



# MEIO AMBIENTE, SUSTENTABILIDADE E AGROECOLOGIA 4

Tayronne de Almeida Rodrigues  
João Leandro Neto  
Dennyura Oliveira Galvão  
(Organizadores)

 **Atena**  
Editora

Ano 2019

**Tayronne de Almeida Rodrigues**  
**João Leandro Neto**  
**Dennyura Oliveira Galvão**  
(Organizadores)

# **Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia 4**

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

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

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

M514 Meio ambiente, sustentabilidade e agroecologia 4 [recurso eletrônico]  
/ Organizadores Tayronne de Almeida Rodrigues, João Leandro Neto, Dennyura Oliveira Galvão. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia; v. 4)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-330-9

DOI 10.22533/at.ed.309191604

1. Agroecologia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Rodrigues, Tayronne de Almeida. II. Leandro Neto, João. III. Galvão, Dennyura Oliveira. IV. Série.

CDD 630

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

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

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

## APRESENTAÇÃO

A obra Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia vem tratar de um conjunto de atitudes, de ideias que são viáveis para a sociedade, em busca da preservação dos recursos naturais.

Em sua origem a espécie humana era nômade, e vivia integrada a natureza, sobreviviam da caça e da colheita. Ao perceber o esgotamento de recursos na região onde habitavam, migravam para outra área, permitindo que houvesse uma reposição natural do que foi destruído. Com a chegada da agricultura o ser humano desenvolveu métodos de irrigação, além da domesticação de animais e também descobriu que a natureza oferecia elementos extraídos e trabalhados que podiam ser transformados em diversos utensílios. As pequenas tribos cresceram, formando cidades, reinos e até mesmo impérios e a intervenção do homem embora pareça benéfica, passou a alterar cada vez mais negativamente o meio ambiente.

No século com XIX as máquinas a vapor movidas a carvão mineral, a Revolução Industrial mudaria para sempre a sociedade humana. A produção em grande volume dos itens de consumo começou a gerar demandas e com isso a extração de recursos naturais foi intensificada. Até a agricultura que antes era destinada a subsistência passou a ter larga escala, com cultivos para a venda em diversos mercados do mundo. Atualmente esse modelo de consumo, produção, extração desenfreada ameaça não apenas a natureza, mas sua própria existência. Percebe-se o esgotamento de recursos essenciais para as diversas atividades humanas e a extinção de animais que antes eram abundantes no planeta. Por estes motivos é necessário que o ser humano adote uma postura mais sustentável.

A ONU desenvolveu o conceito de sustentabilidade como desenvolvimento que responde as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras de satisfazer seus próprios anseios. A sustentabilidade possui quatro vertentes principais: ambiental, econômica, social e cultural, que trata do uso consciente dos recursos naturais, bem como planejamento para sua reposição, bem como no reaproveitamento de matérias primas, no desenvolvimento de métodos mais baratos, na integração de todos os indivíduos na sociedade, proporcionando as condições necessárias para que exerçam sua cidadania e a integração do desenvolvimento tecnológico social, perpetuando dessa maneira as heranças culturais de cada povo. Para que isso ocorra as entidades e governos precisam estar juntos, seja utilizando transportes alternativos, reciclando, incentivando a permacultura, o consumo de alimentos orgânicos ou fomentando o uso de energias renováveis.

No âmbito da Agroecologia apresentam-se conceitos e metodologias para estudar os agroecossistemas, cujo objetivo é permitir a implantação e o desenvolvimento de estilos de agricultura com maior sustentabilidade, como bem tratam os autores desta obra. A agroecologia está preocupada com o equilíbrio da natureza e a produção de alimentos sustentáveis, como também é um organismo vivo com sistemas integrados

entre si: solo, árvores, plantas cultivadas e animais.

Ao publicar esta obra a Atena Editora, mostra seu ato de responsabilidade com o planeta quando incentiva estudos nessa área, com a finalidade das sociedades sustentáveis adotarem a preocupação com o futuro. Tenham uma excelente leitura!

Tayronne de Almeida Rodrigues

João Leandro Neto

Dennyura Oliveira Galvão

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
SYNTHESIS OF TRANSITION METAL NITRIDE AT LOW TEMPERATURE FROM COMPLEXED PRECURSOR	
Rayane Ricardo da Silva Carlson Pereira de Souza André Luís Lopes Moriyama	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>8</b>
TÉCNICAS ASSOCIADAS DE REMEDIAÇÃO DE CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA E DO SOLO POR HIDROCARBONETOS: ESTUDO DE CASO EM POSTO DE COMBUSTÍVEL	
José Eduardo Taddei Cardoso Paulo Cesar Lodi Ana Maria Taddei Cardoso de Barros	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>17</b>
TÉCNICAS DE MANEJO PARA RECUPERAÇÃO DE POMAR DE CUPUAÇUZEIRO COM HISTÓRICO DE ALTA INFESTAÇÃO DA DOENÇA VASSOURA-DE-BRUXA	
Hyanameyka Evangelista de Lima Primo Teresinha Silveira Costa Albuquerque Alcides Galvão dos Santos Rosiere Fonteles de Araújo Ezequiel Souza Queiroz Raimundo Silva Araújo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>26</b>
TELECONEXÕES ENTRE O EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL E O MODO ANULAR AUSTRAL EM EVENTOS EXTREMOS DE ONDA NAS REGIÕES OCEÂNICAS SUL E SUDESTE DO BRASIL	
Luthiene Alves Dalanhese Thaís Lobato Sarmento André Luiz Belém	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>38</b>
TOPOSLICER® SOFTWARE FOR BIOINSPIRATION USING DOD INKJET PRINTING: FROM AFM IMAGE OF LEAFS TEMPLATES TO A PVB REPLICA OF NON-WETTING SURFACES	
Rosely Santos de Queiroz Elibe Silva Souza Negreiros Sílvio Barros de Melo Severino Alves Júnior Petrus d'Amorim Santa Cruz Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916045</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 45**

**UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE PROSIMPLUS® PARA SIMULAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CONVENCIONAL**

Tatiana da Silva Sant'Ana  
Thaís Cardozo Almeida  
Sávio de Meneses Leite Asevedo  
Isabella Muniz Monteiro Neves  
Elisa Barbosa Marra  
Camilla Rocha de Oliveira Fontoura  
Moisés Teles Madureira  
Cristiane de Souza Siqueira Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.3091916046**

**CAPÍTULO 7 ..... 54**

**REMOÇÃO DE CIANOTOXINAS DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO POR ADSORÇÃO EM CARVÃO ATIVADO**

Maria Virgínia da Conceição Albuquerque  
Amanda da Silva Barbosa Cartaxo  
Ana Alice Quintans de Araújo  
Regina Wanessa Geraldo Cavalcanti Lima  
Kely Dayane Silva do Ó  
Wilton Silva Lopes

**DOI 10.22533/at.ed.3091916047**

**CAPÍTULO 8 ..... 65**

**REMOÇÃO DE EFLUENTE AZUL DE METILENO A PARTIR DA INCLUSÃO DO ADSORVENTE FORMADO POR ÓXIDO DE GRAFITE MISTURADO EM AREIA**

Daniel Mantovani  
Aline Takaoka Alves Baptista  
Luís Fernando Cusioli  
Paulo Cardozo Carvalho Araújo  
Renan Araújo De Azevedo

**DOI 10.22533/at.ed.3091916048**

**CAPÍTULO 9 ..... 73**

**REPRODUÇÃO E PREFERÊNCIA DE *Callosobruchus maculatus* (FABRICIUS) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE) SUBMETIDOS A EXTRATOS DE *Caesalpinia pyramidalis* Tul**

Delzuite Teles Leite  
Adcleia Pereira Pires  
Fabricio Chagas Sobrinho  
Claudia Oliveira dos Santos  
Edson Braz Santana

**DOI 10.22533/at.ed.3091916049**

**CAPÍTULO 10 ..... 79**

**SOLUÇÃO BIOTECNOLÓGICA APLICADA EM REDE DE TRANSPORTE DE ESGOTO PARA REDUÇÃO DE GÁS ODORÍFICO (H<sub>2</sub>S)**

Abraão Evangelista Sampaio  
Almira dos Santos França Carvalho  
Marylia Albuquerque Braga  
Marcius Guimarães Pinheiro de Lemos

**DOI 10.22533/at.ed.30919160410**

<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>89</b>
PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE COMPÓSITOS ARGILO-POLIMÉRICOS PARA O REUSO DE ÁGUA	
Roberto Rodrigues Cunha Lima Gabriela Medeiros dos Santos Paulla Beatriz França de Sousa Paulo Douglas Santos de Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160411</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>101</b>
ANÁLISE DE FALHAS E RISCOS AMBIENTAIS: O USO DA FERRAMENTA FMEA NA IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS NO CAMPUS JOÃO PESSOA DO IFPB	
Jéssica Silva Ramalho Adriano Lucena da Silva Maria Deise da Dores Costa Duarte	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160412</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>111</b>
ANÁLISE DE EFICIENCIA DE UM COLETOR SOLAR PVT POR SIMULAÇÃO NUMÉRICA COM BASE NO MAPA SOLARIMETRICO DE MINAS GERAIS	
Geisiane Aparecida de Lima Fábio Moreira Teixeira Marcos Vinícius da Silva Rudolf Huebner Lucas Paglioni Pataro Faria	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160413</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>120</b>
ANÁLISE DE FOURIER PARA IDENTIFICAÇÃO DOS PERÍODOS DOMINANTES INTRADIÁRIOS DO FLUXO DE DIÓXIDO DE CARBONO NA FLORESTA DE TRANSIÇÃO EM SINOP-MT	
Stéfano Teixeira Silva Sergio Roberto de Paulo Adriel Martins Lima Leomir Batista Neres Ricardo Vanjura Ferreira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160414</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>134</b>
LEVANTAMENTO DAS ETNOVARIEDADES DE MANDIOCA ( <i>MANIHOT ESCULENTA CRANTZ</i> ) NOS ECOSISTEMAS DE TERRA FIRME NAS COMUNIDADES DO LAGO DO ANTÔNIO, PROJETO DE ASSENTAMENTO AGROEXTRATIVISTA SÃO JOAQUIM –HUMAITÁ/AM	
Erika Micheilla Brasil Aurelio Diaz Sonia Maria Bezerra	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160415</b>	

