJEITOS DE MINERAÇÃO

Nathália Augusta Ferreira Sales Coutinho  
Flávio de Moraes Vasconcelos  
Hairton Costa Ferreira  
Marcos Rogério Palma  
Denner Dias Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210417>

**CAPÍTULO 18..... 197**

ESTUDO DE TRATABILIDADE DA ÁGUA DA CAVA DA MINERAÇÃO RIACHO DOS MACHADOS PARA DESCARTE DO EFLUENTE


Flávio de Moraes Vasconcelos  
Nathália Augusta Ferreira Sales Coutinho  
Igo de Souza Tavares  
Ernesto Machado Coelho Filho  
Luiz Lourenço Fregadolli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210418>

**CAPÍTULO 19..... 204**

MEDIÇÃO DE DESCARGA LÍQUIDA: MÉTODO DO MOLINETE NA BACIA DO RIO JI-PARANÁ (RONDÔNIA)

Renato Billia de Miranda  
Frederico Fábio Mauad  
Denise Parizotto


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210419>

**CAPÍTULO 20..... 218**

APLICAÇÃO DE MATRIZ FILTRANTE DESFLUORETADORA, COMPOSTA POR SISTEMA CÉRIA/CARVÃO ATIVADO DE COCO (*Coccus nucifera* L.), EM ÁGUAS COMPLEXAS DO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Carlos Christiano Lima dos Santos  
Poliana Sousa Epaminondas Lima  
João Jarllys Nóbrega de Souza  
Tainá Souza Silva  
Rodrigo Lira de Oliveira  
Carlo Reillen Lima Martins


Ilauro de Souza Lima  
Ana Sabrina Barbosa Machado  
Maria Soraya Pereira Franco Adriano  
Alexandre Almeida Júnior  
Isabela Albuquerque Passos Farias  
Fabio Correia Sampaio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210420>

**CAPÍTULO 21.....233**

**RESPONSIBLE MANAGEMENT OF XANTHATES TO ENSURE THE SUSTAINABILITY OF MINING INDUSTRIES IN LATIN AMERICA**


Maria Andrea Atusparia Cierro  
Fredy Castillejo  
Gloria Valdivia  
María Atusparia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210421>

**CAPÍTULO 22.....251**

**COBERTURA DE PILHA DE ESTÉRIL EM CLIMAS SEMI-ÁRIDOS**


Flávio de Moraes Vasconcelos  
Nathália Augusta Ferreira Sales Coutinho  
Michael Milczarek  
Rodrigo Dhryell Santos  
Luiz Lourenço Fregadolli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210422>

**CAPÍTULO 23.....258**

**SÍNTESE E QUEBRA DE EMULSÃO ÓLEO EM ÁGUA (O/A) VIA AQUECIMENTO E ADITIVAÇÃO COM NONILFENOL POLIETOXILADO**

Heithor Syro Anacleto de Almeida  
Geraldine Angélica Silva da Nóbrega  
Diego Ângelo de Araújo Gomes  
Rafael Stefano Costa Mallak,  
Francisco Klebson Gomes dos Santos  
Alyane Nataska Fontes Viana


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210423>

**CAPÍTULO 24.....268**

**DESESTABILIZAÇÃO DE EMULSÃO (O/A) DO PETRÓLEO BRUTO UTILIZANDO ÁLCOOL LAURÍLICO ETOXILADO ALIADO A VARIAÇÃO DA TEMPERATURA**

Rafael Stefano Costa Mallak  
Heithor Syro Anacleto de Almeida,  
Geraldine Angélica Silva da Nóbrega  
Francisco Klebson Gomes dos Santos  
Alyane Nataska Fontes Viana  
Diego Angelo de Araujo Gomes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210424>

<b>CAPÍTULO 25.....</b>	<b>280</b>
ESTUDIO PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN POR MEDIO DE LA COMBUSTIÓN DEL GAS METANOS IN REALIZAR UNA RECUPERACIÓN ENERGÉTICA Vilma Del Mar Amaya Gutiérrez  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210425">https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210425</a>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>285</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>286</b>

## INTENSIVE RAINFALLS AND IONIZING RADIATION MEASUREMENTS IN FEBRUARY 2020 IN SÃO JOSÉ DOS CAMPOS BRAZIL REGION

*Data de aceite: 01/02/2022*

**Inacio Malmonge Martin<sup>1</sup>**

Technological Institute of Aeronautics –ITA–  
Physics Department  
São Jose dos Campos-Brazil

