

COLEÇÃO

# DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA AMBIENTAL



CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA  
(ORGANIZADOR)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

COLEÇÃO  
**DESAFIOS**  
DAS  
**ENGENHARIAS:**

**ENGENHARIA AMBIENTAL**



CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA  
(ORGANIZADOR)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

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-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 Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

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

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

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

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

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná



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



## Coleção desafios das engenharias: engenharia ambiental

**Diagramação:** Gabriel Motomu Teshima  
**Correção:** Yaidy Paola Martinez  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

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

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia ambiental /  
Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. -  
Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-799-1

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.991212112>

1. Engenharia ambiental. I. Paniagua, Cleiseano  
Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 628

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 2021

## 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

O e-book: “Coleção desafios das engenharias: Engenharia ambiental” apresenta onze capítulos de livros que foram divididos em duas temáticas: *i*) recuperação e preservação do meio ambiente em seus diferentes ecossistemas e *ii*) desenvolvimento e aplicação de diferentes técnicas de tratamento para remoção de diferentes contaminantes nas mais diversas matrizes aquáticas e os riscos à saúde pela poluição atmosférica proveniente da combustão de biocombustíveis, madeira e tabaco.

O primeiro tema é constituído por seis capítulos que apresentam estudos bem diversificados. O capítulo I apresenta um estudo de caso em relação à compensação ambiental proveniente da instalação de barragem de terra. No segundo, foi investigado a proposta de implementar um programa de recuperação ecológica dos manguezais. Já o terceiro apresenta um estudo de revisão em relação ao descarte inadequado de medicamentos e as inúmeras consequências aos diferentes ecossistemas e organismos vivos. O quarto capítulo apresentou um estudo que avaliou a abertura de novas fontes de águas termais com o intuito de atrair turistas e possibilitar a geração de emprego e renda a partir da abertura destas novas fontes de águas termais localizados em uma região de Portugal. Já o quinto capítulo apresenta um estudo que avaliou a implantação de um sistema fotovoltaico com o intuito de utilizar uma fonte de energia inesgotável em substituição às hidrelétricas e as térmicas que são extremamente caras e oferecem um enorme impacto ambiental se comparado a solar. Por fim, o capítulo VI se dedicou a correlacionar as mudanças climáticas com aspectos hidrofísicos em relação a morfologia das inúmeras bacias hidrográficas.

O segundo tema apresenta cinco capítulos que investigaram diferentes formas de tratamento de matrizes aquosas e os riscos provenientes da combustão de matéria orgânica. O capítulo VII avaliou a aplicação do tratamento hidrotérmico para reduzir a podridão peduncular, o que resultaria no maior tempo para estar se consumindo o fruto o que levaria a redução no descarte deste alimento. O capítulo VIII avaliou o tratamento de águas residuárias de um laticínio utilizando um Reator de Leito Móvel com Biofilme (MBBR). Já o capítulo IX apresenta um trabalho que teve como finalidade realizar o tratamento de efluentes provenientes do setor agroindustrial dentro do cenário brasileiro. Por outro lado, o capítulo X aborda o emprego de Processos Oxidativos Avançados (POAs) para realizar a remoção de antibióticos e hormônios detectados em águas superficiais e efluentes domiciliares. Por fim, o capítulo XI que traz à tona a poluição atmosférica provenientes da combustão de biocombustíveis, lenha, tabaco e outros e sua relação com os inúmeros problemas de saúde em especial os respiratórios.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando com o intuito de estimular e incentivar os pesquisadores brasileiros e de outros países a publicarem seus trabalhos



com garantia de qualidade e excelência em forma de livros e capítulos de livros que são disponibilizados no site da Editora e em outras plataformas digitais com acesso gratuito.


Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **COMPENSAÇÃO AMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASO NA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA BARRAGEM DE TERRA**


Eduardo Antonio Maia Lins  
Karina Moraes de Albuquerque  
Adriane Mendes Vieira Mota  
Andréa Cristina Baltar Barros  
Maria Clara Pestana Calsa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9912121121>

### **CAPÍTULO 2..... 14**

#### **RECUPERAÇÃO ECOLÓGICA DE MANGUEZAIS EM SISTEMA DE CONFINAMENTO CELULAR (GEOCÉLULAS): ESTUDO DE CASO EM ÁREA PORTUÁRIA NO GOLFÃO MARANHENSE, BRASIL**


Flávia Rebelo Mochel  
Ivanilson Luís Alves Fonsêca

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9912121122>

### **CAPÍTULO 3..... 27**

#### **DESCARTE INCORRETO DE MEDICAMENTOS: MAU HÁBITO SOCIAL, IRRESPONSABILIDADE NA LOGÍSTICA REVERSA, AUSÊNCIA DE FISCALIZAÇÃO/ LEGISLAÇÃO E OS INÚMEROS DANOS AMBIENTAIS**


Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua  
Bruno Elias dos Santos Costa  
Anelise dos Santos Mendonça Soares  
Valdinei de Oliveira Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9912121123>

