

A Engenharia de Produção na Contemporaneidade 4

Marcos William Kaspchak Machado
(Organizador)



2535
878

MODEL: 428

GMB

7739
572

Atena
Editora

Ano 2018

...ical idea, but no more radical an idea than that one day each of us would have a personal computer. Remember the skeptics who once doubted that anyone would ever purchase a personal computer.

The Artificial Intelligence (AI) market is predicted to grow in 2016 to in 2021, attaining Compound Annual Growth Rate (CAGR).

barriers manufacturers face in evaluating and adopting technologies, and explores how global manufacturing companies can best capitalize on emerging technologies. The study defines exponential technologies, relative change at an rapidly accelerating, nonlinear pace facilitated by substantial progress and cost reduction in the areas of computing power, bandwidth, and data storage.

All of this, of course, flies in the face of conventional wisdom that

what's interesting is that the creator of the *Fast Cheap and Out of Control* (1986) is the inventor of the *Robots*, which has been an *instant* *bestseller*, and could be poised to become a *major* *bestseller* in its own right. *Robots* is the first book to explore the *new* *world* of *robotics* that has never before been *explored* in a *single* *book*. *Robots* is a potential 3D manufacturing *revolution* that will *transform* *factories* running

The robotics future could be a *major* *topic* we've ever thought. We're used to thinking about *robotics* in the US - only a *handful* of *robotics* *companies* are *active* in the *robotics* *market*. *Robots* is a *daily* *bestseller* in the *robotics* *market*. *Robots* is a *daily* *bestseller*. Consider some of *its* *stories* will be *easy*, and *that* *has* *appeared* in just the past week:

the *robot* *stand-up* *comedian*, the *robot* *prison* *guards* in South Korea, and even *robot* *sex* *workers*. All of these stories seem to

AI is being used today to enable collaborative robots, assist in predictive analytics, improve recruitment and retention, and optimize the supply chain. AI is also being used to create personalized learning experiences for students, to improve customer service, and to optimize marketing campaigns. AI is also being used to create personalized recommendations for products and services, to improve the user experience, and to optimize the supply chain.

Much as the computing industry has moved from a mainframe to a PC to a mobile stage, with *machine* *learning* *support* *improvements* or *connecting* *power* *while* *drinking* *in* *the* *robot* *room* *where* *each* *of* *us* *could* *have* *been* *of* *personal* *interest* *is* *ask* *around* *in* *our* *daily* *lives*, *doing* *everything* *from* *cleaning* *our* *homes* *to* *driving* *our* *cars*, *and* *connecting* *with* *each* *other* *as* *part* *of* *swarm* *intelligence*.

future robots should look like us and think like us. Certainly,

the story of the humanoid robot is a story that is easy to tell: it feeds into our notions that we are increasingly

headed to a world where man and machine co-exist, where robots play a daily active role in all of our lives. Consider some of the stories that have appeared in just the past week:

the robot stand-up comedian, the robot prison guards in South Korea, and even robot sex workers. All of these stories seem to

suggest that it is just a matter of time before robots catch up to humans in intelligence.

Marcos William Kaspchak Machado
(Organizador)

A Engenharia de Produção na Contemporaneidade 4

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

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

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

M149e Machado, Marcos William Kaspchak
A engenharia de produção na contemporaneidade 4 [recurso eletrônico] / Marcos William Kaspchak Machado. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (A Engenharia de Produção na Contemporaneidade; v. 4)

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.
Modo de acesso: World Wide Web.
Inclui bibliografia
ISBN 978-85-7247-001-8
DOI 10.22533/at.ed.018180912

1. Engenharia de produção. 2. Segurança do trabalho.
3. Sustentabilidade. I. Título.

CDD 658.5

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2018

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*A Engenharia de Produção na Contemporaneidade*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora. No volume IV apresenta, em seus 28 capítulos, os novos conhecimentos para a engenharia de produção nas áreas de sustentabilidade, responsabilidade social e segurança do trabalho.

As áreas temáticas de sustentabilidade, responsabilidade social e segurança do trabalho tratam de temas relevantes para otimização dos recursos organizacionais. A constante mutação neste cenário torna necessária a inovação na forma de pensar e fazer gestão, planejar e controlar as organizações, para que estas tornem-se agentes de desenvolvimento técnico-científico, econômico e social.

As organizações desenvolvem um papel de transformação no espaço onde atuam. Dessa forma, são responsáveis por garantir o equilíbrio entre o uso eficiente e seu impacto nas reservas de recursos existentes, sejam eles naturais ou humanos.

Este volume dedicado à sustentabilidade, responsabilidade social e segurança do trabalho traz artigos que tratam de temas emergentes sobre a gestão ambiental e políticas de conservação, gestão de resíduos sólidos e recursos hídricos, responsabilidade social, ética empresarial e estudos ergonômicos do ambiente de trabalho.

Aos autores dos capítulos, ficam registrados os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora, pela dedicação e empenho sem limites que tornaram realidade esta obra, que retrata os recentes avanços científicos do tema.

Por fim, espero que esta obra venha a corroborar no desenvolvimento de novos conhecimentos e inovações, e auxilie os estudantes e pesquisadores na imersão em novas reflexões acerca dos tópicos relevantes na área de engenharia de produção.

Boa leitura!

Marcos William Kaspchak Machado

SUMÁRIO

SUSTENTABILIDADE, RESPONSABILIDADE SOCIAL E SEGURANÇA DO TRABALHO

CAPÍTULO 1	1
GESTÃO AMBIENTAL DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DE LÁCTEOS SOB A PERSPECTIVA DA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA	
Felipe Ungarato Ferreira Sabine Robra Luciano Brito Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.0181809121	
CAPÍTULO 2	13
AUTOAVALIAÇÃO AMBIENTAL COMO ESTRATÉGIA ORGANIZACIONAL PARA IMPLANTACAO EFETIVA DE UM SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL NUMA MOAGEIRA DE TRIGO	
Ismael Santos Souza Sandra Patrícia Bezerra Rocha Alcides Anastácio de Araújo Filho	
DOI 10.22533/at.ed.0181809122	
CAPÍTULO 3	30
A GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR: DESAFIOS E OPORTUNIDADES	
Fernanda Camargo Barrile Beatriz Antoniassi Tavares	
DOI 10.22533/at.ed.0181809123	
CAPÍTULO 4	41
USO DE FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA PARA SECAGEM E CONSERVAÇÃO DE GRÃOS	
Mayra Cristina Silva Santos Mayara Fernanda Silva e Santos Karine Paola Paixão dos Santos Maria Amélia Pereira Edson Antônio Gonçalves de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.0181809124	
CAPÍTULO 5	58
A PRODUÇÃO DE ENERGIA EÓLICA E SEU POTENCIAL PARA DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	
Lucas Dziurza Martinez Silveira DOI 10.22533/at.ed.0181809125	
CAPÍTULO 6	68
A GESTÃO AMBIENTAL COM FOCO NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS: APLICAÇÃO EM UMA EMPRESA DO SETOR AUTOMOTIVO	
Eduardo Alves Pereira Luan Cesar Campos	
DOI 10.22533/at.ed.0181809126	
CAPÍTULO 7	84
A GESTÃO AMBIENTAL: MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO NO TRATAMENTO DE	

RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS COM RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA

Pedro Vitor Tavares de Andrade Ramos
Carlos Eduardo Moreira Guarido
Gisele Dornelles Pires
Carlos Rogério Domingos Araújo Silveira

DOI 10.22533/at.ed.0181809127

CAPÍTULO 8 98

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO PLANO DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DO SERVIÇO DE SAÚDE (PGRSS) À LUZ DA CERTIFICAÇÃO OHSAS 18.001: UM ESTUDO DE CASO EM UM CENTRO HOSPITALAR Juan Pablo Silva Moreira

