

**Franciele Bonatto
Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)**

Impactos das Tecnologias nas Engenharias 4



**Franciele Bonatto
Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta**
(Organizadores)

Impactos das Tecnologias nas Engenharias

4

**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)

134 Impactos das tecnologias nas engenharias 4 [recurso eletrônico] / Organizadores Franciele Bonatto, Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias nas Engenharias; v. 4)

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-85-7247-194-7
DOI 10.22533/at.ed.947191503

1. Engenharia. 2. Inovações tecnológicas. 3. Tecnologia.
I. Bonatto, Franciele. II. Holzmann, Henrique Ajuz. III. Dallamuta, João.
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.

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

Caro leitor(a)

Nesta obra temos um compendio de pesquisas realizadas por alunos e professores atuantes em engenharia e tecnologia. São apresentados trabalhos teóricos e vários resultados práticos de diferentes formas de aplicação e abordagens de simulação, projetos e caracterização no âmbito da engenharia e aplicação de tecnologia.

Tecnologia é o pilar mais importante da engenharia. Os profissionais que se dedicam a pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e processos não estão preocupados com todos os aspectos da tecnologia, mas com a tecnologia existente, bem como com a tecnologia futura considerada viável. Uma visão ampla de tecnologia é portanda fundamental para engenheiros. É esta amplitude de áreas e temas que procuramos reunir neste livro.

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

Aos autores, agradecemos pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura

Franciele Bonatto
Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

Tecnologia e Engenharia em Foco

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE E DIMENSIONAMENTO TÉRMICO DO SISTEMA DE UM FREIO	
<i>Franklin Lacerda de Araújo Fonseca Júnior</i> <i>David Domingos Soares da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.9471915031	
CAPÍTULO 2	9
DETERMINAÇÃO E AVALIAÇÃO DA DUREZA E DA MICROESTRUTURA DO AÇO AISI 5160 NA CONDIÇÃO PADRÃO E ESFEROIDIZADO	
<i>Anelise Pereira da Silva</i> <i>Suelen de Fátima Felisberto</i> <i>Amir Rivaroli Junior</i> <i>Cristina de Carvalho Ares Elisei</i> <i>Jorge Luiz Rosa</i> <i>Sérgio Roberto Montoro</i>	
DOI 10.22533/at.ed.9471915032	
CAPÍTULO 3	17
INOVAÇÕES EM BROCA: UTILIZAÇÃO DE JATO DE ÁGUA COM ALTO CONTEÚDO ENERGÉTICO E ALARGADORES MECÂNICOS COMO PRINCÍPIO DE ESCAVAÇÃO	
<i>Rafael Pacheco dos Santos</i> <i>Lidiani Cristina Pierri</i> <i>Jair José dos Passos Junior</i> <i>Anderson Moacir Pains</i> <i>Marcos Aurélio Marques Noronha</i>	
DOI 10.22533/at.ed.9471915033	
CAPÍTULO 4	25
ESTUDO DE UM CONTROLADOR DE UM BRAÇO ROBÓTICO COM DOIS GRAUS DE LIBERDADE COM BASE EM LMI	
<i>Márcio Roberto Covacic</i> <i>Ruberlei Gaino</i> <i>Cesar Capobianco</i>	
DOI 10.22533/at.ed.9471915034	
CAPÍTULO 5	33
INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DA POTÊNCIA DE SOLDAGEM NO PROCESSO DE SOLDAGEM A LASER NO AÇO BLAR	
<i>Ana Paula Alves de Oliveira</i> <i>Francisco Cardoso de Melo Junior</i> <i>Amir Rivaroli Junior</i> <i>Emerson Augusto Raymundo</i> <i>João Maurício Godoy</i> <i>Marcelo Bergamini de Carvalho</i> <i>Sérgio Roberto Montoro</i>	
DOI 10.22533/at.ed.9471915035	

CAPÍTULO 6	42
IMPLEMENTAÇÃO DE UMA TÉCNICA DE CONTROLE PREDITIVO NÃO LINEAR PRÁTICA NO ACIONAMENTO DE UM MOTOR CC	
<i>Cleber Asmar Ganzaroli</i>	
<i>Douglas Freire de Carvalho</i>	
<i>Luiz Alberto do Couto</i>	
<i>Rafael Nunes Hidalgo Monteiro Dias</i>	
<i>Wesley Pacheco Calixto</i>	
DOI 10.22533/at.ed.9471915036	
CAPÍTULO 7	55
IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE PRESENÇA USANDO LEITOR CCD E CRIPTOGRAFIA NO MODELO DE CIFRA DE VIGÊNERE	
<i>Éric Dias Souza</i>	
<i>Victor Francisco Rigolo Fernandes de Almeida</i>	
<i>Wagner dos Santos Clementino de Jesus</i>	
DOI 10.22533/at.ed.9471915037	
CAPÍTULO 8	61
MODELAGEM DINÂMICA E CONTROLE PID DE MANIPULADORES ROBÓTICOS COM APLICAÇÃO NO ROBÔ DENSO VP6242G	
<i>Leonardo Augusto Arruda</i>	
<i>Márcio Roberto Covacic</i>	
<i>Ruberlei Gaino</i>	
DOI 10.22533/at.ed.9471915038	
CAPÍTULO 9	81
MODELAGEM CINEMÁTICA E SIMULAÇÃO 3D DO MANIPULADOR INDUSTRIAL DENSO VP6242G	
<i>Giovani Augusto de Lima Freitas</i>	
<i>Márcio Roberto Covacic</i>	
<i>Ruberlei Gaino</i>	
DOI 10.22533/at.ed.9471915039	
CAPÍTULO 10	103
PROGRAMAÇÃO LÓGICA INDUTIVA APLICADA À COMPUTAÇÃO MUSICAL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA	
<i>Clenio Batista Gonçalves Junior</i>	
<i>Murillo Rodrigo Petrucelli Homem</i>	
DOI 10.22533/at.ed.94719150310	
CAPÍTULO 11	119
ANÁLISE DA MICROESTRUTURA DO FERRO FUNDIDO FC 250 SOB EFEITO DA CORROSÃO EM SOLUÇÃO ÁCIDA	
<i>Lariane Ferreira Sena</i>	
<i>Rafaela Cunha dos Reis</i>	
<i>Aline Alcamin Monteiro</i>	
<i>Paula Luisa Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.94719150311	

