

# Meio ambiente:

Princípios ambientais,  
preservação e  
sustentabilidade

2

Danyelle Andrade Mota  
Milson dos Santos Barbosa

Clécio Danilo Dias da Silva  
Lays Carvalho de Almeida

(ORGANIZADORES)

# Meio ambiente:

Princípios ambientais,  
preservação e  
sustentabilidade

# 2

Danyelle Andrade Mota  
Milson dos Santos Barbosa

Clécio Danilo Dias da Silva  
Lays Carvalho de Almeida

(ORGANIZADORES)

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

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

**Conselho Editorial****Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia

Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa



Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



## Meio ambiente: princípios ambientais, preservação e sustentabilidade 2

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Yaidy Paola Martinez  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Danyelle Andrade Mota  
Clécio Danilo Dias da Silva  
Lays Carvalho de Almeida  
Milson dos Santos Barbosa

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M514 Meio ambiente: princípios ambientais, preservação e sustentabilidade 2 / Organizadores Danyelle Andrade Mota, Clécio Danilo Dias da Silva, Lays Carvalho de Almeida, et al. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Outro organizador  
Milson dos Santos Barbosa

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-5983-790-8  
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.908212112>

1. Meio ambiente. I. Mota, Danyelle Andrade (Organizadora). II. Silva, Clécio Danilo Dias da (Organizador). III. Almeida, Lays Carvalho de (Organizadora). IV. Título.

CDD 333.72

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



## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

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



## APRESENTAÇÃO

A temática meio ambiente é um dos maiores desafios que a humanidade vivencia nas últimas décadas. A sociedade sempre esteve em contato direto com o meio ambiente, o que refletiu nas complexas inter-relações estabelecidas entre estes, promovendo práticas sociais, culturais, econômicas e ambientais. O uso indiscriminado dos recursos naturais e a crescente demanda de consumo da sociedade culminaram na degradação do meio natural, e muitas vezes, reverberaram em perda da qualidade de vida para muitas sociedades. Desse modo, é necessário a busca para compreensão dos princípios ambientais, preservação e sustentabilidade para alcançar o uso sustentável dos recursos naturais e minimizar os problemas ambientais que afetam a saúde e a qualidade de vida da sociedade.

Nessa perspectiva, a coleção “*Meio Ambiente: Princípios Ambientais, Preservação e Sustentabilidade*”, é uma obra composta de dois volumes com uma série de investigações e contribuições nas diversas áreas de conhecimento que interagem nas questões ambientais. Assim, a coleção é para todos os profissionais pertencentes às Ciências Ambientais e suas áreas afins, especialmente, aqueles com atuação no ambiente acadêmico e/ou profissional. A fim de que o desenvolvimento aconteça de forma sustentável, é fundamental o investimento em Ciência e Tecnologia através de pesquisas nas mais diversas áreas do conhecimento, pois além de promoverem soluções inovadoras, contribuem para a construção de políticas públicas. Cada volume foi organizado de modo a permitir que sua leitura seja conduzida de forma simples e objetiva.

O Volume I “*Meio Ambiente, Sustentabilidade e Educação*”, apresenta 16 capítulos com aplicação de conceitos interdisciplinares nas áreas de meio ambiente, sustentabilidade e educação, como levantamentos e discussões sobre a importância da relação sociedade e natureza. Desta forma, o volume I poderá contribuir na efetivação de trabalhos nestas áreas e no desenvolvimento de práticas que podem ser adotadas na esfera educacional e não formal de ensino, com ênfase no meio ambiente e preservação ambiental de forma a compreender e refletir sobre problemas ambientais.

O Volume II “*Meio Ambiente, Sustentabilidade e Biotecnologia*”, reúne 18 capítulos com estudos desenvolvidos em diversas instituições de ensino e pesquisa. Os capítulos apresentam resultados bem fundamentados de trabalhos experimentais laboratoriais, de campo e de revisão de literatura realizados por diversos professores, pesquisadores, graduandos e pós-graduandos. A produção científica no campo do Meio Ambiente, Sustentabilidade e da Biotecnologia é ampla, complexa e interdisciplinar.

Portanto, o resultado dessa experiência, que se traduz nos dois volumes organizados, envolve a temática ambiental, explorando múltiplos assuntos inerentes as áreas da Sustentabilidade, Meio Ambiente, Biotecnologia e Educação Ambiental. Esperamos que essa coletânea possa se mostrar como uma possibilidade discursiva para novas pesquisas

e novos olhares sobre os objetos das Ciências ambientais, contribuindo, por finalidade, para uma ampliação do conhecimento em diversos níveis.

Agradecemos aos autores pelas contribuições que tornaram essa edição possível, bem como, a Atena Editora, a qual apresenta um papel imprescindível na divulgação científica dos estudos produzidos, os quais são de acesso livre e gratuito, contribuindo assim com a difusão do conhecimento. Assim, convidamos os leitores para desfrutarem as produções da coletânea. Tenham uma ótima leitura!

