

EDUARDO CESAR AMANCIO  
(Organizador)

# ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias 2



EDUARDO CESAR AMANCIO  
(Organizador)

# ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias 2



**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 Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

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 Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
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  
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
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



## Engenharias: criação e repasse de tecnologias 2

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Flávia Roberta Barão  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Eduardo Cesar Amancio

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

E57    Engenharias: criação e repasse de tecnologias 2 /  
Organizador Eduardo Cesar Amancio. – Ponta Grossa -  
PR: Atena, 2022.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-258-0200-8  
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.008223006>

1. Engenharia. I. Amancio, Eduardo Cesar  
(Organizador). II. Título.

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

## 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 coleção “Engenharias: Criação e repasse de tecnologias 2” é uma obra que tem como foco principal a discussão científica por intermédio de trabalhos diversos que compõe seus capítulos. O volume abordará de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas, relatos de casos e/ou revisões que transitam nos vários caminhos das Engenharias e áreas afins.

A atual necessidade de informações e conhecimento de maneira rápida e eficiente leva a uma demanda de repasse de tecnologias mais eficaz. Neste cenário destaca-se o campo das engenharias, as quais são um dos principais pilares para o setor industrial. Entender os campos de atuação, bem como pontos de inserção e melhoria dessa desta área é de grande importância, buscando desenvolver novos métodos e ferramentas para melhoria continua de processos.

O aumento no interesse aos temas relacionados com a engenharia se dá principalmente pela escassez de matérias primas, a necessidade de novos materiais que possuam melhores características físicas e químicas e a necessidade de reaproveitamento dos resíduos em geral. Além disso a busca pela otimização no desenvolvimento de projetos, leva cada vez mais a simulação de processos, buscando uma redução de custos e de tempo.

Neste livro são apresentados trabalho teóricos e práticos, relacionados a área de engenharia, dando um panorama dos assuntos em pesquisa atualmente. De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais. Sendo hoje que utilizar dos conhecimentos científicos de uma maneira eficaz e eficiente é um dos desafios dos novos engenheiros.

Deste modo a obra “Engenharias: Criação e repasse de tecnologias 2” apresenta uma teoria bem fundamentada nos resultados práticos obtidos pelos diversos professores e acadêmicos que arduamente desenvolveram seus trabalhos que aqui serão apresentados de maneira concisa e didática. Sabemos o quão importante é a divulgação científica, por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para estes pesquisadores exporem e divulguem seus resultados.

Eduardo Cesar Amancio

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **ANÁLISE EXERGÉTICA EM UM SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO POR COMPRESSÃO A VAPOR COM APLICAÇÃO DA NEGUENTROPIA**

Fábio de Farias Cavalcante

Glauco Demóclito Tavares de Barros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0082230061>

### **CAPÍTULO 2..... 14**

#### **ASPECTOS DAS VARIAÇÕES LINGUÍSTICAS NO CANTEIRO DE OBRA**

Iracira José da Costa Ribeiro

Lúcia de Fátima Araújo Souto Badú

Emerson Cordeiro de Lima

Ríusle Souza Nascimento

Ana Luzia Souza

Igor Jandson Feitosa da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0082230062>

### **CAPÍTULO 3..... 24**

#### **MEDIÇÃO INTELIGENTE DE DISTÂNCIA DE OBJETOS ESTÁTICOS PARA ROBÓTICA DE ENXAME**

Márcio Mendonça

Rodrigo Henrique Cunha Palácios

Emanuel Ignacio Garcia

Michele Eliza Casagrande Rocha

Celso Alves Correa

Fábio Rodrigo Milanez

Marco Antônio Ferreira Finocchio

Lucas Botoni de Souza

Mateus Cabral dos Santos

João Paulo Scarabelo Bertoncini

Marcos Antonio de Matos Laia

André Luís Shiguemoto

Kazuyochi Ota Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0082230063>

### **CAPÍTULO 4..... 38**

#### **MODERNIZAÇÃO DE PONTES ANTIGAS – PONTE SOBRE O RIO JUCU – BR101 – ES**

Jorge Martins Sarkis

Paulo Jorge Sarkis

Leonardo Borges Vargas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0082230064>

### **CAPÍTULO 5..... 52**

#### **PROGRAMA PILOTO Y CALIDAD DE SECADO DE MADERA *Apuleia leiocarpa* (Vogel)**

J.F. Macbr. EN HORNO CONVENCIONAL ELÉCTRICO, MADRE DE DIOS-PERÚ

Emer-Ronald Rosales-Solorzano

Roger Chambi-Legoas

Rosa-Norma Aguilar-Lozano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0082230065>

**CAPÍTULO 6..... 63**

**PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UM DINAMÔMETRO BASEADO EM MOTOR DE CORRENTE CONTÍNUA**

Felipe Costa Novo Malheiros

Nelson Henrique Bertollo Santana

Clara Luísa Pereira dos Santos Lima

Layane Rodrigues Monteiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0082230066>

**CAPÍTULO 7..... 74**

**PROPOSTA DE REQUALIFICAÇÃO DE EDIFÍCIO INDUSTRIAL PARA ESPAÇOS DE ARTE E CULTURA**

Margarida Ramos Silva

Jorge Ramos-Jular

João Carlos Lanzinha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0082230067>

**CAPÍTULO 8..... 91**

**SEISMIC STUDY OF ANOMALIES OF AVO (AMPLITUDE VERSUS OFFSET) THROUGH SIMULATIONS USING THE BACKDROP OF THE RIO DO PEIXE SEDIMENTARY BASIN**

