

LEONARDO TULLIO  
(ORGANIZADOR)

# PAUTA AMBIENTAL BRASILEIRA E A PROMOÇÃO DA SUSTENTABILIDADE



LEONARDO TULLIO  
(ORGANIZADOR)

# PAUTA AMBIENTAL BRASILEIRA E A PROMOÇÃO DA SUSTENTABILIDADE



**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-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

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

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  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
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  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> 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



## Pauta ambiental brasileira e a promoção da sustentabilidade

**Diagramação:** Camila Alves de Cremonesi  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Leonardo Tullio

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

P335 Pauta ambiental brasileira e a promoção da sustentabilidade / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0271-8

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.718223005>

1. Sustentabilidade e meio ambiente. I. Tullio, Leonardo (Organizador). II. 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 obra “Pauta ambiental brasileira e a promoção da sustentabilidade” aborda uma apresentação de 11 capítulos envolvendo pesquisas que englobam educação, projetos e manejo sustentável no cenário ambiental.

Pesquisar sobre variáveis que pressupõem a sustentabilidade no meio, é assunto com ênfase no cenário nacional e mundial. Esclarecer relações entre ação humana e ambiente é o foco principal desta obra. Os autores trazem aspectos da sociedade em contribuição para um mundo mais sustentável.

O cenário das mudanças climáticas são preocupantes e exigem pesquisas que vão além, que definam estratégias de conservação, manejo e educação social. Pois a remediação de um problema nem sempre é uma tarefa fácil, mas tendo a percepção da realidade em que vivemos podemos traçar metas e rumos para novos caminhos.

Educação ambiental faz parte e se torna cada vez mais evidente como resultado primordial para a conscientização dos problemas ambientais e a promoção de virtudes que proponham a sustentabilidade do meio.

Na leitura dos capítulos, serão discutidos esses aspectos por pesquisadores preocupados em demonstrar possibilidades para uma abordagem mais técnica e ao mesmo tempo refletiva sobre o tema ambiental.

Sustentabilidade é possível agirmos já?

A resposta para essa pergunta iremos descobrir a seguir. Boa leitura.

Leonardo Tullio



## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

BIOMONITORING OF POTENTIALLY TOXIC ELEMENTS IN TWO POLLUTED AREAS FROM LURIGANCHO-CHOSICA USING THE GENUS *Tillandsia latifolia* AND *T. purpurea* AS BIOMONITOR

Alex Rubén Huamán de La Cruz

Adriana Gioda

Nancy Curasi Rafael

Mohamed Mehdi Hadi Mohamed

Andrés Camargo Caysahuana

Alberto Rivelino Patiño Rivera

Julio Ángeles Suazo


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7182230051>

### **CAPÍTULO 2..... 16**

CONSUMO, SUSTENTABILIDADE E SOCIEDADE: FATORES CLIMÁTICOS SOB A ÓTICA ECONÔMICO-ECOLÓGICA

Barbara Lúcia Guimarães Alves


Nathalia Guimarães Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7182230052>

### **CAPÍTULO 3..... 29**

A EDUCAÇÃO NA PROMOÇÃO DA SUSTENTABILIDADE: CULTURA E NATUREZA COMO PATRIMÔNIOS DE PRESERVAÇÃO

Carlos César Leonardi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7182230053>

### **CAPÍTULO 4..... 44**


INCENTIVOS PÚBLICOS A PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA NA PROPRIEDADE FAMILIAR RURAL DO RS: PROPOSTAS PARA REGULAMENTAÇÃO DO CÓDIGO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE DE 2020

Domingos Benedetti Rodrigues

Cristian Maidana

Gabriela Colomé Moreira

Fabrcício da Silva Aquino


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7182230054>

### **CAPÍTULO 5..... 55**

CONTRIBUIÇÃO DAS COOPERATIVAS DE CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS PARA A REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA

