

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
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

IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO – ESTUDO DE CASO

Data de aceite: 01/11/2021

Eduardo Antonio Maia Lins

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

Juliana Viana Machado de Castro

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 uso da energia elétrica é fundamental para o desenvolvimento da sociedade. Atividades simples tornam o dia-a-dia, até as atividades de grandes fontes de energia. No Brasil, a produção de energia elétrica ocorre quase que inteiramente por meio das usinas hidrelétricas que lideram o mercado de energia. Essa fonte de energia é limpa, mas a instalação de usinas é altamente impactante para a sociedade e o meio ambiente, pois ocorre na inundação de grandes áreas, ao contrário de energias menos impactantes como as marés e a solar. Este trabalho teve como estudo de caso a implantação de um sistema

fotovoltaico em um edifício comercial. O uso de energia alternativa e limpa no estabelecimento resultou em uma redução de aproximadamente 25% na conta mensal da distribuidora de energia elétrica no estado do Amazonas, projeto Eletrobrás - Amazonas Energia. modelo SMA, cabos elétricos, hardware e medidor do modelo Smart Grid. A duração da implantação da primeira etapa do projeto foi de 15 dias, e para a segunda etapa foi de 10 dias, trabalhando nas duas etapas, 4 pessoas. O investimento total para implantação do sistema foi de R \$ 75.437,05, e foi verificado que o prazo de amortização será de aproximadamente 4,6 anos. O uso da energia fotovoltaica, além dos benefícios ao meio ambiente por gerar energia de forma limpa, também agrega benefícios ao sistema elétrico por não necessitar de linhas de transmissão, uma vez que é amplamente utilizada no próprio ponto de consumo.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Alternativa, Sustentabilidade, Fontes de Energia, Energia Solar, Eficiência Energética

ABSTRACT: The use of electric energy is essential for the development of society. Simple activities make the day-to-day, even the activities of great sources of energy. In Brazil, the production of electric energy takes place almost entirely through the hydroelectric plants that lead the energy market. This source of energy is clean, but the installation of plants is highly impactful for society and the environment, as it occurs in the flooding of large areas, in contrast to less impacting energies such as tidal and solar. This work had as a case study the implantation of

a fotovoltaic system in a commercial building. The use of alternative and clean energy in the establishment resulted in a decrease of approximately 25% in the monthly bill of the electric energy distributor in the state of Amazonas, Eletrobrás - Amazonas Energia project. model SMA, electrical cables, hardware, and meter of the Smart Grid model. The duration of the implementation of the first stage of the project was 15 days, and for the second stage it was 10 days, working in both stages, 4 people. The total investment for the implementation of the system was R\$ 75,437.05, and it was verified that the amortization period will be approximately 4.6 years. The use of photovoltaic energy, in addition to the benefits to the environment by generating energy in a clean way, it also adds benefits to the electrical system by not requiring transmission lines, since it is widely used at the point of consumption itself.

KEYWORDS: Alternative energy, sustainability, energy sources, solar energy, energy efficiency.

INTRODUÇÃO

A utilização de energia elétrica é de extrema importância para que exista o desenvolvimento e o funcionamento da sociedade e economia. Atividades simples do dia-dia, como trabalhar, se alimentar e dormir necessitam de energia elétrica. No Brasil a produção de energia elétrica através das usinas hidrelétricas está em primeiro lugar (EPE, 2016), porém, a sua implantação é altamente impactante causando a destruição do ecossistema, afetando também a sociedade e a economia da população no entorno. Dutra et al. (2013), destacam também que a utilização de fontes não renováveis provoca preocupantes impactos ambientais que vêm sendo comprovados pelos cientistas e sentidos pelas populações mundiais.

A energia solar, dentre as fontes de energias renováveis, destaca-se por ser autônoma, por não poluir o meio ambiente, por ser uma fonte inesgotável, renovável, porque oferece grande confiabilidade e por reduzir custos de consumo no longo prazo (DUTRA et al., 2013). *É uma fonte de energia com grande potencial e que ainda pode ser muito explorada e aproveitada*, pela população e pelos governantes. Além disso, trata-se de uma fonte de energia com grande potencial de produção, que pode atender toda a necessidade de energia do Brasil. No interior do Estado do Amazonas, por exemplo, ainda existem 62 municípios, dos quais 59 deles utilizam geração térmica a partir do óleo Diesel para atender a população com energia elétrica, apresentando uma grande contradição quando se pensa na região como o “pulmão do mundo”.

O presente trabalho versa sobre os parâmetros de eficiência energética, e as principais fontes de energias renováveis e não renováveis. O estudo de caso mostra a implantação de um sistema fotovoltaico em um prédio comercial no município de Manaus-AM.

Metodología

Os dados apresentados neste trabalho foram coletados em um prédio comercial situado na Avenida Visconde de Porto Alegre, 1680, Praça 14, Manaus - AM, que foi alvo do nosso estudo de caso. O empreendimento, alvo deste estudo de caso, tem 600 m² de área construída, 3 pavimentos, e é ocupado por uma Empresa de que atua no ramo de Engenharia Civil e Elétrica, com montagens elétricas de baixa, média e alta tensão, e está no mercado a cerca de cinco anos, contando com 30 funcionários.