Henrique Pereira Leonel
Janaína Aparecida Pereira

DOI 10.22533/at.ed.0181809128

CAPÍTULO 9 115

AValiação QUANTITATIVA DOS AGENTES QUÍMICOS PRESENTES NO PROCESSO DE SOLDAGEM

Stella de Paiva Espíldora Santolaia
Lucas Soares Pina

DOI 10.22533/at.ed.0181809129

CAPÍTULO 10 124

O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA CIDADE DE ILHÉUS: um estudo de caso

Antonino Santos Batista
Antônio Oscar Santos Góes
Almeciano José Maia Júnior
Maria Josefina Vervloet Fontes
Cheila Tatiana de Almeida Santos
Luan Moreti Alves do Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.01818091210

CAPÍTULO 11 135

AValiação DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO NORTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO QUANTO À GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Alessandra Ribeiro Silva
Antonio Hevertton Martins Silva
Elton Alvarenga Pessanha Junior
Henrique Rego Monteiro da Hora
Milton Erthal Junior

DOI 10.22533/at.ed.01818091211

CAPÍTULO 12 150

A ECONOMIA CIRCULAR E O CENÁRIO NO BRASIL E NA EUROPA

Suzana Maia Nery
Amanda Silveira Freire

DOI 10.22533/at.ed.01818091212

CAPÍTULO 13 164

SUSTENTABILIDADE DO PROCESSO DE LIMPEZA DA CANA-DE-AÇÚCAR POR MEIO DA APLICAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA

Manoel Gonçalves Filho

Lisleandra Machado
Reinaldo Gomes da Silva
Silvio Roberto Ignácio Pires

DOI 10.22533/at.ed.01818091213

CAPÍTULO 14 180

APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM EDIFICAÇÃO MULTIFAMILIAR NA CIDADE DE CARAZINHO (RS)

Berenice de Oliveira Bona
Daiane Gonçalves
Jessica Citron Muneroli
Jessica Zanata
Nilson da Luz Freire

DOI 10.22533/at.ed.01818091214

CAPÍTULO 15 193

APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS: ESTUDO COMPARATIVO CONVENCIONAL X CALHA PET

Débora de Souza Gusmão
Valdete dos Santos de Araújo

DOI 10.22533/at.ed.01818091215

CAPÍTULO 16 211

ANÁLISE DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO COM ESTUDO DE CASO NO CAMPO DE FUTEBOL DA UFERSA CAMPUS MOSSORÓ-RN

Izaak Paulo Costa Braga
Camila Lopes Andrade
Kátia Priscila Fernandes Maia Medeiros
Hálison Fernandes Bezerra Dantas
Rafael de Azevedo Palhares

DOI 10.22533/at.ed.01818091216

CAPÍTULO 17 222

PANORAMA DA ÁGUA PRODUZIDA DA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO NO ESTADO DE SERGIPE/BRASIL

Roberto Oliveira Macêdo Júnior
Fabiane Santos Serpa
Gabriel Francisco da Silva
Denise Santos Ruzene
Daniel Pereira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.01818091217

CAPÍTULO 18 227

A FORMAÇÃO DAS PRÁTICAS ASSOCIATIVAS E A SUA RELAÇÃO COM A POLÍTICA ESTADUAL DE AGROINDÚSTRIAS FAMILIARES DE PEQUENO PORTE DE PROCESSAMENTO ARTESANAL DO RS

Giovana Bianchini
Onorato Jonas Fagherazzi

DOI 10.22533/at.ed.01818091218

CAPÍTULO 19 239

ECONOMIA SOCIAL: ESTUDOS DE CASO SOBRE A GESTÃO NO TERCEIRO SETOR NO MUNICÍPIO DE MARABÁ/PA

Andressa dos Santos Araújo

Giovanna Brito de Araújo
João Otávio Araújo Afonso
Nayara Côrtes Filgueira Loureiro

DOI 10.22533/at.ed.01818091219

CAPÍTULO 20 254

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E SUA FUNÇÃO SOCIAL

Joelma dos Santos Lima
Denise Santos Ruzene
Daniel Pereira Silva

DOI 10.22533/at.ed.01818091220

CAPÍTULO 21 263

INSUCESSO EM LICITAÇÕES_ O PONTO DE VISTA DA MORALIDADE

Flavio Pinheiro Martins
Luciana Romano Morilas

DOI 10.22533/at.ed.01818091221

CAPÍTULO 22 275

ACESSIBILIDADE EM SAÍDAS DE EMERGÊNCIA: O CASO DE UM COMPLEXO PÚBLICO

Cristiano Lúcio Vieira

DOI 10.22533/at.ed.01818091222

CAPÍTULO 23 290

CONTRIBUIÇÕES DA ERGONOMIA PARA MINIMIZAÇÃO DE CUSTOS EM UMA MICROEMPRESA DO SETOR DE SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO

Lucas Fernandes de Oliveira
Carmen Lúcia Campos Guizze

DOI 10.22533/at.ed.01818091223

CAPÍTULO 24 304

IMPLANTAÇÃO DA AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DOS RISCOS DE LESÕES DE TRABALHO ATRAVÉS DO CHECKLIST DE COUTO: UMA ANÁLISE NO PROCESSO DE EXPEDIÇÃO DE UM LATICÍNIO

Juan Pablo Silva Moreira
Henrique Pereira Leonel
Daniel Gonçalves Leão
Brener Gonçalves Marinho
Vitor Augusto Reis Machado
Adriel Augusto dos Santos Silva
Célio Adriano Lopes

DOI 10.22533/at.ed.01818091224

CAPÍTULO 25 315

ANÁLISE ERGONÔMICA DE UMA FÁBRICA DE CARROCERIA DE CAMINHÃO

Karollayne Menezes dos Reis
Taiane Gonçalves da Silva
Beatriz Fernandes Gonzaga
Antônio Guimarães Santos Júnior
Gláucia Regina de Oliveira Almeida

DOI 10.22533/at.ed.01818091225

CAPÍTULO 26	328
ANÁLISE ERGONÔMICA DA ATIVIDADE DE PODA EM UMA FAZENDA PRODUTORA DE UVA DE MESA NO VALE DO SÃO FRANCISCO	
Ricardo Barbosa Bastos	
Angelo Antonio Macedo Leite	
Francisco Alves Pinheiro	
Bruna Angela Antonelli	
Hélio Cavalcanti Albuquerque Neto	
DOI 10.22533/at.ed.01818091226	
CAPÍTULO 27	341
AVALIAÇÃO ERGONOMICA DOS POSTOS DE TRABALHO DO SETOR ADMINISTRATIVO DE UMA AUTARQUIA PÚBLICA	
Francisca Rogéria da Silva Lima	
Moisés dos Santos Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.01818091227	
CAPÍTULO 28	358
AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DE UM MOBILIÁRIO LABORAL INTELECTUAL	
Renata Maria de Mori Resende de Araujo Possi	
Luciano José Minette	
Stanley Schettino	
DOI 10.22533/at.ed.01818091228	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	372

USO DE FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA PARA SECAGEM E CONSERVAÇÃO DE GRÃOS

Mayra Cristina Silva Santos

Universidade Federal de Ouro Preto
Ouro Preto – Minas Gerais

Mayara Fernanda Silva e Santos

Universidade Federal de Ouro Preto
Ouro Preto – Minas Gerais

Karine Paola Paixão dos Santos

Universidade Federal de São João Del Rei
Ouro Branco – Minas Gerais

Maria Amélia Pereira

Universidade Federal de Ouro Preto
Ouro Preto – Minas Gerais

Edson Antônio Gonçalves de Souza

Universidade Federal de Ouro Preto
Ouro Preto – Minas Gerais

RESUMO: Com a globalização, a queima de combustíveis fósseis vem sendo realizada em grande escala. Em virtude disso, torna-se necessário o uso de fontes alternativas de energia para reduzir a emissão de poluentes causadores do efeito estufa. A energia solar, por ser renovável, se destaca como uma fonte de energia alternativa, podendo ser empregada na secagem de grãos substituindo as fontes já utilizadas que causam impactos ambientais. Nesse sentido, o presente estudo buscou analisar o processo de secagem de grãos de milho em um secador de leito fixo utilizando

as energias solares térmica e fotovoltaica como fontes de energia, por meio do projeto e da análise de viabilidade da implantação do sistema solar no processo de secagem. Com base nos resultados obtidos, foi constatado que o sistema não é viável, considerando pequenos produtores.