**ABSTRACT** - In the month of February of the last 30 years, the region of São Jose dos Campos in the tropical part of Brazil has an average rainfall intensity of 151 mm. In terms of temperature, the minimum average was 17° C and the maximum average was 30° C. With a lot of cloud cover and frequent rains and little sunshine that month, the variation in ionizing radiation was monitored every month, in every minute. Two Geiger counters were used, one with a Russian tube and the other with a Chinese tube. A sodium iodide NaI (TI) scintillator was also used, coupled to a photomultiplier and associated electronics. All of these instruments are capable of measuring ionizing radiation between 200 keV and 10.0 MeV. It can be seen from the measurements made by the two Geiger and the scintillator that the detected radiation is related to the intensity of rainfall at the time of the observations.

**KEYWORDS:** Gamma radiation, rainfall, radon gas.

### 1 | INTRODUCTION

In the interface ground/air of the Earth's surface, ionizing radiation is mainly composed of radon gas, ground telluric radiation, primary

and secondary, cosmic ray radiation. However, it is difficult to separate over time the intensity of ionizing radiation emanating from each component as the energies overlap. Telluric radiation is given by  $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{40}\text{K}$  and  $^{232}\text{Th}$  that is constant for each region [1]. Radon gas from the disintegration of  $^{238}\text{U}$  on the earth's crust to  $^{226}\text{Ra}$  and  $^{222}\text{Rn}$  arrives in the  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Po}$  and  $^{214}\text{Bi}$  isotopes, generating alpha and gamma radiation [2]. Primary cosmic radiation consists mainly of galactic and extragalactic protons and those from the Sun, with very high energy that interacts with the Earth's atmosphere producing Extensive Air Showers (EAS) [3]. The efficiency of this interaction is maximum when it occurs at altitudes between 13 and 17 km in the tropics, which form secondary cosmic rays with muonic, mesonic and neutronic components that reach the Earth's surface in the region [4]. These radiations cause health problems for civil aviation crew and passengers and are present at the beginning of the stratosphere called the Pfotzer maximum. However, this component contributes less to the concentration of radiation on the earth's surface. Another possible source of ionizing radiation in the Earth's lower atmosphere is produced by lightning strikes between earth-clouds, clouds-earth and clouds-clouds. X-rays, gamma rays, neutrons and beta particles are formed by the lightning cone [5]. Other sources of ionizing radiation are those produced in medical, dental and hospital clinics,

but these are mainly controlled in small areas. The objective of this work was to monitor low energy gamma rays and rainfall every minute in São Jose dos Campos, São Paulo, Brazil. The rains when intense and with short intervals of time causes a sudden increase in the intensity of the measured ionizing radiation, in that place [6]. This effect of the increase in ionizing radiation can be explained by the increase, with intense and rapid rains, in the greater presence of local radon gas.

## 2 | MATERIALS AND METHODS

In these measurements of local ionizing radiation in the energy range between 200 keV and 10 MeV, the three instruments described below were used:

### 2.1 Geiger-China counter

Among the various ionizing radiation counters that have been developed and optimized throughout history, the Geiger-Muller counter is undoubtedly the most well-known and used today. Thus, this was the most obvious choice for the development of the experiment. Due to the accessible cost, the Geiger-China counter was chosen and, for pedagogical purposes, this counter is as accurate as other more developed ones, as demonstrated by Silva et al. (2017),[7].

The Geiger-China counter reads in CPM (Counts Per Minute) and passes the information to the Arduino system, which in turn turns it into a table of points to which the WebLab user has access. The meter makes no distinction between the type of ionizing radiation, that is, the values shown are the sum of all ionizing radiation in the location, including environmental ionizing radiation (integrated radiation).

The Geiger-China tube (Figure 1) is made up of transparent glass whose measures are 8 cm long and 1 cm in diameter. The difficulty of using this meter is that the gas inserted in your tube detects visible light as well. Therefore, in order to perform good measurements of ionizing radiation, the tube must be covered to reduce the interference of visible light in the experiments.