Para iniciar o projeto, inicialmente foi realizado um estudo da demanda de energia elétrica utilizada pelo prédio comercial, através das contas fornecidas pela distribuidora estatal Eletrobrás - Amazonas Energia. Após saber a demanda, foi pesquisada a quantidade de equipamentos elétricos que a empresa utiliza. Com todas as informações coletadas foi realizado um estudo de viabilidade de implantação de sistema fotovoltaico para alimentar a demanda de energia elétrica para o prédio. Os equipamentos utilizados no projeto de geração de energia elétrica através desta fonte renovável foram: painéis fotovoltaicos, inversor dos painéis, Cabos elétricos, ferragens, entre outros;

Para este projeto, foi escolhido o painel de 60 células policristalino. O equipamento possui garantia de 15 anos para 90% de potência nominal, e 25 anos mantendo 85% do desempenho inicial. A escolha por esse tipo de painel se deu por se tratar de uma tecnologia mais utilizada e por possuir um desempenho de eficiência energética bem próxima ao silício monocristalino (SAMPAIO, 2019).

O sistema de geração de energia elétrica fotovoltaica foi dimensionado para que o empreendimento fosse abastecido de fonte alternativa 24h por dia, de modo que manteria a continuidade da atividade da empresa na falta de energia da concessionária. Tal sistema foi inicialmente composto por 40 placas fotovoltaicas, de 60 células, com capacidade máxima de geração de 245 Wp cada uma.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Decorridos 20 dias do início de funcionamento da instalação, verificou-se que a instalação gerou 1.570,6 kWh. Considerando que o custo o kW/h em Manaus é atualmente R\$ 0,43, obtém-se o seguinte retorno do investimento:

$$R_i = 0,43 \times 1570,6 = \text{R\$ } 675,36 \text{ (Eq. 1)}$$

Projetando este valor para um ano de operação, tem-se:

$$\text{R\$ } 675,36 \dots\dots\dots 20 \text{ dias}$$

$$X \dots\dots\dots 365 \text{ dias}$$

$$X = \text{R\$ } 12.325,32$$

Este é o valor reduzido na conta de energia com a utilização do sistema fotovoltaico. O sistema custou para a empresa o valor de R\$ 41.107,25. Dividindo-se este total para valor de retorno anual (X) tem-se:

$$Z = 41.107,25/12.325,32$$

$$Z = 3,33 \text{ anos}$$

O tempo aproximado que a Empresa recupera o valor investido no sistema fotovoltaico é de 3,33 anos. Ressalta-se que na análise econômica, não foram contabilizados juros de capital e nem os aumentos previstos nas tarifas de energia para os próximos anos. Com certeza estas variáveis farão com que o retorno do valor investido seja amortizado em prazo bem menor. Após a amortização do investimento a planta de geração solar continuará funcionando por mais 25 anos sem necessidade de combustível, peças de reposição e mínima manutenção. A única manutenção preventiva exigida pela geração fotovoltaica é a limpeza periódica da superfície dos painéis. O investimento total de equipamentos fotovoltaicos foi de R\$ 75.437,05, incluindo as duas etapas do projeto. Calculando-se a energia produzida por cada módulo tem-se:

$$E_p = E_s \times A_m \times E_m \text{ (Eq. 2), onde:}$$

E_p = Energia produzida por cada módulo

E_s = Radiação diária em Wh/m²/dia = 4,44kW/m²

$$E_s = 4,44 \text{ kW/m}^2$$

A_m = Área da superfície do módulo em m². De acordo com o fabricante é de 1,63 m²

$$A_m = 1,63 \text{ m}^2$$

E_m = Eficiência do módulo

Calculando a eficiência do módulo obteve-se:

$$E_m = 245W / 1.000W / 1,63 = 0,1503 \text{ ou } 15,03\%$$

$$E_m = 0,1503$$

$$E_p = E_s \times A_m \times E_m \text{ (Eq. 4)}$$

$$E_p = 4,44 \times 1,63 \times 0,1503$$

$$E_p = 1,088 \text{ kWh por cada painel}$$

A geração de energia é influenciada pela temperatura e eficiência total definida nos itens abaixo. Todos os dados a seguir, são referidos pela CRESESB (2015).

$$\text{Temperatura} = 0,8758$$

$$\text{Inversor PV} = 0,98$$

$$\text{Queda de tensão barramento CC } 0,50\% = 0,995^*$$

$$\text{Queda de tensão barramento CA } 1\% = 0,99^*$$

$$\text{Eficiência total} = (0,8758 \times 0,98 \times 0,998 \times 0,99) = 0,85$$