CAPÍTULO 12 130

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE CÉRIA DOPADA COM GADOLÍNIA E CO-DOPADA COM ÓXIDO DE COBRE

Raquel Rodrigues do Nascimento Menezes
Thamyscira Herminio Santos da Silva
Allan Jedson Menezes de Araújo
Erik Benigno Grisi de Araújo Fulgêncio
Lizandra Fernanda Araújo Campos
Ricardo Peixoto Suassuna Dutra
Daniel Araújo de Macedo

DOI 10.22533/at.ed.94719150312

CAPÍTULO 13 146

CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA E MICROESTRUTURAL DE LIGAS CU-AL-MN PASSÍVEIS DO EFEITO MEMÓRIA DE FORMA ENVELHECIDAS

Marcos Barbosa Dos Anjos Filho
Carlos Cássio de Alcântara
José Joelson de Melo Santiago

DOI 10.22533/at.ed.94719150313

CAPÍTULO 14 153

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO ADITIVO DE CARBONO MICROGRAF® 9930MA NA CAPACIDADE C-20 DA PLACA NEGATIVA DE BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO

Lucas Carvalho Santana
André Castilho dos Santos
Cynthia Mayara de Carvalho
Gilberto Augusto de Oliveira Brito
Christiano Jorge Gomes Pinheiro

DOI 10.22533/at.ed.94719150314

CAPÍTULO 15 162

DETERMINAÇÃO DE SÓLIDOS TOTAIS EM SUSPENSÃO NA ÁGUA PRODUZIDA: UMA ANÁLISE A PARTIR DE UMA PRÁTICA LABORATORIAL

Raul José Alves Felisardo
Gabriela Menezes Silva
César de Almeida Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.94719150315

CAPÍTULO 16 168

ADSORÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO PELO BAGAÇO DE BUTIÁ PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTES

Luciana Machado Rodrigues
Vanessa Rosseto
Clarissa Ferreira Pin
Ethielle Bordignon de Carvalho Prestes

DOI 10.22533/at.ed.94719150316

CAPÍTULO 17 176

DESENVOLVIMENTO, CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO DE UM NOVO ADSORVENTE DE BAIXO CUSTO NA ADSORÇÃO E DESSORÇÃO MONO E MULTICOMPONENTE DE METAIS PESADOS EM COLUNA DE LEITO FIXO

*Gabriel André Tochetto
Danieli Brandler
Deisy Maria Memlak
Francine Caldart
Gean Delise L. P. Vargas
Cleuzir da Luz
Joceane Pigatto
Adriana Dervanoski*

DOI 10.22533/at.ed.94719150317

CAPÍTULO 18 187

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO COMPLEXO OXALATO DE NÍOBIO NA OBTENÇÃO DE BIODIESEL SOB VIA METÁLICA

*Rayane Ricardo da Silva
Carlson Pereira de Souza
Tiago Fernandes Oliveira
Maria Veronilda Macedo Souto
Angelinne Costa Alexandrino*

DOI 10.22533/at.ed.94719150318

CAPÍTULO 19 195

ANÁLISE DA COMPATIBILIDADE ENTRE RESÍDUO OLEOSO DA INDÚSTRIA DE E & P DE PETRÓLEO E CIMENTO PORTLAND PARA UTILIZAÇÃO EM CONCRETO

*Yane Coutinho Lira
Fernanda Cavalcanti Ferreira
Romildo Alves Berenguer
Rodrigo Mendes Patrício Chagas
Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça
Milton Bezerra das Chagas Filho*

DOI 10.22533/at.ed.94719150319

CAPÍTULO 20 205

RETENÇÃO DE ÍONS METÁLICOS DE COBRE E ZINCO EM CASCA DE MARACUJÁ AMARELO

*Bianca de Paula Ramos
Rosane Freire Boina*

DOI 10.22533/at.ed.94719150320

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 217

PROGRAMAÇÃO LÓGICA INDUTIVA APLICADA À COMPUTAÇÃO MUSICAL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Clenio Batista Gonçalves Junior

Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Departamento de Computação, São Carlos – SP

Murillo Rodrigo Petrucelli Homem

Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Computação, São Carlos - SP

RESUMO: Em Computação Musical, o processo de representação de conhecimento constitui um elemento essencial para o desenvolvimento de sistemas. Métodos têm sido aplicados visando fornecer ao computador a capacidade de gerar conclusões a partir da experiência e definições previamente estabelecidas. Neste sentido, a Programação Lógica Indutiva apresenta-se como um campo de pesquisa que incorpora conceitos de Programação em Lógica e Aprendizado de Máquina, seu caráter declarativo possibilita que o conhecimento musical seja apresentado a usuários não especialistas de modo naturalmente compreensível. O presente trabalho realiza uma revisão sistemática baseada em abordagens que utilizam a Programação Lógica Indutiva na representação de conhecimento musical. Foram levantadas questões que esses trabalhos procuram atender, bem como identificados aspectos característicos ligados à sua aplicação.

PALAVRAS-CHAVE: Computação Musical,

Programação Lógica Indutiva, Representação de Conhecimento, Inteligência Artificial, Aprendizado de Máquina.

ABSTRACT: The process of knowledge representation in Computer Music is an essential element for development of systems. Methods have been applied in order to provide the computer with the ability to generate conclusions from previously established experience and definitions. In this sense, Inductive Logic Programming is presented as a research field that incorporates concepts of Logic Programming and Machine Learning, its declarative character allows musical knowledge to be presented to non-expert users in a naturally comprehensible way. This work performs a systematic review based on approaches that use Inductive Logic Programming in music knowledge representation. Issues addressed by these papers are treated, as well as identifying typical aspects related to their application.

KEYWORDS: Computer Music, Inductive Logic Programming, Knowledge Representation, Artificial Intelligence, Machine Learning.

1 | INTRODUÇÃO

O campo da Computação Musical tem se destacado ao longo do tempo, entre outros fatores, por sua característica multidisciplinar

(MILETTO et al., 2004). Estudos realizados nessa área têm fornecido auxílio na compreensão de conceitos envolvendo interação humano-computador, paradigmas de programação, processos cognitivos, etc. A área de Inteligência Artificial, particularmente, concentra grande variedade de trabalhos que mantêm estreita relação e cuja afinidade remonta várias décadas atrás (FERNÁNDEZ; VICO, 2013; MINSKY, 1981; WIGGINS, 2000; DELGADO, 2011; ROADS, 1985).