**CAPÍTULO 16 ..... 141**

MONITORAMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE DIÓXIDO DE NITROGÊNIO NA ATMOSFERA POR AMOSTRAGEM PASSIVA COMO PARTE DA GESTÃO AMBIENTAL EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR

Karina Stella da Silva Ferreira dos Santos  
Aurora Mariana Garcia de Franca Souza

**DOI 10.22533/at.ed.30919160416**

**CAPÍTULO 17 ..... 148**

NANOGERADORES TRIBOELÉTRICOS: NOVOS DISPOSITIVOS PARA ENERGY HARVESTING

Nilsa Toyoko Azana  
Pei Jen Shieh  
Talita Mazon  
Natanael Lopes Dias  
Antônio Carlos Camargo do Amaral

**DOI 10.22533/at.ed.30919160417**

**CAPÍTULO 18 ..... 157**

NANOTUBOS DE TITANATO DE SÓDIO E NANOPARTÍCULAS DE DIÓXIDO DE TITÂNIO: SÍNTESE, CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO NA REMEDIAÇÃO DE EFLUENTESCONTENDO O CORANTE RODAMINA B

Francisco Xavier Nobre  
Rosane dos Santos Bindá  
Elton Ribeiro da Silva  
Rodrigo Muniz de Souza  
José Milton Elias de Matos  
Lizandro Manzato  
Yurimiler Leyet Ruiz  
Walter Ricardo Brito  
Paulo Rogério da Costa Couceiro

**DOI 10.22533/at.ed.30919160418**

**CAPÍTULO 19 ..... 175**

CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA E MICROESTRUTURAL EM HIDROXIAPATITA COMERCIAL E SINTETIZADA PELO MÉTODO SOL-GEL UTILIZANDO CASCA DE OVO DE GALINHA COMO PRECURSOR

Marcelo Vitor Ferreira Machado  
José Brant de Campos  
Marilza Sampaio Aguilar  
Vitor Santos Ramos

**DOI 10.22533/at.ed.30919160419**

**CAPÍTULO 20 ..... 184**

BATERIAS LI-O<sub>2</sub> E A INFLUÊNCIA DE ESTRUTURAS CATALÍTICAS AO ELETRODO DE OXIGÊNIO

Gustavo Doubek  
Leticia Frigerio Cremasco  
André Navarro de Miranda  
Lorrane Cristina Cardozo Bonfim Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.30919160420**

<b>CAPÍTULO 21 .....</b>	<b>197</b>
BIOSENSORES À BASE DE ÓXIDOS METÁLICOS TRANSPARENTES: TRANSISTORES DE EFEITO DE CAMPO (FETS) E NANOFIOS	
Cleber Alexandre de Amorim Kate Cristina Blanco Ivani Meneses Costa Adenilson José Chiquito	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160421</b>	
<b>CAPÍTULO 22 .....</b>	<b>214</b>
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E TÉRMICAS DE BLENDS POLIMÉRICAS DE PHBV COM ELASTÔMEROS	
Fernanda Menezes Thais Ferreira da Silva Fábio Roberto Passador Ana Paula Lemes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916042122</b>	
<b>CAPÍTULO 23 .....</b>	<b>227</b>
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FRUTOS DE TAMARILHO EM FUNÇÃO DO ENSACAMENTO	
Fábio Oseias dos Reis Silva José Darlan Ramos Nathalia Vállery Tostes Iago Reinaldo Cometti Alexandre Dias da Silva Letícia Gabriela Ferreira de Almeida Renata Amato Moreira Miriã Cristina Pereira Fagundes Verônica Andrade dos Santos Giovani Maciel Pereira Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916042123</b>	
<b>CAPÍTULO 24 .....</b>	<b>233</b>
CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA E QUALIDADE FISIOLÓGICA EM SEMENTES DE JACARANDÁ-DA-BAHIA ( <i>Dalbergia nigra</i> (VELL.) FR. ALL. EX BENTH.)	
Tatiana Reis dos Santos Bastos Jacqueline Rocha Santos Cleidiane Barbosa dos Santos Jerffson Lucas Santos Otoniel Magalhães Morais	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916042124</b>	
<b>CAPÍTULO 25 .....</b>	<b>239</b>
ESTUDO COMPARATIVO DE PEROVSKITAS CATALÍTICAS OBTIDAS POR MÉTODOS QUÍMICOS MOLHADOS PARA CONVERSÃO DOS COV'S	
Cássia Carla de Carvalho Anderson Costa Marques Alexandre de Souza Campos Felipe Olobardi Freire Filipe Martel de Magalhães Borges	

Juan Alberto Chavez Ruiz

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042125**

**CAPÍTULO 26 ..... 249**

**AVALIAÇÃO DE METAIS EM SEDIMENTOS DA MICRO BACIA TIETÊ BATALHA  
POR MEIO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)**

Ana Maria Taddei Cardoso de Barros

Paulo Cesar Lodi

José Eduardo Taddei Cardoso

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042126**

**CAPÍTULO 27 ..... 261**

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA ZONA INDUSTRIAL DO MENDANHA,  
CAMPO GRANDE, RJ**

Ana Cláudia Pimentel de Oliveira

Alessandra Matias Alves

Aron da Silva Gusmão

Devyd de Oliveira da Silva

Tatiane Vieira de Menezes Coelho

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042127**

**CAPÍTULO 28 ..... 271**

**AVALIAÇÃO ECOTÓXICOLOGICA DE EFLUENTES NA ZONA INDUSTRIAL DE  
SANTA CRUZ, RJ**

Ana Cláudia Pimentel de Oliveira

Tatiane Vieira de Menezes Coelho

Sirléia Conceição de Medeiros

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042128**

**CAPÍTULO 29 ..... 283**

**INFLUENCE OF DIFFERENT PERCENTAGES OF ALUMINA ADDITION IN THE  
HIGH ENERGY BALL MILLING PROCESS OF THE AISI 52100 STEEL**