Danyelle Andrade Mota  
Clécio Danilo Dias da Silva  
Lays Carvalho de Almeida  
Milson dos Santos Barbosa

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **CATEGORIZAÇÃO DE UNIDADES HIDROLÓGICAS POR MUNICÍPIO**

Renata Cristina Araújo Costa

Marcelo Zanata

Anildo Monteiro Caldas

Flávia Mazzer Rodrigues

Teresa Cristina Tarlé Pissarra

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9082121121>

### **CAPÍTULO 2..... 11**

#### **CONDIÇÕES AMBIENTAIS DO ALTO CURSO DO CÓRREGO TRÊS MARCOS EM UBERLÂNDIA-MG E A PERCEPÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS**

Hérica Leonel de Paula Ramos Oliveira

Jorge Luís Silva Brito

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9082121122>

### **CAPÍTULO 3..... 29**

#### **DETERMINAÇÃO DE ZINCO E CHUMBO NO SEDIMENTO E AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DA BACIA ARROIO MOREIRA/FRAGATA**

Lidiane Schmalfluss Valadão

Beatriz Regina Pedrotti Fabião

Jocelito Saccol de Sá

Pedro José Sanches Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9082121123>

### **CAPÍTULO 4..... 42**

#### **OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA CARCINICULTURA: TRANSFORMAÇÕES NAS FORMAS DE ACESSO À ÁGUA NO DISTRITO DE SÃO JOSÉ DO LAGAMAR NO MUNICÍPIO DE JAGUARUANA/CE**

Evilene Oliveira Barreto

João César Abreu de Oliveira Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9082121124>

### **CAPÍTULO 5..... 52**

#### **ENSAIO DE VIBRIO FISCHERI NO APOIO À DECISÃO PARA O GERENCIAMENTO DE ÁGUA PRODUZIDA, NO LICENCIAMENTO OFFSHORE NO BRASIL**

Paula Cristina Silva dos Santos

Mischelle Paiva dos Santos

Luiz Augusto de Oliveira Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9082121125>

### **CAPÍTULO 6..... 63**

#### **O USO DA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA COMO FERRAMENTA DE GESTÃO**

## AMBIENTAL E TOMADAS DE DECISÃO NAS ORGANIZAÇÕES

Marcelo Real Prado

Paulo Daniel Batista de Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9082121126>

### **CAPÍTULO 7..... 73**

#### COOPERAÇÃO GLOBAL E MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UMA AVALIAÇÃO A PARTIR DA TEORIA DOS JOGOS

Erika Mayumi Ogawa

Cristiane Gomes Barreto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9082121127>

### **CAPÍTULO 8..... 83**

#### TERRA INDÍGENA ARARIBOIA: APONTAMENTOS SOBRE AS DINÂMICAS SOCIOPRODUTIVAS E TERRITORIAIS

Cleudson Pereira Marinho

Maria Nasaret Machado Moraes Segunda

Witemberg Gomes Zaparoli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9082121128>

### **CAPÍTULO 9..... 97**

#### PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE AÇÕES PARA MELHOR GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE PATROCÍNIO, MINAS GERAIS

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Valdinei de Oliveira Santos

José Domingos de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9082121129>

### **CAPÍTULO 10..... 110**

#### SÍNTESE DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA (Ag) E INCORPORAÇÃO NO FARELO DA CASCA DO PINHÃO

Ana Carla Thomassewski

Adriano Gonçalves Viana

Adrielle Cristina dos Reis

Tamires Aparecida Batista de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.90821211210>

### **CAPÍTULO 11..... 121**

#### ANÁLISE DO POTENCIAL DE DESENVOLVIMENTO DE FIBRAS TÊXTEIS A PARTIR DE AMIDO DE MILHO, REFORÇADAS COM RESÍDUOS DE ALGODÃO

Aline Heloísa Rauh Harbs Konell

Keyla Cristina Bicalho

Ana Paula Serafini Immich Boemo

Francisco Claudivan da Silva

Catia Rosana Lange de Aguiar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.90821211211>

**CAPÍTULO 12..... 129**

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE GERAÇÃO DE BIOENERGIA POR BIODIGESTOR NA REGIÃO DE RIO VERDE – GO**

Ananda Ferreira de Oliveira  
Amanda Angélica Rodrigues Paniago  
Moacir Fernando Cordeiro  
Daniely Karen Matias Alves  
Laís Alves Soares  
Rannaiany Teixeira Manso  
Thalis Humberto Tiago  
João Areis Ferreira Barbosa Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.90821211212>

**CAPÍTULO 13..... 137**

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM CERÂMICAS E A REDUÇÃO DO USO DE LENHA DA CAATINGA**

Magda Marinho Braga  
Mônica Carvalho Freitas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.90821211213>

**CAPÍTULO 14..... 147**

**ANÁLISE DAS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS DURANTE EPISÓDIOS CRÍTICOS DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NO MUNICÍPIO DE PORTO ALEGRE/RS**

Amaranta Sant'ana Nodari  
Claudinéia Brazil Saldanha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.90821211214>

**CAPÍTULO 15..... 164**

**EQUIPAMENTOS GERADORES DE ENERGIA FOTOVOLTAICA E OS SEUS RESÍDUOS**

José Luiz Romero de Brito  
Mario Roberto dos Santos  
Fabio Ytoshi Shibao

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.90821211215>

**CAPÍTULO 16..... 180**

**BANCOS DE GERMOPLASMA COMO RECURSO DE PRESERVAÇÃO FLORÍSTICA NO RIO GRANDE DO SUL**

Claudia Toniazzo  
Sandra Patussi Brammer

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.90821211216>

**CAPÍTULO 17..... 192**

**INTERAÇÃO ENTRE FUNGOS MICORRÍZICOS E BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS NO CRESCIMENTO DAS PLANTAS E NA CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS**

