

A produção do conhecimento nas Ciências Exatas e da Terra 2

6,0 Gt CO₂
Ingrid Aparecida Gomes
(Organizadora)



Ingrid Aparecida Gomes

(Organizadora)

**A Produção do Conhecimento nas
Ciências Exatas e da Terra**

2

Atena Editora

2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

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)

P964 A produção do conhecimento nas ciências exatas e da terra 2
[recurso eletrônico] / Organizadora Ingrid Aparecida Gomes. –
Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A produção do
Conhecimento nas Ciências Exatas e da Terra; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-239-5

DOI 10.22533/at.ed.395190404

1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. I. Gomes,
Ingrid Aparecida. II. Série.

CDD 507

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.

2019

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 produção do conhecimento nas Ciências Exatas e da Terra” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu II volume, apresenta, em seus 21 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca do ensino e educação.

As Ciências Exatas e da Terra englobam, atualmente, alguns dos campos mais promissores em termos de pesquisas atuais. Estas ciências estudam as diversas relações existentes da Astronomia/Física; Biodiversidade; Ciências Biológicas; Ciência da Computação; Engenharias; Geociências; Matemática/ Probabilidade e Estatística e Química.

O conhecimento das mais diversas áreas possibilita o desenvolvimento das habilidades capazes de induzir mudanças de atitudes, resultando na construção de uma nova visão das relações do ser humano com o seu meio, e, portanto, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

A ideia moderna das Ciências Exatas e da Terra refere-se a um processo de avanço tecnológico, formulada no sentido positivo e natural, temporalmente progressivo e acumulativo, segue certas regras, etapas específicas e contínuas, de suposto caráter universal. Como se tem visto, a ideia não é só o termo descritivo de um processo e sim um artefato mensurador e normalizador de pesquisas.

Neste sentido, este volume é dedicado aos trabalhos relacionados a ensino e aprendizagem. A importância dos estudos dessa vertente, é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora, agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Ingrid Aparecida Gomes

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
APLICAÇÃO DA FUNÇÃO DENSIDADE COM DISTRIBUIÇÃO BETA EM UM AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO INTERVALAR	
Dirceu Antonio Maraschin Junior Alice Fonseca Finger	
DOI 10.22533/at.ed.3951904041	
CAPÍTULO 2	6
APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE PLANEJAMENTO FATORIAL PARA A OTIMIZAÇÃO NA SÍNTESE DE NANOPARTÍCULAS POLISSACARÍDICAS	
Nilvan Alves da Silva Edilson Lima Cosmo Júnior Flávia Oliveira Monteiro da Silva Abreu	
DOI 10.22533/at.ed.3951904042	
CAPÍTULO 3	15
APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA DETECÇÃO DE FALHAS E DIAGNÓSTICO TERMODINÂMICO NOS COMPONENTES DE UM SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO COMERCIAL E INDUSTRIAL	
Ronald de Paiva Gonçalves Euler Guimarães Horta	
DOI 10.22533/at.ed.3951904043	
CAPÍTULO 4	23
APLICAÇÃO DO MÉTODO PROMETHEE I PARA CLASSIFICAÇÃO DE SETORES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	
Gabriele M. Kestarek Fernando Jorge C. M. Filho	
DOI 10.22533/at.ed.3951904044	
CAPÍTULO 5	34
ANÁLISE DE GESTÃO DO ESTOQUE DE MATÉRIA-PRIMA UTILIZANDO A METODOLOGIA MASP EM UMA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA	
Elizabeth Cristina Souza Baltazar De Mesquita João Marcelo Carneiro Mariana Brasil Accioly Paula Nilton da Silva Oliveira Junior Raissa Costa Martins Thuanny Cunha dos Reis	
DOI 10.22533/at.ed.3951904045	
CAPÍTULO 6	41
CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLÓGICA DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA REGIÃO CENTRAL DE RONDÔNIA	
Mirian Gusmão Emanuel Maia Anna Frida Hatsue Modro Fernando Ferreira Morais	

DOI 10.22533/at.ed.3951904046

CAPÍTULO 7 58

ANÁLISES DO ACÚMULO DE SEDIMENTOS EM UM REPRESAMENTO DO RIBEIRÃO SÃO BARTOLOMEU NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA – MG