Intimamente ligado à abordagem simbólica em inteligência artificial, existe o conceito de representação de conhecimento. Este campo de pesquisa trata elementos de modelagem da informação, de forma que o computador tenha a capacidade de gerar conclusões lógicas de maneira eficiente, possibilitando a execução de atividades complexas que envolvam elementos como raciocínio e criatividade. A definição de uma ferramenta adequada para representação de conhecimento é fundamental para que o desenvolvimento de um sistema de inteligência artificial seja bem sucedido (ALVARO; MIRANDA; BARROS, 2005).

Sendo assim, a modelagem da estrutura de representação de conhecimento é de suma importância em atividades de computação musical (RAMIREZ; HAZAN, 2005), sendo que os processos envolvendo tal atividade devem compor a primeira fase no desenvolvimento de um sistema (BALABAN, 1996). De forma mais específica, a modelagem declarativa, por meio da Lógica de Primeira Ordem, constitui um importante método. Tanto sua estrutura descritiva como os mecanismos de aplicação levantam questões particularmente interessantes (WHALLEY, 2005). Esse modelo apresenta um formalismo natural para a definição de componentes musicais, possibilitando que inferências sejam realizadas sobre uma base musical previamente definida, além de propiciar a descoberta de novos padrões estruturais.

Nesse contexto, a Programação Lógica Indutiva (PLI) apresenta-se como um campo de pesquisa crescente que combina os conceitos de Programação em Lógica e Aprendizado de Máquina (MORALES; MORALES, 1995). PLI baseia-se na lógica de primeira ordem, o que lhe confere um caráter declarativo, isso permite que o resultado do processamento gerado por um sistema possa ser apresentado a usuários não especialistas de uma forma simples e intuitiva (DIXON; MAUCH; ANGLADE, 2011). Por meio da programação lógica indutiva, novo conhecimento musical pode ser gerado automaticamente a partir da derivação de estruturas e regras expressas na forma de cláusulas de Horn. Uma série de modelos têm sido propostos em trabalhos envolvendo conceitos como contraponto, expressividade performática, representação harmônica, inferência modal, entre outros. Adicionalmente, a PLI tem sido aplicada como um eficiente recurso para representação de conhecimento no que tange à caracterização de gêneros e estilos musicais (POMPE; KONONENKO; MAKSE, 1996; NUMAO; TAKAGI; NAKAMURA, 2002; ANGLADE et al., 2010; DIXON; MAUCH; ANGLADE, 2011; PEREZ; RAMIREZ; KERSTEN, 2008). Variados sistemas que implementam indução lógica têm sido utilizados em aplicações musicais específicas, tais como Aleph (SRINIVASAN, 2007), TILDE (BLOCKEEL, 1999) e PAL (MORALES, 1994). Tais

sistemas realizam o processo indutivo a partir de linguagens como Prolog. Além disso, teorias cognitivas têm sido aplicadas na análise musical, como Narmour (SAKHARE; HANCHATE, 2014), visando a compreensão de estruturas melódicas.

Desse modo, destaca-se a importância da realização de um levantamento considerando abordagens que apliquem a PLI no processo de representação de conhecimento musical. Este deve investigar critérios e práticas adotados, bem como a utilização de recursos computacionais, além de conceitos envolvidos no campo da Musicologia. Tal atividade deve fornecer subsídios, baseados em evidências, que levem ao delineamento de diretrizes na elaboração de trabalhos relacionados (KEELE, 2007).

O presente trabalho realiza uma extensão de GONÇALVES JR; HOMEM (2015), apresentando uma revisão sistemática da literatura a partir de abordagens que aplicam a Programação Lógica Indutiva no processo de representação de conhecimento musical. O restante do capítulo é organizado da seguinte forma: a Seção 2 descreve a metodologia utilizada. A Seção 3 apresenta e analisa os resultados relacionados às questões de pesquisa. A Seção 4 finaliza o capítulo, descrevendo as principais conclusões obtidas.

2 | METODOLOGIA

Com o intuito de realizar um levantamento sobre trabalhos que abordem a representação de conhecimento musical por meio da Programação Lógica Indutiva, foi elaborada uma revisão sistemática de literatura. A metodologia de pesquisa foi aplicada de acordo com critérios e recomendações apresentados em KITCHENHAM (2009). Foram levantadas duas questões para servir de diretriz ao trabalho:

Q1: Qual arquitetura é proposta para representação do conhecimento musical?

Q2: Como a abordagem aplica os recursos computacionais ligados à PLI?

Deste modo, buscou-se encontrar abordagens que possibilitem o estudo da técnica em questão. A seguir, são descritas as etapas realizadas para a seleção dos trabalhos.

2.1 Estratégia de Pesquisa

A pesquisa foi realizada a partir de publicações de trabalhos acadêmicos, artigos em periódicos científicos e participações em conferências. As seguintes bases de consulta foram utilizadas:

<ul style="list-style-type: none"> • Academic Search Premier • ACM Digital Library • Cambridge Journals Online • Computers and Applied Sciences • Oxford Journals • Computer and Information Systems 	<ul style="list-style-type: none"> • SpringerLink • Web of Science • ScienceDirect • SCOPUS • IEEE Xplore • Google Scholar
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Com relação à estratégia de pesquisa, o trabalho foi baseada nas línguas Inglesa e Portuguesa. Foram elencados os principais termos de acordo com as questões levantadas. As atividades foram realizadas nos mesmos moldes das abordagens apresentadas em (TOMAS, 2013; KHURUM; GORSCHER, 2009; ABDALLA; DAMASCENO; NAKAGAWA, 2015; CHEN; BABAR; ALI, 2009). Apenas trabalhos realizados a partir de 1990 foram considerados, devido ao fato de que nesse ano foi introduzido o formalismo da Lógica Indutiva de Primeira Ordem (FOIL) (QUINLAN, 1990).

2.2 Strings de Busca

Duas expressões iniciais foram tomadas como base para a busca, enfatizando o elemento musical e a programação lógica indutiva. Ambas foram aplicadas em conjunção a componentes voltados à representação de conhecimento. Em seguida foram incluídas expressões literais equivalentes e adicionadas derivações de pronúncia. Os elementos fundamentais para a seleção foram unidos pelo operador “AND” e as variações alternativas foram conectadas pelo operador “OR”. Deste modo, considerando as duas línguas em questão, as seguintes *strings* de busca foram elaboradas:

1. (“knowledge representation” AND musi*) OR (“musi* representation” AND knowledge) OR (“musi* knowledge” AND representation) OR (knowledge AND representation AND “computer musi*”)
2. (“representacao de conhecimento” AND musi*) OR (“representacao musi*” AND conhecimento) OR (“conhecimento musi*” AND representacao) OR (conhecimento AND representacao AND “computacao musical”)
3. “inductive logic programming” AND knowledge AND representation
4. “programação lógica indutiva” AND conhecimento AND representação

2.3 Seleção de Trabalhos

Para a seleção dos trabalhos, foram aplicados filtros com o intuito de destacar os estudos com maior importância de acordo com a finalidade proposta. Para um adequado refinamento dos tópicos de relevância, a busca foi direcionada de modo

mais específico aos seguintes assuntos:

Artificial intelligence, Expert systems, Automatic composer, Algorithmic composition, Music representation, Logic programming, Answer set programming, Prolog, Logical language, Automatic composition, Constraint programming, Declarative languages, Declarative system, Knowledge-based system.

