

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO



CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SOFTWARE

AUGUSTO CÉSAR DE CASTRO

**ESTUDO DA APLICABILIDADE DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA
APOIAR A PRODUÇÃO DE SENTENÇAS JUDICIAIS**

São Paulo, junho de 2014.

AUGUSTO CÉSAR DE CASTRO

**ESTUDO DA APLICABILIDADE DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA
APOIAR A PRODUÇÃO DE SENTENÇAS JUDICIAIS**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Engenharia de Software da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Engenharia de Software, orientado pelo Prof. Dr. Fernando A. de Castro Giorno.

São Paulo, junho de 2014.

**ESTUDO DA APLICABILIDADE DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA APOIAR A
PRODUÇÃO DE SENTENÇAS JUDICIAIS**

AUGUSTO CÉSAR DE CASTRO

Professor Doutor Fernando A. de Castro Giorno
Orientador

Dedico este trabalho a Cristiane, por toda sua dedicação e carinho e aos meus pais, Natalício e Heloisa.

Agradeço a todos os Professores do curso de Especialização em Engenharia de Software, pelos muitos sábados ensolarados dedicados aos alunos. Agradeço especialmente ao meu orientador, Professor Fernando A. de Castro Giorno pela paciência, compreensão e conselho.

"Se o conhecimento pode criar
problemas, não é através da ignorância
que podemos solucioná-los."

Isaac Asimov

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Hierarquia de sistemas especialistas dentro do universo da Inteligência Artificial.....	25
Figura 2. Representação de uma Rede Semântica Simples.	29
Figura 3. Representação parcial de um sistema de Quadros.....	29
Figura 4. Arquitetura de um Sistema Especialista	33
Figura 5. O ciclo de vida do RBC	38
Figura 6. Estrutura esquemática e descrição de um agente reativo simples.....	45
Figura 7. Níveis de automação sugeridos.	55
Figura 8. Representação esquemática básica de um Sistema Multiagentes para a produção de Sentenças Judiciais.....	64

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

SE	Sistemas Especialistas
RBC	Raciocínio Baseado em Casos
AS	Agentes de Software
IA	Inteligência Artificial
CPC	Código do Processo Civil
art.	Artigo
a.C.	Antes de Cristo
SBC	Sistemas Baseados no Conhecimento
KBS	<i>Knowledge-based Systems</i> (Sistemas Baseados no Conhecimento)
BC	Base de Conhecimento
SEL	Sistemas Especialistas Legais
CBR	<i>Case Based Reasoning</i> (Raciocínio Baseado em Casos)
BDI	<i>Beliefs, Desires and Intentions</i> (Crenças, Desejos e Intenções)
TJ/AM	Tribunal de Justiça do Amazonas

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de se demonstrar a aplicabilidade de técnicas de Inteligência Artificial à produção de sentenças judiciais. Inicialmente, dissertou-se sobre diversos pontos relevantes à produção de sentenças judiciais, demonstrando-se quais necessidades podem ser atendidas e alguns fatores pertinentes como, por exemplo, a influência da *Common Law* sobre o sistema judicial brasileiro, a Lei de Repercussão Geral (Lei nº 11.418 de 19 de dezembro de 2006) e a Lei de Recursos Repetitivos (Lei nº 11.672 de 8 de maio de 2008). Por conseguinte, procurou-se dissertar sobre algumas técnicas de Inteligência Artificial, sendo elas: Sistemas Especialistas, Raciocínio Baseado em Casos e Agentes de Software; apresentando suas principais características, vantagens e desvantagens de suas utilizações, assim como seus empregos mais comuns. Em seguida, foram discutidas algumas maneiras de se auxiliar na produção de Sentenças Judiciais. O resultado desta discussão foi ordenado em níveis de automação: pesquisa de informações, controle das fases e atos processuais, automação da produção de peças e tomada de decisão. Os níveis de automação resultantes foram classificados conforme a complexidade do sistema necessário para implementá-los. Finalmente, se discutiu quais as tecnologias de Inteligência Artificial dentre as apontadas que melhor se adequam a cada um dos níveis de automação sugeridos, indicando as técnicas de Inteligências Artificial adequadas a auxiliar a produção de Sentenças Judiciais.