Jefferson Faria Dionisio de Oliveira

Emília Wanda Rutkowski


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7182230055>

### **CAPÍTULO 6..... 63**

BIOMONITORING OF TOXIC ELEMENTS IN PLANTS COLLECTED NEAR LEATHER

## TANNING INDUSTRY

Alex Rubén Huamán de La Cruz  
Adriana Gioda  
Nancy Curasi Rafael  
Mohamed Mehdi Hadi Mohamed  
Andrés Camargo Caysahuana  
Alberto Rivelino Patiño Rivera  
Julio Ángeles Suazo  
Ide Unchupaico Payano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7182230056>

## **CAPÍTULO 7..... 76**

UM ESTUDO SOBRE RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS TÊXTEIS  
DESCARTADOS DA INDÚSTRIA DE VESTUÁRIO

Natalia Gonçalves dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7182230057>

## **CAPÍTULO 8..... 89**

CONSERVAÇÃO DA NATUREZA E COEXISTÊNCIA DO RURAL NO URBANO NA APA  
BACIA DO RIO DO COBRE/SÃO BARTOLOMEU, SALVADOR-BA (BR)


Débora Carol Luz da Porciúncula  
Cristina Maria Macêdo de Alencar  
Manuel Vitor Portugal Gonçalves  
Mariana Reis Santana  
Vinnie Mayana Lima Ramos  
André Augusto Araújo Oliveira  
Gláucio Alã Vasconcelos Moreira  
Thiago Guimarães Siqueira de Araújo  
Fátima Carmelo Balthazar da Silveira Lima  
Flávio Souza Batista

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7182230058>

## **CAPÍTULO 9..... 113**

PERCEÇÃO SOBRE O PROJETO QUELÔNIOS DO ARAGUAIA NO MUNICÍPIO DE  
SANTA MARIA DAS BARREIRAS, PARÁ, BRASIL


Vanessa Lima Araújo Luz  
Adriana Malvasio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7182230059>

## **CAPÍTULO 10..... 127**

TÉCNICAS MPPT: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS PRINCIPAIS MÉTODOS E  
SUA INFLUÊNCIA NA EFICIÊNCIA DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

José Ramon Nunes Ferreira  
Alberto Grangeiro de Albuquerque Neto  
Vinivios dos Santos Mangueira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.71822300510>

**CAPÍTULO 11 ..... 136**

**UMA VISÃO INTERDISCIPLINAR DOS EFEITOS DO MANEJO DO SOLO EM BACIAS  
HIDROGRÁFICAS**

Mauricio Willians de Lima

Yasmin di Paula Teixeira Oliveira

Jaqueline Silva de Oliveira

Deimid Rodrigues da Silva

Maria Carolina Sarto Fernandes Rodrigues

João Elias Lopes Fernandes Rodrigues

Maria de Lourdes Souza Santos

Flávia Kelly Siqueira de Souza

Antonio Rodrigues Fernandes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.71822300511>

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 160**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 161**

## TÉCNICAS MPPT: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS PRINCIPAIS MÉTODOS E SUA INFLUÊNCIA NA EFICIÊNCIA DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

Data de aceite: 02/05/2022

**José Ramon Nunes Ferreira**

<http://lattes.cnpq.br/7074303515196287>

<https://orcid.org/0000-0002-8764-2641>

**Alberto Grangeiro de Albuquerque Neto**

**Vinivios dos Santos Mangueira**

**RESUMO:** O presente estudo aborda uma análise comparativa das principais estratégias MPPT (Maximum Power Point Tracking) utilizadas atualmente em sistemas fotovoltaicos, tendo como metodologia a revisão da literatura sobre o assunto e a discussão do objeto. A princípio, procurou-se explicar o tema analisando a variação da geração da máxima potência diária sob o efeito das alterações climáticas, principalmente das variáveis como a irradiação solar e o sombreamento parcial de áreas livres (causados por nuvens). Na sequência, discutiu-se sobre os tipos de rastreamentos de máxima potência, relacionando-os à praticidade da aplicação dos métodos, sua facilidade de uso e usabilidade em sistemas de energia limpa. Observou-se que o método P&O (Perturbe e Observe), apesar de ser uma estratégia simples, serve de base para evolução de métodos mais sofisticados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Método P&O, Sistemas Fotovoltaicos, Técnicas MPPT.