Bruna Horta Bastos Kuffner

Gilbert Silva

Carlos Alberto Rodrigues

Geovani Rodrigues

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042129**

**CAPÍTULO 30 ..... 290**

**ON THE ASSESSMENT OF DYE RETENTION IN QUARTZ-BASED CERAMIC  
POROUS MATERIAL BY OPTICAL FIBER SENSOR**

Marco César Prado Soares

Murilo Ferreira Marques Santos

Egont Alexandre Schenkel

Beatriz Ferreira Mendes

Gabriel Perli

Samuel Fontenelle Ferreira

Eric Fujiwara

Carlos Kenichi Suzuki

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042130**

<b>CAPÍTULO 31 .....</b>	<b>296</b>
<b>APLICAÇÃO DE ÓXIDOS CONDUTORES TRANSPARENTES PARA DETECÇÃO DE PRODUTOS ENZIMÁTICOS MICROBIANOS</b>	

Cleber Alexandre de Amorim  
Kate Cristina Blanco

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042131**

<b>SOBRE OS ORGANIZADORES.....</b>	<b>311</b>
------------------------------------	------------

## MONITORAMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE DIÓXIDO DE NITROGÊNIO NA ATMOSFERA POR AMOSTRAGEM PASSIVA COMO PARTE DA GESTÃO AMBIENTAL EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR

**Karina Stella da Silva Ferreira dos Santos**

Centro Universitário Hermínio Ometto – FHO  
Araras – São Paulo

**Aurora Mariana Garcia de Franca Souza**

Centro Universitário Hermínio Ometto – FHO  
Araras – São Paulo

**RESUMO:** O monitoramento da concentração de poluentes atmosféricos torna-se cada vez mais necessária por serem esses prejudiciais à saúde humana, ao meio ambiente e aos animais. Para esse fim, os amostradores passivos, possuem grandes vantagens pela fácil construção, transporte e manuseio, além de serem pequenos e não exigirem equipamentos elétricos ou baterias, bombas, calibradores ou mão de obra especializada, assim, vêm ganhando destaque. O objetivo do presente trabalho foi confeccionar um amostrador passivo e determinar as concentrações de  $\text{NO}_2$  em um ponto do campus da FHO onde tem-se grande fluxo de veículos. A universidade está localizada na cidade de Araras/SP. Os amostradores foram confeccionados com material plástico passível de reciclagem ou reuso e para o cálculo da concentração de  $\text{NO}_2$  utilizou-se a equação de Fick. As amostragens ocorreram na entrada do campus, nos meses de fevereiro e março de 2018, em períodos de 3 e 5 dias, sendo

estes, períodos letivos e não-letivos. A média das concentrações de  $\text{NO}_2$  obtidas foram de  $14,2 \mu\text{gm}^{-3}$  (período não letivo) e  $19,42 \mu\text{gm}^{-3}$  (período letivo), tais valores permitiram afirmar que o ar atmosférico do local amostrado atende ao previsto pela legislação ambiental vigente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Poluentes atmosféricos, Lei de Fick, emissões veiculares.

**ABSTRACT:** Monitoring the concentration of air pollutants is increasingly necessary because they are harmful to human health, the environment and animals. For this purpose, passive samplers have great advantages for easy construction, transportation and handling, as well as being small and not requiring electrical equipment or batteries, pumps, calibrators or skilled labor, have been gaining prominence. The objective of the present work was to make a passive sampler and to determine the concentrations of  $\text{NO}_2$  in a point of the FHO campus where there is a great flow of vehicles. The university is located in the city of Araras / SP. The samplers were made with recyclable or reusable plastic material and for the calculation of the  $\text{NO}_2$  concentration the Fick equation was used. Sampling took place at the entrance of the campus, in February and March of 2018, in periods of 3 and 5 days, these being periods of study and non-teaching. The mean  $\text{NO}_2$  concentrations obtained were  $14.2 \mu\text{gm}^{-3}$  (non-school period) and  $19.42 \mu\text{gm}^{-3}$

(school term), which allowed us to state that the atmospheric air of the sampled area meets the requirements of the current environmental legislation .

**KEYWORDS:** Atmospheric pollutants, Fick's Law, vehicular emissions.

## 1 | INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica é um problema ambiental que se iniciou na descoberta do fogo. Nessa época, as cavernas eram iluminadas por fogueiras e tal atividade contribuía para a produção de fumaça que é uma mistura de material particulado e gases.

Ao longo dos anos, a emissão de poluentes atmosféricos foi se intensificando, principalmente, devido ao tráfego de veículos e ao crescente processo de industrialização. Nas grandes cidades, os automóveis se destacam como a principal fonte de emissão desses poluentes, enquanto que, as indústrias afetam regiões mais específicas (CETESB, 2016).