PALAVRAS-CHAVE: energias renováveis; energia solar; secagem de grãos de milho.

ABSTRACT: With the globalization, the burning of fossil fuels have significantly risen over the last years. In view of that, the use of alternative energy sources has become one way to reduce the emission of greenhouse gases. The solar energy, since it is renewable, it is considered as an alternative energy source, moreover it can be used for the grain drying process, replacing the energy sources that cause environmental problems. In such context, the objective of this research is to analyse the corn grains drying process through a fixed-bed dryer, using solar thermal and photovoltaic energy as sources of energy. Through the project and feasibility analysis of the solar system implantation of the drying process. Based on the results obtained, it appeared that this system is not feasible, taken into consideration small producers.

KEYWORDS: renewable energy; solar energy; corn grains drying process.

1 | INTRODUÇÃO

Com o advento da questão da sustentabilidade, faz-se necessário que o desenvolvimento econômico seja realizado de forma que se interfira o mínimo possível no ecossistema. Dessa forma, o uso de energias renováveis se apresenta como uma alternativa para manutenção dos recursos naturais.

Segundo Moraes Junior (2012), recursos renováveis são aqueles disponíveis, pela natureza, a uma taxa igual ou maior à taxa em que são consumidos. As energias renováveis são oriundas de recursos naturais que são capazes de se regenerar, como sol e vento, e são a melhor alternativa para diminuir o uso de combustíveis fósseis e minimizar os danos causados por eles.

As energias renováveis podem ser empregadas em diversas áreas, como no setor agrícola. Neste setor, a produção de grãos se destaca como um dos principais ramos, englobando várias etapas - desde o plantio, passando pela secagem, até o armazenamento.

Etapa fundamental do processo de produção, a secagem representa um consumo de cerca de 15% da energia total da etapa de pós-colheita. A secagem de grãos consiste na remoção de parcela da água neles contida, visando sua conservação para o consumo e/ou armazenagem (COSTA, 2008). Para a realização da secagem, utiliza-se predominantemente a lenha como combustível. Porém, a queima da lenha para produção de energia contribui com o agravamento do efeito estufa, causador do aquecimento global.

Assim, de forma a minimizar o impacto ambiental causado pela queima do combustível realizada nas secagens convencionais e visando reduzir custos de implementação e de operação, propõe-se o emprego de energias renováveis no processo de secagem de grãos.

O presente trabalho tem como objeto de estudo a secagem de grãos de milho, um dos grãos mais cultivados no mundo, utilizando energias renováveis. Para a realização da secagem, a energia térmica será utilizada para aquecer o ar de secagem e a energia fotovoltaica será fonte de energia elétrica.

2 | REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Energia térmica

A energia térmica aproveita, sob forma de calor e por meio do processo termodinâmico, a energia solar para aquecimento de água, geração de energia elétrica e secagem de produtos agropecuários (VANNI, 2008).

A energia solar é captada por coletores ou por concentradores solares, que através de processos térmicos, é transformada em calor.

O coletor solar plano, muito utilizado na secagem de grãos a baixas temperaturas,

recebe a energia oriunda do sol e a transforma em energia térmica. Segundo Rosa (2012), um coletor é constituído por uma caixa que possui em seu interior tubos, geralmente feitos de cobre, por onde circulam o fluido. As aletas de captação são responsáveis pela absorção da energia solar e por convertê-la em energia térmica, transmitindo-a ao fluido por meio dos tubos, e são revestidas de escuro para a maior absorção da radiação solar incidente. Sua cobertura é transparente para minimizar interferências na passagem dos raios solares. A Figura 2.1 exibe um coletor plano fechado e seus principais componentes.

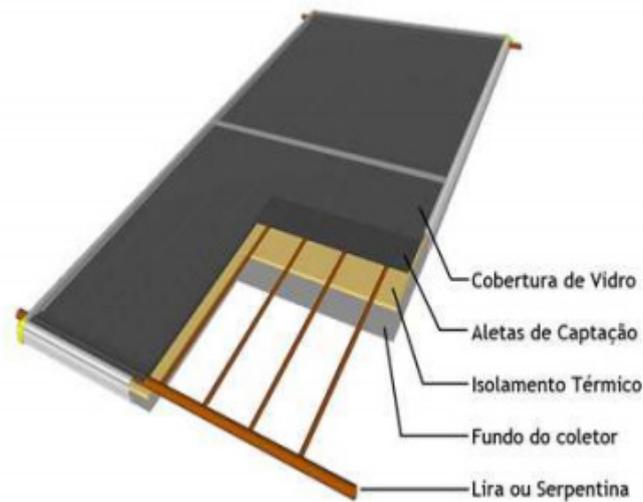


Figura 2.1 - Coletor solar plano fechado

Fonte: Garcia (2014)

2.2 Energia fotovoltaica

A energia solar pode ser convertida em energia elétrica através da absorção da luz por uma superfície semicondutora, fato que ficou conhecido como efeito fotovoltaico. Esse efeito, descrito por Edmond Becquerel em 1839, consiste no aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de um material semicondutor devido à absorção da luz (CRESESB, 2006). A energia dos fótons presentes na luz solar é transferida para os elétrons, que então podem se movimentar, gerando a energia elétrica. Os fótons são convertidos em energia elétrica através das células solares. Se combinadas com uma bateria, essa energia pode ser armazenada.

Uma célula fotovoltaica muito utilizada, fabricada em Silício é mostrada na Figura 2.2.

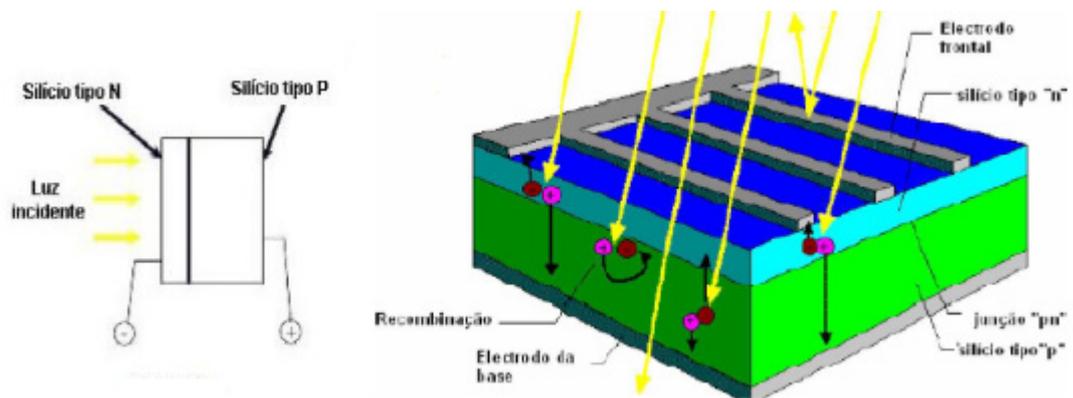


Figura 2.2 – Esquema e vista em corte de uma célula fotovoltaica

Fonte: Subida (2015)

2.3 Secagem de grãos

Segundo Silva et al. (2000), a secagem é uma etapa de pré-processamento de grãos em que ocorre a transferência simultânea de calor e massa (umidade) entre o ar de secagem e o grão, visando a remoção de parte da água contida nele.

A secagem pode ser feita de forma natural ou artificial. Na secagem natural, o produto é disperso na planta de secagem. Já a secagem artificial é realizada em secadores mecânicos, onde o ar aquecido é impulsionado por ventiladores.