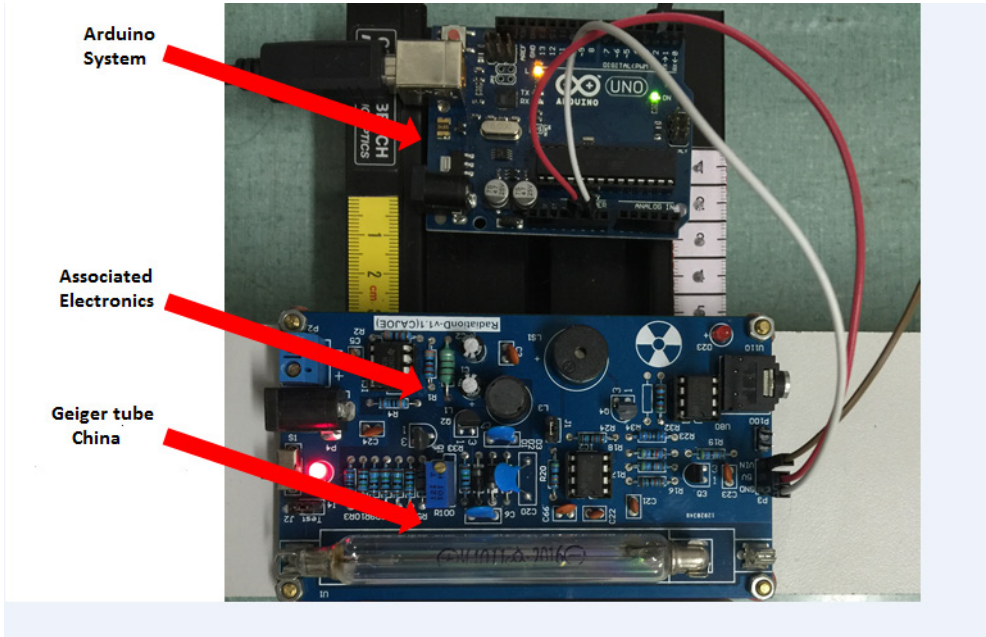


Fig. 1 - Arduino system, associated electronics and Geiger tube – China, [7].

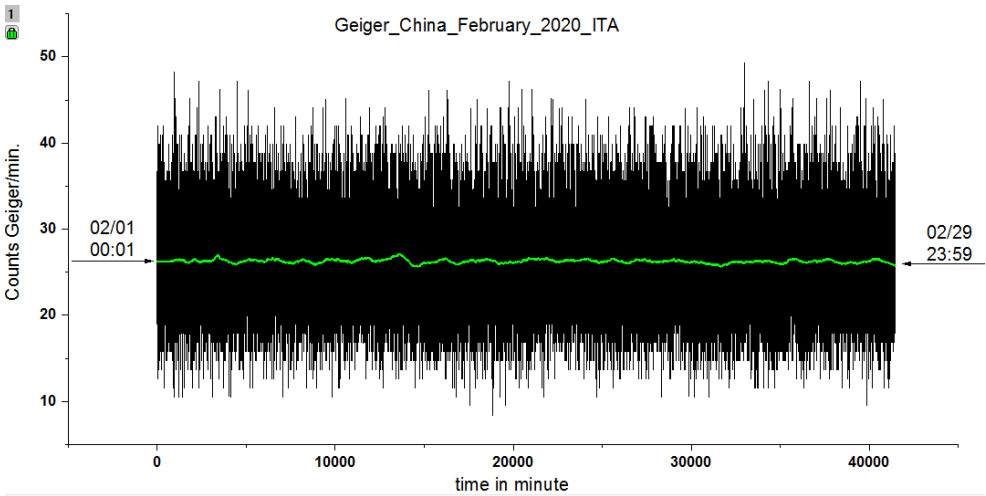


Fig. 2 Measurements of ionizing radiation from 200 keV to 10 MeV using Geiger-China. Green line showing the one day smoothed curve for February, 2020.

## 2.2 Russian Geiger counter

Measurements obtained with Geiger-Russian is better in order to expose and discuss with students how environmental ionizing radiation are influenced by some parameters such as rain, altitude and others, some experiments were organized using Geiger-Russian as

the counter. The Geiger-Russian tube (Figure 3) is made of (aluminum/ceramic) material whose measurement is 20 cm long and 2 cm in diameter. As the material that lines the tube is possibly opaque to ultraviolet radiation and its size is approximately twice that of Geiger-China, consequently greater precision in its measurements is obtained.