Sendo assim: a energia gerada diariamente = Energia gerada por cada painel x eficiência total x quantidade de painéis (Eq. 3)

$$E_g = 1,088 \times 0,85 \times 80$$

$$E_g = 73,98 \text{ kWh}$$

No início da implantação do projeto, a energia elétrica em Manaus custava R\$ 0,43, porém, foi aprovado o aumento de 38,8% na tarifa, passando para R\$ 0,60 o kWh. Se a energia gerada diariamente é de 73,98 kWh, a energia gerada por mês será de:

Emês = 73,98 kWh x 30 dias

Emês = 2219,40 kWh por mês

Assim tem-se que:

- Valor mensal da energia gerada pelo sistema fotovoltaico: R\$ 2219,40 x R\$ 0,60
= R\$ 1.331,64

- Valor reduzido mensalmente na fatura da distribuidora de energia elétrica é de R\$ 1.331,64

Como o valor total de investimento foi de R\$ 75.437,05, e a redução mensal na fatura é de R\$ 1.331,64, o prazo de amortização será em média de:

$PA = R\$75.437,05 / R\$1.331,64$

PA = 56 meses

Conclui-se então que o prazo de amortização é de aproximadamente 4,6 anos. Porém, como supracitado. nos cálculos não foram considerados a capitalização do investimento, e nem os aumentos previstos nas tarifas de energia elétrica, que devem crescer em percentuais acima da inflação, fato este provocado pelos problemas que o setor elétrico vem enfrentando nos últimos anos. Logo, é provável que o retorno do investimento ocorra com o prazo bem menor.

Segundo Pinho & Galdino (2014), um sistema solar fotovoltaico para instalações em residências deve ser constituído de: módulos fotovoltaicos, banco de baterias, inversor para conversão de corrente, e outros equipamentos estruturais. Já no sistema fotovoltaico do prédio do estudo de caso desse trabalho, não houve a necessidade do uso de baterias. Moraes Jr. et al (2012) da Universidade Federal do Pará (UFPA) verificou que os índices de radiação solar em qualquer parte do território brasileiro, é maior do que em países como Alemanha, França e Espanha. Porém, a Europa vem liderando o mercado em relação à utilização da energia solar. Uma grande vantagem de utilização de energia fotovoltaica na região Amazônica, é a baixa variabilidade inter-sazonal, que é decorrente dos parâmetros climáticos da região.

CONCLUSÕES

A inserção da matriz fotovoltaica nas redes urbanas de energia elétrica, é certamente a melhor alternativa sob o ponto de vista ambiental e econômico, além de proporcionar um benefício adicional aos usuários do sistema elétrico por permitir que o sistema se torne menos dependente das usinas térmicas, diferentemente do que ocorre hoje.

Ao final desse estudo, pode-se observar que a implantação de um sistema fotovoltaico é extremamente viável no Brasil, já que existe uma taxa de radiação solar constante durante o ano inteiro, principalmente nas regiões norte e nordeste.

Um projeto de energia alternativa, principalmente de energia solar através de sistemas fotovoltaicos devem ser bem dimensionados, levando-se em conta não só a taxa

de incidência solar do local, mais a oferta e custo dos equipamentos, a energia demandada pelas atividades e equipamentos atuais do prédio e os de futura implantação.

Um sistema fotovoltaico exige manutenção mínima, a limpeza periódica dos módulos garante a eficiência dos equipamentos. A manutenção preventiva periódica do monitoramento da geração, garante perfeito funcionamento por 25 anos, perdendo apenas 15% da sua potência nominal.

Para fazer o cálculo de amortização de investimento foi utilizada a menor taxa de radiação solar na região de Manaus. Concluiu-se que o retorno será em média de 4,6 anos, porém, não foi contabilizado o aumento previsto na tarifa de energia elétrica para os próximos anos, uma vez que isto faria com que o retorno ocorra com o prazo menor do que o previsto.

REFERÊNCIAS

Dutra, J. C. D. N.; Boff, V. Â.; Silveira, J. S. T.; Ávila, L. V. Uma Análise do Panorama das Regiões Missões e Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul sob o Prisma da Energia Eólica e Solar Fotovoltaica como Fontes Alternativas de Energia. Revista Paranaense de Desenvolvimento-RPD, v. 34, n. 124, p. 225-243, 2013.

EPE, E. d. P. E. (2016a). Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2016: ano base 2015. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/117AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Forms/Anurio.aspx>. Acesso em dezembro/2016.

Morais Jr, Hélio de Souza; Cavalcante, Renato Luz; Galhardo, Marcos André Barros; Macedo, Wilson Negrão; Aplicação de Energia Solar Fotovoltaica – Um Estudo de Caso na Região Amazônica, Revista Geonorte, Edição Especial, V.2, N.4, p.1303 - 1309, 2012.

Pinho, João Tavares; Galdino, Marco Antonio; Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos, Rio de Janeiro, 2014.

Sampaio, João Alves (in memoriam) Silício Grau Solar – Uma Revisão das Tecnologias de Produção / João Alves Sampaio (in memoriam) [et al.], Rio de Janeiro: CETEM/MCTIC, 2019. 101p.

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

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA AMBIENTAL

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