A Figura 1 apresenta os critérios utilizados na elaboração dos filtros, bem como a quantidade de trabalhos selecionados em cada etapa.

A partir de uma quantidade inicial de 7075 trabalhos, chegou-se ao número de 9 trabalhos a serem estudados. A desigualdade entre esses valores

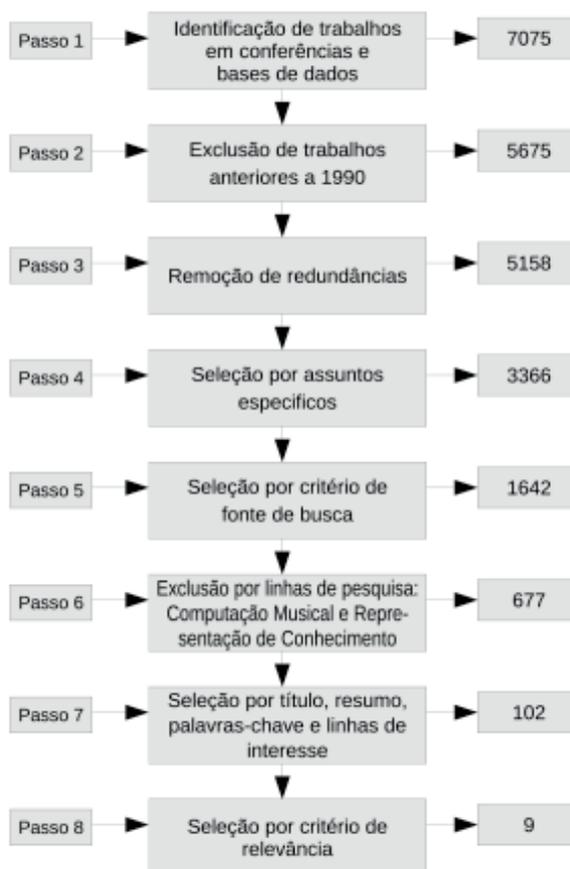


Figura 1: Etapas na estratégia de busca.

é explicada em KITCHENHAM (2009). A Tabela 1 apresenta as abordagens, cada uma recebeu uma identificação numérica e um nome formado pelas duas primeiras palavras do título.

ID	ABORDAGEM	TÍTULO	REFERÊNCIA
1	SymbolicRepresentation	Symbolic Representation of Chords for Rule-Based Evaluation of Tonal Progressions	Chong and Ding, 2014
2	ImprovingMusic	Improving Music Genre Classification Using Automatically Induced Harmony Rules	Anglade et al., 2010
3	ProbabilisticLogic	Probabilistic and Logic-Based Modelling of Harmony	Dixon et al., 2011
4	ApplicationILP	Application of ILP in a musical database: learning to compose the two-voice counterpoint	Pompe et al., 1996
5	LearningMusical	Learning Musical Rules	Morales and Morales, 1995
6	ExpressiveConcatenative	Expressive Concatenative Synthesis by Reusing Samples from Real Performances Recordings	Maestre et al., 2009
7	ConstructiveAdaptive	Constructive Adaptive User Interfaces - Composing Music Based on Human Feelings	Numao et al., 2002
8	ModelingMoods	Modeling Moods in Violin Performances	Perez et al., 2008
9	ModelingExpressive	Modeling Expressive Music Performance in Jazz	Ramirez and Hazan, 2005

Tabela 1: Relação de trabalhos revisados.

3 | RESULTADOS E ANÁLISE

Dando continuidade aos processos de pesquisa e filtragem de trabalhos, as 9 abordagens selecionadas foram analisadas do ponto de vista dos componentes relevantes à revisão. Foram identificados elementos fundamentais bem como aspectos característicos de acordo com as questões básicas. A seguir apresenta-se uma discussão sobre as abordagens feitas com relação a tais questões. Considerando o inter-relacionamento entre os componentes levantados, alguns aspectos serão analisado juntamente com sua descrição.

3.1 Qual arquitetura é proposta para representação do conhecimento musical?

Ao se tratar os elementos relacionados à representação musical por meio do computador, componentes como notação simbólica, formatos de arquivo, recursos para codificação, técnicas de programação e abstração de dados têm sido aplicados no nível do processamento da informação. Adicionalmente, o trabalho envolvendo representação de conhecimento musical aborda aspectos referentes a paradigmas de programação e componentes ligados a lógicas formais, além de métodos de busca e tomada de decisão eficientes.

SymbolicRepresentation (CHONG; DING, 2014) utiliza um sistema baseado em regras para incorporar o conhecimento aplicado no processo de interpretação da informação musical. As regras são formuladas a partir de considerações como deslocamento da fundamental, movimentação do baixo e fatores ligados à condução da voz principal. Visando modelar o movimento do campo harmônico, a estrutura gramatical é representada por regras da teoria musical ocidental vigente.

Em contraste aos algoritmos tradicionais do tipo “se-então-senão” é adotada uma estrutura de árvore de decisão, a qual possibilita resultados mais eficientes. É feita a implementação de duas categorias principais de regras. A primeira define restrições com o objetivo de direcionar o foco do processo de inferência para conjuntos específicos de progressões harmônicas. Assim, se houver a necessidade de fazer distinção entre acordes cromáticos e diatônicos, pode-se criar uma regra em que todos os acordes de uma progressão devam pertencer à mesma clave. A segunda categoria realiza considerações harmônicas sobre a condução da voz principal. Neste caso, um conjunto de regras pode ser implementado para garantir o tratamento apropriado para resoluções de acordes cadenciais.