Um secador amplamente usado para sistemas de secagem é o de leito fixo. Nele, os grãos são colocados em uma coluna de secagem, que pode ser construída de chapas metálicas, madeira ou alvenaria, em que o ventilador promove a passagem do ar quente, proveniente da fornalha, pela massa de grãos (PORTELLA E EICHELBERGER, 2001). Nos secadores em que a camada de grãos permanece estática, recomenda-se que o revolvimento dos grãos seja feito a cada três horas, para que eles sequem uniformemente. Para evitar esse tipo de trabalho manual, são comercializados secadores com um sistema mecânico para fazer o revolvimento, conforme a Figura 2.3.

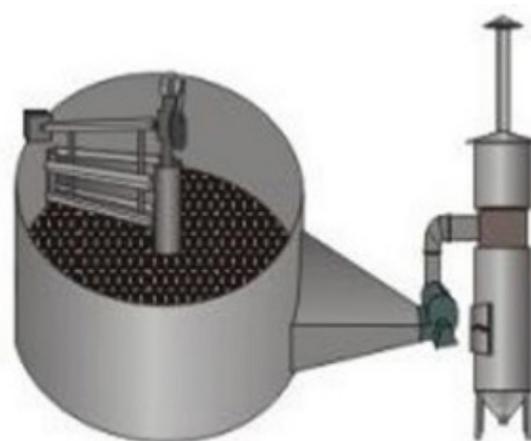


Figura 2.3 - Secador de leito fixo

Fonte: Poldryer Indústria e Comércio de Máquinas Ltda (2017)

Para que seja realizado o aproveitamento da energia solar na secagem de grãos, recomenda-se que seja adotado o sistema de secagem a baixa temperatura, em que a temperatura do ar de secagem é superior em até 10°C que a temperatura ambiente, devido à menor quantidade de energia consumida.

3 | METODOLOGIA

Este estudo objetiva analisar a implementação de um sistema solar como fonte de energia para secagem de grãos de milho, considerando dados da cidade de Ouro Preto - MG. Para tanto, foram desenvolvidas as seguintes atividades:

- Levantamento bibliográfico: buscou-se realizar um levantamento bibliográfico acerca dos temas abordados;
- Cálculo das variáveis: determinou-se as variáveis que influenciam na secagem de grãos de milho, e a partir delas, calculou-se o tempo de secagem;
- Análise energética: estimou-se o total de energia necessário à realização do processo;
- Dimensionamento dos sistemas solares: calculou-se a área do coletor solar e definiu-se o painel fotovoltaico;
- Avaliação dos resultados: avaliou-se os resultados comparando o investimento total no sistema com o valor que seria pago à concessionária local (CEMIG) se fosse utilizada sua energia. A partir disso, verificou-se a viabilidade do sistema proposto.

4 | DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento deste trabalho considerou-se o protótipo do silo desenvolvido por Monteiro (2002), conforme a Figura 4.1, formado por dois tambores de metal unidos por solda, cada um possui aproximadamente 0,83 m de altura e 0,57 m de diâmetro. O fundo é constituído por uma placa metálica perfurada, na lateral há um orifício com tampa por onde os grãos serão recolhidos, e o topo é aberto. A capacidade total do silo é de 0,42 m³.

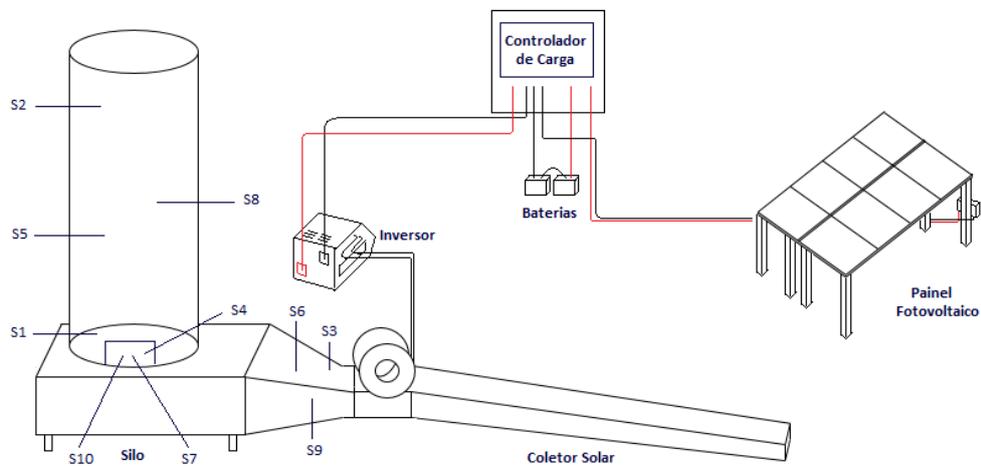


Figura 4.1 - Silo protótipo

Fonte: Monteiro (2002)

Como o objetivo do presente trabalho é a utilização de energias renováveis na secagem de grãos de milho, foram necessárias algumas adaptações no silo. Propôs-se então a inclusão de um coletor solar, de um painel fotovoltaico, de um inversor, de um controlador de carga e de um banco de baterias.

A Figura 4.2 apresenta o secador de grãos proposto neste trabalho.



- S1 – Sensor de nível – camada mínima
- S2 – Sensor de nível – camada máxima
- S3 – Sensor de umidade – ar de entrada
- S4 – Sensor de umidade – ar de saída
- S5 – Sensor de umidade – produto
- S6 – Sensor de temperatura – ar de entrada
- S7 – Sensor de temperatura – ar de saída
- S8 – Sensor de temperatura – produto
- S9 – Sensor de vazão – ar de entrada
- S10 – Sensor de vazão – ar de saída

Figura 4.2 - Secador de grãos proposto

Fonte: Elaborado pelos autores

4.1 Seleção e cálculo de variáveis

Nesta seção, são definidas e calculadas variáveis cruciais para a realização do processo de secagem. Com relação ao dimensionamento, o sistema será projetado para operar em sua capacidade máxima.

De acordo com Silva et al. (2000), o teor de umidade ótimo para colheita do milho varia entre 20 e 22% b.u. Como o objetivo é minimizar o gasto de energia, adotou-se que o milho deve ser colhido quando o seu teor de umidade for igual a 20% b.u.

Ao término do processo, espera-se que o teor de umidade dos grãos de milho seja de aproximadamente 14% b.u.

Para a Embrapa (2011), na secagem do milho em baixa temperatura o fluxo de ar de secagem deve ser de 1,0 a 10 m³/min.t. Como o sistema está sendo projetado considerando a capacidade máxima, adotou-se o fluxo de ar de 10 m³/min.t.

Visto que a capacidade do silo é de 0,42 m³ e que o peso específico do milho é 750 kg/m³, podem ser carregados 315 kg do produto. Propõe-se que a quantidade de milho a ser seca seja de 270 kg, que enche o silo até 1,44 m e ocupa um volume de 0,36 m³.

Para o cálculo do tempo de secagem foi utilizado o método balanço de energia entre os grãos e ar, descrito por Silva et al. (2000). Para tanto, considerou-se o aquecimento do ar devido ao atrito nas pás do ventilador 1 °C (SILVA et al., 2000); a temperatura do ar ambiente T = 17°C, segundo a Prefeitura Municipal de Ouro Preto; a umidade relativa (H) 80% (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2017) e o calor específico do ar (C_a) igual a 0,24 cal/g°C. A massa específica do milho (d) = 685,94 kg/m³ foi obtida por meio de uma interpolação da Tabela 3 - Massa específica granular, em kg.m⁻³, de algumas espécies de grãos, de Silva et al. (2000).

Para determinar o aumento na temperatura que o sistema de aquecimento do ar deve proporcionar, utilizou-se a Tabela 4.1, que indica o teor de umidade de equilíbrio dos grãos em função da umidade relativa e da temperatura do ar de secagem.