**ABSTRACT:** The present study addresses a comparative analysis of the main MPPT

(Maximum Power Point Tracking) strategies currently used in photovoltaic systems, with the methodology of reviewing the literature on the subject and discussing the object. At first, we tried to explain the theme by analyzing the variation in the generation of maximum daily power under the effect of climate change, mainly of variables such as solar irradiation and partial shading of free areas (caused by clouds). Then, the types of maximum power tracking were discussed, relating them to the practicality of applying the methods, their ease of use and usability in clean energy systems. It was observed that the P&O method (Disturb and Observe), despite being a simple strategy, serves as a basis for the evolution of more sophisticated methods.

**KEYWORDS:** P&O Method, Photovoltaic Systems, MPPT Techniques.

### INTRODUÇÃO

O aumento do consumo em escala global contribui para o crescimento da demanda de geração de energia. Sob a ótica de uma expansão populacional equilibrada e sustentável, formas de energias limpas e renováveis disponíveis na atmosfera devem ser utilizadas em benefício da sociedade e da estabilidade da biosfera. É o exemplo da energia do sol. Há uma energia infinita, limpa, renovável e disponível na superfície terrestre.

As energias renováveis atingem um patamar relevante nos sistemas elétricos e são cada vez mais necessárias para garantir a

sustentabilidade nas matrizes energéticas e elétricas atuais e futuras. Provavelmente, a Energia Fotovoltaica PV (PhotoVoltaic), é a mais utilizada para geração de eletricidade dentre todas as fontes de energia renováveis, uma vez que é fonte limpa, renovável e ilimitada de energia. Portanto, é um campo que detém de uma quantidade considerável de investigação realizada recentemente pela comunidade científica (JANA; SAHA; DAS BHATTACHARYA, 2017).

A geração de potência de um arranjo PV, na qual é transmitida para o conversor CC/CA (Corrente Contínua/ Corrente Alternada) é variável no decorrer do dia (Figura. 1), pois a irradiação não é contínua devido a fatores naturais, ocasionando geração de valores de tensão e corrente não controlados. Isso pode ser um problema para o conversor, pois este pode não estar configurado para receber picos de tensão e corrente dentro de sua margem de segurança de operação. Além disso, o sistema torna-se ineficiente por não estar aproveitando seguramente a potência máxima gerada pelo agrupamento matricial de placas fotovoltaicas.

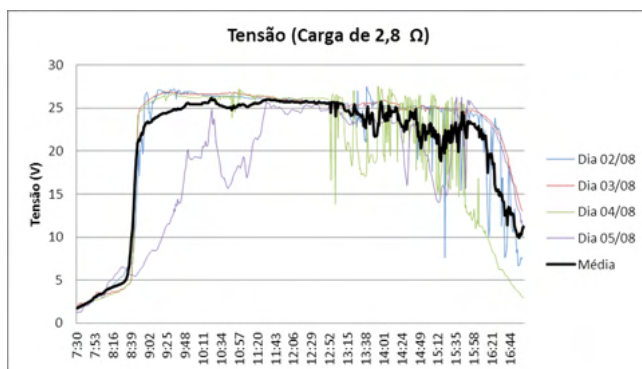


Figura. 1 - Variação da tensão durante o dia no arranjo PV.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa qualitativa que propõe comparar os mais relevantes tipos de rastreamentos da literatura científica, explanando de forma sucinta, as principais características dos objetos pesquisados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Tipos de rastreamento

Os tipos de rastreamento de máxima potência do arranjo PV são classificados em diretos e indiretos. No rastreamento direto, a tensão e a corrente geradas pelo arranjo de placas são monitoradas continuamente durante a operação efetiva do painel fotovoltaico,

ou seja, as variáveis são lidas na planta em tempo real, devolvendo a cada instante os valores atualizados para o sistema. No rastreamento indireto, o ponto de máxima potência é calculado a partir de uma base empírica de dados previamente estabelecida.