Palavras-chave: Inteligência Artificial e Sentenças Judiciais.

ABSTRACT

This work was carried out in order to demonstrate the applicability of Artificial Intelligence techniques to the production of judicial rulings. Initially, it was disserted about many relevant points of the production of judicial rulings are demonstrating what needs can be met and some relevant factors, such as, the influence of Common Law on the Brazilian judiciary system, the Law of General Repercussion (Law No. 11.418 of December 19, 2006) and the Law of Repetitive Resources (Law No. 11.672 of May 8, 2008). Therefore, it was sought to lecture on some Artificial Intelligence techniques, namely: Expert Systems, Case-Based Reasoning and Software Agents; presenting its main features, advantages and disadvantages of their use, as well as their most common applications. Then, it was discussed some ways to help the production of judicial rulings. The outcome of this discussion was ordained in automation levels: information search, control procedural rite, automation parts production and decision-making. The resulting levels of automation were classified according to the complexity necessary to implement the system. Finally , it was discussed which technologies of Artificial Intelligence among identified that best fit each of the suggested levels of automation, indicating that the techniques of Artificial Intelligences appropriate to assist in the production of judicial rulings.

Keywords: Artificial Intelligence and judicial rulings.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 Motivação	12
1.2 Objetivos	13
1.3 Justificativa	13
1.4 Contribuições	14
1.5 Método de Trabalho	14
1.6 Organização do Trabalho	15
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	16
2.1 Sentenças Judiciais	16
2.1.1 Breves considerações sobre <i>Common Law</i> e <i>Civil Law</i>	16
2.1.2 Conceito de Sentença Judicial	17
2.1.3 Fatores envolvidos na produção de Sentenças Judiciais	18
2.1.4 Lógica Jurídica	19
2.2 Inteligência Artificial	21
2.2.1 Sistemas Especialistas	25
2.2.1.1 Representação de Conhecimento	28
2.2.1.2 Arquitetura de um Sistema Especialista	32
2.2.1.3 Aplicação em Sistemas Legais	34
2.2.2 Raciocínio Baseado em Casos	35
2.2.2.1 Ciclo do Raciocínio Baseado em Casos	37
2.2.2.2 Representação do Conhecimento	39
2.2.2.3 Indexação	40
2.2.2.4 Recuperação dos Casos	40
2.2.2.5 Adaptação	41
2.2.2.6 Aprendizagem	42
2.2.2.7 Aplicações	42

2.2.3	Agentes de Software	43
2.2.3.1	Estrutura de um Agente.....	45
2.2.3.2	Classificação de Agentes	46
2.2.3.3	Sistemas Multiagentes	47
2.2.3.4	Aplicações.....	49
2.2.4	Gestão do Conhecimento Aplicada ao Poder Judiciário	49
3.	APLICAÇÃO DOS MECANISMOS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA PRODUÇÃO DE SENTENÇAS JUDICIAIS	53
3.1	Apoio ao processo decisório judicial.....	53
3.2	Níveis de automação	55
3.3	Análise e técnicas de Inteligência Artificial para auxiliar a produção de decisões judiciais.....	57
4.	CONCLUSÕES	66
	BIBLIOGRAFIA	68
	WEBGRAFIA.....	69

1. INTRODUÇÃO

1.1 Motivação

Durante a história humana percebe-se que a evolução da sociedade é impulsionada pelos avanços tecnológicos. Assim foi com a agricultura, que propiciou condições ao homem de se estabelecer em um local e criar cidades, deixando a condição de nômade para trás e passando a ser um cidadão; assim foi com a invenção da roda, que por sua vez abriu ao ser humano as portas da tecnologia, possibilitando-lhe a criação, desde ferramentas para implementar a produção de alimentos, até a confecção de armas para impor à força a vontade de uma sociedade sobre outra, ou, ainda, da sociedade sobre o indivíduo.

Apesar do longo caminho percorrido desde a descoberta da roda até os mais modernos avanços na área de tecnologia da informação, a necessidade de interferência do Estado na resolução dos conflitos individuais perdura no tempo. Desde o Código de Hamurabi até os atuais processos eletrônicos, a decisão final de um processo se dá pela intervenção de um juiz, que, após se inteirar dos fatos e examinar as provas, decide a lide.