Dalvana de Sousa Pereira  
Flávia Romam da Costa Souza

Ligiane Aparecida Florentino  
Franciele Conceição Miranda de Souza  
Adauton Vilela Rezende

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.90821211217>

**CAPÍTULO 18..... 208**

**UTILIZAÇÃO DA PRÓPOLIS NO CONTROLE DE FITOPATÓGENOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

Carize da Cruz Mercês  
Vanessa Santos Louzado Neves  
Cerilene Santiago Machado  
Clara Freitas Cordeiro  
Leilane Silveira D'Ávila  
Geni da Silva Sodré

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.90821211218>

**SOBRE OS ORGANIZADORES ..... 221**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 223**

## SÍNTESE DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA (Ag) E INCORPORAÇÃO NO FARELO DA CASCA DO PINHÃO

Data de aceite: 01/12/2021

Data de submissão: 06/09/2021

### Ana Carla Thomassewski

Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Ponta Grossa - Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/0898414583053334>

### Adriano Gonçalves Viana

Univerisidade Estadual de Ponta Grossa –  
Dequim  
Ponta Grossa - Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/6831661425476494>

### Adrielle Cristina dos Reis

Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Ponta Grossa - Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/4967655061536070>

### Tamires Aparecida Batista de Oliveira

Universidade Federal de Sergipe  
São Cristóvão – Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/4310786176532607>

**RESUMO:** A reutilização de resíduos agroflorestais é de grande interesse acadêmico, pela geração de novas alternativas na área de produtos químicos e na produção de materiais biodegradáveis. No presente trabalho foi utilizado o farelo da casca do pinhão como suporte para a deposição da nanopartícula de prata, normalmente a semente do pinheiro Araucária é descartada sem uso. A prata é reconhecidamente um metal que apresenta elevada atividade antimicrobiana, tanto para

bactérias, como para fungos e protozoários, em forma de nanopartículas apresentam características físicas e químicas extraordinárias, aumentando seu poder antibacteriana. A síntese e a deposição das nanopartículas de prata foram realizadas utilizando goma arábica (um polissacarídeo naturalmente funcionalizado com ácidos urônicos) como agente estabilizante e agente redutor, sob agitação e banho de gelo. Como resultado, obteve-se que o farelo da casca do pinhão mostrou-se um substrato satisfatório para deposição dos nanohíbridos de prata e goma arábica, evitando também a sua aglomeração.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Araucaria angustifolia*; Casca do pinhão; Nanopartículas metálica; Prata.

### SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES (Ag) AND INCORPORATION IN PINION SHELL

**ABSTRACT:** The reuse of agroforestry waste is of great academic interest, by generating new alternatives in the area of chemicals and the production of biodegradable materials. In the present work the pine bark bran was used as support for the deposition of silver nanoparticle, normally the Araucaria pine seed is discarded without use. Silver is recognized as a metal that presents high antimicrobial activity, both for bacteria, fungi and protozoa, in the form of nanoparticles present extraordinary physical and chemical characteristics, increasing its antibacterial power. The synthesis and deposition of the silver nanoparticles were carried out using gum arabic (a polysaccharide naturally functionalized with uronic acids) as a stabilizing agent and reducing agent, under stirring and ice

bath. As a result, it was obtained that the pine kernel bran proved to be a satisfactory substrate for deposition of silver nanohybrids and gum arabic, also avoiding their agglomeration.

**KEYWORDS:** *Araucaria angustifolia* ;Pinion shell ; Metallic nanoparticle.;Silver.

## 1 | INTRODUÇÃO

A sociedade atual convive com dois grandes problemas, relacionados ao meio ambiente, a escassez hídrica e a grande quantidade de lixo que é gerada diariamente nas cidades. Sobre a escassez hídrica, há uma necessidade urgente de novos métodos para purificação de água, sendo o maior desafio desenvolver metodologias baratas e limpas. Já sobre a geração de lixo, os resíduos agroflorestais, que geralmente são descartados, têm atraído a atenção da academia e da indústria, por se tratarem de um material barato, sustentável e que não poluente.

O reuso destes resíduos, tais como a casca do pinhão ou do coco, agrega um valor a um material destinado ao lixo, o que poderia ainda representar uma nova fonte de renda para os pequenos produtores (DANKOVICH; et al,2011; REZENDE,2016).

Os resíduos agroflorestais são uma boa alternativa aos combustíveis fósseis, por apresentarem um tempo de decomposição relativamente lento, além de serem renováveis (FERNANDES, et al, 2008). Um exemplo que pode ser citado sobre a reutilização desses resíduos é descrito por Rosa e colaboradores (2011), os quais utilizaram o pó da casca do coco verde na biorremediação de solos, através da biossorção de metais pesados.

Na região sul do Brasil, um resíduo comumente produzido é casca da semente do pinheiro Paraná (*Araucaria angustifolia*), conhecida como pinhão. A araucária é a única espécie de coníferas de ocorrência natural no Brasil possui um ciclo de vida normalmente superior a 200 anos, podendo atingir até 35 metros de altura (GUERRA, 2002; SOLÓRZANO, 1999).