### Rastreamentos diretos

**1) Método Perturbe e Observe (P&O).** O método de Perturbação e Observação é bastante conhecido e utilizado por ser um algoritmo de fácil implementação, não necessitar de sensores adicionais e complexos para seu funcionamento. Seu princípio básico está na perturbação da tensão, logo quando ela é observada.

Neste método, a tensão de operação atinge o Ponto de Máxima Potência e opera em torno dele devido aos incrementos positivos e negativos, de acordo com a taxa de variação da potência em relação tensão, conforme é exibido no Gráfico 1. Este princípio operacional revela o problema da oscilação (ÇELIK, 2017). Além disso, este algoritmo pode falhar em especificar a direção de perturbação correta sob mudanças rápidas das condições atmosféricas.

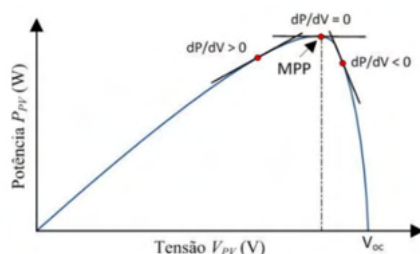


Gráfico. 1 - Curva de Potência.

Onde:

$dP$  Taxa de variação da Potência

$dV$  Taxa de variação da Tensão

MPP *Maximum Power Point*

Sendo assim, logo quando a tensão de operação do arranjo PV é perturbada numa direção, observa-se o valor da potência  $P$ . se  $P(k) > P(k-1)$ , ou seja,  $\frac{dP}{dV} > 0$ , o algoritmo continua a perturbar a tensão do arranjo fotovoltaico na mesma direção. Se  $P(k) < P(k-1)$ , ou seja,  $\frac{dP}{dV} < 0$ , então o método P&O faz a direção invertida da perturbação.

A Figura. 2 mostra o fluxograma do algoritmo de implementação do método P&O. Basicamente, o algoritmo está estruturado em apenas uma decisão, que está na comparação do valor da potência medida  $P(k)$  com o último valor  $P(k-1)$  aferido.

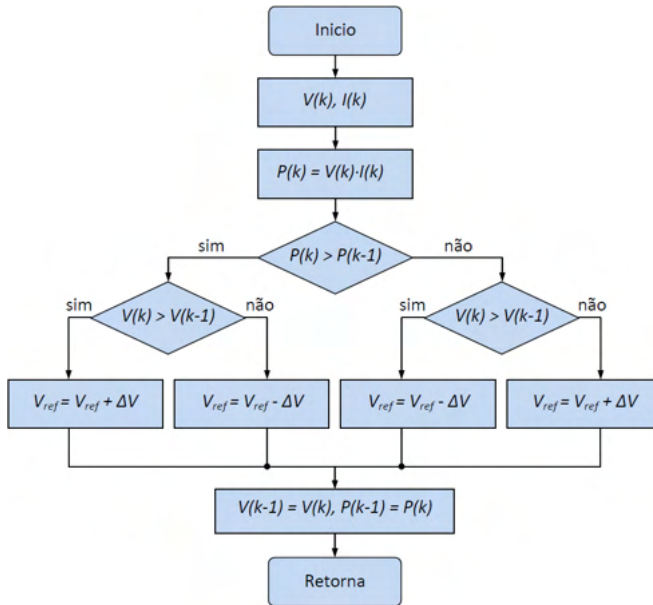


Figura. 2 - Fluxograma do algoritmo P&O.