Temperatura. °C	Umidade relativa (%)						
	50	55	60	65	70	75	80
16	11,6	12,4	13,3	14,2	15,0	16,0	17,1
18	11,5	12,3	13,1	13,9	14,8	15,8	16,9
20	11,3	12,1	12,9	13,7	14,6	15,6	16,7
22	11,2	11,9	12,7	13,6	14,4	15,4	16,5
24	11,0	11,8	12,4	13,4	14,3	15,2	16,3
26	10,9	11,6	12,3	13,2	14,2	15,0	16,1
28	10,7	11,5	12,1	13,1	13,9	14,9	15,9
30	10,6	11,3	12,0	12,9	13,8	14,7	15,7
32	10,5	11,2	11,8	12,8	13,6	14,5	15,5
34	10,4	11,1	11,7	12,6	13,4	14,4	15,4

Tabela 4.1 - Umidades de equilíbrio do milho, % b.u., em função da temperatura e umidade relativa do ar de secagem

Pela Tabela 4.1, e considerando as condições acima mencionadas, tem-se que o teor de umidade dos grãos de milho é de 17% b.u.

Levando em conta o aquecimento do ar causado pelo ventilador (1 °C), obteve-se, por meio do gráfico psicrométrico exibido na Figura 4.3, a umidade relativa do ar de 75%. Tendo a temperatura (18 °C) e a umidade relativa (75%), o teor de umidade dos grãos é de 15,8% b.u., de acordo com a Tabela 4.1, valor ainda superior ao desejado (14% b.u.). Dessa forma, aumentando-se a temperatura em 2 °C e obtendo sua umidade relativa (65%), observa-se que o teor de umidade dos grãos cai para 13,7% b.u. Portanto, conclui-se que o sistema de aquecimento deve aquecer o ar de secagem em 2 °C.

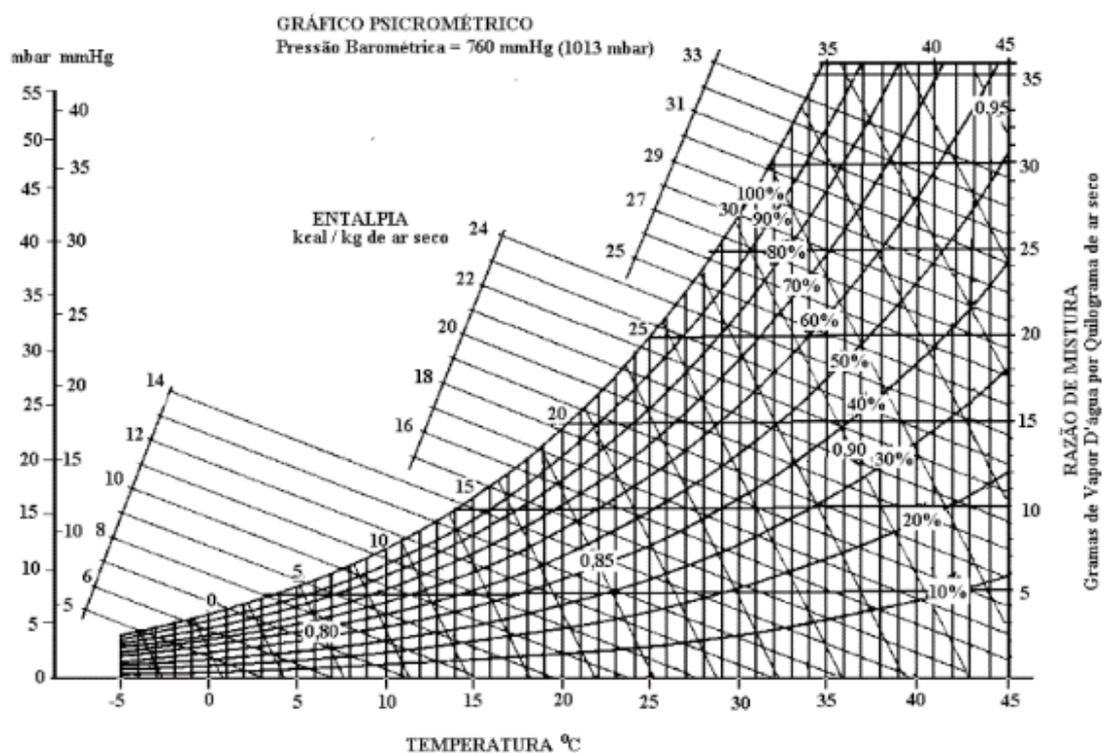


Figura 4.3 – Gráfico psicrométrico

Fonte: Adaptado de Silva et al. (2000)

Com base nesses dados, o cálculo das variáveis necessárias ao processo foi feito a partir das equações mostradas na tabela 4.2.

Grandeza	Fórmula	Identificação
Vazão do ar de secagem	$(Q) = \text{fluxo de ar (m}^3/\text{min.t)} \times \text{Mu (t)}$	(1)
Massa úmida	$\text{Mu} = \text{massa específica do produto (t/m}^3) \times \text{volume de grãos dentro do silo (m}^3)$	(2)
Teor de umidade de equilíbrio (para 52% < UR < 100%)	$U_e = 21,2198 \exp(0,0146 \times \text{UR}) / [\ln(9 \times T / 5 + 32)]$	(3)
Transformação de base seca para base úmida	$U' = [U / (100 - U)] \times 100$	(4)
Calor latente de vaporização	$h_v = (606 - 0,57 \times T) \times [1 + 4,35 \times \exp(-28,25 \times U_{\text{umido}})]$	(5)
Quantidade de matéria seca	$\text{MS} = (1 - \text{teor de umidade b.u., em decimal}) \times \text{Mu}$	(6)
Tempo de secagem	$60 \times (Q/v) \times C_a \times (T_a - T_e) \times t = h_v \times \text{MS} \times (U_i - U_e)$	(7)
Densidade do fluxo de ar	$\text{DFA} = Q / A$	(8)
Potência térmica	$P = \dot{M} \cdot C_p \cdot \Delta T$	(9)
Diferença de pressão do ventilador	$\Delta p = \Delta P \times h \times Fe$	(10)
Potência elétrica	$P_{el} = \frac{\dot{Q} \cdot \Delta p}{\eta}$	(11)

Tabela 4.2 – Fórmulas utilizadas para o cálculo das variáveis

Fonte: Elaborado pelos autores

A vazão do ar de secagem, obtida por meio da equação (1), foi de 2,5 m³/min.

A determinação das propriedades psicrométricas do ar foi feita com o auxílio do gráfico psicrométrico exibido na Figura 4.4, tendo como base o ponto de estado, determinado pela temperatura do ar de secagem (20 °C) e sua umidade relativa (65%).