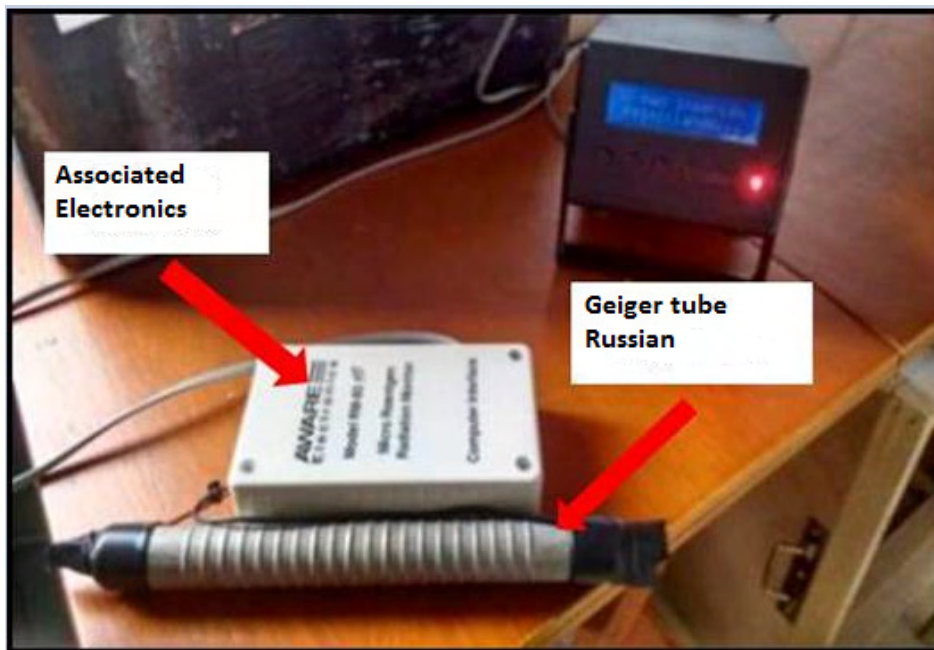


Fig. 3 - Geiger-Russian counter (SILVA et al., 2017).

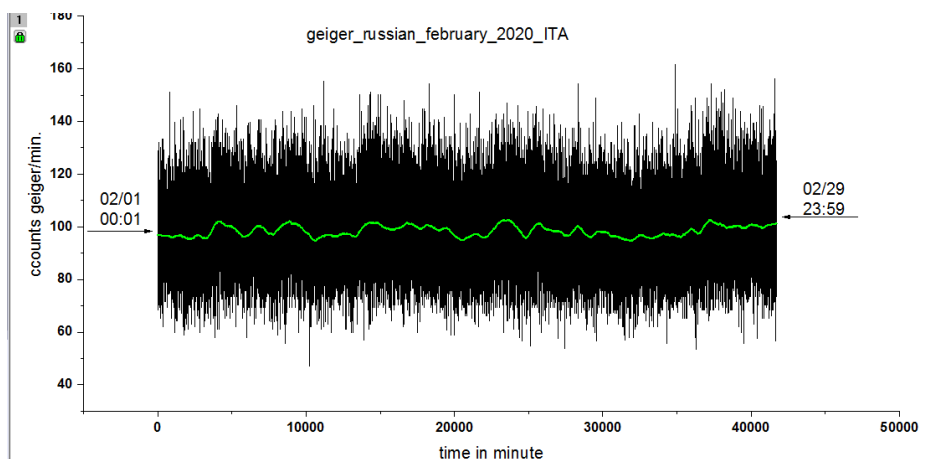


Fig. 4 - Measurements of ionizing radiation from 200 keV to 10 MeV using Russian tube Geiger. Green line showing the one day smoothed curve for February 2020.

## 2.3 Sodium Iodide Scintillator

Variation of environmental ionizing radiation as a function of precipitation this work discusses how the interaction of environmental ionizing radiation is influenced by ambient temperature, and, on rainy days, with radon gas. In order to identify the influence of rain in the detection of environmental ionizing radiation, it was necessary to use a more accurate detector called the Gamma detector (NaI(Tl)) Sodium Iodide Scintillator see Figure 5.



Fig. 5 - High precision Gamma Detector. Sodium Iodide crystal [NaI(Tl)]doped with Thallium.