**Onde:**

- $V(k)$  Tensão gerada pelo arranjo PV
- $I(k)$  Corrente gerada pelo arranjo PV
- $P(k)$  Potência calculada
- $V_{ref}$  Tensão referencial
- $\Delta V$  Variação da tensão

Em síntese, a influência do tamanho do passo de perturbação do método P&O determina a velocidade de rastreamento e controle do Ponto de Máxima Potência, ou seja, quanto maior o passo de perturbação mais rapidamente o sistema se aproxima do MPP. Nesta perspectiva, para as condições em que a irradiância começa a aumentar rapidamente, o tamanho do passo de perturbação será menor, devido a oscilações em torno do MPP, o que provoca uma imprecisão no rastreamento, tornando este método pouco eficiente para situações de mudança repentina das condições atmosféricas.

**2) Método de Condutância Incremental (Inc).** O método de Condutância Incremental, assim como o P&O atua no monitoramento full time da tensão e corrente do arranjo PV. Essa estratégia foi desenvolvida para suprir as deficiências existentes no algoritmo P&O. Em termos de velocidade de rastreamento, precisão de rastreamento e eficiência global do sistema, o método de Condutância Incremental é muito superior comparado ao método P&O. No entanto, este método é mais complexo e mais susceptível a ruídos e erros nos valores de controle medidos.

Este método é baseado fundamentalmente no fato de que a taxa de variação da

potência de saída do painel fotovoltaico com relação a sua tensão é nula, conforme mostra a equação abaixo (ÇELIK, 2017):

$$\frac{dP}{dV} = 0$$

$$\frac{d(IV)}{dV} = I + V \frac{dI}{dV} \cong I + V \frac{\Delta I}{\Delta V} \quad (1)$$

Neste caso, a equação 1 pode explicar o funcionamento do sistema, conforme expressões abaixo:

$\frac{\Delta I}{\Delta V} = -\frac{I}{V}$ , o valor calculado está no MPP na curva de potência.

$\frac{\Delta I}{\Delta V} > -\frac{I}{V}$ , o valor calculado está à esquerda do MPP na curva de potência

$\frac{\Delta I}{\Delta V} < -\frac{I}{V}$ , o valor calculado está à direita do MPP na curva de potência

Onde:

$dP$  Taxa de variação da Potência

$dV$  Taxa de variação da Tensão

$V$  Tensão

$I$  Corrente

$\Delta V$  Variação da tensão

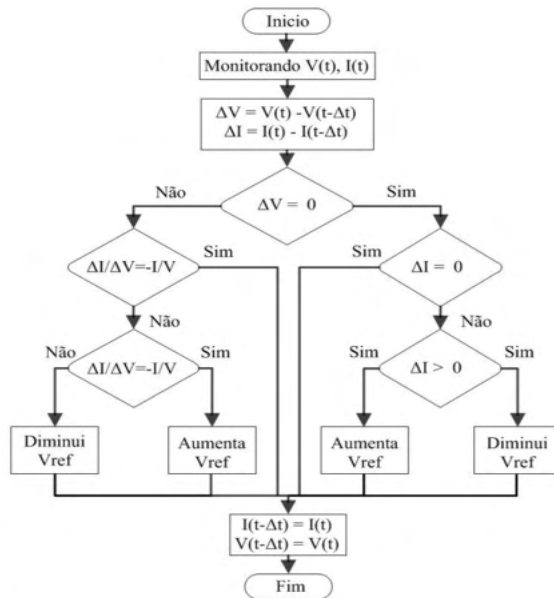
$\Delta I$  Variação da corrente

Considerando que a oscilação da tensão de operação em torno do MPP seja o principal problema do algoritmo de P&O, esta é suavizada pelo algoritmo InC. Nesta perspectiva, quando a tensão de operação alcança o MPP, onde  $\frac{dP}{dV} = 0$ , a perturbação em tensão de operação realizada pelo algoritmo é interrompida (NEMA, 2013) (HUSSEIN, 1995).