Carlos Renato Gomes da Cunha

Gustavo Silva Vieira

Alice Dames Vieira

Letícia Kizuka Pereira

Ludmila Ravane Santos da Silva

Rayssa Barcellos Paiva

Brenda dos Santos Pereira

Hans Schmidt Santos

Kaio da Silva Pimentel Figueiredo

Rogério Manhães Soares

Ariane Raposo Nogueira Soares

Gabriel Fonseca Reiff Souto Vidigal

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0082230068>

**SOBRE O ORGANIZADOR ..... 104**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 105**

# CAPÍTULO 3

## MEDIÇÃO INTELIGENTE DE DISTÂNCIA DE OBJETOS ESTÁTICOS PARA ROBÓTICA DE ENXAME

Data de aceite: 01/06/2022

### **Márcio Mendonça**

Departamento Acadêmico de Engenharia  
Elétrica (DAELE)  
Cornélio Procópio – PR  
<http://lattes.cnpq.br/5415046018018708>

### **Rodrigo Henrique Cunha Palácios**

Departamento Acadêmico de Computação  
(DACOM)  
Cornélio Procópio – PR  
<http://lattes.cnpq.br/0838678901162377>

### **Emanuel Ignacio Garcia**

Departamento Acadêmico de Engenharia  
Elétrica (DAELE)  
Cornélio Procópio – PR  
<http://lattes.cnpq.br/8501809850590859>

### **Michele Eliza Casagrande Rocha**

Universidade Norte do Paraná -Unopar  
Engenheira projetista elétrica  
Londrina-PR  
<http://lattes.cnpq.br/4411484670091641>

### **Celso Alves Correa**

Departamento Acadêmico de Engenharia  
Mecânica (DAMEC)  
Cornélio Procópio – PR  
<http://lattes.cnpq.br/8547137298279961>

### **Fábio Rodrigo Milanez**

Faculdade da Indústria SENAI Londrina  
Londrina – PR  
<http://lattes.cnpq.br/3808981195212391>

### **Marco Antônio Ferreira Finocchio**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Departamento Acadêmico de Engenharia  
Elétrica (DAELE)  
Cornélio Procópio – PR  
<http://lattes.cnpq.br/8619727190271505>

### **Lucas Botoni de Souza**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia  
Mecânica (PPGEM)  
Cornélio Procópio – PR  
<http://lattes.cnpq.br/5938489268359300>

### **Mateus Cabral dos Santos**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Programa de Pós-Graduação em Informática  
Industrial (PPGEI)  
Cornélio Procópio – PR  
<http://lattes.cnpq.br/8647581772150717>

### **João Paulo Scarabelo Bertoncini**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Programa de Pós-Graduação em Informática  
Industrial (PPGEI)  
Cornélio Procópio – PR  
<http://lattes.cnpq.br/0802355301406373>

### **Marcos Antonio de Matos Laia**

Departamento de Ciência da Computação  
(DCOMP)  
Universidade Federal de São João del-Rei –  
UFSJ  
São João del Rei – MG  
<http://lattes.cnpq.br/7114274011978868>

**André Luís Shiguemoto**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica (DAELE)  
Cornélio Procópio – PR  
<http://lattes.cnpq.br/9243656534211182>

**Kazuyochi Ota Junior**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Programa de Pós-Graduação em Informática Industrial (PPGEI)  
Cornélio Procópio – PR  
<http://lattes.cnpq.br/3845751794448092>

**RESUMO:** A robótica é uma área crescente de estudo que propõem a solução de tarefas cotidianas através de máquinas. Entre as necessidades dos robôs móveis, o reconhecimento do ambiente de trabalho é de grande importância para tomada de decisões e análise de dados. Com isso, a visão computacional tem grande destaque, fornecendo uma entrada de dados visuais que podem ser utilizados para diversos fins. Esse trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema de visão computacional capaz de calcular a distância entre o robô móvel e um obstáculo ou ponto de interesse. Para isso são utilizados sistemas computacionais inteligentes com Redes Neurais Artificiais, Sistemas Fuzzy etc. Foi realizado um experimento controlado para obtenção da massa de treino. Por meio de um conjunto de dados com 150 imagens, foi realizado um processo de validação cruzada para identificação da melhor topologia. Através da análise dos resultados pode-se concluir que para o problema estudado é necessário apenas uma camada escondida. Como uma possível aplicação a técnica apresentada, aprimorada para objetos móveis e agregada a controladores Fuzzy sugere futura aplicação em uma estratégia de robótica de enxame, em especial seguidor de líder.

**PALAVRAS-CHAVE:** Robótica, Redes Neurais Artificiais, Visão Computacional.

## INTELLIGENT DISTANCE MEASUREMENT OF STATIC OBJECTS FOR SWARM ROBOTIC APPLICATIONS

**ABSTRACT:** Robotics is a growing area of study that proposes the solution of everyday tasks through machines. Among the needs of mobile robots, recognition of the work environment is of great importance for decision making and data analysis. Thus, computer vision has tremendous significance, providing visual data that can be used for various purposes. This work proposes developing a computer vision system capable of calculating the distance between the mobile robot and an obstacle or point of interest. For that, intelligent computer systems with Artificial Neural Networks, Fuzzy Systems, etc., are used. A controlled experiment was carried out to obtain the training data. With a dataset of 150 images, a cross-validation process was carried out to identify the best topology. The analysis of the results concluded that it is necessary only a hidden layer for the studied problem. A possible application of the technique presented, improved for dealing with mobile objects and Fuzzy controllers' addition suggests a future application in a swarm robotics strategy, especially leader-follower robots.