A exploração e o manejo do pinhão proporcionam rendas apreciáveis para os pequenos produtores que possuem árvores em suas propriedades, a casca do pinhão é usualmente descartada como resíduo sem uma utilização específica. (GUERRA, 2002; LIMA, et al, 2007). Este material tem atraído a atenção de pesquisadores, como por exemplo, Santos e colaboradores (2011), que mostraram que o pinhão apresenta um ótimo potencial para ser utilizado na produção de carvão ativado, o qual pode ser utilizado na remoção de metais em águas contaminadas.

Ao ramo da ciência que realiza estudos em escala nanométrica atribui-se o nome de nanociência ou nanotecnologia (DURAN, et al, 2006). A nanotecnologia pode ser definida como a ciência ou engenharia envolvida na síntese e caracterização de materiais cuja menor escala é a nanométrica, apresentando assim dimensões inferiores a 100 nm (MATSUSHITA, 2014).

A natureza tem feito uso de nanomateriais a milhares de anos, porém a primeira

síntese que se tem registro foi realizada apenas em 1959 por Faraday. As nanopartículas metálicas apresentam propriedades físicas e químicas diferenciadas, como por exemplo, maiores áreas superficiais e propriedades ópticas específicas. Parte do fascínio que ronda as nanopartículas é atribuído a suas inúmeras aplicações, em virtude de suas propriedades ópticas, eletrônicas, magnéticas e catalíticas, como a construção de sensores e de células fotovoltaicas, além de suas reconhecidas atividades antimicrobiológicas (MELO, et al, 2012).

A prata é reconhecida medicinalmente pelas suas propriedades antimicrobianas, sendo capaz de matar ou inibir o crescimento de cerca de 650 tipos de bactérias patogênicas. Desta forma diversos materiais têm sido desenvolvidos com nanopartículas de prata em sua composição, tais como vidros, polímeros e tecidos (MONTEIRO, 2009). Em suas formas iônica ou metálica ( $Ag^+$  ou  $Ag^0$ ), a prata interage com as bactérias interferindo no processo de replicação do DNA, inibindo o transporte de elétrons e/ou causando alterações na membrana celular (KIM, et al 2009).

O mecanismo de ação das nanopartículas deve-se ao fato de que os íons de prata causam a precipitação das proteínas e agem diretamente na membrana plasmática da célula bacteriana, exercendo ação bactericida imediata e ação bacteriostática residual. Agentes bactericidas, como a prata, são substâncias que matam de forma direta os microrganismos, ou agem em enzimas que mantem a bactéria viva. A contagem de bactérias viáveis decresce quando comparado com a contagem de bactérias totais (KIM, et al, 2009).

Neste contexto diversas rotas físicas e químicas para a síntese de nanopartículas metálicas têm sido desenvolvidas, sempre buscando um menor tamanho de nanopartícula e dando-se preferência para aquelas que menos agridam o meio ambiente. Assim, novos métodos de produção para nanopartículas de prata têm surgido, sendo os principais baseados na redução química de sais de prata em meio aquoso (ANTUNES, 2013; EDWARDS, et al, 2007).

A tendência das pesquisas na área de nanocompósitos é a preparação de materiais em que as interações ocorrem na escala nanométrica. O grande potencial de aplicação desses materiais multifuncionais é a obtenção de propriedades diferenciadas e em diversos casos, superiores àquelas obtidas para os materiais puros (SANCHES, et al, 2005). Alguns nanocompósitos naturais apresentam a estrutura molecular e uma combinação perfeita entre os seus componentes, com propriedades mecânicas extraordinárias, essas propriedades serviram de inspiração para diversas pesquisas que buscam a sua reprodução.

A pesquisa e o desenvolvimento de nanocompósitos à base de biopolímeros aumentaram nos últimos anos, desencadeados pela preocupação de desenvolver materiais sustentáveis. A classe de materiais formada pela união de polímeros naturais e componentes inorgânicos, exibindo pelo menos uma dimensão em escala nanométrica, é denominada bionanocompósitos (LOPEZ, 2017). As propriedades dos bionanocompósitos são geralmente determinadas pela matriz, sendo que os biopolímeros constituem

uma excelente matriz para as nanopartículas, protegendo-as da degradação química e facilitando sua manipulação. A síntese controlada de bionanocompósitos possibilita a obtenção de materiais homogêneos de fácil processamento e de baixo custo de produção (LOPEZ, 2017).

Nesse trabalho foi realizada a incorporação de nanopartículas de prata, sintetizadas utilizando goma arábica (um polissacarídeo rico em ácidos urônicos) como agente estabilizante e redutor, na superfície do farelo da casca do pinhão visando uma possível aplicação futura em sistemas de desinfecção de amostras de água superficiais.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

**Obtenção e caracterização da casca do pinhão:** As cascas de pinhão foram obtidas de fontes comerciais e depois de separadas das sementes, foram higienizadas, secas em estufa por 24 h e posteriormente, moídas no liquidificador e peneiradas. A remoção do excesso de pigmentos (compostos fenólicos) foi realizada por aquecimento e agitação junto à água destilada por uma hora, seguida de filtração, sendo o processo repetido até não mais se observar a liberação de pigmentos em solução. Em seguida o farelo foi submetido a processo de desinfecção em autoclave, a 134° C, durante 30 minutos visando assim eliminar possíveis microrganismos.

**Síntese verde e caracterização das nanopartículas:** para a síntese verde das nanopartículas, inicialmente foi realizado um planejamento fatorial 2<sup>3</sup> (tabela 1) para definir as melhores concentrações iniciais de goma arábica e de nitrato de prata. Nesse planejamento as concentrações de prata e goma foram: 1,0; 3,0; 5,0 (mg mL<sup>-1</sup>) e 1,5; 2,5; 3,5 (mmol L<sup>-1</sup>) respectivamente.