Monitoring of ionizing radiation, varying with rain, was carried out at the ITA (Figure 6) located in São José dos Campos, Brazil tropical region. The Gamma detector is in a room with an air-conditioned environment (20° C) so that temperature fluctuations do not affect the data of the experiment.

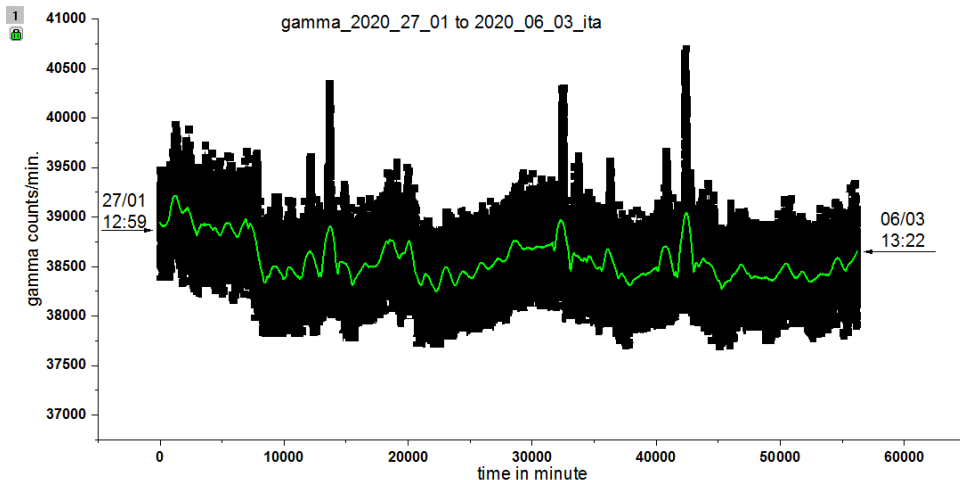


Fig. 6 - Counting's per minute of gamma rays radiation in the interval of 200 keV to 10 MeV, from 27/01 to 06/03 in 2020. The green line correspond to one day smoothed curve.

It can be seen in these February 2020 gamma radiation measurements that 3 blocks centered on 15000, 35000 and 45000 minutes after start, showed an increase in radiation intensity.

Figure 7 below shows the measurements of the intensity of rainfall at the same site every minute, making a total of **287.5 mm** in February 2020. The average rainfall intensity for February in the last 30 years was 151 mm. In February 2020, the intensity of rainfall for the place practically doubled. It is observed that in 15000 and 35000 the rains are very intense reaching the time of 45000 minutes. This fact of correlation (rainfall-gamma) is visible from a qualitative point of view, as shown in Figure 6 and Figure 7 above. In this month of February 2020, Figure 7 shows 4 important rain blocks periods. In the same period, Figure 6 shows 4 distinct blocks of the intensity of gamma radiation measured at same local. This fact are considered very important because after an accurate calibration of the gamma radiation and rain intensity detectors with time, it is possible to monitor rains from inside covered areas with greater facilities. So with this low-cost, easy-to-operate experimental system, any group will be able to monitor the rain intensity of their home, school and even small towns using a simple gamma radiation detector in this energy range.

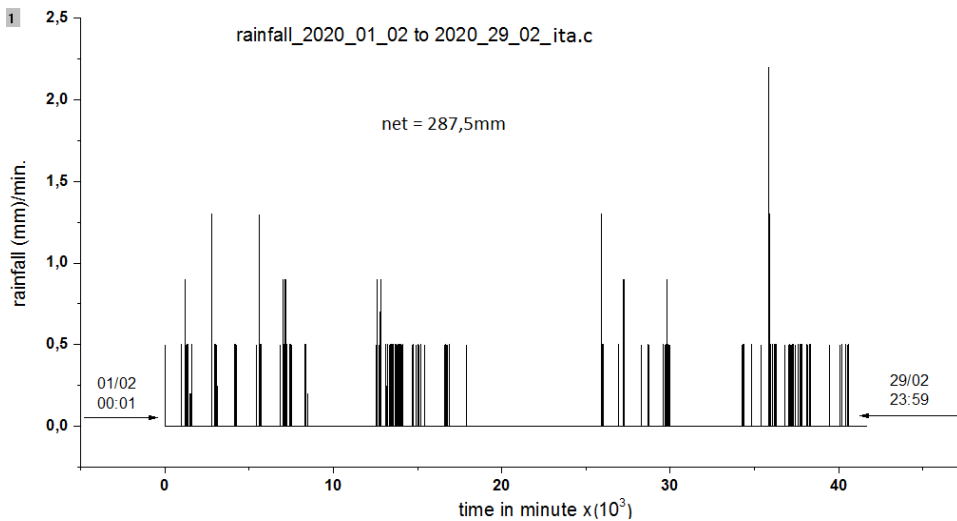


Fig. 7 – Rainfall intensity at each minute in the month of February 2020.