**KEYWORDS:** Robotics, Artificial Neural Networks, Computer Vision.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os robôs estão cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas. A robótica é uma área de estudo em crescente desenvolvimento, propondo soluções automatizadas para diversas tarefas do cotidiano. Com o advento da robótica móvel, plataformas robóticas passaram a executar movimentos dinâmicos, de forma a possuírem maior autonomia na realização de determinadas tarefas.

Ainda segundo autores do trabalho (MENDONCA, M. et al, 2019), um robô móvel pode ser definido como um autômato mecânico, estruturado sobre uma base não estática, controlada por um sistema computacional capaz de gerir sensores e atuadores, permitindo que ele possa interagir com o ambiente. O processo de interação entre o robô e o ambiente se dá por meio de processos de percepção-ação que consistem em: *(i)* obtenção de informações acerca do ambiente; *(ii)* processamento das informações obtidas e seleção de ações que serão executadas; e *(iii)* execução das ações planejadas através do acionamento dos atuadores.

A pesquisa no campo da visão tem sido foco de pesquisadores desde o início da computação e se estende até os dias atuais, compreendendo aplicações nas áreas de automação industrial, robótica e processamento de documentos (TUTUKO, B. et al, 2018). De tal modo, a ciência da visão computacional estuda técnicas de processamento de imagens para extrair e processar características de objetos e ambientes.

Aplicações de visão computacional tem proporcionado a plataformas robóticas, capacidade de navegação e mapeamento, através da captura e processamento de imagens. A visão é um dos principais sentidos do ser humano, permitindo a captação de cores, formas, sombra e profundidade de objetos, assim provê vários dados para o cérebro, que interpreta em informações úteis. Devido à complexidade que envolve a interpretação de informações visuais, reproduzir a visão em robôs tem sido um grande desafio para a ciência.

Para os sistemas robóticos, a visão é um sensor de grande importância, pois através dela é possível obter diferentes informações e até mais detalhadas do que em outros tipos de sensores, sendo possível fazer com que um robô desvie de obstáculos, siga um trajeto, identifique pessoas, expressões e objetos, entre outras aplicações.

## 2 | DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Uma das principais adversidades encontradas por robôs móveis são: se localizar no espaço e planejar uma trajetória que lhes permita alcançar determinado ponto objetivo. Ambos os problemas precisam ser tratados simultaneamente a fim de se obter um bom resultado.

Para a robótica móvel, a capacidade de localização e reconhecimento do ambiente de trabalho é fundamental, permitindo um melhor planejamento da trajetória do robô. A execução das duas tarefas simultaneamente proporciona uma maior autonomia e dinamicidade nos movimentos realizados. Assim, um robô móvel capaz de identificar o ambiente e processar o seu trajeto em tempo real pode responder de forma mais rápida a alterações no espaço, como obstáculos e pontos de interesse.

A utilização de câmeras em sistemas robóticos vem se tornando cada vez mais frequente (GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. 2000), muito em razão do crescimento da Visão Computacional. Na robótica, as câmeras podem ser aplicadas como sensores de posição, podendo determinar as localizações de objetos (GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. 2000). Tendo a informação da localização de um objeto, o sistema de controle envia sinais aos atuadores para realizarem as operações no ambiente.

O trabalho desenvolvido tem como objetivos projetar um sistema de visão computacional embarcado em um robô móvel, aplicando técnicas de inteligência computacional. O sistema, em um primeiro momento, deve ser capaz de calcular a distância entre o robô móvel e obstáculos ou pontos de interesse. A solução ótima para o problema abordado deve ser de baixo custo computacional e de possível implementação em um sistema embarcado. Uma possível instanciação prática dessa investigação poderia ser um sistema de grupo de robótica seguidor de líder como mostra a Figura 1, na qual um grupo de robôs deve seguir um líder para realização de uma tarefa. Nesse caso pegar um algo e levar para um ponto pré-definido, como mostra o experimento simulado. Maiores detalhes dessa estratégia podem ser encontrados no trabalho (MENDONCA, M. et al, 2019) e (TUTUKO, B. et al, 2018).

A principal contribuição deste trabalho, entretanto, está relacionada ao desenvolvimento de um sistema de navegação para robôs móveis, que utilizando um sistema de visão computacional capaz de calcular a distância entre o robô móvel e um obstáculo, auxiliando o robô no processo de tomada de decisão para diversas aplicações, como por exemplo, a supracitada. Deste modo, auxiliando na capacidade de adaptar a navegação do robô ao detectar um obstáculo ou um robô líder, porém deve-se ressaltar que: para seguir outro robô líder ou até mesmo desviar de outros robôs e obstáculos móveis no cenário será necessário agregar um controlador para efetuar as manobras como por exemplo o trabalho (MENDONCA, M. et al, 2019).

Além da necessidade de se implementar um controlador será definir parâmetros, como por exemplo de robótica de enxame que dentre suas características não é necessária uma central de comunicação. Entretanto, a priori, deverá ser usado o conceito supracitado, diferentemente de sistema multirobôs clássicos em que uma central passará parâmetros aos robôs além dos seus sensoriamentos (TUTUKO, B. et al, 2018). Os resultados são iniciais com somente um robô. Mas a expectativa será expandir para um grupo de robôs. E, finalmente definir a estratégia se todos serão autônomos ou seguem um líder teleguiado com

uma aplicação, como por exemplo cooperação para transportar um objeto ou até mesmo vasculhar um ambiente a procura de vítimas por exemplo, como o trabalho supracitado.