A abordagem de ImprovingMusic (ANGLADE et al., 2010) é voltada para a identificação de estilos e gêneros musicais. Progressões harmônicas são tratadas utilizando a descrição sequencial de acordes. Realiza-se a combinação de descritores de áudio de baixo nível com uma ferramenta de aprendizado de máquina, o que possibilita a classificação baseada em cadências. As sequências servem como base para o treinamento e são obtidas de modo indutivo a partir de transcrições automáticas. Desse modo, pode-se obter um desempenho satisfatório na classificação de gêneros musicais. Um conjunto de atributos é utilizado na definição dos parâmetros representativos. Esse conjunto envolve elementos como tempo e dinâmica, além do espectro sonoro e descritores de altura. Trechos musicais são representados por listas que incorporam os acordes neles contidos. Gêneros são representados por conjuntos de trechos. Para cada gênero, busca-se encontrar regras harmônicas que descrevam sequências características em acordes presentes nas músicas armazenadas. Estas regras harmônicas constituem uma Gramática Livre de Contexto. Apenas as características harmônicas pertencentes aos gêneros

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Utiliza o padrão MIDI			■			■	■		■
Realiza coleta analógica de dados								■	■
Realiza pré-processamento		■							■
Realiza síntese aditiva						■			
Estrutura básica: melodia						■			■
Estrutura básica: contraponto				■	■				
Estrutura básica: harmonia	■	■	■						
Técnica integrada: Algoritmos genéticos							■		
Técnica integrada: Mineração de dados									■
Técnica integrada: Processo estocástico			■						
Técnica integrada: Restrições lógicas	■				■				
Representação de textura polifônica						■			

Tabela 2: Elementos Estruturais na representação de conhecimento.

conhecidos são consideradas neste modelo. Dessa forma, acordes com finalidades

puramente ornamentais e sequências não características aos estilos mantidos são desconsiderados. Nesse formalismo, os acordes são representados por letras do alfabeto e rotulados usando a notação de cifras. As propriedades dos acordes são descritas por meio de predicados lógicos que retornam valores verdadeiros ou falsos.

Integrando-se ao mecanismo indutivo, alguns elementos estruturais foram utilizados nas abordagens. Tais componentes foram aplicados de modo a compor o modelo de representação de conhecimento específico. A Tabela 2 apresenta esses elementos.

ProbabilisticLogic (DIXON; MAUCH; ANGLADE, 2011) apresenta duas abordagens voltadas à modelagem harmônica: probabilística e lógica. Com isso pode-se obter tanto a categoria de conhecimento musical, como também o raciocínio utilizado por um músico ao realizar tarefa análoga. Acordes são transcritos a partir de gravações de áudio. O sistema realiza a modelagem de contexto musical em alto nível. Nesse modelo, elementos como acordes, claves, posicionamento métrico, nota de baixo, características cromáticas e estruturas de repetição são integrados em um sistema Bayasiano. O sistema produz o conteúdo de uma pauta-mestre que contém uma sequência simbólica representando acordes. Cada símbolo inclui variações de clave e modulações no transcorrer do tempo. Além disso, ele concentra-se na descrição lógica de sequências harmônicas com o intuito de caracterizar estilos musicais e gêneros particulares. As relações harmônicas são representadas por meio do formalismo da lógica de primeira ordem. A abordagem baseia-se em representações por árvores de decisão, utilizadas para classificar amostras não visitadas ou fornecer sugestões com respeito a características da base de dados.

ApplicationILP (POMPE; KONONENKO; MAKSE, 1996) desenvolveu uma ferramenta com a finalidade de realizar o processo de descoberta de conhecimento em uma base de dados com dezenas de milhares de instâncias. O sistema foi implementado de modo que a indução de uma hipótese é tratada como um problema de otimização. Tal abordagem é direcionada ao tratamento da problemática envolvendo a composição do contraponto a duas vozes. A aplicação de técnicas de aprendizado de máquina mostrou-se adequada a esse subdomínio da música tonal que possui características imprecisas, envolvendo aspectos não convencionais e exigentes do ponto de vista da acurácia. Dois predicados alvo foram utilizados para representar o conhecimento prévio a partir do universo de constantes musicais. Adicionalmente, foi realizado o treinamento tanto das instâncias positivas como das negativas, com o propósito de aplicar a indução por meio de regras.

LearningMusical (MORALES; MORALES, 1995) utiliza a lógica de primeira ordem para expressar regras de contraponto, possibilitando que relações entre estados musicais sejam descritas de uma maneira compacta e compreensível. O sistema executa a análise a partir de um conjunto finito de regras bem estabelecidas. O aprendizado de regras é implementado por meio do sistema PAL (MORALES, 1994). Este ambiente é alimentado por um subconjunto de cláusulas de Horn. Essas

cláusulas contém conhecimento armazenado a partir de duas origens: amostras e informações prévias, sendo em ambos os casos expressas de modo declarativo. PAL incorpora regras de contraponto e as utiliza na análise musical e geração de notas de acordo com as convenções do *cantus firmus*. Desse modo, uma sequência de notas individuais é utilizada como base para a aplicação das regras de contraponto. Com isso, novas notas são geradas de acordo com as restrições harmônicas estabelecidas. Por meio do sistema PAL, as restrições podem ser utilizadas como diretrizes na busca por hipóteses, tanto no contexto imediato, como também de modo mais extensivo.

O modelo de ExpressiveConcatenative (MAESTRE et al., 2009) realiza a síntese expressiva por meio da aquisição de conhecimento obtido em gravações de áudio. A partir destas gravações, amostras de notas pontuais são criteriosamente concatenadas, formando melodias com um corpo direcionado à sua execução. O sistema busca produzir uma sequência de áudio a partir da análise de partituras. Para isso, utiliza um modelo performático indutivo, o qual é integrado a uma base de dados gerada a partir de execuções reais. A abordagem aplica a ideia de utilizar o mesmo banco de dados nas principais etapas do processo. Desse modo, tanto na introdução do modelo de performance como na concatenação sonora das amostras, a mesma base de conhecimento é manipulada. Assim, fica estabelecida uma conexão durante o processo de síntese entre o som do instrumento em execução e as características modeladas a partir desta execução.

ConstructiveAdaptive (NUMAO; TAKAGI; NAKAMURA, 2002) lida com estruturas musicais capazes de causar sentimentos humanos característicos. Foi construído um sistema para arranjo e composição de modo automático, que gera peças musicais com a capacidade de produzir sentimentos específicos em uma pessoa. Inicialmente, o sistema realiza a coleta de sentimentos a partir de obras musicais. Baseando-se em tal informação, são extraídas estruturas musicais que servirão de base para a produção dos sentimentos. Com relação à geração musical, o sistema é direcionado para duas possibilidades: elaborar arranjos em músicas pré-existentes e criar novas composições de maneira automática. Em ambos os casos, o resultado produzido tem a capacidade de produzir em um indivíduo sentimentos previamente determinados.