Lucas José Ferreira Viana

Youlia Kamei Saito

Mateus Ribeiro Benhame

Ítalo Oliveira Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.3951904047

CAPÍTULO 8 71

UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE LINGUAGENS DE MODELAGEM DE PROCESSOS DE NEGÓCIOS

João Felipe Pizzolotto Bini

Marcos Antonio Quináia

DOI 10.22533/at.ed.3951904048

CAPÍTULO 9 89

COMPARATIVO SOBRE OS PRINCIPAIS MODELOS DE BANCOS DE DADOS NOSQL

João Dutra Cristoforu

Josiane Michalak Hauagge Dall’Agnol

Lucélia de Souza

Gisane Aparecida Michelon

DOI 10.22533/at.ed.3951904049

CAPÍTULO 10 101

DESENVOLVIMENTO DE UMA INTERFACE GRÁFICA PARA ANÁLISE E MONITORAMENTO DE PARÂMETROS DE FUNCIONAMENTO DE UM FÓRMULA SAE

Piêtro da Silva Santos

Ronald de Paiva Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.39519040410

CAPÍTULO 11 114

DESENVOLVIMENTO WEB: SOFTWARE DE AUXILIO NA GESTAO DE EVENTOS

Francisco de Assis Nunes Cavalcante

Rafael Miranda Correia

DOI 10.22533/at.ed.39519040411

CAPÍTULO 12 126

ELABORAÇÃO DE PRODUTOS EM ROBOTICA ASSOCIADOS A CONCEITOS SOBRE AS EXPERIÊNCIAS DOS USUÁRIOS

Nathalino Pachêco Britto

Maria Elizabeth Sucupira Furtado

Atiele Oliveira Cavalcante

Bruno Lourenço

Natã Lael Gomes Raulino

DOI 10.22533/at.ed.39519040412

CAPÍTULO 13 134

ESTRUTURA PARA APLICAÇÃO EM ROBÔ PARA PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS SUSTENTÁVEL

Rudi Artur Munieweg
Karla Beatriz Vivian Silveira
Sidney Ferreira de Arruda

DOI 10.22533/at.ed.39519040413

CAPÍTULO 14 141

ESTUDO DE FERRAMENTAS DE TESTE BASEADO EM MODELOS EM APLICAÇÕES ANDROID

Jean Carlos Hrycyk
Inali Wisniewski Soares
Luciane Telinski Wiedermann Agner

DOI 10.22533/at.ed.39519040414

CAPÍTULO 15 148

FT-NIR IN THE CONSTRUCTION OF PLS MODELS FOR DETERMINATION OF TOTAL FLAVONOIDS IN SAMPLES OF PROPOLIS SUBMITTED TO DIFFERENT PROCESSES

Matheus Augusto Calegari
Bruno Bresolin Ayres
Larrisa Macedo dos Santos Tonial
Tatiane Luiza Cadorin Oldoni

DOI 10.22533/at.ed.39519040415

CAPÍTULO 16 162

MODELAGEM MATEMÁTICA E ESTABILIDADE DE SISTEMAS PREDADOR-PRESA

Paulo Laerte Natti
Neyva Maria Lopes Romeiro
Eliandro Rodrigues Cirilo
Érica Regina Takano Natti
Camila Fogaça de Oliveira
Altair Santos de Oliveira Sobrinho
Carolina Massae Kita

DOI 10.22533/at.ed.39519040416

CAPÍTULO 17 178

MODELAGEM POR SUPERFÍCIE DE RESPOSTA SOBRE O USO COMBINADO DO NITROGÊNIO NA BASE COM DIFERENTES ÉPOCAS DE FORNECIMENTO EM COBERTURA EM SISTEMA SOJA/AVEIA

Adriana Roselia Krausig
Douglas César Reginatto
Odenis Alessi
Vanessa Pansera
Ângela Teresinha Woschinski de Mamann
José Antonio Gonzalez da Silva