Hodiernamente, um dos problemas enfrentados pelo Poder Judiciário Brasileiro é o grande volume de processos que se acumula nos gabinetes, problema este que tende a se agravar com o aumento da população e com o acesso à informação.

Diversos são os motivos que levam morosidade ao Poder Judiciário: é necessário tempo considerável, não só para a análise dos fatos e das provas, mas também para a busca de informações acerca da legislação que se aplica a cada caso, bem como jurisprudências e doutrinas que também auxiliam na produção das sentenças judiciais.

Diante de tal panorama, por que não se utilizar de mecanismos de Inteligência Artificial para auxiliar na produção de sentenças judiciais?

Com o uso deste tipo de tecnologia possivelmente ocorrerá um ganho de agilidade na confecção das decisões. Deste modo, seria de grande valia o

desenvolvimento de uma aplicação voltada para tal objetivo, justificando o correspondente investimento.

Todavia, qual seria o melhor tipo de tecnologia de Inteligência Artificial que se enquadra às necessidades específicas de produção de sentenças judiciais? Já existem trabalhos, como o de ROVER (2010, p. 65-79), que discutem a aplicação de sistemas especialistas à área jurídica. Porém, não seria mais conveniente usar raciocínio baseado em casos? Este é o caso da proposta de MARTINZ & DAZZI (2011, p. 31-39) em seu projeto de busca de jurisprudências na área de direito de família. Tem-se também a possibilidade de se empregar sistemas baseados em agentes de software ou, ainda, a utilização de sistemas híbridos.

Seja qual for a tecnologia de Inteligência Artificial empregada, faz-se necessária a modelagem da base de conhecimento da empresa ou, como no caso específico, de um Tribunal. De qualquer modo, conforme demonstrado por SEWALD JUNIOR (2011, 2012a e 2012b), tal empreitada não só é factível como já vem sendo realizada.

1.2 Objetivos

Tem-se como objetivo geral deste trabalho discorrer sobre algumas técnicas de Inteligência Artificial e seus empregos na área jurídica, de forma a contribuir na agilização dos processos judiciais, buscando identificar, entre estas, as técnicas aplicáveis ao problema de produção de sentenças judiciais.

Para tanto, os objetivos específicos nesta monografia são analisar, de forma sucinta, as características do processo de produção de sentenças judiciais, assim como, estudar e comparar algumas técnicas utilizadas em aplicações de Inteligência Artificial, mais especificamente: Softwares Especialistas (SE), Raciocínio Baseado em Casos (RBC) e Agentes de Software (AS), buscando verificar a aplicabilidade delas ao problema em questão.

1.3 Justificativa

A sociedade espera e necessita que o Poder Judiciário funcione de forma ágil e eficiente. Para que isso ocorra, as ações devem ser processadas e julgadas no menor tempo possível e produzirem resultados correspondentes às leis em vigor.

Este trabalho justifica-se pela busca de mecanismos que auxiliem na obtenção destes resultados, através da utilização de recursos de Inteligência Artificial.

Além disto, procura-se discutir as aplicações de técnicas de Inteligência Artificial e buscar novas possibilidades de utilização dentre as já estabelecidas no universo do Judiciário nacional, mais especificamente no campo de produção de decisões judiciais.

1.4 Contribuições

Demonstrar que as tecnologias de Inteligências Artificial são adequadas a implementação de sistemas voltados a auxiliar a produção de sentenças judiciais e que estes sistemas podem ser desenvolvidos em diversos níveis de automação.

Além disso, uma possível agilização na prestação jurisdicional, atividade esta, eminentemente social.

1.5 Método de Trabalho

Inicialmente procedeu-se a pesquisa bibliográfica em bibliotecas e na internet buscando textos relacionados ao objeto de estudo deste trabalho.

Foram estudados os fundamentos da Inteligência Artificial, bem como as metodologias empregadas em sistemas especialistas, sistemas baseados em casos e agentes de software.

Buscou-se, também, estudar os princípios e regras utilizados na elaboração de sentenças judiciais, tais como as informações empregadas em sua produção e a existência de alguma metodologia aplicável à produção de decisões.