A Resolução CONAMA nº 03 (BRASIL, 1990), define que poluentes atmosféricos são matérias ou energia que estão presentes no ar em altos níveis de concentração, num certo período de tempo, e que podem torná-lo prejudiciais aos seres vivos à biota ou afetar as atividades normais do homem. A resolução elenca alguns poluentes considerados críticos e entre esses encontra-se o dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ).

Na atmosfera são encontradas várias combinações de óxidos de nitrogênio, são eles:  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}_5$  (ROCHA, 2004), sendo que as duas principais espécies são  $\text{NO}_2$  e  $\text{NO}$ , representados genericamente pelo termo  $\text{NO}_x$ . A conversão de  $\text{NO}$  em  $\text{NO}_2$  se dá nas zonas em que existe excesso de ar na câmara de combustão. Esse fato leva a uma maior estabilidade do  $\text{NO}_2$  a baixas temperaturas, quando comparado com o  $\text{NO}$ . Assim sendo, o  $\text{NO}$ , após ser lançado na atmosfera, rapidamente se transforma em  $\text{NO}_2$ . Por esse fato, as taxas de emissão mássica de  $\text{NO}_x$  são sempre calculadas, considerando os dois componentes ( $\text{NO}$  e  $\text{NO}_2$ ), como exclusivamente  $\text{NO}_2$  (CARVALHO JÚNIOR, LAVACA, 2003).

A presença de  $\text{NO}_2$  em altas concentrações na atmosfera é devido particularmente às atividades antropogênicas como ao tráfego de veículos automotores, processos de queima de combustíveis em fornos e caldeiras industriais e indústrias de fertilizantes (SILVA, 2013). Outras fontes não antropogênicas do gás são a ação de microrganismos sobre os fertilizantes de nitrogênio, a queima de biomassa, descargas elétricas atmosféricas e em menor parcela a oxidação de  $\text{NH}_3$  atmosférico (MANAHAN, STANLEY E. 2013).

A exposição em longo período de tempo a este gás é prejudicial à saúde humana, aos animais e plantas. O  $\text{NO}_2$  também contribui com a formação da chuva ácida ao reagir com radicais livres presentes na atmosfera e é um dos precursores do *smog* fotoquímico (CARVALHO JÚNIOR, 2003). Quimicamente, o  $\text{NO}_2$  é uma espécie muito reativa que ao absorver raios ultravioletas, sofre fotodissociação (MANAHAN, STANLEY

E., 2013), atuando como um fotocatalisador do ozônio (O<sub>3</sub>) troposférico. Esse último é o responsável pelo *smog* fotoquímico, o que pode levar a episódios críticos de poluição atmosférica (GARCIA et al., 2013). As condições que favorecem o *smog* fotoquímico estão relacionadas às altas temperaturas e à presença de luminosidade solar, além da existência de baixa dispersão dos poluentes através do vento (BAIRD, 2002).

Os poluentes atmosféricos podem ser monitorados através de amostradores passivos e ativos. De acordo com Bucco (2010), os amostradores ativos funcionam a partir de baterias, energia elétrica, bombas, calibradores, o que exige conhecimentos mais específicos para a sua aplicação. Os amostradores passivos, por sua vez, têm a vantagem de serem pequenos, de fácil transporte e manuseio, além de não exigirem equipamentos elétricos ou baterias, bombas e calibradores para sua utilização. Na amostragem passiva, a coleta do gás de interesse é governada por processos físicos como a difusão e permeação molecular. Segundo Melchert & Cardoso (2006), a difusão de um gás A, dentro de um cilindro contendo um gás estagnado B, é governada pela primeira Lei de Fick. Essa lei permite encontrar a concentração média de NO<sub>2</sub> amostrado num determinado tempo.

Segundo Silva e Pimentel (2017), é complexo o problema da degradação da qualidade do ar e, certamente, necessita de uma abordagem multidisciplinar, estando ainda distante de sua resolução. No entanto, para enfrentar o problema, destaca-se a necessidade de um conjunto de abordagens complementares como o monitoramento e modelagem computacional da atmosfera e da qualidade do ar. O monitoramento da qualidade do ar irá contribuir para uma melhor definição da localização dos pontos para esse monitoramento, além de também contribuir para o diagnóstico/prognóstico dos fenômenos relacionados à poluição do ar e estender a fronteira do conhecimento que auxiliem na modelagem da qualidade do ar.

## 2 | OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a concentração do gás NO<sub>2</sub> presente na atmosfera, no ponto de maior circulação de veículos do campus da FHO, nos períodos letivo e não letivo, para fornecer propostas a programas de gestão ambiental para a instituição de ensino.

## 3 | METODOLOGIA

Os amostradores passivos usados na pesquisa foram confeccionados seguindo procedimento proposto por Souza et al. (2017). Esses amostradores foram fixados no interior de um suporte de vasos ornamentais e posicionados no único ponto de entrada e de saída de veículos do campus da FHO. O suporte com os amostradores

foi fixado a cerca de 1,5m do solo. Os procedimentos para coleta e determinação do NO<sub>2</sub> atmosférico seguiram o proposto pelos mesmos autores, sendo as amostragens feitas em triplicata. A retirada dos amostradores para análise da concentração do gás deu-se após 3 dias e 5 dias de exposição, no período letivo e não letivo.