### **CAPÍTULO 4..... 38**

#### **ESTUDOS HIDROGEOAMBIENTAIS NUMA REGIÃO DO INTERIOR DE PORTUGAL PARA POTENCIALIZAR O NASCIMENTO DE UMAS NOVAS TERMAS**


André Manuel Machado Fonseca  
Luís Manuel Ferreira Gomes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9912121124>

### **CAPÍTULO 5..... 52**

#### **IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO – ESTUDO DE CASO**


Eduardo Antonio Maia Lins  
Juliana Viana Machado de Castro  
Adriane Mendes Vieira Mota  
Andréa Cristina Baltar Barros  
Maria Clara Pestana Calsa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9912121125>

**CAPÍTULO 6.....58**

**MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SEUS EFEITOS NA HIDROFÍSICA DA MORFOLOGIA QUANTITATIVA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS**

Lazaro Nonato Vasconcellos de Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9912121126>

**CAPÍTULO 7.....69**

**TRATAMENTO HIDROTÉRMICO NO CONTROLE DE PRODRIDÃO PEDUNCULAR EM MAMÃO PAPAYA**


Gabriela Sales Mangolin

Érica Tiemi Konda

Rafaella Zambelli Baptista

Rosely dos Santos Nascimento

Daniel Terao

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9912121127>


**CAPÍTULO 8.....77**

**TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE LATICÍNIO EM REATORES DE LEITO MÓVEL COM BIOFILME (MBBR)**

Cíntia Clara Viana

Marcelo Henrique Otenio

Henrique Vieira de Mendonça

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9912121128>

**CAPÍTULO 9.....93**


**WETLANDS CONSTRUÍDOS COMO SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA APLICADOS NO TRATAMENTO DE EFLUENTES AGROINDUSTRIAIS NO BRASIL**

Heloísa Dalla Rosa

Gabriel André Tochetto

Gean Delise Leal Pasquali

Adriana Dervanoski

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9912121129>

**CAPÍTULO 10.....109**


**TECNOLOGIAS AVANÇADAS PARA A REMOÇÃO DE ANTIBIÓTICOS E HORMÔNIOS EM ÁGUAS SUPERFICIAIS E EFLUENTES DOMÉSTICOS**

Aline Paula Scussel

Gabriel André Tochetto

Adriana Dervanoski

Gean Delise Leal Pasquali

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.99121211210>


**CAPÍTULO 11.....126**

**LA CONTAMINACIÓN INTRAMUROS DEL HUMO DE BIOMASA**

Demetrio Soto Carbajal

Andrés Zózimo Ñahui Gaspar

Hipólito Vargas Sacha  
Eden Soto Aparco

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.99121211211>

<b>SOBRE O ORGANIZADOR:</b> .....	<b>140</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>141</b>

# CAPÍTULO 1

## COMPENSAÇÃO AMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASO NA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA BARRAGEM DE TERRA

*Data de aceite: 01/11/2021*

### **Eduardo Antonio Maia Lins**

Universidade Católica de Pernambuco e  
Instituto Federal de Pernambuco  
Recife, Brasil

### **Karina Moraes de Albuquerque**

Centro Universitário Maurício de Nassau  
Recife, Brasil

### **Adriane Mendes Vieira Mota**

Centro Universitário Maurício de Nassau  
Recife, Brasil

### **Andréa Cristina Baltar Barros**

Centro Universitário Maurício de Nassau  
Recife, Brasil

### **Maria Clara Pestana Calsa**

Centro Universitário Maurício de Nassau  
Recife, Brasil

**RESUMO:** O desenvolvimento sustentável pode ser alcançado através de um equilíbrio entre o social, o econômico e o ambiental. Barragens são estruturas construídas ao longo dos vales e usadas principalmente para o acúmulo de água. Para sua construção é necessário o desmatamento (supressão de plantas) da espécie, e para isso é necessária a autorização de supressão de plantas concedida pelo órgão ambiental competente. Com essa autorização, é necessário escolher um local para compensar os impactos, de acordo com o Licenciamento Ambiental e uma forma de mitigar os impactos

na área de APP e seu entorno. Com o cálculo para o projeto em questão, será feita a conclusão de quantos hectares serão calculados para minimizar os impactos. O presente trabalho teve como objetivo analisar a supressão da vegetação, a escolha da área para a Substituição Florestal e a Compensação Ambiental, para a construção de uma barragem na Lagoa dos Gatos, Pernambuco, Brasil, sugerindo seus impactos positivos e negativos e sociais e ganhos econômicos. Com a verificação da área a ser reprimida, foi escolhida uma área de compensação e compensação, foram montados cronogramas com as ações e atividades planejadas. O número total de mudas que serão utilizadas no Projeto será de aproximadamente 19.297 mudas, a qual será implantada no espaçamento de 2,0 m x 3,0 m.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desmatamento, Reflorestamento, Licença Ambiental.