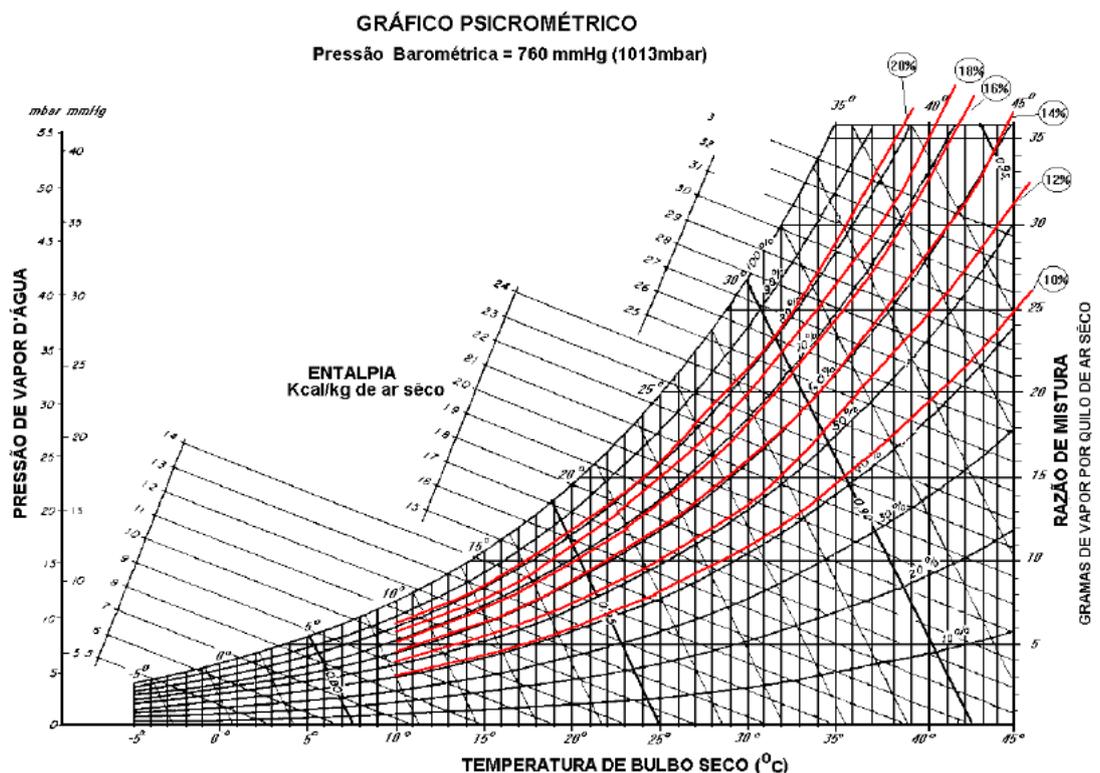


Figura 4.4 - Gráfico psicrométrico com curvas de U_e para o milho e determinação das propriedades psicrométricas do ar de secagem

Fonte: Adaptado de Silva et al. (2000)

Pelo gráfico apresentado Figura 4.4, obteve-se a temperatura de equilíbrio de 18 °C e o volume específico (v) de 0,843 m³/kg.

Calculando-se o teor de umidade de equilíbrio através da equação (3), obteve-se 12,99% b.u.

Transformando a umidade inicial do milho e a umidade de equilíbrio para b.s. através da equação (4), tem-se que $U_i = 0,25$ b.s. e $U_e = 0,15$ b.s. Assim, $U_{\text{emédio}} = (U_e + U_i) / 2 = 0,20$ b.s.

O calor latente de vaporização, encontrado pela equação (5), foi de 603,70 kcal/kg.

A quantidade de matéria seca encontrada pela resolução da equação (6), é de 0,2 t, que equivale a 200 kg.

Assim, de posse das variáveis necessárias, o tempo de secagem foi calculado a partir da equação (7), resultando em 141,36 horas, correspondente a 5,89 dias.

Por fim, calculou-se as energias térmica e elétrica necessárias ao processo. Como o sistema será projetado para capacidade máxima, levando em conta as condições mais desfavoráveis, para os cálculos do dimensionamento considerou-se que o ar de secagem foi aquecido 10 °C acima da temperatura ambiente.

A potência térmica foi determinada pela equação (9), e obteve-se que a potência necessária para aquecer o ar de secagem foi 502,4 W.

Já para o cálculo da potência elétrica para ventilação, calculou-se a densidade do fluxo de ar (DFA), dada pela equação (8), em que obteve-se 10 m³/min.m².

A partir da DFA encontrada, obteve-se a pressão estática ΔP de 40 mmca/m, por meio do gráfico de Shedd apresentado na Figura 4.5.

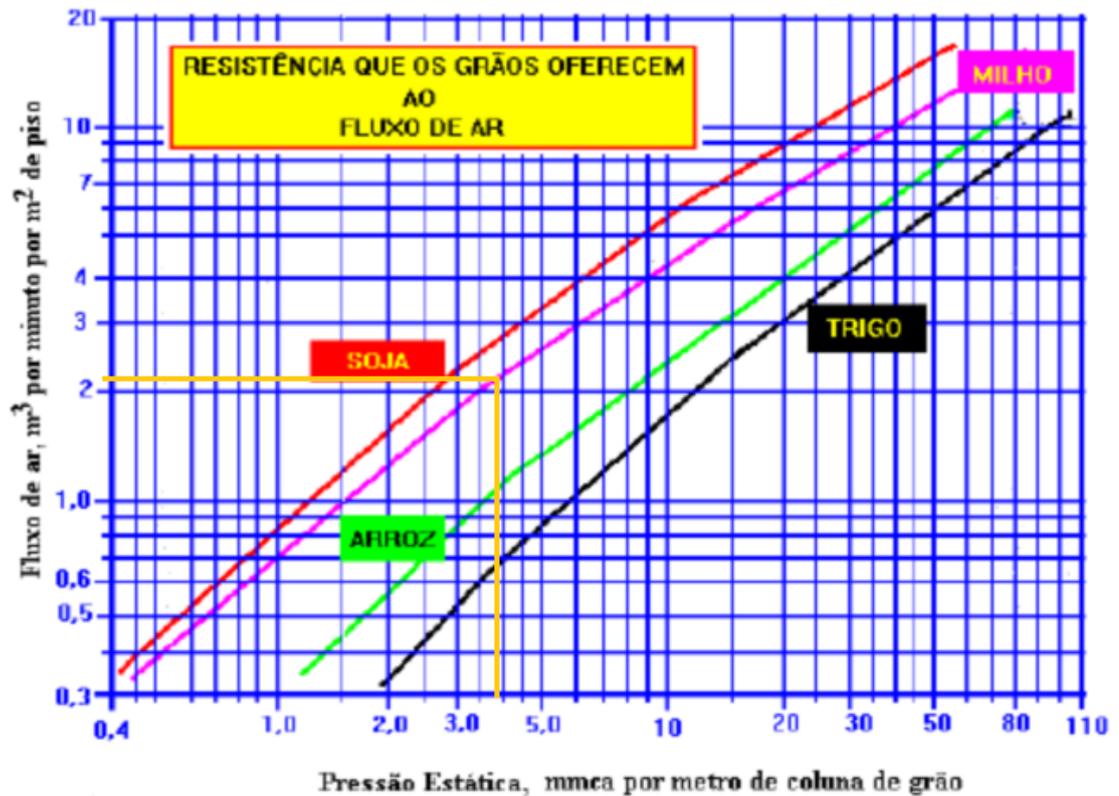


Figura 4.5 - Gráfico de Shedd

Fonte: Fonte: Braz (2017)

Para o cálculo da diferença de pressão do ventilador, considerou-se o sistema com eficiência de 70% e a perda de carga total de aproximadamente 30% (MILMAN, 2002). Resolvendo-se a equação (10), obteve-se 86,32 mmca, equivalente a 846,49 Pa.

Por fim, a potência do ventilador foi calculada com o auxílio da equação (11). Considerando o rendimento do conjunto motor ventilador como 75%, tem-se a potência elétrica necessária à ventilação de 45,15 W.

4.2 Projeto do sistema solar como fonte de energia para secagem de grãos

O sistema será composto por um coletor solar, responsável pelo aquecimento do ar de secagem; uma placa fotovoltaica para a captação da energia solar; baterias, que armazenam energia quando esta não estiver sendo usada diretamente; um controlador de carga, que controla o uso da energia fotovoltaica à carga das baterias, protegendo-as de descargas e sobrecargas excessivas; e por fim, um inversor de potência, que transforma a corrente contínua gerada em corrente alternada. As fórmulas necessárias aos cálculos das grandezas são exibidas na tabela 4.3 a seguir.