DOI 10.22533/at.ed.39519040417

CAPÍTULO 18	185
PROPOSTA DE AMBIENTES INTELIGENTES IOT SOB A ÓTICA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	
Larissa Souto Del Rio	
João Octávio Barros Silva	
Marcelo da Silva de Azevedo	
Éder Paulo Pereira	
Ivania Aline Fischer	
Roseclea Duarte Medina	
DOI 10.22533/at.ed.39519040418	
CAPÍTULO 19	194
LANÇAMENTO DE SATÉLITES ARTIFICIAIS	
Jadilene Rodrigues Xavier	
Edinei Canuto Paiva	
Sebastiao Batista De Amorim	
Celimar Reijane Alves Damasceno Paiva	
DOI 10.22533/at.ed.39519040419	
CAPÍTULO 20	219
REMOTE SENSING TOOLS FOR FIRE MONITORING: THE CASE OF WILDFIRE IN CHILE IN 2017	
Gabriel Henrique de Almeida Pereira	
Clóvis Cechim Júnior	
Giovani Fronza	
Flávio Deppe	
Eduardo Alvim Leite	
DOI 10.22533/at.ed.39519040420	
CAPÍTULO 21	229
LÓGICA FUZZY COMO PROPOSTA INOVADORA NA SIMULAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE TRIGO PELAS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS E USO DO NITROGÊNIO	
Ana Paula Brezolin Trautmann	
Osmar Bruneslau Scremin	
Anderson Marolli	
Adriana Roselia Krausig	
Ângela Teresinha Woschinski de Mamann	
José Antonio Gonzalez da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.39519040421	
SOBRE A ORGANIZADORA	236

APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA DETECÇÃO DE FALHAS E DIAGNÓSTICO TERMODINÂMICO NOS

Ronald de Paiva Gonçalves

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Instituto de Ciência e Tecnologia, Engenharia Mecânica
Diamantina - Minas Gerais

Euler Guimarães Horta

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Instituto de Ciência e Tecnologia, Engenharia Mecânica
Diamantina - Minas Gerais

RESUMO: Sistemas de refrigeração são responsáveis por uma parcela significativa do consumo de energia atualmente. Degradações nos mesmos podem aumentar esse consumo de energia, o que justifica o estudo. O objetivo deste trabalho foi avaliar três técnicas de inteligência computacional como ferramentas de diagnóstico termodinâmico. Para tanto, as ferramentas foram treinadas a partir de um modelo computacional que gerou dados que representavam situações de operação normal e situações de degradações em um ou múltiplos componentes. Para a avaliação dos resultados foi observada a acurácia obtida na classificação de cada técnica, bem como o seu tempo de execução. As técnicas utilizadas foram Redes Neurais Artificiais (RNAs) tradicionais, Máquinas de Aprendizado Extremo (Extreme Learning Machines –

ELMs) e Máquinas de Vetores de Suporte (Support Vector Machines – SVMs). Observou-se que as RNAs demandaram elevado custo computacional. Além disso, para esse modelo os resultados da identificação da degradação foram muito baixos, chegando a apenas 74% de acerto. As ELMs não precisaram de ajuste fino de parâmetros, tendo um treinamento bem rápido. Com o modelo selecionado alcançou-se 93% de acerto. As SVMs também tiveram elevado custo computacional, mas o modelo foi capaz classificar corretamente 99% dos dados de teste. Dessa forma, concluiu-se que as SVMs são o melhor modelo para realizar o diagnóstico termodinâmico do sistema estudado. Apesar de terem elevado custo computacional para o ajuste de parâmetros e o treinamento, uma vez

PALAVRAS-CHAVE: Refrigeração, Inteligência Artificial, Diagnóstico Termodinâmico

ABSTRACT: Cooling systems account for a significant portion of energy consumption today. Degradations in them can increase this energy consumption, which justifies the study. The objective of this work was to evaluate three computational intelligence techniques as thermodynamic diagnostic tools. For this, the tools were trained from a computational model that generated data that represented operating situations normal and degradation situations

in one or multiple components. For the evaluation of the results it was observed the accuracy obtained in the classification of each technique, as well as its execution time. The techniques were used were traditional Artificial Neural Networks (RNAs), Extreme Learning Machines (ELMs) and Support (Support Vector Machines - SVMs). It was observed that ANNs demanded a high computational cost. In addition, for this The results of the degradation identification were very low. only 74% correct. The ELMs did not need fine-tuning of parameters, training very fast. With the selected model, 93% accuracy was achieved. At SVMs also had high computational cost, but the model was able to correctly rank 99% of the test data. Thus, it was concluded that the SVMs are the best model for to perform the thermodynamic diagnosis of the studied system. Although they have computational cost for parameter adjustment and training, since the model is trained the same can be used to monitor the system in time real.