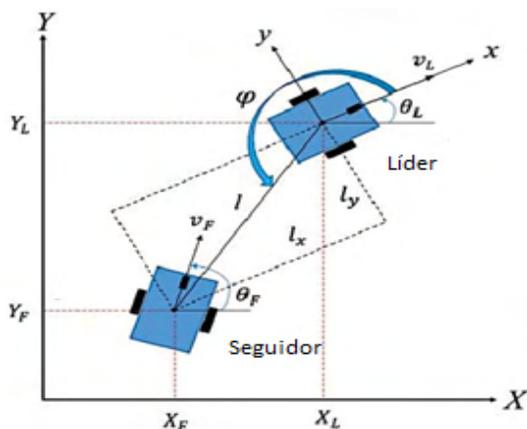


Figura 1: Seguidor de líder.

Fonte: Adaptado de (TUTUKO, B. et al, 2018).

### 3 I FUNDAMENTOS

Essa seção prioriza fundamentos e conceitos para desenvolvimento dessa pesquisa.

#### 3.1 Redes neurais artificiais

Redes Neurais Artificiais são sistemas computacionais criados com base na modelagem do cérebro humano e sua principal característica é aprender através de exemplos, sendo a forma computacional de expressar o funcionamento do sistema nervoso do ser humano. As principais áreas de aplicação das Redes Neurais Artificiais são classificação de padrões e previsões.

Segundo (HAYKIN, S. 2008), uma rede neural artificial (RNA) é um processador paralelamente distribuído constituído de unidades de processamento simples, que tem a propensão natural de armazenar conhecimento e torná-lo disponível para o uso. Uma RNA se assemelha ao cérebro humano em dois aspectos fundamentais: O primeiro está relacionando à aquisição de conhecimento, onde o conhecimento é adquirido pela rede a partir de seu ambiente através de um processo de aprendizagem (HAYKIN, S. 2008). O segundo está relacionado ao armazenamento do conhecimento, onde os pesos sinápticos, que representam forças de conexões entre os neurônios cerebrais, representados por neurônios artificiais, são utilizados para armazenar esse conhecimento obtido pela rede (HAYKIN, S. 2008).

### 3.1.1 Arquiteturas das redes neurais artificiais

Uma arquitetura de uma rede neural se refere à disposição dos neurônios, um em relação ao outro, seguindo as conexões sinápticas, já a topologia da rede se refere às diferentes composições estruturais possíveis com diferentes quantidades de neurônios nas camadas de entrada, intermediária e de saída da rede. As arquiteturas mais usuais das RNAs são FeedForward de Camada Simples, FeedForward de Camadas Múltiplas, Recorrente ou Realimentada e Estrutura Reticulada (SILVA, I. N.; SPATTI, D. H.; FLAUZINO, R. A. 2010).

Neste trabalho foi utilizado a arquitetura FeedForward de Camadas Múltiplas, que é constituída por uma ou mais camadas escondidas de neurônios (Figura 2). Esse modelo de arquitetura é utilizado em problemas de aproximação de funções, classificação de padrões, identificação de sistemas, otimização, robótica e controle de processos. Perceptron Multicamadas e Redes de Base Radial (SILVA, I. N.; SPATTI, D. H.; FLAUZINO, R. A. 2010) são exemplos que se pode citar.

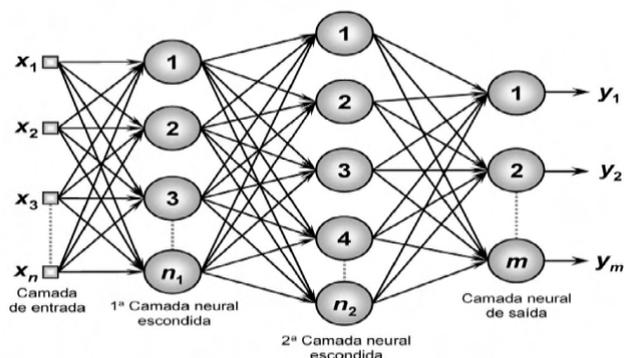


Figura 2: Arquitetura Camadas Múltiplas.

### 3.1.2 Treinamento das redes neurais artificiais

Para que uma Rede Neural atenda os objetivos ela tem de ser treinada. O termo “treinamento” de uma RNA consiste basicamente em fazê-la encontrar valores de pesos sinápticos, por meio de um algoritmo de treinamento, no caso das redes neurais do tipo Perceptron empregada nesse artigo, o mais utilizado de um modo geral é o Levenberg Marquadt (HAYKIN, S. 2008).

Para o treinamento de uma RNA temos que dividir as amostras existentes em treinamento e validação da rede. Sugere-se que a divisão seja 60% a 90% amostras para treinamento e 40% a 10% para testes. Denomina-se época de treinamento a cada vez que apresentarmos uma amostra para ajuste dos pesos sinápticos e limiares da rede (SILVA, I. N.; SPATTI, D. H.; FLAUZINO, R. A. 2010).

No treinamento Supervisionado deve-se dispor das amostras e das respectivas

saídas desejadas para que os pesos e limiares sejam ajustados continuamente pelo algoritmo de aprendizagem, sendo este utilizado para treinar a RNA deste trabalho.