Adotou-se que a difusão de um gás A, dentro de um cilindro contendo um gás estagnado B, é governada pela primeira Lei de Fick, que permite encontrar a concentração média de NO<sub>2</sub> amostrado no tempo t, (MELCHERT & CARDOSO, 2006). A Equação 1 possibilita o cálculo da concentração do gás na atmosfera.

$$n_x = -D_x (C_{0,x} - C_x) \pi r^2 t / z \quad \text{equação (1)}$$

Para essa equação, o n<sub>x</sub> é a quantidade de NO<sub>2</sub> (mol) recolhida durante o tempo t de amostragem (segundos), πr<sup>2</sup> é a área transversal do tubo do amostrador (cm<sup>2</sup>), D<sub>x</sub> é o coeficiente de difusão molecular do NO<sub>2</sub> (cm<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>), z é o comprimento do caminho de difusão do gás (cm), espaço compreendido entre a membrana porosa colocada no amostrador e a superfície absorvente, C<sub>0,x</sub> é a concentração de gás NO<sub>2</sub> na interface da superfície absorvente (mol cm<sup>-3</sup>) e C<sub>x</sub> a concentração de gás no ambiente (mol cm<sup>-3</sup>).

#### 4 | RESULTADOS

Os amostradores passivos previamente confeccionados foram posicionados no campus da FHO que está localizado na cidade de Araras-SP e fica a 174 km da capital do estado, latitude 22°21'25" sul e a longitude 47°23'03" oeste. A Figura 1 insere as fotos desses amostradores, bem como, da sua fixação ao suporte e posicionamento. Para os cálculos das concentrações de NO<sub>2</sub> atmosférico foi confeccionada uma curva analítica que correlacionou concentrações conhecidas de soluções de nitrito com medidas de absorbância em 540nm. Os pontos da curva foram obtidos a partir de leituras em triplicata. A curva analítica e sua equação são apresentadas na Figura 2.

Para cada amostragem foram obtidas três medidas de absorbância e mais um valor de absorbância referente ao branco de campo. Do valor médio das três absorbâncias, referentes às amostragens NO<sub>2</sub>, foi descontada a absorbância do branco de campo e com o valor final obtido foi calculada a concentração de NO<sub>2</sub> para aquele período de amostragem. Para o cálculo da concentração de NO<sub>2</sub> foi utilizada a Equação 1, que fornece a concentração média do gás referente ao tempo de amostragem e à quantidade de gás coletada no período (n<sub>x</sub>). Considerou C<sub>0,x</sub> igual a zero, pois segundo Souza et al. (2017), em uma superfície absorvente ideal todo o NO<sub>2</sub> é coletado e a sua concentração na interface da superfície absorvente é nula. O valor do coeficiente de difusão molecular foi obtido por Massman (1998) como igual a 0,1361 cm<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>.

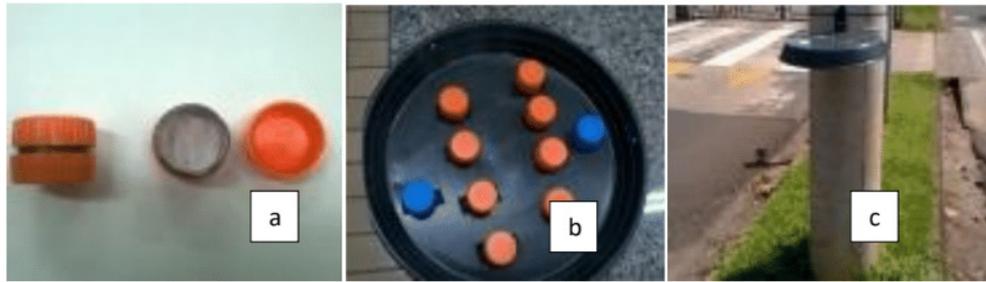


Figura 1: Amostrador passivo confeccionado para a pesquisa (a), distribuição dos amostradores no suporte de fixação (b) e posicionamento do conjunto no local de amostragem (c).

Fonte: Autora do Trabalho.