No entanto, quando o nível de irradiância é rapidamente variado, o algoritmo InC não acompanha o MPP como no método Perturbe e Observe, pois apesar de realizar a busca do Ponto de Máxima Potência da mesma forma que o algoritmo de P&O, ele não necessita calcular a potência  $P(k)$ . Sendo assim, depois que o MPP é atingido, o algoritmo é instruído para finalizar as perturbações. A Figura. 3 mostra o fluxograma do algoritmo de implementação do método InC.

Há pesquisas na literatura que apresentam experimentos do algoritmo InC implementado com um controlador PI que objetiva aperfeiçoar o rastreamento da máxima potência. Dessa forma, o controlador procura anular a Condutância Incremental, o que sempre ocorre no ponto de Máxima Potência. Para a modificação deste método, foi nomeado na literatura de Condutância Incremental baseada em PI (BRITO, 2013).





(BRITO, GALOTTO JR., *et al.*, 2013).

Figura. 3. Fluxograma do algoritmo InC.

Onde:

- $t$  Tempo de processamento
- $\Delta t$  Variação do tempo
- $V(t)$  Tensão monitorada em função de  $t$
- $I(t)$  Corrente monitorada em função de  $t$
- $\Delta V$  Variação da tensão
- $\Delta I$  Variação da corrente
- $V_{ref}$  Tensão referencial

### 3) Método da Temperatura

Essa estratégia também está categorizada como sendo um método de MPPT de baixo valor de implantação e com uma relação custo x eficiência aceitável. A Figura. 4 mostra o fluxograma do algoritmo do Método da Temperatura. Percebe-se que as variáveis monitoradas no sistema são a tensão do arranjo PV e sua temperatura.

Este método atualiza e corrige o valor da tensão do ponto de máxima potência (VMPP) em função da temperatura da célula, usando um sensor de temperatura conectado na superfície da placa fotovoltaica.

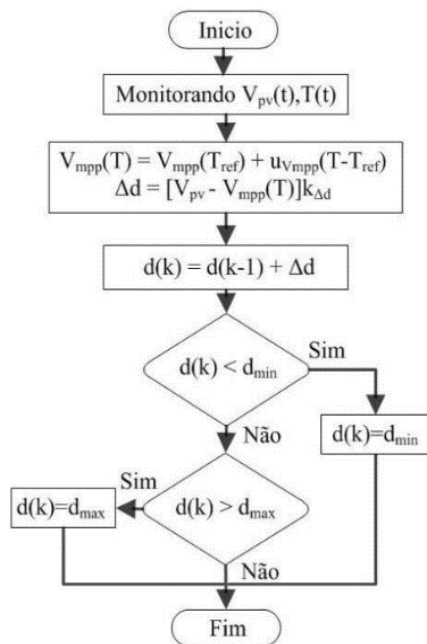


Figura. 4. Fluxograma do algoritmo do método da Temperatura.

Onde:

- $t$  Tempo de processamento
- $T$  Temperatura da célula PV
- $V_{pv}(t)$  Tensão do painel em função do tempo
- $T(t)$  Temperatura do painel em função do tempo
- $V_{mpp}(T)$  Tensão do painel em função da temperatura
- $T_{ref}$  Temperatura referencial

Cabe ressaltar que esta correção torna-se interessante pelo fato de a tensão no MPP variar de acordo com a mudança de temperatura do arranjo PV. Assim, este método rastreia a tensão e a temperatura do painel PV, por meio do uso de sensor de temperatura e sensor de tensão. Neste caso, devido à inércia térmica do sistema, o mesmo apresenta baixa resposta dinâmica. Contudo, mantém alta rastreabilidade com pouca oscilação entorno do ponto de máxima potência (COELHO, 2010).

### Rastreamentos indiretos

Esse tipo de rastreamento é caracterizado pelo processamento dos dados por meio de informações empíricas deduzidas a partir dos aspectos coletados no arranjo PV.