### 3.2 Visão computacional

A visão computacional apresenta um meio de transformar um sinal de imagem em digital, para que possa ser processado em computadores (ZHAO, S. 2005). Por meio da manipulação desses dados é possível reconhecer o ambiente de trabalho. Um dos principais componentes de um sistema de visão computacional é o sensor de captura, as câmeras digitais. Após essa etapa é necessário o tratamento das imagens para a posteriori o reconhecimento das mesmas (CORKE, Peter. 2017).

### 3.3 Robótica de enxame

A pesquisa da robótica de enxame, do inglês *Swarm Robotics*, tem como finalidade estudar o projeto de robôs, seu corpo físico e seus comportamentos de controle (HU, J.; LANZON, A. 2018). É inspirado no comportamento emergente observado em insetos sociais, chamado de inteligência de enxame (HUNT, E. R. 2019), (KIKUCHI, D. Y. 2007) e (RASHEED, M. W. et al, 2018). Regras individuais relativamente simples podem produzir um grande conjunto de comportamentos complexos de enxame (BONABEAU, E.; DORIGO, M.; THERAULAZ, G. 1999). Um componente chave é a comunicação entre os membros do grupo que constroem um sistema de feedback constante. O comportamento do enxame envolve a mudança constante de indivíduos em cooperação com outros, bem como o comportamento de todo o grupo.

Ao contrário dos sistemas robóticos distribuídos em geral, a robótica de enxame enfatiza muitos robôs e promove a escalabilidade da ordem de centenas ou até milhares usando apenas comunicação local (HAMANN, H. 2018). Essa comunicação local, por exemplo, pode ser alcançada por sistemas de transmissão sem fio, como rádio frequência ou infravermelho (CORRELL, N.; RUS, D. 2013).

## 4 | PROPOSTA PARA O CÁLCULO DE DISTÂNCIA DE OBJETOS ESTÁTICOS

Com base nos conceitos teóricos de Redes Neurais Artificiais, foi levantada a hipótese de utilizar uma câmera para calcular a distância de um objeto baseado no tamanho relativo do objeto na imagem capturada.



Figura 3: Protótipo desenvolvido.

No contexto de um robô móvel, foi montado uma área de calibração fixando um objeto e variando a posição da câmera. A câmera utilizada foi do modelo Logitech(r) C270 e um cubo como objeto de estudo. Utilizando o Software Matlab<sup>®</sup> foram coletadas 150 imagens, de forma empírica, distintas para treinamento da rede e 10 para validação. A Figura 4 demonstra o ambiente montado.

Para extração da distância do objeto para a câmera é necessário conhecer os parâmetros intrínsecos e extrínsecos. Esse processo de calibração pode ser realizado de diversas formas, no trabalho apresentado optou-se pelo desenvolvimento de uma Rede Neural do Tipo Perceptron Multicamadas como um aproximador universal de funções (HAYKIN, S. 2008).

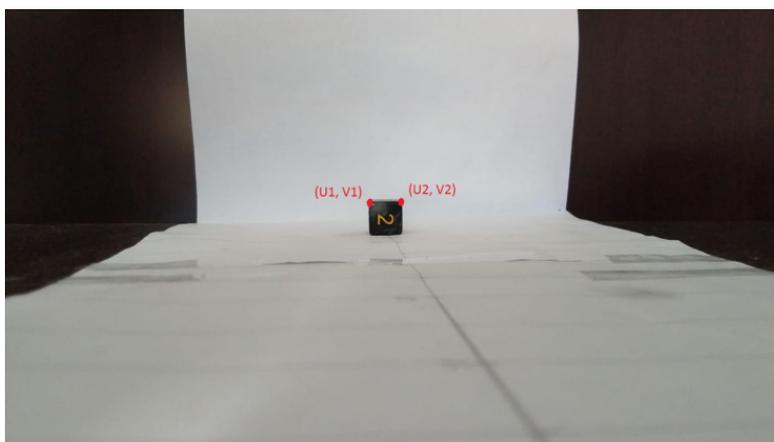


Figura 4: Imagem entrada e pontos.

Para encontrar a melhor topologia da rede, foi realizado um processo de validação

cruzada variando o número de neurônios e camadas escondidas. Foram adotadas as topologias exibidas na Tabela 1.

Topologia	Camadas	Neurônios
1	1	[5]
2	1	[10]
3	1	[15]
4	2	[5 10]
5	2	[10 5]
6	2	[10 15]
7	2	[15 10]

Tabela 1: Topologias utilizadas no projeto desenvolvido.

## 5 | RESULTADOS EXPERIMENTAIS

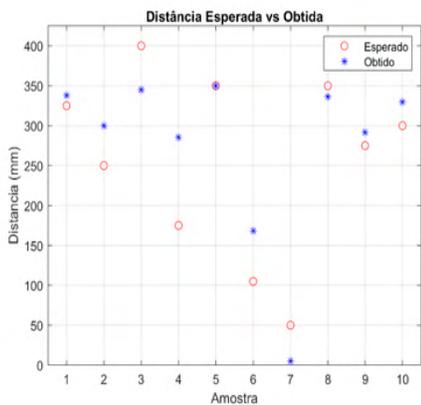
Para cada topologia escolhida foram realizados cinco treinamentos com valores de pesos iniciais aleatórios, calculando a média do Erro médio quadrático e Precisão para cada uma das redes. A comparação entre as topologias é apresentada na Tabela 2, seguido dos gráficos com variações dos testes que demonstram os pontos de distância esperada com a obtida e gráficos com a evolução do Erro Quadrático Médio (EQM) na convergência do treinamento da RNA.