### 3 I CONCLUSION

In February 2020, the variation in rainfall intensity and environmental ionizing radiation in the city of São José dos Campos, a tropical region of Brazil, was monitored. February 2020 was chosen for this study because the total rainfall intensity in that month was twice the average of the last 30 years. Therefore, the comparison between the spectrum of radiation and rainfall over time with a minimum interval of one minute shows a positive correlation between rain and ionizing radiation. It is said that during periods of rain there is a washing of radon gas close to the Earth's surface and an possible increase in ionizing radiation at the site overcome With the surface dry for several days and an intense external rain coming in, there are always peaks of ionizing radiation well above normal, thus showing the presence of radon gas in the region With respect to the environmental radiation monitoring measures carried out in this work through Geiger, it was noted that only the Geiger with Russian tube was more sensitive to radiation variation as a function of time. However, the Geiger Chinese tube only measures the average level of the site, which is  $0.25 \mu\text{S}_v / \text{h}$  radiation dose.

### ACKNOWLEDGMENT

Thanks to CNPq (National Counsel of Technological and Scientific Development) and CAPES (Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel) by the Fellowship Grant Support to the group's researchers and the ITA Division of Fundamental Sciences for supporting this research. Thanks also to INCT-FNA-ITA for supporting this research at ITA.

## REFERENCES

- [1] Bui-van, N. A.; Martin, I. M.; Turtelli, Jr. A. **Measurements of natural radioactivity from natural, industrial and atmospheric depths.** *Ciência e Cultura. Suplemento.* 1998, 40(7),407.
- [2] Fujinami, N. **Study of radon progeny distribution and radiation dose rate in the atmosphere.** *Japanese J Health Phys.* 2009,44(1), 89-94. Accessed in:<https://doi.org/10.5453/jhps.44.89>
- [3] Grieder, P. K. F. **Extensive air showers: high energy phenomena and astrophysical aspects,** Springer: Verlag Berlin Heidelberg; 2010.[4] [4] [4]
- [4] Malyshevsky, V.S. and Fomin, G.V. **Electromagnetic radiation in the atmosphere generated by excess negative charge in a nuclear electromagnetic cascade.** *Russ Phys J.* 2017;59(9):1367-1372. Accessed in:<https://doi.org/10.1007/s11182-017-0918-9>
- [5] JAYANTHI, U. B., Inacio M. Martin et al. **Ground gamma radiation associated with light and rain precipitation.** In: Acharya S, Gupta S, Jagadeesan P, Jain A, Karthikeyan S, Morris S, et al. editors. *Proceedings of the 29th International Cosmic Ray Conference; 2005 Aug 3-10, Pune (India).* 2005, (1), 177-180.
- [6] Martin IM, Gomes MP, Ferro MAS, Pinto MLA, Antônio FC. Measurements of X and gamma radiation at ground level and their correlation with atmospheric electric discharges and rainfall in São José dos Campos, SP, Brazil. *World Environment.* 2013;3(4):138-141. USA DOI: 10.5923/j.env.20130304.03
- [7] SILVA, M. C. et. al., **Ionizing Radiation Measurements using low cost Instruments for teaching in college or high school in Brazil.** *Phys Educ.* 2017, 52(6), 064004. Accessed in:<https://doi.org/10.1088/1361-6552/aa8420>
- Ravisankar, R. et al. **Measurement of natural radioactivity in building materials of Namakkal, Tamilnadu, India using gamma-ray spectrometry.** *Applied Radiation and Isotopes.* 2012, 70(4), 699-704. Accessed in:<https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2011.12.001>
- [7] Boardman, B. J. **Wilmington:** Aware Electronic Corp. [Accessed in 2017 Jul. 3]. Accessed in: [www.aw-el.com](http://www.aw-el.com)
- [9] Valdir Guimarães – Radiação – Detectores – Geiger – NaI – Fontes, USP FNC 377 – Classroom Notes - [https://www.researchgate.net/profile/Valdir\\_Guimaraes2](https://www.researchgate.net/profile/Valdir_Guimaraes2) accessed in January 2020.
- [10] Gamma rays detectors from AMPTEK – [www.amptek.com](http://www.amptek.com) accessed in January 2020.
- [11] Martin IM, Gomes MP, Ferro MAS, Pinto MLA, Antônio FC. Measurements of X and gamma radiation at ground level and their correlation with atmospheric electric discharges and rainfall in São José dos Campos, SP, Brazil. *World Environment.* 2013;3(4):138-141. USA DOI: 10.5923/j.env.20130304.03.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Ações humanas rítmicas 85, 87, 98