**ABSTRACT:** Sustainable development can be achieved through a balance between the social, the economic and the environmental. Dams are structures built across the valleys and used primarily for the accumulation of water. For its construction, it is necessary to deforest (plant suppression) of the species, and for that, the authorization of plant suppression granted by the competent environmental agency is necessary. With this authorization, it is necessary to choose a location for offsetting impacts, according to the Environmental Licensing and a way of mitigating impacts on the APP area and its surroundings. With the calculation for the project in question, the conclusion of how many hectares will be calculated to minimize the impacts. The present

work aimed to analyze the suppression of vegetation, the choice of the area for the Forest Replacement and the Environmental Compensation, for the construction of a dam in Lagoa dos Gatos, Pernambuco, Brazil, suggesting its positive and negative impacts and the social and economic gains. With the verification of the area to be suppressed, an area for compensation and compensation was chosen, schedules were set up with the actions and activities planned. The total number of seedlings that will be used in the Project will be approximately 19,297 seedlings, such as which will be implanted in a spacing of 2.0 m x 3.0 m.

**KEYWORDS:** Deforestation, Reforestation, Environmental permit.

## INTRODUÇÃO

A Agência Nacional de Águas (ANA) (2021), as barragens são as estruturas físicas que represam um curso de água. A lei nº 12.334/2010 distribui a competência pela segurança das barragens conforme o seu uso, sem prejuízo das ações fiscalizatórias dos órgãos ambientais. A importância de minimizar os impactos ambientais negativos se deve principalmente as populações que são atingidas diretamente através do alagamento de suas propriedades, casas, áreas produtivas e até cidades. Existem também os impactos indiretos como perdas de laços comunitários, separação de comunidades e famílias, destruição de igrejas, capelas, inundação de locais sagrados para comunidades indígenas e tradicionais, além da supressão vegetal.

Segundo Carvalho Filho (2008), a autorização ambiental é um ato administrativo pelo qual a Administração consente que o particular exerça atividade ou utilize bem público no seu próprio interesse, sendo um ato discricionário e precário com características idênticas às da permissão. Dessa forma, a autorização de supressão de vegetação pode ser definida como o ato administrativo pelo qual o poder público expressa o seu consentimento quanto ao corte individualizado de árvores ou, até mesmo, a supressão da cobertura vegetal de uma determinada área” (SOUZA, 2015).

No direito brasileiro, a autorização para a supressão de vegetação em área de preservação permanente encontra-se regulamentada, especialmente a nível federal, no art. 4º da Lei 12.651/12 (Novo Código Florestal), na Resolução CONAMA nº369/2006 (Resolução que dispõe sobre as intervenções em Áreas de Preservação Permanente) e na Lei 11.428/2006 (Lei que dispõe sobre a utilização do bioma Mata Atlântica).

Diante do exposto, este trabalho buscou analisar a compensação ambiental necessária após o desmatamento de uma área para a construção de uma barragem no município de Lagoa dos Gatos, no estado de Pernambuco, Brasil.

## METODOLOGIA

O município de Lagoa dos Gatos, está localizado na mesorregião do agreste Pernambucano, na microrregião do brejo pernambucano e na região de desenvolvimento do agreste central. A barragem de Gatos será construída nesse Município, no riacho dos

Gatos, afluente do rio Pirangi, um dos principais formadores da Bacia do Rio Una (Figura 1).



Figura 1. Mapa com o indicativo da previsão de inundação das áreas na cidade de Lagoa dos Gatos.

A barragem está sendo implantada à 6,5 quilômetros do centro urbano de lagoa dos gatos e 120 quilômetros da região metropolitana do Recife. Para a realização desse estudo, foram coletados dados, documentos e informações na empresa responsável pelo projeto de supressão e compensação ambiental. Os documentos consultados são de uma empresa pública, portanto, acessível a sociedade. Também foram realizadas visita *in loco* para a análise do bioma, fauna e flora local.

A partir das informações levantadas, foi possível verificar a área autorizada para supressão de vegetação e a medida exigida como compensação para a construção da barragem Gatos. Com isso, foi possível estabelecer a área suprimida e a compensação ambiental e, através dessa apreciação, discutiu-se sobre os atos legais vigentes, que são usados para a determinação da compensação ambiental na Área de Preservação Permanente (APP) e no seu entorno, a Reposição Florestal. Foram criados cronogramas no Excel para a compensação e reposição florestal, e calculados a quantidade de hectares para essas mitigações.

O Valor da Compensação Ambiental - CA foi calculado pelo produto do Grau de

Impacto - GI com o Valor de Referência - VR, de acordo com a equação a seguir:

$$CA = VR \times GI \text{ (Eq. I)}$$

onde:

CA = Valor da Compensação Ambiental;

VR = somatório dos investimentos necessários para implantação do empreendimento, não incluídos os investimentos referentes aos planos, projetos e programas exigidos no procedimento de licenciamento ambiental para mitigação de impactos causados pelo empreendimento, bem como os encargos e custos incidentes sobre o financiamento do empreendimento, inclusive os relativos às garantias, e os custos com apólices e prêmios de seguros pessoais e reais; e

GI = Grau de Impacto nos ecossistemas, podendo atingir valores de 0 a 0,5%.

De acordo com o inciso 3 do decreto 6.848/2009 e artigo 31- a, as informações necessárias ao cálculo do VR deverão ser apresentadas pelo empreendedor ao órgão licenciador antes da emissão da licença de instalação.