Na Figura 5, são apresentados os resultados para obtenção das distâncias dos objetos realizando testes com a topologia da RNA com 1 camada oculta em 10 neurônios. Neste caso, a taxa de EQM obtida foi de 0,0119 e uma precisão de  $9,77E-07$ .

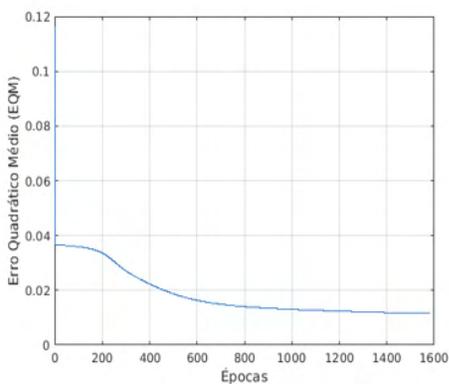
Topologia	EQM	Precisão
[5]	0,0112	9,90E-07
[10]	0,0119	9,77E-07
[15]	0,0139	1,12E-06
[5 10]	0,0366	1,81E-07
[10 5]	0,0361	1,02E-07
[10 15]	0,0407	8,73E-07
[15 10]	0,0377	9,22E-07

Tabela 2: Comparação entre topologias.

Na Figura 6, os resultados demonstrados são relativos à validação de 10 amostras com a configuração da RNA de 1 camada oculta com 15 neurônios com EQM de 0,0139 e precisão de  $1,12 \cdot 10^{-06}$ .



(a)

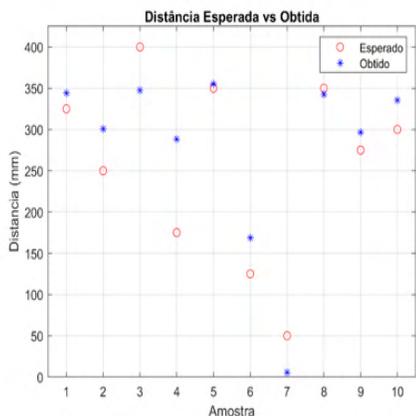


(b)

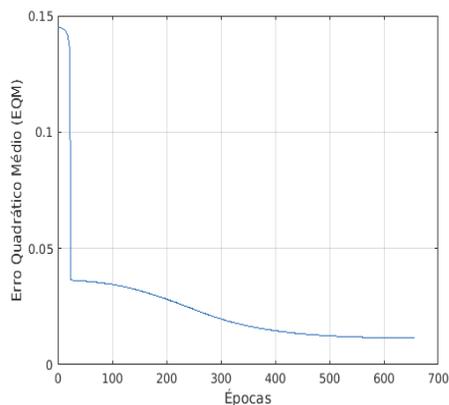
Figura 5: (a) Topologia [10]. (b) Topologia [10] EQM.

Por outro lado, quando os testes das amostras foram realizados com a configuração de 2 camadas ocultas da RNA é possível constatar que os resultados se apresentaram abaixo do desejável. Na Figura 7 é possível observar os resultados com a configuração de 2 camadas ocultas com 5 e 10 neurônios nas respectivas camadas

Nas Figuras 8, 9 e 10 também se utilizou da configuração de 2 camadas ocultas e uma variação diferente do número de neurônios. Nestes casos, observa-se nas Figuras 7, 8, 9 e 10 (a) uma linearidade na distância obtida em relação à desejada, o que não se esperava para os testes.



(a)

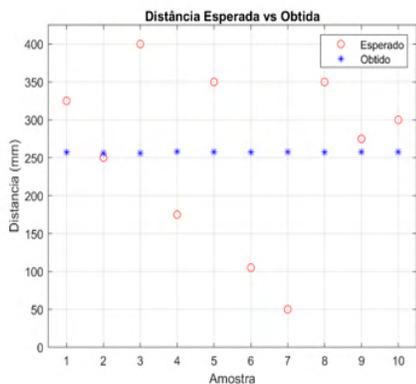


(b)

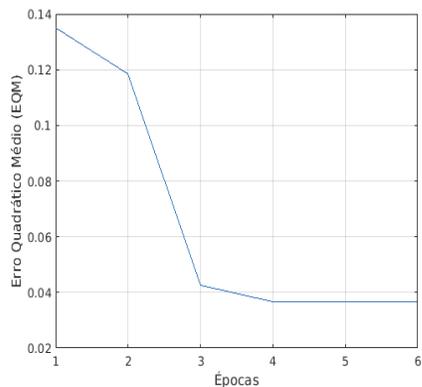
Figura 6: (a) Topologia [15]. (b) Topologia [15] EQM.

Outro ponto é o baixo número de épocas para convergência, conforme pode ser

notado nas Figuras 7, 8, 9 e 10 (b), o que não correspondeu com um bom desempenho na validação.

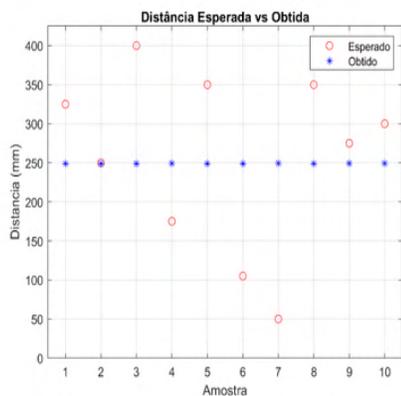


(a)

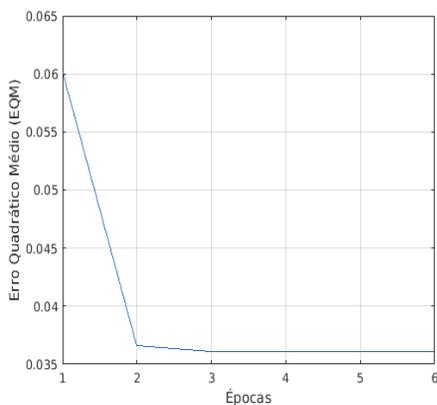


(b)

Figura 7: (a) Topologia [5 10]. (b) Topologia [5 10] EQM.