Experimento	Goma Arábica	Ag <sup>+</sup>
1	-	-
2	+	-
3	-	+
4	+	+
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0
10	+	0
11	-	0

12	0	+
13	0	-

Tabela 1: planejamento fatorial

Fonte: a autora.

Desta forma foram realizados treze ensaios, sendo cinco repetições no ponto central, onde os sistemas foram mantidos sob agitação magnética e banho de gelo, durante 15 minutos. A fim de realizar a síntese verde das nanopartículas, a goma arábica foi utilizada como agente redutor e também agente estabilizante.

O procedimento padrão de síntese adotado foi: em um balão de fundo redondo, de 25 mL, foram adicionados 100  $\mu\text{L}$  de uma solução de goma arábica ( $12 \text{ gL}^{-1}$ ), no qual acrescentou-se 350  $\mu\text{L}$  de água destilada e por fim 350  $\mu\text{L}$  da solução de nitrato de prata ( $3,5 \text{ mols/L-1}$ ) deixado em agitação por 15 minutos em banho de gelo. Os nanocompósitos obtidos foram caracterizados em espectroscopia na região UV-VIS e espalhamento dinâmico de luz.

**Incorporação das nanopartículas na casquinha do pinhão:** A deposição do nanocompósito (nanopartículas de prata estabilizadas na goma arábica) no farelo da casca de pinhão foi realizada por dois meios: pelo método drop, onde diferentes volumes do nanocompósito obtido conforme descrito anteriormente foram diretamente gotejados sobre 50 mg de farelo da casca de pinhão, ao abrigo da luz e submetidos a secagem sobre temperatura ambiente.

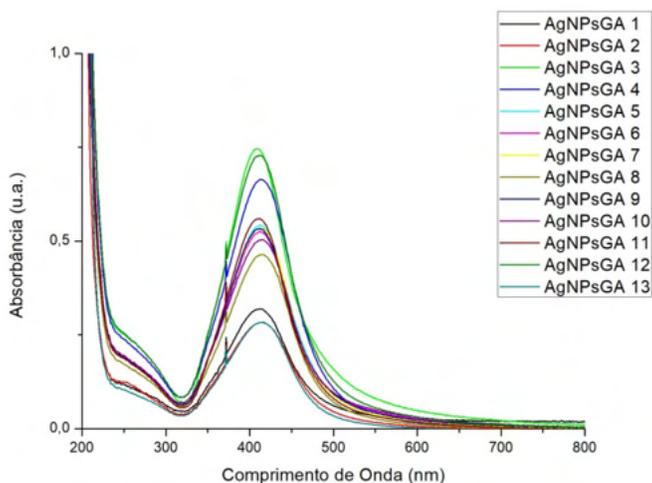
O outro foi adicionando 50mg de farelo junto ao meio de formação do nanocompósito, em agitação e banho de gelo, após isso a solução foi centrifugada, por 10 minutos a 15 000 rpm, o sobrenadante foi retirado e o precipitado de casquinha + nanocompósito foi separado e secado a temperatura ambiente. Posteriormente ele foi congelado e liofilizado, para seguir para análise. O material obtido foi analisado por microscopia eletrônica de varredura e por EDS.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De início os resultados obtidos foram da formação dos nanocompósitos iniciais (nanopartículas de prata estabilizadas em goma arábica). As caracterizações foram realizadas por espectroscopia de UV-VIS onde é possível observar a formação das nanopartículas em todas as condições estudadas através do surgimento das bandas de absorvância em 412 nm, característica para nanopartículas de prata.

A observação desta banda também é realizada para se verificar a estabilidade das nanopartículas em solução (tendência à formação de aglomerados com o decorrer do tempo) assim como a maior concentração de nanopartículas formadas em solução. Através

então da análise dos espectros apresentados na figura 01 pode-se verificar que os ensaios 03 e 05 foram que os resultaram em bandas de absorção mais intensas.



Song (2009) estudaram a estabilidade das nanopartículas de prata em várias concentrações, observando seus espectros de absorção, e concluíram que à medida que se aumenta a proporção de agentes estabilizantes na solução, os picos de absorção ficam mais estreitos, indicando um menor diâmetro de nanopartícula.

O diâmetro médio aproximado das nanopartículas obtidas em cada condição experimental foi estimado por análises de DLS (figura 02). Assim foi possível observar melhores resultados para os ensaios 2 e 3, nos quais se registram valores de diâmetro inferiores a 50 nm. A análise conjunta desses dados nos permite concluir então que o ensaio número 3 é o que apresentou as melhores condições para a síntese de nanopartícula, considerando-se o menor diâmetro do nanocompósito obtido e a sua maior estabilidade em solução.

Experimento	Goma Arábica	Ag <sup>+</sup>	Diâmetro (nm)
1	-	-	53,73
2	+	-	<b>34,02</b>
3	-	+	<b>41,06</b>
4	+	+	56,51
5	0	0	74,65
6	0	0	68,48
7	0	0	36,64
8	0	0	66,89
9	0	0	21,56
10	+	0	71,68
11	-	0	78,39
12	0	+	59,45
13	0	-	86,35

Tabela 02 – Resultados do DLS referente aos treze ensaios realizados.