KEYWORDS: Refrigeration, Artificial Intelligence, Thermodynamic Diagnosis

1 | INTRODUÇÃO

Sistemas de refrigeração por compressão mecânica de vapor são utilizados em várias aplicações. Sua utilização é imprescindível para diversos setores da indústria, seja para preservar alimentos, fármacos ou outros. Sistema de refrigeração são responsáveis por 30 a 50 % do consumo global de energia em edifícios (KHARSEH, 2011). Portanto, visto que esses sistemas são grandes consumidores de energia, o aumento da eficiência dos mesmos acarretaria em uma redução significativa no consumo de energia (KHARSEH, 2011). Logo o monitoramento de sistemas de refrigeração é motivado pela necessidade de reduzir o consumo de energia (ASHRAE, 2010).

A crescente demanda por qualidade, confiabilidade e segurança de processos, tem proporcionado o desenvolvimento de diversas técnicas para detecção e diagnóstico de falhas. Essas técnicas consistem no monitoramento de um determinado sistema e a indicação de quando esse apresenta algum tipo de falha ou desvio de funcionamento (BUENO, 2006). Problemas associados à operação de sistemas de refrigeração e condicionamento de ar, devido a equipamentos degradados, manutenção e instalação incorreta, levam a um desgaste prematuro dos componentes e maior consumo de energia (YOON et al. 2011).

Para aplicações em sistemas de refrigeração e ar-condicionado, técnicas de inteligência computacional se tornam extremamente oportunas para a detecção e diagnóstico de falhas. Uma vantagem da utilização dessas técnicas é a capacidade de resolução de problemas de múltiplas variáveis pela extração das relações não lineares existentes entre as variáveis por meio de dados de treinamento (MOHANRAJ et al., 2012). A necessidade desses dados é devido a estas técnicas se basearem na extração de conhecimento a partir de exemplos, onde através desse conhecimento extraído se processa o treinamento.

Os dados de treinamento devem representar o comportamento do sistema analisado para diversas condições. Para este estudo os dados de treinamento foram obtidos através da simulação de um sistema de refrigeração, modelado a partir dos catálogos fornecidos pelos fabricantes dos equipamentos selecionados, como feito em trabalhos anteriores (MENDES et al, 2016). Desse modelo foram obtidas as informações necessárias para determinar o comportamento de cada equipamento em diversas situações, possibilitando a simulação dos mesmos em conjunto através do modelo do sistema.

Acompanhar e monitorar o funcionamento de um sistema é de extrema importância para seu desempenho e manutenção. No que se refere a manutenção, a reação deve ser rápida à ocorrência de falhas ou desvios de funcionamento. Além da redução da eficiência do sistema, em consequência a presença de falha em um de seus componentes, a operação nessas condições leva também a uma degradação nos demais equipamentos que compõem o mesmo. Desta forma, para um sistema de detecção de falhas, é interessante não somente a determinação da ocorrência ou não de falha, mas também a indicação do local onde a mesma ocorre, ou seja, quais equipamentos do sistema de refrigeração estão operando com falhas. Isso torna o processo de identificação e correção da falha mais versátil e prático, evitando os malefícios que a mesma acarreta ao longo do tempo no sistema como um todo.

Para o procedimento de detecção e diagnóstico de falhas, foram utilizadas técnicas de inteligência computacional multiclases. As técnicas utilizadas neste projeto foram: Redes Neurais Artificiais (RNAs) tradicionais; Máquinas de Aprendizado Extremo (Extreme Learning Machines – ELMs); e Máquinas de Vetores de Suporte (Support Vector Machines – SVMs). Todos os modelos foram treinados, validados e testados com os mesmos dados para facilitar a comparação. Os modelos baseados em ELMs e SVMs tiveram melhores resultados, conseguindo classificar corretamente mais de 90% dos dados de teste.