Estudou-se, ainda, o estado da arte da aplicabilidade de Inteligência Artificial em sentenças judiciais, comparando as tecnologias de IA e suas aplicações no auxílio a produção de decisões.

Analisou-se algumas maneiras de se auxiliar a produção de sentenças judiciais. A partir dessa análise indicou-se qual tecnologia de I.A. melhor se adaptava a cada tipo de aplicação, resultando numa proposta mais completa de uma aplicação que possa auxiliar a produção de sentenças judiciais.

Por fim, a presente monografia foi elaborada baseando-se nos estudos procedidos anteriormente no âmbito das universidades brasileiras.

1.6 Organização do Trabalho

Em adição a este capítulo introdutório, no segundo capítulo, Fundamentos Teóricos, é introduzido o conceito de sentença judicial e as partes que a constituem são indicadas e discutidas. Também são apresentados os conceitos de Inteligência Artificial e as técnicas de Sistemas Especialistas (SE), de Raciocínio Baseado em Casos (RBC) e de Agentes de Software (AS).

No terceiro capítulo, Aplicação dos Mecanismos de Inteligência Artificial na Produção de Sentenças Judiciais, analisa-se como as técnicas de Inteligência Artificial podem ser empregadas para apoiar a produção de sentenças judiciais.

No quarto capítulo, Conclusões, são ressaltados os resultados atingidos, concluindo-se que a Inteligência Artificial apresenta-se apropriada a aplicações voltadas para a área jurídica, principalmente quando se considera a extensão, a complexidade e as particularidades envolvidas nessa área.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Sentenças Judiciais

2.1.1 Breves considerações sobre *Common Law* e *Civil Law*

Os sistemas jurídicos modernos dividem-se em dois grandes grupos: o *Common Law* e o *Civil Law*.

O *Common Law*, de origem anglo-saxônica, baseia-se nos precedentes proferidos pelo Poder Judiciário.

É possível afirmar que o conceito de lei no *Common Law* vai além da lei escrita e abrange também as normas costumeiras estabelecidas na comunidade. Ao proferir uma sentença o julgador considera os costumes e as tradições da comunidade na qual se encontra inserido e suas decisões refletem essa sociedade, bem como suas mudanças.

Este sistema é adotado por países como Inglaterra, Estados Unidos e Austrália, entre outros de influência grã-bretã.

Segundo PORTO (2013, p.9):

A proposta é, pois, de que nos países onde se segue a tradição anglo-saxônica da *Commun Law*, a decisão jurisdicional assuma a função não apenas de dirimir determinada controvérsia posta à apreciação do juízo, mas, além disto, também desempenhe a tarefa de estabelecer um precedente com força vinculante, de modo a assegurar que no futuro, em caso análogo, venha a ser decidido da mesma forma.

Por sua vez, o *Civil Law*, de origem romano-germânica, é regido por leis escritas em códigos, sendo que estas leis englobam, de modo geral, todos os casos particulares. Uma das características do *Civil Law* é a ideia de um direito nacional e igualitário e sua supremacia sobre os costumes.

Em outras palavras, aqueles que julgam devem identificar qual a melhor lei a ser aplicada em cada caso.

Este é o sistema adotado no Brasil, na Europa continental e na maioria dos países de origem latina. No caso brasileiro, como as leis encontram-se codificadas, os costumes assumem uma posição secundária, subsidiando a tomada de decisões quando não há leis que tratem sobre algum assunto específico.

É fato que o *Civil Law* e o *Common Law* constituem sistemas distintos. É incontestável, entretanto, a influência que um exerce sobre o outro, principalmente nestes tempos de globalização, em que facilidade de comunicação entre as mais distintas sociedades têm aumentado o intercâmbio de conhecimento e a disseminação de pensamento e opiniões.

No tocante ao Brasil, pode-se destacar a crescente influência da *Common Law* no direito pátrio pelo uso crescente de jurisprudências. Apesar de não constituírem fonte formal, pois não são leis e tampouco tem por objetivo a criação de leis, as jurisprudências orientam e influenciam a formulação de decisões, auxiliando na compreensão do direito e trazendo em seu bojo o exposto entendimento das Cortes Superiores.