No âmbito Estadual tem-se a resolução do Conselho Estadual de Meio Ambiente de Pernambuco - CONSEMA/PE nº04/2010, estabelece a metodologia de gradação de impactos ambientais e procedimentos para fixação e aplicação da compensação ambiental. Especificamente no Art. 9º- diz que, caberá ao grupo de trabalho da CPRH que analisar o EIA/RIMA avaliar o valor da compensação ambiental apresentado pelo empreendedor e propor à CTCA o valor que entender devido.

O Artigo 10 indica que o valor de compensação ambiental será calculado a partir do grau do impacto apurado multiplicado pelo valor de referência:

$$CA = GI \times VR \text{ (Eq. II)}$$

Onde,

CA = compensação ambiental

GI = grau de impacto →  $GI = \sum FR + FT + \sum FA$  VR = valor de referência FR = fator de relevância FT = fator de temporalidade FA = fator de abrangência Parágrafo

Único - Faculta-se ao empreendedor propor valores superiores ao apurado, conforme disposto nesta Resolução.

Como o empreendimento da Barragem Gatos é de competência estadual, foram seguidas as normas do CONSEMA e CPRH para o cálculo do impacto ambiental.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Supressão Vegetal

Segundo a lei nº 4771/65 da CF, A supressão total ou parcial de florestas de preservação permanente só será admitida com prévia autorização do Poder Executivo Federal, quando for necessária à execução de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social. Pôr a obra da barragem de contenção ser um



benefício a sociedade e um projeto de utilidade pública, foi autorizada essa supressão vegetal. Foi realizada uma supressão de 1.763 indivíduos nativos isolados em 1.518,50 st (metro estéreo) de vegetação nativa, assim como a supressão do fragmento florestal existente junto a ombreira direita da Barragem, correspondente a uma área de 0,122 ha, todas encontrada na área da Bacia Hidráulica da Barragem de Gatos. A supressão ocorreu em 41,39 hectares, sendo 29,79 hectares na área de APP e 11,60 hectares em seu entorno. O bioma desmatado foi o da mata atlântica e especificamente em torno da APP encontrava-se a presença de mata ciliar.

A supressão foi realizada na área de intervenção da APP e seu entorno, e, com isso, a medida mitigatória para essas supressões foram: a Compensação e a Reposição Florestal. As Figuras 2 e 3 apresentam a área de intervenção e seu entorno em Lagoa dos Gatos.



Figuras 2a e 2b: Área de Intervenção (APP) e seu entorno, com destaque para o Riacho dos Gatos.

Fonte: Os Autores (2021).

A supressão seguiu as exigências e o período para realização da supressão baseou-se na validade da autorização. O método para a supressão foi executado por operadores com motosserra ou manualmente (quando o diâmetro da árvore ou arbusto não excedesse 10 cm). Apresentaram-se equipados adequadamente com uso de equipamento de proteção individual (EPI), para garantir o direcionamento da queda, de modo que não ocorressem acidentes e queda sobre árvores não cotadas para remoção. Não foram permitidas outras formas para a remoção da vegetação, ficando terminantemente proibido o uso do fogo (conforme Decreto 2.661/1998) e produtos químicos (herbicidas) para tal finalidade.

### **Compensação Ambiental:**

A compensação ambiental não ocorreu na região de lagoa dos gatos pois não foi encontrado um terreno com as características necessárias, porém foi permitido que essa compensação fosse realizada dentro da mesma bacia, no caso Lagoa dos Gatos que pertence a bacia do Una, como apresentado na Figura 3, além da área escolhida em

Palmares, pertencente a mesma bacia.

A Compensação, devido à intervenção e supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente – APP foi em uma área de aproximadamente 29,79 hectares na bacia hidrográfica do Rio Una. O Engenho Vista Alegre está localizado no município de Palmares e apresenta uma área total de 962,10 hectares, sendo 84 hectares destinados as Áreas de Preservação Permanente - APP. Sendo assim, o Projeto de Compensação da Barragem Gatos será implantado nas APP's do referido Engenho.

A compensação ambiental é um instrumento de política pública que, intervindo junto aos agentes econômicos, proporciona a incorporação dos custos sociais e ambientais da degradação gerada por determinados empreendimentos, em seus custos globais. Com a lei 9.985/2000, que se institui o sistema nacional de unidades de conservação da Natureza, através do artigo 36, impondo ao empreendedor a obrigatoriedade de apoiar as unidades de conservação como forma de mitigação pelos seus impactos gerados.