#### *Método de tensão Constante*

O método da Tensão Constante utiliza resultados empíricos do painel PV, indicando

que a tensão no MPP (VMPP) é de 70 a 80% da tensão de circuito aberto do arranjo PV, para ensaio em condições atmosféricas normais. Entre os diversos pontos de MPP da curva de potência do painel PV, a tensão dos terminais do módulo PV varia muito pouco, portanto, assegurando que a tensão do módulo permaneça constante é possível operar próximo do MPP (RAMBO, 2014).

A Figura. 5 apresenta o fluxograma básico do método de Tensão Constante. Nesse exemplo exposto, escolheu-se aleatoriamente para o método, o valor de 75% da tensão de circuito aberto.

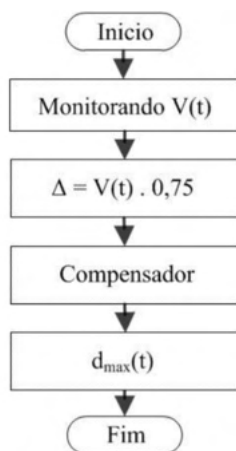


Figura. 5. Fluxograma do algoritmo do método de Tensão Constante.

No que diz respeito ao algoritmo do método citado, observa-se que ele apresenta uma programação singela e de fácil implementação, o que proporciona baixo custo.

## CONCLUSÃO

Este artigo apresenta os principais tipos de MPPT mais discutidos no jargão científico de energias renováveis, abordando comparações significativas entre os métodos, sob aspecto de determinadas variáveis como a influência da mudança repentina das condições atmosféricas, temperatura, tensão de operação, corrente, irradiação solar.

Dentre os métodos estudados, a literatura aponta evidências de que a técnica MPPT P&O tem um combustível impulsionador que serve de base estruturante para formação de outras técnicas mais sofisticadas e também mais eficientes. Não obstante, é uma técnica antiga, mas bastante utilizada nos sistemas fotovoltaicos.

Apesar da característica típica de algoritmos de rastreamento indiretos atuarem no sistema a partir de uma base empírica, percebe-se que, além de alcançar resultados considerados bons, proporcionam baixíssimo custo por necessitar de pouco dispositivo de

sensoriamento/monitoração. Nesta perspectiva, considera-se como válido a sua utilização em arranjos PV de pequeno/médio porte.

Algumas vantagens importantes na utilização de técnicas MPPT em sistemas fotovoltaicos está na sua possibilidade de aperfeiçoamento do seu algoritmo, bem como a mesclagem com outros métodos, proporcionando maior eficiência e sofisticação ao sistema.

Contudo, foi possível perceber que as técnicas MPPT são mutáveis e adaptáveis ao sistema, tendo uma rastreabilidade mais eficiente, e uma redução considerável de perdas de energia elétrica.

## REFERÊNCIAS

BRITO, M. A. G., L. GALOTTO Jr., L. P. SAMPAIO, G. A. MELO, e C. A. CANESIN. "Evaluation of the Main MPPT Techniques for Photovoltaic Applications." IEEE Transactions On Industrial Electronics 60, n. 3 (Março 2013): 1156-1167.

COELHO, R. F., F. M. CONGER, e D. C. MARTINS. "A MPPT Approach Based on Temperature Measurements Applied in PV Systems." 9th IEEE/IAS International Conference on Industry Applications - INDUSCON 2010, Novembro de 2010: 1-6.

ÇELIK, O. TEKE, A., "A Hybrid MPPT method for grid connected photovoltaic systems under rapidly changing atmospheric conditions", 0378-7796/ 2017. Elsevier.

JANA, J.; SAHA, H.; DAS BHATTACHARYA, K. A review of inverter topologies for single-phase grid-connected photovoltaic systems. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 72, n. October 2016, p. 1256–1270, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.049>>.

R.K.NEMA,P.BHATNAGAR,"Maximum power point tracking control techniques: state-of-the-art in photovoltaic applications", Renew. Sustain. Energy Rev. 23(2013) 224–241.

K.H. HUSSEIN, I. MUTA, T. HOSHINO, M. OSAKADA, "Maximum photovoltaic power tracking: an algorithm for rapidly changing atmospheric conditions", IEEE Proc. Gener. Transm. Distrib. 142 (1995) 59–64.