Grandeza	Fórmula	Identificação
Área do coletor	$S = \frac{P}{\eta \cdot Ec}$	(12)
Potência das placas	$P_{tot} = \text{Consumo diário} / \text{índice solarimétrico} / \text{eficiência}$	(13)
Controlador de Carga	$I_c = P / V$	(14)
Bateria	$B = (I_c \times \text{horas de insolação diária}) / \text{descarga}$	(15)
Potência de pico do sistema	$P_p = \text{consumo diário} / \text{média de insolação diária}$	(16)

Tabela 4.3 – Fórmulas utilizadas no projeto do sistema solar

Fonte: Elaborado pelos autores

4.2.1 Projeto do sistema de aquecimento do ar

Para determinar a área do coletor necessária, de forma a obter o devido aquecimento do ar, utilizou-se a fórmula (12). Segundo Tiba e Reis (2016), a média anual de radiação solar global em Ouro Preto é de 4,7 kWh/m².dia, equivalente a 195,83 W/m². De acordo com Transsen (2012), o rendimento de um coletor solar do tipo considerado é de 79,1%. Logo, a área do coletor deve ser de 3,2 m². Portanto, deve-se utilizar dois coletores solares de 2 m² cada.

Sua instalação deve ser feita conforme a Figura 4.6, de modo que o coletor esteja voltado para o norte geográfico, para que no inverno, ponto crítico de funcionamento do sistema solar, a irradiação solar possa ser melhor aproveitada.

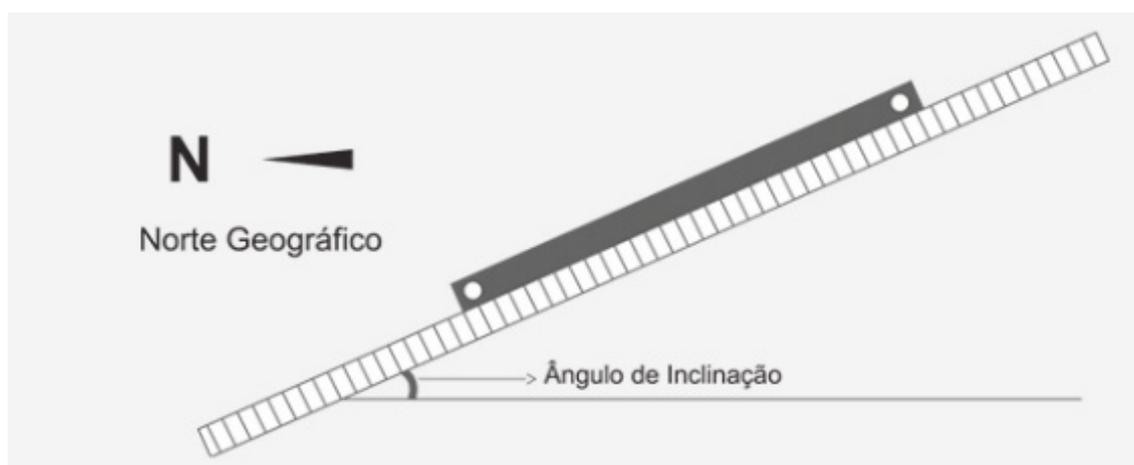


Figura 4.6 - Instalação de um coletor solar

Fonte: Kisoltec Aquecedor Solar (2017)

O ângulo de inclinação recomendável é definido como a latitude da região onde o coletor será instalado acrescida de 10 °C. Como a latitude de Ouro Preto é de 20°, o ângulo de inclinação deve ser 30°.

4.2.2 Projeto do sistema fotovoltaico

Para o dimensionamento do painel fotovoltaico, primeiro deve ser definido se o sistema de ventilação é de uso contínuo. Segundo Silva et al. (2000), quando a umidade do milho se torna inferior a 16% b.u. e a umidade relativa do ar é de 75%, o ventilador deve permanecer ligado até o final da secagem, resultando em um consumo de $45,15 \text{ W} \times 141,36 \text{ h} = 6382,40 \text{ Wh}$.

Dividindo o consumo do processo (6382,40 Wh) pela sua duração em dias (5,89), tem-se que o consumo diário é de 1083,6 Wh/dia.

Considerando o índice solarimétrico $4,7 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{dia}$, e a eficiência padrão de um projeto fotovoltaico 83% devido às perdas na geração e transmissão de potência, calculou-se a potência necessária as placas utilizando-se a equação (13), em que obteve-se a potência 277,77 W.

Portanto, o painel fotovoltaico deve produzir uma potência de 300 W. Considerando que o sistema opera a 24 V, deve-se então associar as placas fotovoltaicas de 12 V em série. Sendo assim, deve-se utilizar duas placas solares fotovoltaicas de 150 W cada.

No que diz respeito ao controlador de carga, sua capacidade deve superar a corrente dos painéis. Considerando o sistema funcionando em 24 V, sua corrente foi calculada pela equação (14), resultando em 12,5 A. Assim, deve-se utilizar um controlador de 15 A.

No projeto do banco de baterias, recomenda-se utilizar baterias que operam com 50% de profundidade de descarga, que proporcionam aumento de sua vida útil em até duas vezes. Para o cálculo da bateria utilizou-se a equação (15), considerando a média anual de insolação diária em Ouro Preto de 6 horas (TIBA, 2000), resultando em 150 Ah. A autonomia do sistema está diretamente relacionada com o número de baterias: quanto maior o número de baterias, maior a autonomia. Dessa forma, deve-se usar 2 baterias de 75 Ah/12 V associadas em série para obter a tensão de 24 V.

Para o projeto do inversor, é recomendado que sua potência esteja 10% acima da potência de pico do sistema, que é obtida pela equação (16), resultando em 198,66 W. Portanto, deve-se utilizar um inversor de 200W.

5 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para a avaliação da viabilidade de implantação do sistema solar em um secador de grãos, estipulou-se como 10 anos o prazo para análise de retorno do investimento e então estimou-se o investimento da implantação. A Tabela 5.1 apresenta a relação dos equipamentos utilizados e seus custos. O preço dos equipamentos básicos exibido na tabela é uma média dos valores encontrados no mercado. Os acessórios necessários à instalação são: cabos, disjuntores, conectores e sistema de fixação, e seu preço foi obtido por meio de uma interpolação dos dados retirados de ABINEE (2012). O custo de instalação é de 25% do investimento total.

Item	Preço por Unidade	Quantidade	Valor Total
Coletor solar 2,0x1,0 m	R\$ 759,90	2	R\$ 1.519,80
Placa fotovoltaica 150 W	R\$ 500,00	2	R\$ 1.000,00
Bateria 75 Ah	R\$ 350,00	2	R\$ 700,00
Controlador 15 A	R\$ 70,00	1	R\$ 70,00
Inversor 200 W	R\$ 150,00	1	R\$ 150,00
Acessórios	-	-	R\$ 3.742,33
Custo Instalação	-	-	R\$ 1.795,53
		Investimento Total	R\$ 8.977,66

Tabela 5.1 - Relação de equipamentos e custos para implantação do sistema solar na secagem de grãos

Fonte: Elaborado pelos autores

Calculando a produção energética durante os 10 anos, tem-se que:

$$P_{\text{produzida}} = (1083,6 \text{ Wh/dia} \times 365 \text{ dias} \times 10 \text{ anos}) = 3955,14 \text{ kWh}$$

Dessa forma, obteve-se o custo de cada kWh produzido pelo sistema solar dividindo o investimento de R\$ 8977,66 pela potência produzida, 3955,14 kWh, resultando em R\$ 2,27/kWh.

De acordo com a CEMIG (2017), a tarifa de energia elétrica, sem impostos, de 1 kWh é de R\$ 0,34051. Considerando o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS), cuja alíquota é de 30%, a tarifa se torna R\$ 0,442663. Assim, em 10 anos, seriam pagos R\$ 1750,79 à concessionária.

Verificou-se então o investimento a longo prazo, tendo como base a vida útil das placas fotovoltaicas (30 anos). Como a vida útil dos inversores é de aproximadamente 10 anos, durante o período em análise serão necessários três deles, resultando em um investimento final de R\$ 9277,66. A potência produzida será de 11865,42 kWh, o que faz com que o preço de cada kWh seja de R\$ 0,78. Em contrapartida, se fosse utilizada a energia elétrica fornecida pela CEMIG, seriam gastos R\$ 5252,38.