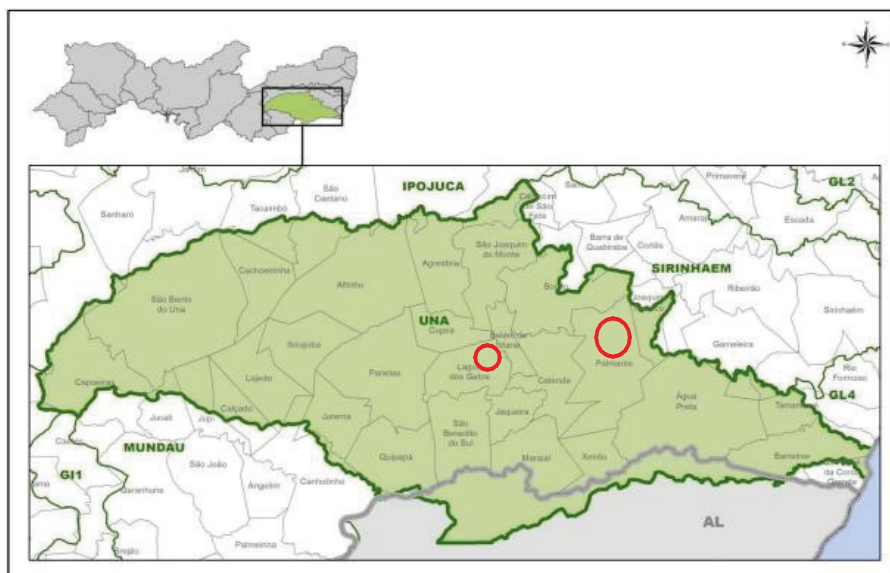


Figura 3. Mapa da Bacia Una.

Fonte: Calado (2014).

O presente trabalho que é de esfera estadual, comparou o valor da sua compensação ambiental que foi no total de R\$58.020,39, referente a 0,5% do valor total da obra da barragem, com o de um trabalho de esfera Federal. Sobre a compensação ambiental um estudo da contabilização e evidenciação dos gastos em uma usina hidrelétrica localizada no Estado do Rio Grande do Sul que foi de no total de R\$ 1.200.000,00, sendo R\$ 1.000.000,00 referente a 0,5% do valor total do empreendimento e R\$ 200.000,00 referente a 0,1%

conforme deliberação da Câmara Estadual de Compensação Ambiental (SILVA, 2012).

A intervenção nas áreas destinadas a Compensação Ambiental está com uma condição de recuperação com um alto grau de reversibilidade, uma vez que a condição do solo e os altos índices de pluviosidade na região beneficiam a restauração florestal.

A maior parte da área destinada ao Projeto de Compensação encontrava-se com vegetação herbácea, pois como na propriedade havia criação de bovinos, esta vegetação servia como pasto para os animais. Na área ainda existem alguns locais que apresentam indivíduos nativos isolados e exóticos, bem como fragmentos florestais em regeneração fazem limite com a área escolhida. Após a implantação total do Projeto (ainda está em andamento a obra) a intenção é formar um grande corredor ecológico entre os fragmentos propiciando o reaparecimento da fauna em outros locais da propriedade.

Foi visto que em alguns locais o simples cercamento da área seria o ideal para que a recuperação das matas ciliares acontecesse. Isto porque os fragmentos próximos induziriam a regeneração natural. O acesso às áreas de Compensação foi considerado bom e dispondo de água próximo ao local do plantio o que facilita na época de estiagem para realizar irrigações.

O cálculo para a determinação da área de Compensação ambiental baseou-se no quantitativo de área de preservação permanente que sofrerá inundação completa, existente na Bacia Hidráulica, da Barragem Gatos. Como serão inundados 29,79 hectares, o mesmo valor foi utilizado para compor o Projeto de Compensação Ambiental.

A área alagada de Lagoa dos Gatos, será de 241,53 hectares quando finalizada a obra. A área de matas nas margens das represas (Área de Preservação Permanente) vai seguir as exigências legais e será de 100 metros a partir do nível máximo de enchimento dos reservatórios.

As áreas de Compensação estão dentro de uma propriedade particular denominada de Engenho Vista Alegre no município de Palmares. Vale ressaltar a ocorrência permanente de bovinos nas áreas escolhidas para a implantação do Projeto, sendo assim será necessário o cercamento e monitoramento da área do Projeto.

De acordo com a Figura 4, em Lagoa dos Gatos, 12% da área alagada será área de intervenção (APP), e 88% restante será a área entorno da APP.

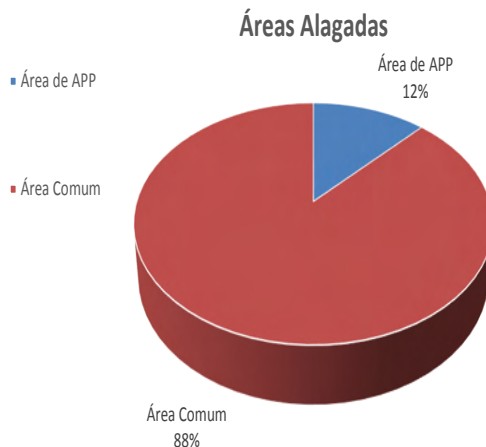


Figura 4 - Gráfico dos percentuais de Alagamentos.