RAMBO, C.E. B., "Estudo e desenvolvimento de um método de mppt para sistemas pv, baseado na técnica p&o aplicado a um microinversor do tipo flyback." 2015. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre.

RAMBO, C. E. B., F. B DOS REIS, G. R. PEDROLLO, e F. S. DOS REIS. "Improving performance of the P&O MPPT using derivative of photovoltaic panel voltage." Industrial Electronics Society, IECON 2014 - 40th Annual Conference of the IEEE, Novembro de 2014: 5546-5551.

RÜTHER, R. Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil. [s.l.: s.n.]

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Atmospheric particles 64

### B

Biomonitoring 1, 2, 3, 4, 12, 13, 14, 15, 63, 64, 73

### C

Comércio ilegal 117, 119, 120, 121, 122

Consumo 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 77, 80, 86, 113, 115, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 127, 158

Cooperativa 55, 57, 60

Cultura 22, 28, 29, 31, 34, 36, 43, 47, 93, 97, 109, 110, 147, 152, 155

### D

Dignidade humana 90, 93

### E

Economia 16, 19, 20, 25, 47, 59, 77, 82, 84, 89, 103, 106, 121

Educação 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 41, 44, 50, 52, 54, 89, 91, 92, 97, 99, 103, 108, 109, 111, 113, 118, 120, 121, 123, 125, 149, 158

### G

Gás de efeito estufa 55, 56

### I

ICP-MS 1, 2, 5, 63, 64, 66, 67

Impactos aquático 136

Incentivos 44, 45, 46, 48, 50, 51, 53

### L

Leather industry 64, 72, 73

### M

Mata Atlântica 89, 90, 91, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 101, 105, 106, 109

Materiais recicláveis 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62

Metals 2, 3, 8, 13, 15, 68, 72, 74, 158, 159

Método P&O 127, 129, 130

Mínimo existencial ambiental 90, 93, 103

Mudança climática 55, 56, 57

## N

Natureza 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 26, 28, 29, 30, 31, 34, 36, 37, 41, 43, 46, 78, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 99, 101, 103, 104, 108, 109, 110, 113, 114, 115, 116, 122, 123, 125, 138, 140

## P

Patrimônio 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43

Podocnemis 117, 125

Pollution 2, 3, 4, 12, 13, 14, 15, 64, 65, 72, 137, 156, 157, 158, 159

Preservação ambiental 45

Propriedade familiar 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53

## Q

Qualidade da água 56, 105, 115, 136, 141, 142, 144, 146, 147, 148, 149, 150, 156, 158

## R

Reciclagem 55, 56, 57, 59, 60, 61, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87

Regulamentação 44, 45, 46, 48, 51, 53

Ruralidade metropolitana 89, 90, 94, 95

## S

Sistemas fotovoltaicos 127, 134, 135

Sociedade 16, 20, 21, 22, 23, 27, 28, 31, 33, 34, 35, 37, 44, 46, 56, 89, 90, 91, 93, 94, 98, 99, 100, 103, 104, 105, 106, 109, 114, 125, 127, 147

Sustentabilidade 16, 17, 19, 20, 21, 23, 25, 27, 28, 29, 36, 37, 38, 41, 47, 50, 62, 76, 79, 90, 92, 97, 105, 110, 111, 112, 113, 122, 125, 128, 150

## T

Técnicas MPPT 127, 135

Tillandsia genus 2

Toxic elements 1, 2, 9, 63, 64, 65, 70, 72

## U

Uso do solo 136, 141, 142, 147, 151, 152, 156, 158





## V

Vestuário 76, 77, 78, 80

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

# PAUTA AMBIENTAL BRASILEIRA E A PROMOÇÃO DA SUSTENTABILIDADE



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

# PAUTA AMBIENTAL BRASILEIRA E A PROMOÇÃO DA SUSTENTABILIDADE