Aeroporto 100, 103, 104, 106, 107, 108, 110

Água 15, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 103, 115, 122, 124, 169, 170, 171, 172, 174, 180, 181, 184, 194, 195, 197, 198, 199, 202, 203, 204, 205, 208, 209, 210, 216, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 229, 230, 231, 252, 253, 254, 255, 256, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 274, 275, 276, 277, 279

Análise de conforto humano 85, 97

Análise de vibração 62, 63, 64, 65, 66, 98

Áreas contaminadas 112, 114, 115, 116, 117, 120, 122, 123, 124, 170, 181

### B

Background geoquímico 169, 170, 171, 172, 173, 176, 178, 180, 181, 182

Banho termostático 258, 259, 262, 269, 274

### C

Cobertura de pilha de estéril 251

Comunicação sem fio 1

Concessões 100, 108, 109, 110, 135

Consumo de água 27, 28, 29, 30, 32, 220

Controle de nível 27, 28, 29, 30, 31

Controle Fuzzy-PID 35

Cultura 27, 61, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 146, 148, 149, 150, 151, 168, 232

Curva de koch 1

### D

Desativação de atividades 112

Desativação De Atividades 112, 113, 119

Descarte emergencial 197, 198

Desemulsificação 258, 259, 266

Desestabilização da emulsão 269, 273

Desfluoretação 219

Drenagem ácida de mina 184, 252

## **E**

Emulsão O/A 258, 259, 269

Energias renováveis 14, 15, 16, 17, 20, 232

## **F**

Fermentação alcoólica 35, 36, 39, 41, 44, 48

Ferro fundido cinzento 62, 64

Fluorose 219, 220

## **I**

IoT 2, 27, 28, 29, 33

## **L**

Lixiviação de metais 183, 185, 186, 187, 193, 194, 195, 252

## **M**

Mancal 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70

Maturidade 138, 139, 142, 143, 144, 146, 147, 148, 149, 150

Medição de grandes rios 204

Método do molinete 204, 205, 215

Microrredes 14, 15, 21, 23, 24

Mineração de ouro 197, 251

## **N**

Normas 13, 24, 79, 97, 98, 102, 105, 112, 113, 115, 116, 117, 119, 122, 134, 139, 141, 142, 181, 195, 203, 281

Normatização 14, 15, 17, 18, 20, 24

## **O**

Organização 15, 28, 128, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 220

## **P**

Parcerias público-privadas 100, 102, 103, 104, 109, 110

Pisos mistos de edificações 85

## **Q**

Qualidade da energia 14, 19, 20

Quebra da emulsão 258, 259, 261, 264, 265, 269, 273, 274



## **R**

Recirculador 62, 63, 69, 70

Residencial 27, 29, 31

## **S**

Segurança 18, 20, 21, 39, 43, 50, 106, 118, 120, 133, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 148, 149, 150, 151

Separação O/A 269

Setor aeroportuário 100, 101, 109

Sistema multivariável 35

Sistemas supervisórios 35, 36

Sustentabilidade 17, 20, 102, 116, 123, 219

## **T**





Tensoativos 258, 259, 260, 261, 262, 264, 265, 266, 268, 269, 270, 271, 272, 274, 275, 276, 277, 278, 279

## **V**

Vazão 27, 31, 172, 198, 204, 205, 208, 209, 212, 213, 214, 215, 216



# As engenharias agregando conhecimento em setores emergentes de pesquisa e desenvolvimento 2

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



# As **engenharias** agregando conhecimento em setores emergentes de **pesquisa e desenvolvimento 2**

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