A aproximação do sistema brasileiro do *Common Law* também é verificada na institucionalização das Súmulas Vinculantes, ou seja, no caso de processos semelhantes com decisões reiteradas, o Supremo Tribunal Federal edita uma Súmula Vinculante por meio da qual obriga todos os Tribunais inferiores a segui-la.

Outros exemplos nos quais podemos encontrar a influência do *Common Law* sobre o direito brasileiro são a Lei de Repercussão Geral (Lei nº 11.418 de 19 de dezembro de 2006) e a Lei de Recursos Repetitivos (Lei nº 11.672 de 8 de maio de 2008).

Desse modo, hodiernamente, a pesquisa de jurisprudências vem ganhando destaque no processo decisório judicial nacional.

2.1.2 Conceito de Sentença Judicial

Cabe ressaltar, que é objetivo deste trabalho estudar as técnicas de Inteligência Artificial buscando identificar aquela, ou aquelas, que melhor se enquadre ao propósito de auxiliar a produção de sentenças judiciais; por esta razão,

é de fundamental importância entender os métodos e mecanismos utilizados para produzi-las.

A sentença, ou decisão, no processo judicial é o marco terminatório de uma fase, ou seja, é o ato que põe fim a fase de conhecimento do processo, seja ele civil ou criminal, e estabelece o que é de direito às partes envolvidas.

A definição legal, no Código do Processo Civil (CPC), define a sentença como um ato do juiz que põe fim ao processo, podendo este resolver o mérito da causa ou não (art. 162 §1º, art. 267 e art. 269).

Os fatos trazidos pelas partes envolvidas no processo devem ser analisados na sentença judicial, bem como a legislação aplicável a cada caso deve ser considerada, de modo a justificar a decisão proferida. Muitas vezes, as sentenças são ainda fundamentadas com a indicação de doutrinas e jurisprudências que reforçam e justificam a decisão tomada.

2.1.3 Fatores envolvidos na produção de Sentenças Judiciais

A produção da sentença começa pela análise do processo, que deve ser perfeito juridicamente, pois, caso contrário pode resultar na nulidade de todo ou de parte do mesmo, inclusive da sentença judicial proferida.

Conforme o artigo 458 do CPC são elementos fundamentais a uma sentença judicial o relatório, a fundamentação e o dispositivo (ou conclusão).

Segundo MARQUES (1972, p. 394):

O relatório é a parte da sentença na qual o juiz descreve de forma resumida o processo. Neste seguimento da sentença as partes envolvidas são identificadas, os fatos relevantes são relatados bem como os motivos alegados pelas partes, o pedido e a defesa. Em outras palavras, no relatório o juiz conta a história do processo. No relatório o juiz conduzirá a redação de modo claro, preciso e sintético, sem deixar de historiar minuciosamente o objeto da decisão e da demanda.

A parte seguinte da sentença é a fundamentação. O artigo 131 do Código de Processo Civil (CPC) determina que o juiz deve indicar os motivos que lhe formaram o convencimento, destarte, as alegações trazidas pelas partes serão analisadas pelo juiz que justificará os motivos que o levaram a decidir de uma forma e não de outra.

Mesmo sendo livre para tomar uma decisão, o juiz deve esclarecer, ao decidir controvérsias, porque foi acolhida a posição de uma ou de outra parte.

A sentença termina com o dispositivo: é nesta parte da sentença que o juiz efetivamente decide. Até então, a sentença limitou-se a descrever os fatos e razões apresentados pelas partes, a descrever a história do processo e a justificar os motivos que impelem o juiz a tomar a decisão que será descortinada neste momento. No dispositivo o juiz exerce o poder de decidir, rejeitando ou acolhendo o pedido formulado pelo autor, parcialmente ou integralmente. No dispositivo está contido o comando imperativo da sentença.

Cabe ressaltar que a ausência de qualquer um desses elementos invalida a sentença.

Uma sentença deve, ainda, ser clara e precisa.

No que concerne à clareza, nas palavras de SANTOS (1997, p. 22) :

As sentenças devem primar por uma redação simples e inteligível, procurando evitar períodos longos e complexos. Usualmente a sentença tem forma de parecer, onde o juiz expõe os fatos e o direito e examinando as provas, esclarece as dúvidas e emite seu julgamento.