O cronograma para a mitigação na área de preservação permanente pode ser resumido em:

- Mobilização—Preparação do local para receber as equipes para a compensação.
- Cercamento da Área - Como forma de evitar danos ao plantio e consequentemente evitar a entrada de pessoas e animais na área do Projeto, é aconselhado a instalação de cercas de arame farpado em todo o perímetro da APP.
- Limpeza da Área—Retirada de todo entulho que houver no terreno para que a terra possa ser preparada.
- Aquisição das Mudanças - As mudas deverão ser adquiridas em viveiros idôneos que apresentem o certificado de origem, e que tenham características ecológicas semelhantes às da área do Projeto.
- Abertura das Covas - As covas terão dimensões de 0,40 x 0,40 x 0,40 m, e no caso de áreas com solos compactados ampliar as medidas para 0,50 x 0,50 x 0,50m.
- Adubação de Fundação - A adubação do plantio será executada de acordo com a necessidade da área, pois podem ser utilizados dois tipos de adubação: a orgânica ou a química.
- Adubação de Cobertura
- Combate a Pragas – Verificar se houve pragas nas plantações e remediá-las para não atrapalhar o crescimento das espécies.
- Plantio - O plantio será realizado no período chuvoso da região entre os meses de maio e agosto. Na operação do plantio deve-se cortar o saco plástico pelas laterais e pelo fundo, tomando-se cuidado de não desfazer o torrão de terra.

- Replântio - O replântio deverá ser executado 60 dias após o plantio e se prolongará pelo tempo que for necessário, nas áreas onde ocorrerem mortalidade igual ou superior a 20%.
- Relatórios CPRH – Enviar relatórios periodicamente a CPRH com o andamento da Compensação.
- Desmobilização - Após realizada as atividades pelas equipes realizar a desmobilização da estrutura montada para eles.

As espécies florestais para serem utilizadas nas áreas de restauração, foram escolhidas de acordo com o bioma das áreas do Projeto, devido a essas áreas apresentar condições diferentes de umidade de solo. Com esse fator foram selecionadas espécies compatíveis com estes ambientes.

Os modelos de recuperação florestal baseiam-se na combinação de espécies de diferentes grupos ecológicos (Pioneiras ou de preenchimento e secundárias ou de diversidade). A forma de plantio se baseia na tolerância a sombra e velocidade de crescimento, fornecendo assim condições ecológicas favoráveis à sucessão (Pacto pela restauração da mata atlântica, 2015).

De acordo com a normativa 06/2006 do MMA, no art. 13 diz que A indicação das áreas de plantio florestal apresentadas na Declaração de Plantio Florestal deve ser georreferenciada ou indicar pelo menos um ponto de azimuth para áreas com até 20 ha (vinte hectares). No anexo 3 pode ser observado esse georreferenciamento.

O número total de área a ser utilizada como Reposição Florestal para a Barragem de Gatos será de aproximadamente 11,60 hectares, visto que o espaçamento a ser utilizado durante o plantio será de 2,0 m x 3,0 m.

Assim, foram adotadas as seguintes recomendações para a escolha das espécies:

- Plantar espécies adaptadas a cada condição de umidade do solo.
- Plantar espécies nativas com ocorrência na região;
- Implantar espécies pioneiras (grupo de preenchimento) de rápido crescimento junto com espécies não pioneiras (grupo de diversidade);
- Utilizar um maior número de espécies visando gerar diversidade florística;
- Introduzir espécies frutíferas atrativas à fauna.
- Não apresenta maiores problemas de pragas e doenças.

## **Reposição Florestal**

As espécies florestais a serem utilizadas nas áreas de restauração foram escolhidas de acordo com o bioma das áreas do Projeto, devido a essas áreas apresentar condições diferentes de umidade de solo. Com esse fator foram selecionadas espécies compatíveis com estes ambientes.

Os modelos de recuperação florestal basearam-se na combinação de espécies de diferentes grupos ecológicos (Pioneiras ou de preenchimento e secundárias ou de diversidade). A forma de plantio se baseou na tolerância a sombra e velocidade de crescimento, fornecendo assim condições ecológicas favoráveis à sucessão.

De acordo com a normativa 06/2006 do MMA, no art. 13 diz que a indicação das áreas de plantio florestal apresentadas na Declaração de Plantio Florestal deve ser georreferenciada ou indicar pelo menos um ponto de azimute para áreas com até 20 ha (hectares). O número total de área a ser utilizada como Reposição Florestal para a Barragem de Gatos será de aproximadamente 11,60 hectares, visto que o espaçamento a ser utilizado durante o plantio será de 2,0 m x 3,0 m.

Assim, foram adotadas as seguintes recomendações para a escolha das espécies:

- Plantar espécies adaptadas a cada condição de umidade do solo.
- Plantar espécies nativas com ocorrência na região;
- Implantar espécies pioneiras (grupo de preenchimento) de rápido crescimento junto com espécies não pioneiras (grupo de diversidade);
- Utilizar um maior número de espécies visando gerar diversidade florística;
- Introduzir espécies frutíferas atrativas à fauna.
- Não apresenta maiores problemas de pragas e doenças.

Na tabela 1 apresentam-se as espécies para a reposição pela seguinte classificação: nome vulgar, nome científico e sucessão ecológica.