Fonte: a autora.

Os primeiros ensaios de deposição foram realizados juntando o farelo junto ao meio, foram feitos para 50, 100 e 200 mg de farelo e o resultado obtido pode ser observado na figura 03. Destaca-se que somente foi possível observar a presença dos nanohíbridos nos ensaios realizados com 50 mg de farelo.

Nas amostras contendo 100 e 200 mg de farelo não foi possível observar a presença da prata e acredita-se que este fato se deve à elevada quantidade do substrato para uma possível baixa concentração de nanopartículas, sendo assim necessário realizar novos estudos aumentando-se o volume de solução de nanopartícula a ser depositada no farelo.

Os resultados de MEV também permitiram observar que os nanocompósito se depositaram de forma agrupada, prendendo-se principalmente as partes lisas, adotando um aspecto de roseta na superfície do substrato.

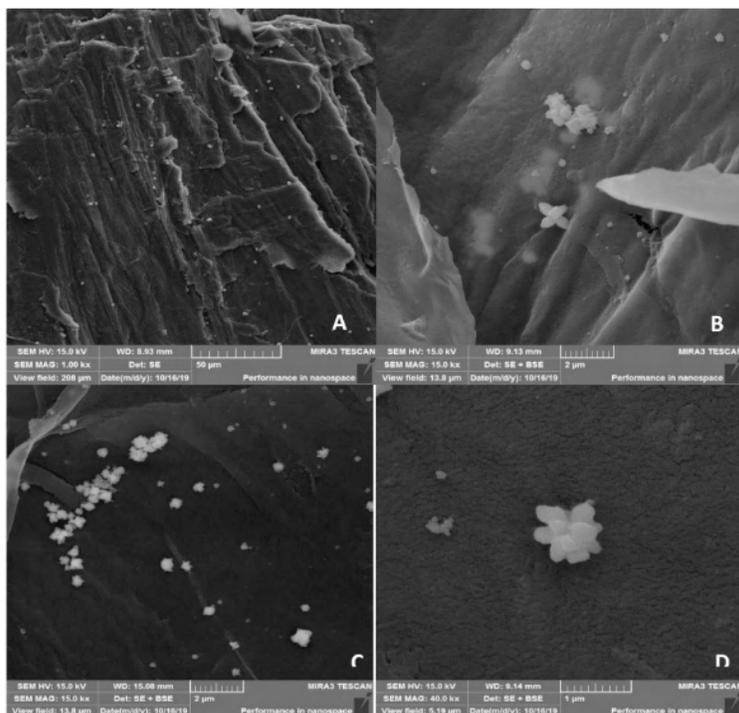


Figura 02 – Apresenta resultados observados no MEV

Fonte: a autora.

(A) Imagem controle, porosidade da casquinha (6kx). (B) e (C) Imagens das nanopartículas agrupadas (15kx). (D) Nanopartículas agrupadas (40kx).

O farelo impregnado com o nanohíbrido foi também submetido a análises por EDS, no intuito de se comprovar a natureza metálica do material depositado na superfície do farelo, sendo o resultado obtido apresentado nas figuras 3 e 4. Na figura 4 temos a espectroscopia de raios X por dispersão em energia, mostrando os picos de prata. Estas três análises de fato confirmaram a natureza das partículas depositadas como sendo prata.

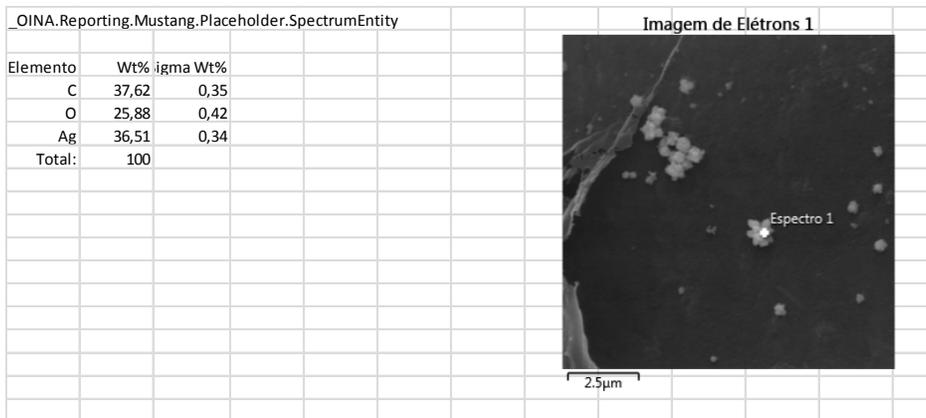


Figura 03 - região de análise elemental e caracterização química da amostra do nanocompósito.

Fonte: a autora.

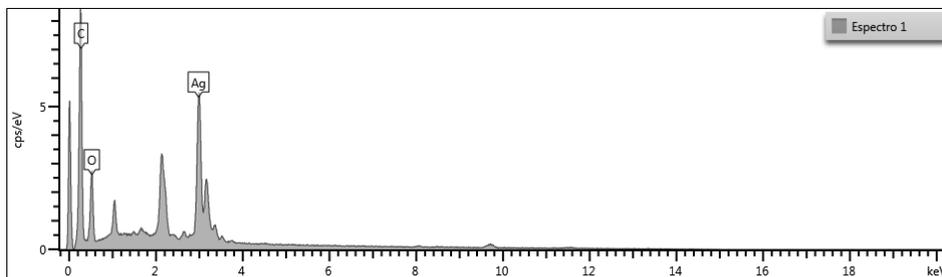


Figura 04 - Espectroscopia de raios X por dispersão em energia

Fonte: a autora.