2 | OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

A partir dos dados gerados pelo modelo do sistema de refrigeração elaborado nos projetos anteriores (protocolos 332014 e 982014), testar técnicas de inteligência computacional multiclases, quanto a sua capacidade de realizar de forma confiável o diagnóstico de falhas. Diagnóstico este realizado de forma a identificar não apenas a presença ou não de falha, mas também ser capaz de indicar em quais dos componentes do sistema de refrigeração as falhas ocorrem, de forma a conferir mais agilidade ao processo de monitoramento e manutenção do sistema em análise.

2.2 Objetivos Específicos

- Aperfeiçoar as atividades de manutenção de instalações de refrigeração seja no setor comercial e/ou industrial;
- Dar sequência ao estudo de inteligência computacional na detecção de falhas em sistemas de refrigeração, conferindo a este um caráter multiclases;
- Estabelecer e fortalecer uma linha de pesquisa em modelagem computacional, diagnóstico e prognóstico termodinâmico de falhas aplicado a sistemas térmicos no ICT/ UFVJM.

3 | PROCEDIMENTO DE PESQUISA

Primeiramente foi realizada uma revisão de literatura sobre sistemas de refrigeração. O aluno se familiarizou com o modelo do sistema de refrigeração utilizado para a obtenção dos dados. Em seguida, ele iniciou uma pesquisa para aprender as técnicas de inteligência computacional que foram utilizadas no decorrer do projeto. Através do conhecimento adquirido por meio de tutoriais, livros, artigos e outros tipos de trabalhos, buscou-se implementar as técnicas de inteligência computacional propostas (RNA, ELM, SVM), desenvolvendo atividades nos computadores da Universidade e em um computador pessoal. Para a implementação dos modelos foram utilizadas somente ferramentas livres, mais especificamente o Octave (GNU OCTAVE, 2018).

As diferentes técnicas de inteligência computacional foram treinadas com a base de dados devidamente separada em 1/3 para teste e 2/3 para treinamento e validação, obtendo-se os resultados preliminares. Todas as técnicas passaram por validação cruzada para definir o modelo treinado que melhor se ajustaria aos dados apresentados. Definido o modelo e os parâmetros que compõe cada técnica, foram obtidos os resultados finais que posteriormente foram analisados. Por fim, os valores obtidos foram comparados em termos de acurácia e tempo de execução para cada algoritmo.

Ao longo do projeto, foram obtidos resultados preliminares que foram publicados no *XIII Congresso Brasileiro de Inteligência Computacional* (CBIC 2017). Espera-se que os resultados obtidos ao final deste projeto sejam publicados em algum evento ou revista científica.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Iniciou-se os experimentos pela técnica RNA. Para tanto, utilizou-se um laboratório de informática do Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT) da UFVJM para executar uma validação cruzada e definir a quantidade de neurônios que atingiria a melhor acurácia. O laboratório foi utilizado, pois o algoritmo deveria ser executado inúmeras vezes

para diversas quantidades de neurônios escondidos. Dessa forma, foram utilizados diversos computadores para realizar a validação cruzada. Cada computador executou um modelo de RNA com um número fixo de neurônios escondidos. Após a execução, os dados foram devidamente tratados e analisados, obtendo-se os resultados apresentados na Tabela 1. Nela são apresentadas a acurácia, o desvio padrão e o tempo de execução do algoritmo. Esse procedimento foi repetido 10 vezes dos quais foram retirados a média e o desvio padrão da acurácia (% de acerto) do desempenho de cada grupo de parâmetros.

Neurônios	Acurácia (%)	Desvio Padrão (%)	Tempo (s)
1	54,4120	0,8265	3873
2	59,9010	0,9373	5570
3	69,0180	1,8840	8377
4	77,8460	6,9280	10184
5	77,1790	7,0552	10280
6	77,5720	7,6620	11460
7	73,3550	6,6996	12370
9	73,4410	9,4416	15285
10	68,5500	6,5453	14189
11	67,7290	6,3397	16704
14	67,6340	7,1355	20772
17	65,3340	3,1288	26566
19	65,1840	6,8460	31055
21	62,7060	6,5640	36527
22	59,3420	5,7766	36517
23	60,2760	9,3394	42865
25	63,7230	7,3634	45603
27	67,7330	6,7741	49568
29	60,7000	4,6444	60088

Tabela 1 – Resultado da Validação Cruzada para RNA

Fonte: Próprio autor.