A abordagem de ModelingMoods (PEREZ; RAMIREZ; KERSTEN, 2008) é voltada ao aspecto instrumental de obras executadas no violino. O sistema armazena padrões expressivos que são adquiridos de modo automático. Realiza a modelagem de aspectos interpretativos como variações respectivas ao tempo, dinâmica e altura. Além disso, o modelo recebe informações relativas ao controle gestual, com ênfase no que diz respeito à direção do arco e posicionamento dos dedos. O sistema baseia-se em quatro tipos de humores performáticos: Tristeza, Felicidade, Medo e Raiva. As características expressivas analisadas são duas: o tempo e um conjunto de descritores em nível de nota. Estes descritores compreendem qualidades ligadas ao ataque, duração, energia, direção do arco e corda sendo tangida. Tanto as sequências de notas como as variações de expressividade na execução são definidas de um modo

estruturado por meio de predicados da lógica de primeira ordem. Há dois grupos de predicados para descrever o contexto musical de cada nota e as variações expressivas. Os predicados para contexto musical definem informações sobre propriedades intrínsecas das notas, incluindo duração e posição métrica. Também armazenam suas notas predecessora e subsequente, além da extensão e direção dos intervalos. Os predicados de variações expressivas definem o fator de extensão de uma nota no que diz respeito à sua duração na pauta. Adicionalmente, possuem a capacidade de incorporar o ponto de mudança na direção do arco, a corda em que a nota é tocada e o nível de energia na execução.

Em *ModelingExpressive* (RAMIREZ; HAZAN, 2005) a abordagem tem o intuito de investigar a performance musical em melodias de *Jazz*. Utiliza técnicas de aprendizado de máquina para extrair movimentos regulares e padrões de desempenho. Para tanto, são aplicados métodos de classificação e regressão em bases de dados obtidas a partir de execuções \emph{jazzísticas} reais. Considerando os métodos de regressão, busca-se a precisão preditiva para gerar boas soluções do ponto de vista da acurácia. No caso da classificação, sua utilização tem o objetivo de possibilitar uma descrição compreensível com relação às predições do sistema. Os modelos baseados em regressão são introduzidos com o objetivo de implementar transformações que possibilitem performances características. Os modelos de classificação são utilizados para possibilitar a compreensão dos princípios e critérios no que diz respeito à execução dos trechos musicais.

3.2 Como a abordagem aplica os recursos computacionais ligados à PLI?

Os recursos computacionais utilizados envolvem mecanismos para indução lógica, ferramentas de pré-processamento, linguagens de programação, conceituação teórica para percepção e cognição melódica. Inicialmente, o mecanismo de inferência lógica TILDE (*Top-down Induction of Logical Decision Trees*), (BLOCKEEL, 1999) fundamenta-se na lógica de primeira ordem e aplica a indução por meio de árvores de decisão. Sua funcionalidade é considerada uma extensão ao algoritmo C4.5 (SALZBERG, 1994), que ao invés de testar valores de atributos em nós de uma árvore, testa predicados lógicos (MAESTRE et al., 2009). Nesse modelo, cada árvore trata um problema de classificação específico. Em *ImprovingMusic*, regras descrevendo padrões harmônicos de um dado gênero podem coexistir com regras de outros gêneros em uma mesma árvore. *ProbabilisticLogic* realiza a descrição de acordes em termos de sua nota fundamental, grau na escala e categorias de intervalos entre notas sucessivas. A utilização de TILDE em *ExpressiveConcatenative* possibilita vantagens no sentido de se obter árvores proposicionais de decisão com eficiência e técnicas de poda, além do uso da lógica de primeira ordem e a possibilidade de incluir conhecimento prévio no processo de aprendizagem. *ModelingMoods* realiza a mineração de dados estruturados por meio da abordagem indutiva, aplicando o algoritmo \emph{top-down} em árvores de decisão. Os recursos e ferramentas computacionais utilizados em cada

abordagem são apresentados na Tabela 3.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aleph		■	■						■
C4.5									■
SFOIL				■					
Narmour						■		■	■
SMSTools									■
TILDE		■	■			■		■	
Pal					■				
JBoss Drools	■								
Indução a partir de Prolog		■	■		■		■	■	■
Utiliza WEKA									■
Utiliza base de treinamento adicional		■	■			■	■	■	■

Tabela 3: Recursos computacionais ligados à PLI.

O sistema de programação lógica indutiva Aleph (*A Learning Engine for Proposing Hypotheses*), (SRINIVASAN, 2007) foi desenvolvido com o propósito de explorar ideias expressas por cláusulas de Horn com alta capacidade representativa. Escrito em Prolog, possibilita a descrição de expressões complexas, incorporando simultaneamente o conhecimento adquirido, com a capacidade de escolha da ordem de geração das regras, alteração nas funções de avaliação e busca (CONCEIÇÃO, 2008). Em ProbabilisticLogic, esses conceitos são aplicados para se encontrar um conjunto mínimo de regras que seja capaz de descrever a totalidade das amostras positivas e um número mínimo de amostras negativas. Essas regras cobrem todas as sequências de 4 acordes, sendo que cada sequência é tratada uma única vez. ModelingExpressive utiliza seu algoritmo padrão para manipulação em conjuntos com a finalidade de construir hipóteses individuais. Deste modo, Aleph utiliza a primeira amostra positiva não visitada como semente para a busca e cobre o espaço de cláusulas de acordo com uma restrição de comprimento previamente definida.

Narmour é uma teoria para percepção e cognição de melodias aplicada à análise musical. Auxilia na compreensão tanto do significado melódico como do conhecimento envolvido em sua criação (SAKHARE; HANCHATE, 2014). ExpressiveConcatenative utiliza o modelo de implicação/realização dessa teoria, onde cada nota pertence a uma estrutura Narmour. ModelingMoods utiliza o contexto Narmour, onde são definidos grupos específicos com os quais uma nota mantenha uma relação de pertinência. ModelingExpressive faz uso extensivo deste conceito, incorporando informações sobre notas prévias e sucessoras, além de propriedades intrínsecas a intervalos.