É possível observar que o método de deposição do nanocompósito por drop resultou em uma distribuição mais homogênea na superfície do substrato, sem evidência de agregados. Análises de EDS (figura 05) também confirmaram a natureza metálica das nanopartículas.

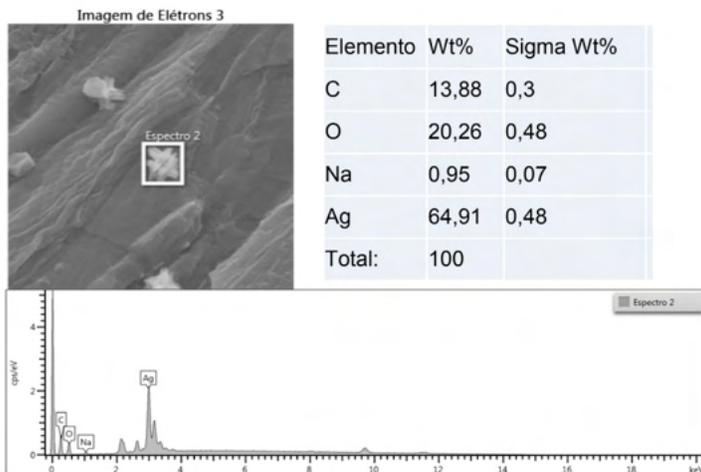


Figura 05: EDS das amostras realizadas por drop, demonstrando a natureza metálica das nanopartículas observadas na superfície do farelo da casca de pinhão.

Fonte: a autora.

Desta forma, podemos concluir que o farelo da casca do pinhão é um substrato satisfatório para a deposição do nanocompósito de prata e goma arábica, contudo a metodologia utilizada para a deposição, no caso, de adicionar o farelo da casquinha diretamente ao meio, resultou em pontos de aglomeração da prata na superfície do substrato.

JACOMETO (2017) em seu trabalho obteve nanopartículas de ouro utilizando o extrato da casca de romã como agente redutor, obtendo de acordo com análises de MEV, nanopartículas com um tamanho relativamente uniforme além de um formato esférico e um tamanho aproximado de 50nm. Sendo assim, a principal diferença nas nanopartículas obtidas em seu trabalho para este, é que o nanocompósito de prata e goma arábica, aderidas ao farelo da casca do pinhão não possui formato esférico, sendo mais retangular em formato estrelado, o que é aceitável para este experimento, sendo resultado de agregação.

## 4 | CONCLUSÃO

Como conclusão deste trabalho podemos afirmar que a síntese de nanopartículas de prata utilizando uma rota verde (uso da goma arábica como agente redutor e estabilizante) foi eficiente, foram obtidas nanopartículas de formato estrelado, o que indica uma possível agregação, mas apresentaram uma distribuição uniforme sobre a superfície das casquinhas do pinhão, aderindo melhor, principalmente pelo método de drop. Agradecimentos a Universidade Estadual de Ponta Grossa e Fundação Araucária pela concessão da bolsa.

## REFERÊNCIAS

A DANKOVICH, T.A.; GRAY, D.G. (2011) Bactericidal Paper Impregnated with Silver Nanoparticles for Point-of-Use Water Treatment. **Environmental Science & Technology**. 45, 1992-1998.

FARAJI, A. H.; WIPF, P. Nanoparticles in cellular drug delivery. **Bioorgan. Med. Chem.** V. 17. P. 2950-2962. 2009.

Fonte H (28 de outubro de 2013). Nanotecnologia: uma história um pouco diferente. Ciência hoje. Disponível: <<http://cienciahoje.org.br/artigo/nanotecnologia-uma-historia-um-pouco-diferente/> acessado em 25 de março 2020.

GULRAJANI, M. L., GUPTA, D., Emerging Techniques for Functional Finishing of Textiles, Indian Journal of Fibre & Textile Research, V. 36, P 388 – 397, 2011.

JACOMETO, W.H. Síntese de nanopartículas de prata a partir da romã (*Punica granatum*): Análises físico-química, antibacteriana e citotóxica. **Trabalho de Conclusão de Curso como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Odontologia da Faculdade de Odontologia de Araçatuba**. Araçatuba, SP. 2017.

KIM, J. S. et al. Antimicrobial effects of silver nanoparticles. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*. p. 97-101. 2007.

LOPES, J.R; Síntese de nanopartículas de prata (NPs Ag) em soluções aquosas de fibroína de seda e gelatina. Dissertação de mestrado – Faculdade de engenharia mecânica da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2017.

MATSUSHITA, A.F.Y. Preparação e caracterização de nanopartículas de Ag e ZnO e incorporação em fibras de tecido de algodão. **Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Química Aplicada no programa de Pós-Graduação em Química Aplicada da universidade Estadual de Ponta Grossa**. Ponta Grossa, 2014.

MONTEIRO, D.R. et al. The growing importance of materials that prevent microbial adhesion: antimicrobial effects of medical devices containing silver. **International Journal of Antimicrobial Agents**. P. 103 – 110, 2009.