(a)



(b)

Figura 8: (a) Topologia [10 5]. (b) Topologia [10 5] EQM.

As Figuras de 5 a 10 apresentaram os resultados esperados versus obtidos em curva de aprendizado das diferentes configurações da rede neural artificial. Os melhores resultados foram obtidos com a configuração de 1 camada oculta, em 5 treinos e validações para cada configuração de 1 camada oculta são apresentados nas Tabelas 3, 4 e 5. Essas tabelas mostram o tempo de treinamento, épocas, EQM, precisão e erro médio (mm).

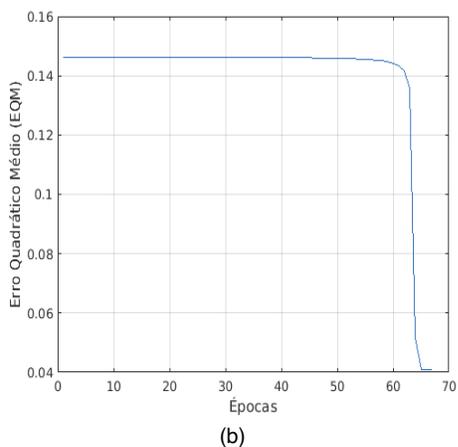
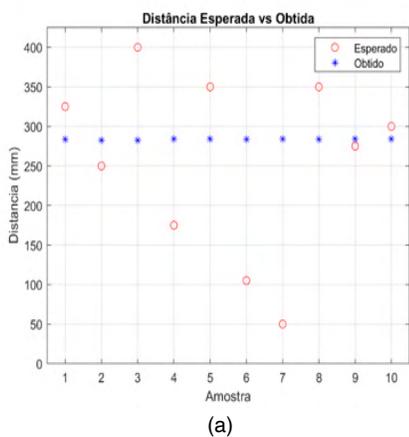


Figura 9: (a) Topologia [10 15]. (b) Topologia [10 15] EQM.

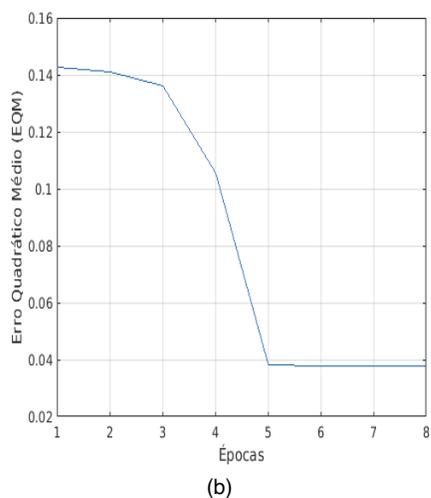
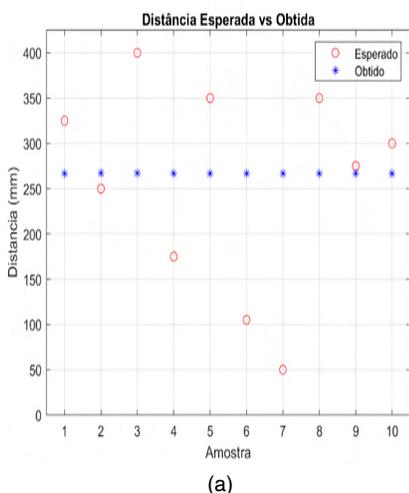


Figura 10: (a) Topologia [15 10]. (b) Topologia [15 10] EQM.

Treino	Épocas	EQM	Precisão	Tempo (s)	Erro Médio (mm)
T1	2141	0,0069	9,98E-07	24.04	26,04
T2	1455	0,0073	9,99E-07	15.93	27,00
T3	1846	0,0146	9,97E-07	19.38	26,05
T4	777	0,0142	9,93E-07	8.88	32,28
T5	797	0,0131	9,65E-07	8.66	28,80

Tabela 3: Topologia [5].

Treino	Épocas	EQM	Precisão	Tempo (s)	Erro Médio (mm)
T1	513	0,0165	9,17E-07	8.12	41,96
T2	701	0,0139	9,72E-07	10.72	35,21
T3	3905	0,0087	9,99E-07	59.09	23,52
T4	1168	0,0088	9,99E-07	17.53	28,35
T5	1583	0,0115	9,98E-07	23.69	27,30

Tabela 4: Topologia [10].

Treino	Épocas	EQM	Precisão	Tempo (s)	Erro Médio (mm)
T1	1009	0,0082	9,99E-07	24.73	29,78
T2	1174	0,0082	9,99E-07	24.54	32,58
T3	657	0,0114	9,68E-07	13.86	37,22
T4	167	0,0336	8,56E-07	3.55	78,38
T5	5000	0,0081	1,79E-06	102.11	25,89

Tabela 5: Topologia [15].