A quantidade de neurônios cuja acurácia média obteve maior valor foi 4. Dessa forma, o modelo escolhido para o treinamento definitivo e para a classificação do conjunto de testes foi uma RNA com 4 neurônios na camada escondida.

Para a ELM foi utilizada a validação cruzada para definir a quantidade de neurônios que deveriam ser utilizados para obter um bom resultado de acurácia. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 2 assim como o tempo de execução do algoritmo.

Neurônios	Acurácia Média (%)	Desvio Padrão (%)	Tempo (s)
100	72,633	0,29701	905,34

500	91,793	0,18991	1412,05
1000	95,657	0,05806	3423,8
2000	98,214	0,08744	16689,0

Tabela 2 – Validação cruzada para a ELM realizada com diferentes números de neurônios na camada escondida

Fonte: Próprio autor.

O número de neurônios na camada escondida é grande e não precisa ser finamente ajustado, desde que este seja significativamente maior que a quantidade de características que definem um padrão (espaço de entrada), e menor que o número de padrões (HORTA, 2015). Entretanto, quanto maior for o número de neurônios maior será o tempo necessário para a execução de cada experimento. Dessa forma, escolheu-se a quantidade de 2000 neurônios escondidos, uma vez que teve os melhores resultados de validação cruzada. Além disso, esta quantidade não exige muito da máquina e nem demanda muito tempo de execução.

Para a SVM utilizou-se a validação cruzada para definir o melhor valor dos parâmetros C e γ (Gamma) que deveriam ser utilizados. O processo foi repetido 10 vezes. Os parâmetros foram variados dentro da faixa de teste: 2^{-5} , 2^{-4} , ... , 2^{14} . Dessa forma, obteve-se uma extensa quantidade de possibilidades. Os valores de C e γ que melhor se adequaram ao problema foram C = 4000 e $\gamma = 0,1$, cujo tempo de execução total foi de 1384,5 s.

Após definidos os parâmetros das 3 técnicas utilizadas, realizou-se o treinamento dos modelos escolhidos. Para o treinamento foi utilizado todo o conjunto de treinamento. Os modelos resultantes foram testados utilizando o conjunto de testes.

A RNA foi executada com 4 neurônios escondidos, que foi o modelo que obteve melhor resultado na validação cruzada. Os resultados para o conjunto de testes é apresentado na Tabela 3. Foram realizadas 10 execuções e coletadas a média e o desvio padrão da acurácia. O tempo apresentado corresponde ao tempo total gasto das 10 execuções.

Neurônios	Acurácia Média(%)	Desvio Padrão(%)	Tempo (s)
4	74,633	1,4267	3363,4

Tabela 3 – Teste utilizado com a RNA

Fonte: Próprio autor.

Para a técnica ELM foram utilizados 2000 neurônios na camada escondida. O experimento foi repetido 10 vezes. Os resultados são apresentados na Tabela 4, sendo apresentadas a acurácia média, o desvio padrão e o tempo total gasto nas 10 execuções.

Neurônios	Acurácia Média (%)	Desvio Padrão (%)	Tempo (s)
-----------	--------------------	-------------------	-----------

2000	93,004	2,5961	214,64
------	--------	--------	--------

Tabela 4 – Resultados para a ELM com 2000 neurônios

Fonte: Próprio autor.

A SVM foi executada com os parâmetros anteriormente validados. A Tabela 5, apresenta acurácia média, o desvio padrão, e o tempo total gasto em 10 execuções.

C	γ	Acurácia Média(%)	Desvio Padrão (%)	Tempo (s)
4000	0,1	99,8909	0,00314	1722,2

Tabela 5 – Resultados para a SVM

Fonte: Próprio autor.

Através dos resultados obtidos de acurácia média para cada um dos modelos verificados, pode-se concluir que a SVM é aquela que melhor realiza o diagnóstico de falhas. Em relação ao tempo, verifica-se que a SVM necessita de um tempo maior que a ELM, porém menor que a RNA, sendo uma boa opção para a classificação de degradações no problema multiclases apresentado.