A Figura 5.1 ilustra a comparação entre os gastos do investimento para o uso do sistema solar e os gastos da utilização da energia da concessionária, para períodos de 10 e 30 anos.

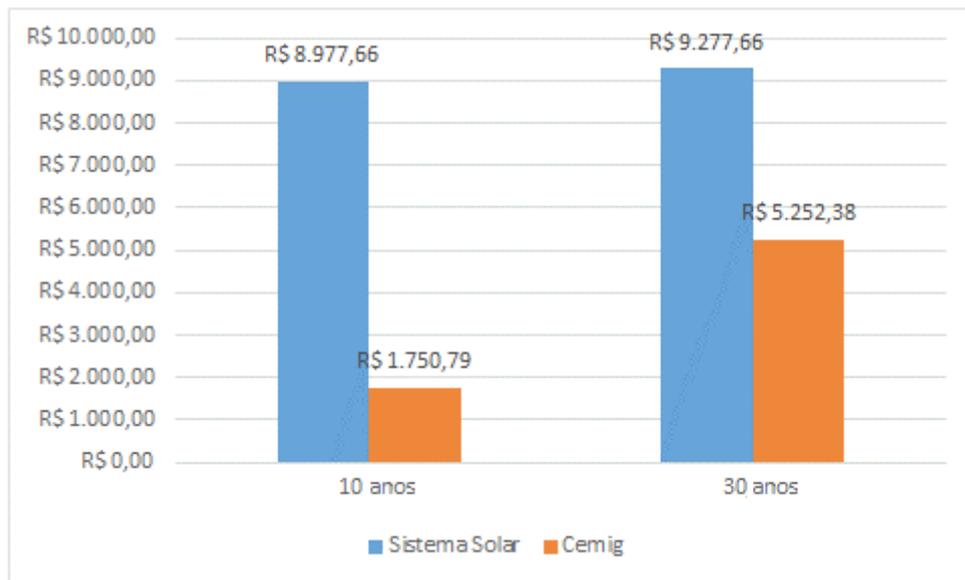


Figura 5.1 - Gráfico de gastos totais

Fonte: Elaborado pelos autores

Portanto, pode-se concluir que, para um período de até 30 anos, a implantação do sistema solar na secagem de grãos nas condições consideradas não é viável, já que o valor de cada kWh produzido é superior à tarifa cobrada pela concessionária (CEMIG).

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo avaliar o uso de energias renováveis no processo de secagem de grãos, por meio do estudo de implantação de um sistema solar como fonte de energia para secagem.

Com base nos resultados encontrados, pode-se concluir que o sistema não é viável economicamente, considerando o prazo de investimento como 30 anos, equivalente à vida útil da placa fotovoltaica.

O cálculo de viabilidade do sistema não foi realizado para um prazo de investimento maior, uma vez que a maior parte da produção de milho é realizada por agricultores familiares, que na maioria das vezes possuem condições econômicas desfavoráveis. Entretanto, a utilização do sistema é útil em locais onde não há disponibilidade de rede elétrica.

Como sugestões para pesquisas futuras, recomenda-se avaliar a utilização do sistema solar proposto no processo de aeração de grãos e de um sistema de armazenamento de calor de forma a prolongar o aquecimento durante os períodos sem insolação.

REFERÊNCIAS

- ABINEE. **Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira**. ABINEE, 2012.
- BRAZ, M. R. S. Movimento de Ar – **Pré Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas – UFRRJ**. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/20732304/aula-7-movimento-de-ar>>. Acesso em: 07 ago. 2017.
- COSTA, A. R. S. **Sistema de Secagem Solar para Frutos Tropicais e Modelagem da Secagem de Banana em um Secador de Coluna Estática**. 2008. 169f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.
- CRESESB. **Energia Solar: princípios e aplicações**. Rio de Janeiro: CEPEL, 2006.
- EMBRAPA. **Colheita e pós-colheita: Secagem e Armazenamento**. 2011. Disponível em: <http://www.cnpm.embrapa.br/publicacoes/milho_7_ed/colsecagem.html>. Acesso em: 10 ago. 2017.
- GARCIA, T. S. **Avaliação do desempenho energético de uma edificação residencial eficiente**. 2013. 127 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Trabalho Final de Curso em Engenharia Elétrica) - Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 2014.
- Informações Gerais. **Ouro Preto Prefeitura**. Disponível em: <<http://www.ouropreto.mg.gov.br/informacoes-gerais>>. Acesso em: 01 jul. 2017.
- Manual aquecedor solar – Magnum. **Transsen Aquecedor Solar**. 2012. Disponível em: <http://www.transsen.com.br/wp-content/themes/transsen-DEV/images/produtos/manual/Manua_Banho.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2017
- Manual de Instalação do Aquecedor Solar. **Kisoltec Aquecedor Solar**. 2017. Disponível em: <<http://kisoltec.com.br/instalacao-aquecedor-solar>>. Acesso em: 17 ago. 2017.
- Mapas do Boletim Agroclimatológico - Umidade Relativa do Ar Média (%). **Instituto Nacional de Meteorologia**. 2017. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/portal_antigo/agrometeorologia/boletim_agro/mapas.php>. Acesso em: 05 ago. 2017.
- MILMAN, M. J. **Equipamentos para pré-processamento de grãos**. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 2002.
- MONTEIRO, P. M. B. **Tecnologia 1-Wire™ Aplicada ao Controle em Tempo Real em Sistemas de Aeração de Grãos**. 2002. 153 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2002.
- MORAES JUNIOR, L. T. R. **Recuperação Energética de Resíduos no Médio Vale do Itajaí com Ênfase na Conversão em Energia Elétrica**. 2012. 109f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2012.
- PORTELLA, J. A.; EICHELBERGER, L. **Secagem de Grãos**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001.
- ROSA, F. N. **Aplicabilidade de Coletores Solares com Tubo Evacuado no Brasil**. 2012. 65 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.
- Secador de Leito Fixo. **Polidryer Indústria e Comércio de Máquinas**. Disponível em: <<http://www.polidryer.com.br/secador-leito-fixo>>. Acesso em: 15 jan. 2017.

SILVA, J. S.; BERBET, P. A.; AFONSO, A. D. L.; LACERDA FILHO, A. F. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000.

Subida, A. **Manual de energia solar fotovoltaica**. Viseu: ADIV, 2015.

TIBA, C. **Atlas Solarimétrico do Brasil: banco de dados solarimétricos**. Recife: Ed. Universitária UFPE, 2000.

TIBA, C.; REIS, R. J. **Atlas Solarimétrico de Minas Gerais – Volume II**. Belo Horizonte: Futura Express, 2016.

Valores de Tarifas e Serviços. **Companhia Energética de Minas Gerais**. 2017. Disponível em: <https://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Paginas/valores_de_tarifa_e_servicos.aspx>. Acesso em: 15 ago. 2017.

VANNI, S.R. **Estudo de viabilidade econômica de fontes alternativas de energia de uma comunidade típica da região nordeste do Brasil**. 2008. 164 f. Dissertação (Mestre em Ciências) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2008.

SOBRE O ORGANIZADOR

MARCOS WILLIAM KASPCHAK MACHADO Professor na Unopar de Ponta Grossa (Paraná). Graduado em Administração- Habilitação Comércio Exterior pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especializado em Gestão industrial na linha de pesquisa em Produção e Manutenção. Doutorando e Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, com linha de pesquisa em Redes de Empresas e Engenharia Organizacional. Possui experiência na área de Administração de Projetos e análise de custos em empresas da região de Ponta Grossa (Paraná). Fundador e consultor da MWM Soluções 3D, especializado na elaboração de estudos de viabilidade de projetos e inovação.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-001-8