Nome Vulgar	Nome Científico	Grupo de Sucessão Ecológica		
		P	S	C
Amescla de Cheiro	<i>Protiumheptaphyllum</i>	P		
Angelim	<i>AndiraNitida</i>		S	
Angico Branco	<i>Anadenanthera colubrina</i>	P		
Araça da Praia	<i>Psidiumcattleianum</i>	P		
Aroeira da Praia	<i>SchinusTerebinthifolius</i>	P		
Camboatã de Rego	<i>Cupania revoluta</i>	P		
Camboatã de Leite	<i>Thyrsodiumspruceanum</i>		S	
Café do Mato	<i>Casearia sylvestris</i>		S	
Cajá	<i>Spondiasmombim</i>	P		
Cajarana	<i>Cabralea canjerana</i>		S	
Caju	<i>Anacardiumoccidentale</i>		S	
Canafístula	<i>Cassia Ferruginea</i>		S	
Capixingui	<i>Crotonfloribundus</i>	P		
Cedro	<i>Credelafissilis</i>			C

Capiúba	<i>Tapirira guianenses</i>	P		
Embira Vermelha	<i>Xylopiافرutescens</i>	P		
Embiriba	<i>Eschweileraovata</i>			C
Garamundé	<i>Miciniasp</i>	P		
Jenipapo	Genipa americana		S	
Guabiraba	Campomanesiaxanthocarpa		S	
Guapeba	Ecclinusacostata	P		
Ingá	Ingaedulis	P		
Ingá	Ingasessilis	P		
Ingá	Ingatibaudiana	P		
Ingá	Ingablanchetiana		S	
Ipê Amarelo	Tabebuia chrysotricha		S	
Imbaúba	Cecropiaspp	P		
Jacarandá	Swartziapicklii	P		
Jatobá	Hymeneacourbaril		S	
João Mole	Guapiraopposita		S	
Lacre	Vismiaguianensis	P		
Louro	Nectandra rígida		S	
Murta	Myrciariatenella	P		
Mulungú	Erythrina velutina	P		
Oiti da Praia	Licania Tomentosa	P		
Pau Brasil	Caesalpiniaechinata			C
Pau Ferro	Caesalpiniaferrea		S	
Pau de Jangada	Apeibatibourbou		S	
Pau de Oléo	Capaiferalangsdorffii		S	
Quiri	Brosimumdiscolor		S	
Sambaqui	Scheffleramorotonii	P		
Sabonete	Sapindussaponaria		S	
Salgueiro	Aegiphilapernambucensis	P		
Salgueiro Branco	Cytharexylumpernambucensis	P		
Sucupira	Bowdichiavirgilioides		S	
Suruaji	Colubrina glandulosa	P		
Tamboril	Enterolobiumschomburgkii		S	
Visgueiro	Parkia pendula			C

Tabela 1: Grupos de sucessão Ecológica: P- pioneira, S – Secundaria e C- Climax.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após analisar o impacto e supressão vegetal no estudo de caso do projeto de

construção da barragem Gatos em Lagoa dos Gatos/PE, pôde ser observado o cumprimento e atendimento das normas, leis e licenças ambientais vigentes.

A supressão foi necessária para o crescimento econômico e foi realizada de forma sustentável. Após a supressão foram escolhidos métodos mitigatórios para a área de intervenção (APP) e o seu entorno, que foram a Compensação e a Reposição Florestal, atendendo assim as normas ambientais.

Apesar de existir impactos negativos com a implantação da Barragem, como o desmatamento, a perda da flora e fauna, houve ganhos econômicos e sociais, pois, a barragem irá gerar empregos, não causará mais cheias na área, e com isso a população do entorno será beneficiada.

Os impactos positivos encontrados foram, o reflorestamento do bioma da mata atlântica, a criação de corredores ecológicos para a fauna, proteção e enriquecimento do solo e proteção das águas.

A Compensação foi realizada em duas partes, foi calculado o valor de acordo com as legislações e escolhida uma área para mitigar a área de APP e seu entorno em Palmares/PE, deixando assim o projeto totalmente correto para sua Operação.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, Siglia Karine de Souza. Áreas Protegidas: Uma Análise do Status das Unidades de Conservação Brasileiras e Pernambucanas. UNINASSAU, Recife/PE 2012.

BRAGA, Benedito. Introdução a Engenharia Ambiental: O Desafio do Desenvolvimento Sustentável. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 303, de 20 de março de 2002a.

BRASIL. Decreto 4.340, de 22 agosto de 2002b. Regulamenta artigos da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 369, de 28 de março de 2006a.



BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006b. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 371, de 5 de abril de 2006c.

BRASIL. Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008. Regulamenta dispositivos da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.

CALADO, Tatiane de Oliveira. Gerenciamento Ambiental na Construção Civil: Estudo na construção de Barragens para proposição de instrumento de monitoramento. UNINASSAU, Recife/PE, 2014.

FARIA, Ivan Dutra. Compensação Ambiental: Os fundamentos e as normas; a gestão e os conflitos. Consultoria legislativa do senado federal – Texto para discussão 43, p.70. Brasília, 2008.

LEFF, Enrique. Saber Ambiental: Sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder, 2001. Mata Atlântica uma rede pela floresta.

REIS, Helena Vasconcelos Martins. Análise sobre a supressão de vegetação e compensação ambiental no estado de Pernambuco. UNINASSAU, Recife/PE 2013.