ModelingExpressive utiliza SMSTools (SALAMON, 2013) para realizar o pré-processamento, criando uma descrição em alto nível de gravações em áudio. Também gera uma sonorização expressiva de acordo com transformações obtidas

por aprendizado de máquina. Essa abordagem utiliza o algoritmo C4.5 (SALZBERG, 1994) para obter um conjunto de regras de classificação diretamente da árvore de decisão gerada. O mecanismo de regras aplicado em SymbolicRepresentation baseia-se em JBoss Drools (LEY; JACOBS, 2011) que possibilita a operação de acordo com linhas de desenvolvimento pré-definidas. Esse mecanismo utiliza o algoritmo Rete (LIU; GU; XUE, 2010) para realizar o emparelhamento de padrões. LearningMusical fundamenta-se no sistema PAL (MORALES, 1994) para o aprendizado lógico. Esse sistema é utilizado no processo de análise de contraponto para executar o aprendizado de regras de transição. Tais regras são expressas na forma de cláusulas de Horn a partir de pares de estados musicais (conjuntos de notas), adicionalmente representando o conhecimento musical de propósito geral.

O sistema FOIL (QUINLAN, 1990) é um passo inicial no sentido de se obter ferramentas eficientes para lidar com problemas do mundo real. É considerado um marco no campo da PLI (POMPE; KONONENKO; MAKSE, 1996; PATEL; OZA, 2014; KOSTER; SABATER-MIR; SCHORLEMMER, 2011). ApplicationILP utiliza o algoritmo SFOIL (*Stochastic FOIL*), esse algoritmo combina a eficiência de FOIL com a implementação de uma estratégia de busca estocástica. Essa abordagem utiliza uma representação extensional de experiências, baseando-se em predicados alvo. Tal representação possibilitou o processo de descoberta de conhecimento em uma base de dados superior a 10.000 instâncias.

3.3 Características Adicionais

Alguns fatores adicionais foram levantados a partir dos direcionamentos aplicados pelas abordagens. Com relação aos componentes de Musicologia tratados, destacam-se a caracterização de gênero e estilo, aplicados à performance expressiva, composição automática e instrumentação. No que diz respeito aos experimentos e testes, realizaram-se considerações sobre complexidade computacional, *benchmarks* e avaliação de acurácia, entre outros. A Tabela 4 apresenta os elementos abordados com relação tanto aos conceitos em Musicologia como aos experimentos e testes.

Com relação ao sistema de representação de regras lógicas, considera-se a utilização da linguagem Prolog, cuja importância decorre de seu aspecto fortemente declarativo. O mecanismo de unificação de Prolog - cujo processo de inferência possui características imperativas (GUIMARAES, 2015) - é acionado em segundo plano, devido aos algoritmos de indução lógica aplicados sobre ele. Nesse sentido, destacam-se as ferramentas Aleph e TILDE. Ambas realizam a indução lógica sobre os predicados de Prolog. A teoria Narmour também destaca-se por ser um importante recurso descritivo. Por meio dessa

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Elementos da Musicologia									
Caracterização de estilo			■						
Caracterização de gênero		■	■						
Análise em nível de áudio						■			
Análise em nível melódico/harmônico		■	■						■
Funções tonais	■					■	■		
Graus diatônicos	■	■							
Representação de partitura							■	■	
Sistema Modal					■				
Processamento interativo	■		■						
Voltado à performance expressiva						■	■	■	■
Voltado à composição automática				■	■		■		
Voltado à instrumentação						■		■	
Propósito educacional	■								
Experimentos e Testes									
Considerações sobre complexidade computacional		■				■			
Estudo por processos empíricos		■							
Avaliação por músicos e não músicos				■					
Realiza benchmark			■	■		■	■		■
Realiza beta-teste	■	■						■	
Realiza testes completos				■				■	
Avaliação de acurácia		■	■			■		■	■

Tabela 4: Musicologia, experimentos e testes.

modelagem, melodias podem ser expressas por listas de estruturas sobrepostas (sequências de Narmour). O conceito de contexto Narmour possibilita a representação conveniente de agrupamentos, onde pode-se expressar tanto a noção de notas sucessoras como a de membresia em grupos específicos.

4 | CONCLUSÃO

A presente revisão sistemática possibilitou a avaliação de trabalhos que realizam a representação de conhecimento musical por meio da Programação Lógica Indutiva. A metodologia de pesquisa foi descrita na segunda seção e os resultados foram analisados na terceira seção de acordo com as questões de pesquisa. Uma série de características abordadas pelos trabalhos foi identificada, de modo que a revisão fornece uma visão abrangendo componentes fundamentais na representação de conhecimento musical. Com relação à arquitetura para representação de conhecimento, observou-se a importância fundamental de 3 elementos: linguagem de programação declarativa, mecanismo para implementação da indução lógica e técnica integrada para aquisição de conhecimento. Nesse sentido, a linguagem Prolog destaca-se pela característica expressiva, a qual, aliada a um mecanismo de indução como Aleph ou TILDE, possibilita elevada capacidade representativa, além de simplicidade ao se apresentar tal conhecimento. Os métodos envolvendo algoritmos genéticos, restrições lógicas e mineração de dados tiveram aplicação análoga pelas abordagens estudadas com relação à aquisição de conhecimento. Pode-se observar

que os trabalhos analisados encontram-se em diferentes estágios de validação. Como é característico nesse campo, poucas considerações foram desenvolvidas com relação à complexidade computacional. Testes de *benchmark* e avaliações de acurácia foram realizados, entretanto não se observou estudo com relação ao direcionamento a públicos específicos, tanto leigos como especializados. Semelhantemente, não foram realizadas avaliações do ponto de vista da interação humano-computador. Em estudos futuros torna-se importante o levantamento de critérios voltados a uma melhor compreensão de tais aspectos.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, G.; DAMASCENO, C. D. N.; NAKAGAWA, E. Y. **A systematic literature review on systems-of-systems knowledge representation**. 2015.

ALVARO, J. L.; MIRANDA, E. R.; BARROS, B. **Ev: Multilevel music knowledge representation and programming**. SBCM, Belo Horizonte, Brazil, 2005.

ANGLADE, A. et al. **Improving music genre classification using automatically induced harmony rules**. *Journal of New Music Research*, Taylor & Francis, v. 39, n. 4, p. 349–361, 2010.

BALABAN, M. **The music structures approach in knowledge representation for**. *Computer Music Journal*. Citeseer, v. 20, n. 2, p. 96–111, 1996.

BLOCKEEL, H. **Top-down induction of first order logical decision trees**. *Aicommunications*, Los press, v. 12, n. 1-2, p. 119–120, 1999.