Quanto à precisão, a sentença deve se manter restrita ao pedido formulado pelo autor, limitando-se a este, não podendo conceder mais nem menos do que foi requerido. Conforme determinado no artigo 460 do CPC:

É defeso ao juiz proferir sentença, a favor do autor, de natureza diversa da pedida, bem como condenar o réu em quantidade superior ou em objeto diverso do que lhe foi demandado.

2.1.4 Lógica Jurídica

Será correto afirmar que a sentença judicial pode ser entendida como o resultado final de um processo lógico?

Para se obter uma resposta à pergunta anterior, inicialmente deve-se entender o que é lógica. Há várias definições para lógica, mas a que melhor se emprega ao caso em estudo é: “encadeamento coerente de alguma coisa que obedece a certas convenções ou regras”, conforme HOUAISS (2001, p. 1778).

Comparativamente, um processo judicial é uma sequência de peças que seguem uma determinada ordem sujeita às regras impostas pela lei e o resultado deste encadeamento é a sentença judicial. Ressalta-se, de modo muito simplificado, a inexorável existência de ordem e de regras: parte A (autor) apresenta sua queixa ao tribunal, este manda que a Parte B (réu) se manifeste apresentando sua defesa, após a apresentação da réplica e da produção de provas sobre o conflito, não havendo a necessidade de maiores informações, o julgador apresenta a sentença judicial.

Deve-se ainda ressaltar a importância da dialética neste processo lógico, a contraposição de ideias que remete a tríade dialética (tese, antítese e síntese) destacada na teoria de Hegel. Segundo seu pensamento, inicialmente aparece uma hipótese, que será reconhecida como a tese; devido ao fato de existirem contradições nesta tese tem-se o surgimento de uma antítese que se contrapõe àquela, em parte ou integralmente, e para solucionar a controvérsia é formulada uma síntese. Tem-se, então, que o processamento judicial se aproxima do pensamento de Hegel.

Complementando as ideias de Hegel, Karl Popper afirma que além da aplicação da tese, antítese e síntese no desenvolvimento do conhecimento humano, tem-se ainda a capacidade do homem de aprender com seus erros. Ideias são criadas, após são criticadas analiticamente e os problemas encontrados são solucionados.

Conforme REZEK NETO (2012, p. 14):

[...] lógica no mundo jurídico é de suma importância. Na decisão judicial, a premissa maior é a lei; a premissa menor, a descrição dos fatos concretos narrados; a conclusão a sentença.

Mas, a pura e simples aplicação de lógica talvez não seja suficiente a solução das demandas. O conhecimento do universo onde os fatos encontram-se inseridos

também deve ser considerado ao se produzir sentenças judiciais. O conhecimento técnico e a experiência do juiz na prática de análise das premissas apresentadas nos processos é de fundamental importância na busca pela Justiça.

Segundo REZEK NETO (2012, p. 14):

Somente o saber de experiência feito produz julgamentos sintonizados com o Direito e a Justiça. No Silogismo da sentença judicial, o saber e a experiência entram, principalmente, na inferência que, como já vimos, é a atividade mental que liga as duas premissas à conclusão.

Deste modo, respondendo à pergunta feita no início deste item, conclui-se que a sentença judicial pode realmente ser entendida como o resultado de um processo lógico, dentro da definição de lógica apresentada, mas que, além disso, a experiência adquirida pelo juiz com o passar do tempo também é fundamental para se chegar a um veredicto justo.

2.2 Inteligência Artificial

Poucas áreas de desenvolvimento científico e tecnológico tem um marco tão definido de seu surgimento quanto à Inteligência Artificial. Em 1956, alguns cientistas reuniram-se durante uma conferência de verão em Dartmouth College, nos Estados Unidos, com intenção de debater sobre o tópico “Inteligência Artificial”, como ficou conhecida desde então.

A Inteligência Artificial é a área da Ciência da Computação que procura desenvolver sistemas ou dispositivos capazes de reproduzir a capacidade humana de resolver problemas. De um modo mais amplo, pode-se afirmar que a Inteligência Artificial procura desenvolver sistemas que sejam capazes de executar funções que são consideradas inteligentes quando executadas por pessoas.