SÁNCHEZ, L.E. Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos. São Paulo: Oficinas de Textos, 2008.

SILVA, Camila Coelho. COMPENSAÇÃO AMBIENTAL: um estudo da contabilização e evidenciação dos gastos em uma usina hidrelétrica localizada no Estado do Rio Grande do Sul. UFSC, Florianópolis/SC 2012.

SIRVINKAS, Luís Paulo. Manual de Direito Ambiental. 6º ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

SOUZA, Márcia Virginia Estanislau. Estudo de Caso de destinação de madeira proveniente de supressão vegetal em empresa pública do estado de Pernambuco. UNINASSAU, Recife/PE 2015.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Adsorção 102, 109, 118, 119, 120, 121

Agência Nacional de Águas - ANA 2

Agroindústria 77

Águas residuárias 4, 7, 77, 78, 80, 83, 84, 91, 92, 93, 94, 96, 98, 99, 100, 101, 103, 105, 106, 107, 121

Águas superficiais 4, 7, 33, 95, 109, 111, 113, 115

Água subterrânea 38, 43, 45, 47, 49

Água sulfúrea 38, 46, 47, 50

Áreas de Preservação Permanente - APP 2, 6

Aterros sanitários 28, 29, 33, 112

Atividades agropecuárias 27

Atividades ecológicas 14, 18

Atividades portuárias 14

Automedicação 27, 32, 33

### B

Bacias hidrográficas 4, 7, 58, 61, 62, 63, 66, 67

Barragens 1, 2, 13

Biocombustíveis 126, 127, 129, 131, 132, 136, 137, 138

Biodegradabilidade 29, 33, 109, 112, 116

Bioma 2, 3, 5, 9, 12, 13

Biomassa 7, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139

Biota aquática 109, 110

### C

Compensação ambiental 4, 6, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 13

Conselho Estadual de Meio Ambiente de Pernambuco - CONSEMA/PE 4

Contaminação 7, 126, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139

Corpos hídricos 15, 93, 94

### D

Decantador 77, 79, 80, 81, 82, 84, 85

Desenvolvimento sustentável 1, 12, 93, 107

Desreguladores endócrinos 109, 111, 114, 122, 123

## **E**

Ecosistema 14, 15, 18, 21, 53, 114

Educação Ambiental 27, 29, 32, 34, 35, 140

Efluentes domésticos 7, 109

Energia elétrica 52, 53, 54, 55, 56, 57

Energia solar 52, 53, 56, 57

Energias renováveis 53

Erosão 15, 25, 59, 61, 62, 65, 66, 67

Espécie humana 29, 35

Eutrofização 93, 94, 95

## **F**

Fármacos 27, 29, 33, 34, 110, 111, 112, 113, 121, 122, 123

Filtração por membranas 109, 119, 121

Flotação 77

## **G**

Geoambiental 16, 58, 60

Geológicos 38, 41, 51

Geomorfológicos 38, 41

## **H**

Hidrogeoambientais 6, 38, 43

Hidrogeofísicos 58

Hidrologia 50, 58, 67

Hormônios 4, 7, 109, 111, 114, 116, 117, 119, 120

Humo 7, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139

## **I**

Impactos ambientais 2, 4, 29, 30, 33, 53, 92

Indústrias farmacêuticas 28, 29, 31

Infecciones respiratorias 126, 128, 129, 132, 133

## **L**

Logística reversa 6, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37

## **M**

Macrófitas 93, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 104

Mamão Papaya 7, 69

Manguezais 4, 6, 14, 15, 16, 21, 26

Medicamentos 4, 6, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 112, 114

Meio ambiente 4, 4, 12, 13, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 36, 37, 52, 53, 58, 69, 71, 72, 78, 90, 91, 93, 94, 109, 110, 111, 112, 113, 122, 124

Microscopia Eletrônica de Varredura - MEV 77, 79

Mudanças Climáticas 4, 7, 39, 40, 58, 61, 62

## **P**

Patógenos 71, 109, 114

Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD 15, 26

Podridão Peduncular 69, 71, 72, 73, 74, 75

Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS 28, 30, 35, 37

Processos Oxidativos Avançados - POAs 4, 109, 116, 121, 123, 140

Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA 28

## **R**

Reatores biológicos 77

Reatores de Leito Móvel com Biofilme - MBBR 7, 77

Reciclagem 28

Recuperação ecológica 4, 6, 14, 15, 26

Recursos hídricos 27, 29, 31, 33, 39, 78, 93, 109, 114, 123, 124

Rede de Drenagem 59, 61

Resolução CONAMA 2

Reutilizar 28

## **S**

Sistema de Confinamento Celular (Geocélulas) 6, 14, 15, 16, 17, 21, 25

Sistema Fotovoltaico 4, 6, 52, 53, 54, 55, 56, 57

Supressão vegetal 2, 4, 5, 11, 13

## **T**

Tratamento hidrotérmico 4, 7, 69, 70, 71, 74, 75, 76

## **U**

Usinas hidrelétricas 52, 53

# COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

## ENGENHARIA AMBIENTAL



-  [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)

# COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

## ENGENHARIA AMBIENTAL

- 
-  [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)