CHEN, L.; BABAR, M. A.; ALI, N. **Variability management in software product lines: a systematic review**. In: CARNEGIE MELLON UNIVERSITY. *Proceedings of the 13th International Software Product Line Conference*. [S.l.], 2009. p. 81–90.

CHONG, E. K. M.; DING, Q. **Symbolic representation of chords for rule-based evaluation of tonal progressions**. 2014.

CONCEIÇÃO, J. P. D. **The aleph system made easy**. Integrated Master in Electrical and Computers Engineering, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008.

DELGADO, M.; FAJARDO, W.; MOLINA-SOLANA, M. **A state of the art on computational music performance**. *Expert Systems with Applications*, Elsevier, v. 38, n. 1, p. 155–160, 2011.

DIXON, S.; MAUCH, M.; ANGLADE, A. **Probabilistic and logic-based modelling of harmony**. In: *Exploring Music Contents*. [S.l.]: Springer, 2011. p. 1–19.

FERNÁNDEZ, J. D.; VICO, F. **Ai methods in algorithmic composition: A comprehensive survey**. *Journal of Artificial Intelligence Research*, p. 513–582, 2013.

GONÇALVES JR, C. B.; HOMEM, M. R. P. **Representação de conhecimento musical e programação lógica indutiva - uma revisão sistemática**. 15º Simpósio Brasileiro de Computação Musical – SBCM. NUCOM, 2015, pp. 138–141.

GUIMARAES, J. O. **Programming languages paradigms**. In: . [S.l.]: UFSCar Sorocaba, 2015. p. 96–114.

- KEELE, S. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering.** In: Technical report, Ver. 2.3 EBSE Technical Report. EBSE. 2007.
- KHURUM, M.; GORSCHER, T. **A systematic review of domain analysis solutions for product lines.** *Journal of Systems and Software.* Elsevier, v. 82, n. 12, p. 1982–2003, 2009.
- KITCHENHAM, B. et al. **Systematic literature reviews in software engineering.** *Information and software technology,* Elsevier, v. 51, n. 1, p. 7–15, 2009.
- KOSTER, A.; SABATER-MIR, J.; SCHORLEMMER, M. **Trust alignment: a sine qua non of open multi-agent systems.** In: *On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2011.* [S.l.]: Springer, 2011. p. 182–199.
- LEY, E. D.; JACOBS, D. **Rules-based analysis with jboss drools: adding intelligence to automation.** *Proceedings of ICALEPCS 2011,* p. 790–793, 2011.
- LIU, D.; GU, T.; XUE, J.-P. **Rule engine based on improvement rete algorithm.** In: *IEEE. Apperceiving Computing and Intelligence Analysis (ICACIA), 2010 International Conference on.* [S.l.], 2010. p. 346–349.
- MAESTRE, E. et al. **Expressive concatenative synthesis by reusing samples from real performance recordings.** *Computer Music Journal,* MIT Press, v. 33, n. 4, p. 23–42, 2009.
- MILETTO, E. M. et al. **Introdução a computação musical.** In: *CBComp xCongresso Brasileiro de Computação, 4., Itajaí, 2004. “Anais...”.* Itajaí, SC - Brasil, ISSN 1677-2822. [S.l.: s.n.], 2004. p. 883–902. ISSN 1677-2822.
- MINSKY, M. **Music, mind, and meaning.** *Computer Music Journal,* JSTOR, p. 28–44, 1981.
- MORALES, E. **Learning patterns for playing strategies.** *International Computer Chess Association Journal,* Citeseer, v. 17, n. 1, p. 15–26, 1994.
- MORALES, E.; MORALES, R. **Learning musical rules.** In: *CITeseer. Proceedings of the International Joint Conference on Artificial Intelligence.* [S.l.], 1995.
- NUMAO, M.; TAKAGI, S.; NAKAMURA, K. **Constructive adaptive user interfaces- composing music based on human feelings.** In: *Menlo Park, CA; Cambridge, MA; London; AAAI PRESS; MIT PRESS; 1999. Proceedings of the National Conference on Artificial Intelligence.* [S.l.], 2002. p. 193–198.
- PATEL, J.; OZA, B. A. **Survey on graph pattern mining approach.** In: *IJEDR. International Journal of Engineering Development and Research.* [S.l.], 2014. v. 2, n. 1.
- PEREZ, A.; RAMIREZ, R.; KERSTEN, S. **Modeling moods in violin performances.** In: *UniversitätsverlagG Der Tu, SMC 08: 5th Sound and Music Computing Conference: Sound in Space-Space in Sound, July 31st-August 3rd, 2008, Berlin, Germany: Proceedings.* [S.l.], 2008. p. 30.
- POMPE, U.; KONONENKO, I.; MAKSE, T. **An application of ilp in a musical database: Learning to compose the two-voice counterpoint.** *Citeseer,* 1996.
- QUINLAN, J. R. **Learning logical definitions from relations.** *Machine learning,* Springer, v. 5, n. 3, p. 239–266, 1990.
- RAMIREZ, R.; HAZAN, A. **Modeling expressive music performance in jazz.** In: *FLAIRS Conference.* [S.l.: s.n.], 2005. p. 86–91.

ROADS, C. **Research in music and artificial intelligence.** ACM Computing Surveys (CSUR), ACM, v. 17, n. 2, p. 163–190, 1985.

SAKHARE, Y. N.; HANCHATE, M. D. **Comparative study of musical performance by machine learning.** International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication, ISSN 2321-8169, v. 2, n. 2, p. 347–352, 2014. ISSN 2321-8169.

SALAMON, J. **Melody extraction from polyphonic music signals.** Tese (Doutorado) — Ph. D. thesis, Department of Information and Communication Technologies Universitat Pompeu Fabra, Barcelona, Spain, 2013.

SALZBERG, S. **C4.5: Programs for machine learning.** Morgan kaufmann publishers, inc., 1993. Machine Learning, ISSN 0885-6125, Kluwer Academic Publishers, v. 16, n. 3, p. 235–240, 1994. ISSN 0885-6125.

SRINIVASAN, A. **The Aleph manual: version 4 and above.** 2007.

TOMAS, G. H. et al. **Smart cities architectures-a systematic review.** In: ICEIS (2). [S.l.: s.n.], 2013. p. 410–417.

WHALLEY, I. **International computer music conference 2004: Papers.** In: Proceedings International Computer Music Conference, Miami, ICMA Press. [S.l.]: JSTOR, 2005.

WIGGINS, G. A.; SMAILL, A. **Musical Knowledge: what can Artificial Intelligence bring to the musician?** 2000.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-194-7