REZENDE, S.C. Valorização da casca do pinhão, um subproduto da semente de *Araucaria angustifolia*, para produção de materiais poliméricos. **Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança para obtenção do Grau de Mestre em Qualidade e Segurança Alimentar**. Bragança, 2016.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Absorção atômica 29, 33

Ações antrópicas 11, 21, 25

Agricultura 10, 11, 20, 24, 30, 49, 69, 72, 138, 190, 192, 193, 208, 210, 214, 215

Água 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 101, 105, 109, 111, 113, 114, 122, 123, 152, 155, 192, 214, 216

Alternativas naturais 121

Apicultura 209

Aquecimento global 73, 74, 81

Associações mutualísticas 192, 193, 194, 195

### B

Bacias hidrográficas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 14, 22, 27

Bactérias 48, 57, 110, 112, 125, 127, 132, 192, 193, 196, 197, 198, 199, 203, 205, 213, 214, 215

Biodegradabilidade 121, 122, 123, 124, 125

Biodiversidade 48, 66, 83, 87, 94, 138, 181, 182, 184, 190, 192, 193, 221

Biofertilizante 131

Biogás 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136

Biopolímeros 112, 123, 125, 126, 127

### C

Caatinga 137, 138, 145, 146, 202, 206

Carcinicultura 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51

Carvão vegetal 137

Conservação ambiental 64

Contaminação 12, 17, 29, 31, 34, 39, 42, 43, 44, 47, 48, 51, 98, 103, 104, 109, 130, 150

### D

Dejetos suínos 130, 135, 136

Desmatamento 48, 95, 96, 137, 138, 181

Divisão territorial 2

## E

Ecosistemas 12, 30, 31, 101, 148, 181, 182, 193

Ecotoxicidade 52, 55, 57

Eficiência energética 131, 137, 138, 143, 145, 166

Energia fotovoltaica 164, 166, 167, 170, 171, 174

Energias renováveis 79, 129, 164, 165

Equilíbrio de Nash 73, 75, 78, 79, 80

Escassez hídrica 50, 111

Espécies nativas 180, 181, 182, 183, 188

## F

Fitopatógenos 195, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217

Fósforo 192, 195, 196, 197, 198

Fungos 110, 192, 193, 194, 196, 197, 198, 199, 201, 202, 205, 206, 210, 213, 215, 216

## G

Georreferenciamento 3

Gestão ambiental 2, 3, 38, 61, 62, 63, 71, 128, 163, 176, 221

Granulometria 31, 32, 35

## I

Impactos ambientais 11, 13, 23, 63, 64, 65, 67, 68, 72, 98, 99, 122, 129, 130, 146, 164, 167, 172, 175, 176

Impactos socioambientais 42, 43

Indicadores ambientais 4, 8, 9, 63, 163

Indústria cerâmica 137, 138, 139, 140, 145, 146

Indústria petrolífera 53

Indústria têxtil 121, 122, 128

## L

Lenha 137, 138, 139, 142, 143, 144, 145, 148

Logística reversa 100, 128, 167, 173, 174, 176

## M

Material particulado 147, 149, 150, 155, 157, 158, 159, 161, 162

Matriz energética 138

Meio ambiente 8, 12, 13, 20, 27, 28, 39, 42, 48, 49, 52, 53, 58, 60, 61, 63, 64, 65, 67, 69,

71, 72, 81, 98, 101, 102, 105, 111, 112, 122, 128, 129, 135, 137, 138, 145, 149, 152, 166, 167, 176, 181, 184, 190, 214, 221

Metais pesados 30, 38, 39, 40, 111, 167

Metano 129, 130, 131, 134

Mudanças climáticas 66, 73, 74, 80

## N

Nanociência 111

Nanopartículas metálica 110

Nitrogênio 134, 153, 154, 181, 182, 192, 196, 198, 203, 206

## P

Percepção ambiental 11, 13, 22, 109

Petróleo 52, 53, 54, 56, 61, 62, 138, 221

Poliéster 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127

Poliuição atmosférica 69, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 159, 161, 162

Própolis 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220

Protocolo de Kyoto 74

## R

Recursos genéticos 180, 182, 190

Recursos naturais 20, 40, 44, 47, 61, 63, 64, 65, 68, 70, 83, 86, 87, 93, 94, 95, 96, 99, 101, 122, 138, 142, 181, 184

Resíduos agroflorestais 110, 111

Resíduos sólidos 11, 20, 21, 66, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 108, 109, 175

Riscos ambientais 11, 12, 13, 22, 26, 27, 28, 30, 172

## S

Saneamento básico 97, 109

Saúde pública 48, 97, 98, 99, 101, 147, 148, 152

Serviços de saneamento 100

Solo 1, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 20, 25, 26, 36, 41, 66, 69, 87, 94, 98, 103, 104, 105, 109, 121, 122, 123, 124, 127, 130, 138, 150, 161, 175, 181, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 203, 205, 206

Suinocultura 129, 130, 131, 132

Sustentabilidade 27, 81, 94, 108, 129, 131, 151, 167, 168, 169, 181, 221

## T

Tecnologias fotovoltaicas 166

Terra Indígena 83, 85, 90, 91, 93, 94, 95, 96

Território 2, 3, 8, 9, 16, 22, 26, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 94, 96, 189

# Meio ambiente:

Princípios ambientais,  
preservação e  
sustentabilidade

2

# Meio ambiente:

Princípios ambientais,  
preservação e  
sustentabilidade

2