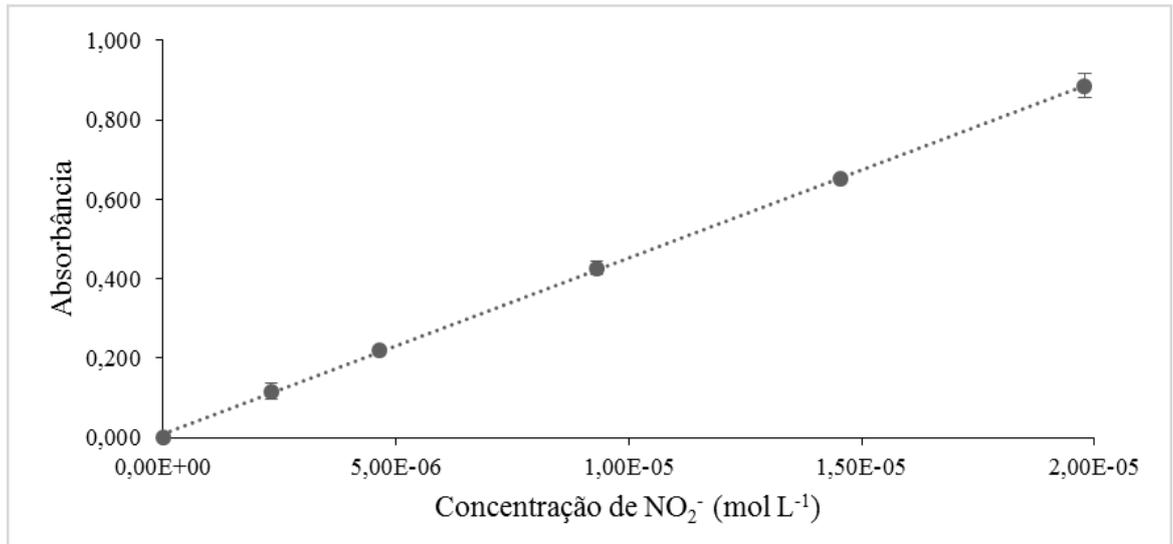


Figura 2: Curva analítica para determinação de NO<sub>2</sub> e a equação que a expressa, onde [NO<sub>2</sub><sup>-</sup>] é a concentração do nitrito em mol L<sup>-1</sup> e **Abs** o valor de absorbância da solução.

Fonte: Autora do Trabalho.

Também usou-se a relação de 0,72 mol de nitrito para 1 mol de NO<sub>2</sub> para se obter a concentração deste gás no ambiente (C). Os resultados finais foram transformados para a unidade de µg de NO<sub>2</sub> m<sup>-3</sup>. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 1.

CONCENTRAÇÃO DE NO <sub>2</sub> (µg m <sup>-3</sup> )			
PERÍODO NÃO LETIVO		PERÍODO LETIVO	
Período de 05/02 a 08/02 de 2018	Período de 05/02 a 10/02 de 2018	Período de 26/02 a 01/03 de 2018	Período de 26/02 a 03/03 de 2018
14,3	14,09	20,01	18,82

Tabela 1. Concentração de NO<sub>2</sub> atmosférico, no terceiro e quinto dias de exposição, em dois períodos de amostragem. Fonte: Autora do trabalho.

As amostragens de fevereiro de 2018 foram realizadas antes do início das aulas (período não letivo) e, portanto, com baixo fluxo de veículos, enquanto, as amostragens referentes ao final de fevereiro e começo de março foram realizadas após o início das aulas (período letivo), com intenso fluxo de veículos entrando e saindo do campus.

Considerando que a Resolução CONAMA 03 (Brasil, 1990) impõe o valor de 100  $\mu\text{g}$  de  $\text{NO}_2$   $\text{m}^{-3}$  de ar como média aritmética anual máxima, é possível se afirmar que a concentração do gás, nas condições adotadas para o experimento, atende a exigência legal. No entanto, os resultados apresentados permitem afirmar também que houve um aumento de 37% na concentração do gás, entre os períodos não letivo (média de 14,2  $\mu\text{g}\text{m}^{-3}$ ) e letivo (média de 21,5  $\mu\text{g}\text{m}^{-3}$ ). A associação de concentrações mais significativas de  $\text{NO}_2$  na atmosfera com o fluxo de veículos já foi reportada por outros autores. Vieira (2012), ao monitorar  $\text{NO}_2$  na atmosfera do campus da Universidade de Passo Fundo, encontrou que a segunda maior concentração do gás, ficando abaixo somente daquela avaliada próximo ao gerador de energia, foi obtida no local de maior circulação de veículos. Macedo et al. (2015), ao analisarem a concentração de  $\text{NO}_2$  em áreas urbanas e semi urbanas de trechos da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, também atribuíram ao fluxo de veículos o fato da concentração desse gás ser menor na última área, que tem menor tráfego de automóveis. A CETESB (2017), em seu relatório da qualidade do ar para o estado de São Paulo, afirma que os automóveis são as principais fontes de poluição atmosférica e que esse problema vem se intensificando, principalmente, em grandes cidades. Por sua vez, Silva (2013) aponta os veículos como destaque no que se refere às fontes poluição atmosférica, pois estes são difíceis de controlar quando comparados às fontes de poluição industrial, devido ao seu grande número. A autora continua salientando que, além disso, os veículos emitem poluentes a uma altura que facilita a sua inalação direta pelos seres humanos.

Para o caso em estudo, cabe ressaltar que o local escolhido para amostragem do  $\text{NO}_2$  atmosférico é próximo à guarita onde ficam os guardas, além de ser o principal ponto de entrada e saída de alunos, funcionários e visitantes que acessam o campus. Dessa forma, esses sujeitos ficam expostos, por considerável período de tempo, às concentrações de  $\text{NO}_2$  oriundas das emissões veiculares.

## 5 | CONCLUSÃO

A pesquisa atendeu seu objetivo, visto que, o uso de um amostrador passivo construído pela própria autora, permitiu o monitoramento de  $\text{NO}_2$  no local de maior movimentação de veículos do campus da FHO. Os resultados encontrados mostram que as concentrações de  $\text{NO}_2$ , no local e condições de monitoramento, embora estejam abaixo da concentração do gás na atmosfera que é permitida pela legislação ambiental vigente, é 37% maior no período letivo, no qual a movimentação de veículos é mais intensa, quando comparada com o período não letivo.