Analisando as topologias de uma camada, uma situação de implementação possível seria adotar uma rede com 5 neurônios na camada escondida por ter os menores valores de Erro Médio Quadrático.

## 6 | CONCLUSÃO

O trabalho desenvolvido sugere uma alternativa de determinar distâncias entre um objeto e uma robô móvel utilizando visão computacional e Redes Neurais Artificiais. Um protótipo para testes com uma câmera Logitech® C270 e um cubo como objeto de interesse. Nesses experimentos ao todo foram coletadas 150 imagens do objeto de estudo e extraídas as coordenadas manualmente.

O processo de validação cruzada foi utilizado para determinar a melhor topologia para solução do problema.

Para trabalhos futuros é esperado uma intensificação no processo de treino da topologia vencedora, aplicando uma massa de treinos maior ou a possível aplicação de novas topologias. E, finalmente, agregado um controlador por meio de uma técnica inteligente como por exemplo, lógica Fuzzy Mandani ou *Fuzzy Cognitive Maps* para ações de controle para realização de objetivando desenvolver uma aplicação da área de robótica de enxame, em especial uma aplicação seguidora de líder.

## REFERÊNCIAS

BONABEAU, E.; DORIGO, M.; THERAULAZ, G. **Swarm Intelligence: From Natural to Artificial Systems**. New York, NY: Oxford University Press, Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity. 1999.

CORKE, Peter. **Robotics, Vision, and Control: Fundamental Algorithms in MATLAB (R) Second Edition**. Springer International Publishing, 2017.

CORRELL, N.; RUS, D. **Architectures, and control of networked robotic systems**. In: Serge Kernbach (Ed.): Handbook of Collective Robotics. Stanford, Singapore, 2013.

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. **Processamento de Imagens Digitais**. Ed. Edgard Blücher. São Paulo, SP, 2000.

HAMANN, H. **Swarm Robotics: A Formal Approach**. New York: Springer International Publishing, 2018.

HAYKIN, S. **Neural Networks and Learning Machines**. 3 Ed, Bookman .2008.

HU, J.; LANZON, A. **An Innovative Tri-rotor Drone and Associated Distributed Aerial Drone Swarm Control. Robotics and Autonomous Systems**. 2018.

HUNT, E. R. **The Social Animals that are Inspiring New Behaviours for Robot Swarms**. 2019.

KIKUCHI, D. Y. **Sistema de Controle Servo Visual de uma Câmera Pan-Tilt com Rastreamento de uma Região de Referência**. Dissertação (Mestrado) — Universidade de São Paulo, 2007.

MENDONÇA, M.; KONDO, H. S.; SOUZA, L. B.; PALÁCIOS, R. H. C.; ALMEIDA, J. P. L. S. **”Semi-Unknown Environments Exploration Inspired by Swarm Robotics using Fuzzy Cognitive Maps.”**. IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE). 2019.

RASHEED, M. W.; TANVEER, R.; AKHTAR, M. U.; KHAN, Z. H. **“ROBO-FLOCK: Development of a low-cost Leader-follower Swarm of Mobile Robots.”**. 2018 14th International Conference on Emerging Technologies (ICET). Islamabad, 2018.

SILVA, I. N.; SPATTI, D. H.; FLAUZINO, R. A. **Redes Neurais Artificiais para Engenharia e Ciências Aplicadas**. Artliber. 2010.

TUTUKO, B. et al. **“Optimal Route Driving for Leader-Follower Using Dynamic Particle Swarm Optimization.”**. International Conference on Electrical Engineering and Computer Science (ICECOS). 2018.

ZHAO, S.; LI, B.; YUAN, J.; CUI, G. **Research on Remote Meter Automatic Reading Based on Computer Vision**. In: IEEE/PES Transmission & Distribution Conference & Exposition: Asia and Pacific, IEEE. 2005.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Alabeos 52, 57, 58, 60

Algoritmo 29, 30, 63, 64, 66, 70, 71, 72

Aparelho de apoio 38

Arte 38, 74, 84, 87, 88

AVO 91, 92, 93, 94, 95, 102, 103

### C

Canteiro de obra 14, 15, 18

Cinética de secado 52

Covilhã 74, 75, 76, 79, 83, 88, 89, 90

Cultura 23, 74, 88

### D

Defectos de secado 52

Dinamômetro 63, 64, 66, 68, 72

### F

Fibra de carbono 38, 44, 48, 49, 50

### H

Humedad de la madera 52, 53, 54, 58, 59

### I

Indústria 2, 24, 74, 75, 78, 79, 80, 83, 88, 90

### L

Linguagem 14, 15, 16, 17, 18, 20, 22, 63, 64, 68, 71

### M

Módulo de controle 63, 64, 66, 68, 70

Monteiro-PB 14, 15

### N

Neguentropia 1, 2, 7, 9, 12, 13

### P

Petróleo 92, 96, 102, 103

Ponte 38, 39, 41, 42, 44, 45, 50, 51

Programas de secado 52, 62

Protensão externa 38, 44, 45, 50, 51

## **R**

Redes neurais artificiais 25, 28, 29, 30, 36, 37

Reforço 38, 39, 42, 44, 48, 49, 50, 51

Refrigeração 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13

Requalificação 74, 87, 89, 90

Robótica 24, 25, 26, 27, 29, 30, 36

## **S**

Sísmica 92

Sociolinguística 14, 15, 17, 18

## **T**

Termoeconomia 1, 5, 7, 13

## **V**

Visão computacional 25, 26, 27, 30, 36

# ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias 2

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 



# ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias 2

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