5 | CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A partir dos dados gerados pelos modelos computacionais do sistema de refrigeração foi possível treinar e testar as técnicas de inteligência computacional propostas. Foi verificada a capacidade de cada modelo realizar de forma confiável o diagnósticos de falhas (multiclases e multidegradações) em um sistema de refrigeração. Dessa forma, concluiu-se que as SVMs são o melhor modelo para realizar o diagnóstico termodinâmico do sistema estudado. Mesmo apresentando um custo computacional mais elevado para o ajuste de parâmetros e para o treinamento, elas apresentaram uma acurácia média de 99%. Uma vez que o modelo tenha sido treinado com os seus parâmetros ideais de funcionamento, este poderia ser utilizado para monitorar o sistema em tempo real. A indicação dos componentes degradados agilizaria o processo de manutenção, o que possibilitaria uma redução no consumo de energia, evitando que o sistema degradado continuasse operando.

Como trabalho futuro sugere-se modelar um sistema real disponível no laboratório de refrigeração do curso de Engenharia Mecânica. Com o modelo obtido seria possível treinar algoritmos de inteligência computacional para monitorar o sistema real. Isso possibilitaria validar na prática se as técnicas de inteligência computacional funcionariam em uma situação real.

REFERÊNCIAS

ASHRAE, **Handbook, Refrigeration**. SI Edition, 2010. 758 pg.

BUENO, E. I. “**Utilização de Redes Neurais Artificiais na Monitoração e Detecção de Falhas em Sensores do Reator IEA-R1**”. Dissertação de Mestrado, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. São Paulo, p. 111. 2006.

GNU OCTAVE. **GNU Octave**. Disponível em: <<https://www.gnu.org/software/octave/>> Acessado em 19/03/2018 às 13:22

HORTA, E., G., “**Aplicação De Máquinas De Aprendizado Extremo Ao Problema De Aprendizado Ativo**”. 87 f. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia. Universidade Federalde Minas Gerais. Belo Horizonte. 2015.

KHARSEH, M.; ALTORKMANY, L.; NORDELL, B. **Global Warming’s Impact on the Performance of GSHP”, Renewable Energy**, Vol. 36, pp. 1485-1491, 2011.

MENDES, T.; HORTA, E. G.; GONCALVES, R. P.; VENTURINI, O. J.; PIRANI, M. J. **Seleção de Características em um Sistema de Refrigeração para Identificar Degradações em seus Componentes**. In: XIII Brazilian Congress on Computational Intelligence - XIII Congresso Brasileiro de Inteligência Computacional- (CBIC 2017). Niterói, RJ. 2017.

MENDES, T.; HORTA, E.; G., PEREIRA, J., F.; GUZELLA, M., S.; VENTURINI, O. J.; PIRANI, M., J. 2016. **Diagnóstico Termodinâmico em um Sistema de Refrigeração por Compressão Mecânica de Vapor Utilizando Modelos e Técnicas de Inteligência Computacionais**. SIMMEC XII Simpósio de Mecânica Computacional 23 a 25 de maio (2016), Diamantina, MG, Brasil.

MOHANRAJ, M; JAYARAJ, S; MURALEEDHARAN, C. **Applications of artificial neural networks for refrigeration, air-conditioning and heat pump systems—A review**. Renewable and Sustainable Energy Reviews 16 (2012) 1340– 1358.

YOON, S. H.; PAYNE, E.V.; DOMANSKI, P. A. **Residential heat pump heating performance with single faults imposed**. Appl. Therm. Eng., 31, 765 e 771. 2011

SOBRE A ORGANIZADORA

Ingrid Aparecida Gomes - Bacharel em Geografia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2008), Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação Mestrado em Gestão do Território da Universidade Estadual de Ponta Grossa (2011). Atualmente é Doutoranda em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Foi professora colaborada na UEPG, lecionando para os cursos de Geografia, Engenharia Civil, Agronomia, Biologia e Química Tecnológica. Também atuou como docente no Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE), lecionando para os cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo. Participou de projetos de pesquisas nestas duas instituições e orientou diversos trabalhos de conclusão de curso. Possui experiência na área de Geociências com ênfase em Geoprocessamento, Geotecnologia, Geologia, Topografia e Hidrologia.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-239-5