Os resultados encontrados se prestam para subsidiar ações de gestão ambiental no campus, iniciando com a proposta de construção de pelo menos mais um local de entrada e saída de veículos. Isso permitirá que a concentração pontual de  $\text{NO}_2$  não tenha um aumento tão significativo no período de maior fluxo de veículos que coincide

também com a de alunos ao local.

Novas propostas poderão ser formuladas após a realização de outras avaliações da qualidade do ar no campus.

## REFERÊNCIAS

- Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 03, 28 de junho de 1990.** Dispõe sobre os padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 22 de agosto de 1990, p.15937-15939.
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). **Relatório de Qualidade do ar no Estado de São Paulo 2016**, São Paulo: CETESB, 2017. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/ar/publicacoes-relatorios/>. Acesso: 13 de junho de 2018.
- Macedo, T. H., Osorio, D. M. M., Alves, D. D., Pedro, M. L., Backes, E. **Níveis de concentração de dióxido de nitrogênio ao longo do trecho médio da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos.** Anais VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Porto Alegre/RS: IBEAS, 2015. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/IV-009.pdf>. Acesso: 13 de junho de 2018.
- Massman, W. J. **A review of the molecular diffusivity of H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, NO and NO<sub>2</sub> in air, O<sub>2</sub> and N<sub>2</sub> near STP.** *Atmospheric Environment*, v.32, n.6, p. 1111-1127. 1998.
- Melchert, W. R., Cardoso, A. A. **Construção de amostrador passivo de baixo custo para determinação de dióxido de nitrogênio.** *Quím. Nova*, v. 29, n.2, p. 365-367. 2006.
- Silva, A. P. F. **Medidas de dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) na atmosfera de regiões das cidades de Curitiba e de araucária utilizando amostragem ativa.** 55p. 2013. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba/PR. Disponível em: [http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1001/1/CT\\_COQUI\\_2012\\_2\\_04.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1001/1/CT_COQUI_2012_2_04.pdf). Acesso: 13 de junho de 2018.
- Souza, P. A. F., Francisco, K. C. A., Cardoso, A. A. **Desenvolvimento de Amostrador Passivo Sensível para Monitoramento de Poluição Atmosférica por Dióxido de Nitrogênio.** *Quím. Nova*, v. 40, n. 10, p. 1233-1237. 2017.
- Vieira, L. A. **Uso de amostradores passivos para o monitoramento do ar.** 61p. 2012. Trabalho de conclusão de curso - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo/RS. Disponível em: <http://usuarios.upf.br/~engeamb/TCCs/2012-2/LET%20CDCIA%20CANAL%20VIEIRA.pdf>. Acesso: 13 de junho de 2018.
- Baird, C. **Química Ambiental.** 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- Garcia, G., Cardoso, A. A., Santos, O. A. M. **Da Escassez ao Estresse do Planeta: um Século de Mudanças no Ciclo do Nitrogênio.** *Quím. Nova*, v. 36, n. 9, p. 1468-1476. 2013.
- Carvalho Júnior, J. A. de, Lacava, P. T. **Emissões em processos de combustão.** São Paulo: UNESP, 2003. Disponível em <http://livros01.livrosgratis.com.br/up000012.pdf>. Acesso: 13 de junho de 2018.
- Silva, M. S., Pimentel, L. C. G. **Desafios e estratégias de controle da qualidade do ar em regiões metropolitanas.** *Diversidade e Gestão*. Vol. Especial, nº 1(1), p. 107-126. 2017.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**TAYRONNE DE ALMEIDA RODRIGUES:** Filósofo e Pedagogo, especialista em Docência do Ensino Superior e Graduando em Arquitetura e Urbanismo, pela Faculdade de Juazeiro do Norte-FJN, desenvolve pesquisas na área das ciências ambientais, com ênfase na ética e educação ambiental. É defensor do desenvolvimento sustentável, com relevantes conhecimentos no processo de ensino-aprendizagem. Membro efetivo do GRUNEC - Grupo de Valorização Negra do Cariri. E-mail: [tayronnealmeid@gmail.com](mailto:tayronnealmeid@gmail.com). com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9378-1456>

**JOÃO LEANDRO NETO:** Filósofo, especialista em Docência do Ensino Superior e Gestão Escolar, membro efetivo do GRUNEC. Publica trabalhos em eventos científicos com temas relacionados a pesquisa na construção de uma educação valorizada e coletiva. Dedicar-se a pesquisar sobre métodos e comodidades de relação investigativa entre a educação e o processo do aluno investigador na Filosofia, trazendo discussões neste campo. Também é pesquisador da arte italiana, com ligação na Scuola de Lingua e Cultura – Itália. Amante da poesia nordestina com direcionamento as condições históricas do resgate e do fortalecimento da cultura do Cariri. E-mail: [joaoleandro@gmail.com](mailto:joaoleandro@gmail.com) ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1738-1164>

**DENNYURA OLIVEIRA GALVÃO:** Possui graduação em Nutrição pela Universidade Federal da Paraíba, mestrado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e doutorado em Ciências Biológicas (Bioquímica Toxicológica) pela Universidade Federal de Santa Maria (2016). Atualmente é professora titular da Universidade Regional do Cariri. E-mail: [dennyura@bol.com.br](mailto:dennyura@bol.com.br) LATTES: <http://lattes.cnpq.br/4808691086584861>

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-330-9