Em 1950 Alan Turing criou um teste para determinar se uma máquina é ou não inteligente. Este teste ficou conhecido como Teste de Turing. Segundo este teste, uma máquina terá comportamento inteligente se um ser humano lhe propuser uma série de questões por escrito sem, todavia, entrar em contato direto com a máquina,

e após receber as respostas não conseguir identificar se estas foram formuladas ou não por uma pessoa.

Desta forma, um computador teria de apresentar as seguintes características para passar no teste de Turing: ter capacidade de se comunicar em linguagem natural, ser capaz de acumular conhecimento, ser capaz de usar o conhecimento acumulado para responder perguntas e tirar conclusões e ser capaz de se adaptar às novas condições, quando estas se apresentam. Cabe notar, que algumas destas capacidades interessam muito quando se pensa em produzir ferramentas que auxiliem a produção de sentenças judiciais.

Uma máquina, ou software, capaz de passar no teste de Turing não é necessariamente uma máquina capaz de raciocinar verdadeiramente, podendo ser apenas uma máquina com capacidade de agir como se fosse inteligente, sendo considerada como de Inteligência Artificial Fraca, ou seja, não apresenta autoconsciência. Por outro lado, uma tecnologia capaz de solucionar problemas e raciocinar, com autoconsciência, será dita possuidora de Inteligência Artificial Forte. A discussão acerca da possibilidade de construir tal tecnologia é grande e por enquanto sua existência habita apenas o universo ficcional.

Muitas disciplinas contribuem para o desenvolvimento da Inteligência Artificial, dentre elas temos a Filosofia, a Matemática, a Economia, a Neurociência, a Psicologia, a Engenharia, a Linguística e a Cibernética.

A Filosofia, desde a época de Aristóteles, cerca de 400 a.C., questiona o funcionamento do intelecto e seus mecanismos. Estudando estes mecanismos, a Filosofia busca definir uma série de leis precisas que descrevam o funcionamento racional da mente, demonstrando que esta funciona de modo similar a uma máquina. Ainda dentro da Filosofia, aborda-se a questão do acúmulo do conhecimento e de como a mente processa esse conhecimento para tomar decisões ou mesmo gerar mais conhecimento.

A Matemática auxilia a Inteligência Artificial fornecendo formalização. Conforme RUSSEL & NORVIG (2004, p. 9):

Os filósofos demarcaram a maioria das ideias importantes sobre IA, mas o salto para uma ciência formal exigiu certo nível de formalização matemática em três áreas fundamentais: lógica, computação e probabilidade.

Desta forma, tornou-se possível manipular expressões lógicas bem como expressões probabilísticas utilizando-se as ferramentas fornecidas pela Matemática.

A Economia contribui para o desenvolvimento da Inteligência Artificial uma vez que trabalha com o problema de como maximizar lucros ou resultados, fornecendo, desta maneira, o conhecimento necessário para se desenvolver mecanismos que tomem decisões buscando obter os melhores resultados possíveis dentro das possibilidades apresentadas.

A Neurociência procura compreender de que maneira o cérebro humano funciona e como este processa as informações a que tem acesso. É interessante salientar que apesar dos grandes avanços nesta área nos últimos cinquenta anos, ainda pouco se compreende dos mecanismos envolvidos nos processos cognitivos.

Por seu turno, a Psicologia auxilia a Inteligência Artificial fornecendo explicações de como os seres humanos e os animais pensam e agem. Para os psicólogos, animais e seres humanos podem ser entendidos como máquinas que processam informações.

Outra área que contribui para o desenvolvimento da Inteligência Artificial é a de Engenharia de Computadores, criando computadores mais eficientes e com maior capacidade de processamento, que possibilitam o desenvolvimento e aplicação de softwares de Inteligência Artificial mais complexos. Não se pode deixar de falar da contribuição da Engenharia de Software que desenvolve Sistemas Operacionais, Linguagens de Programação e demais ferramentas necessárias a produção de programas de Inteligência Artificial.

A Linguística colabora com a Inteligência Artificial num campo chamado de Linguística Computacional ou processamento de Linguagem Natural. Neste campo, trabalha-se com o problema de se compreender a linguagem; para tanto, faz-se necessário não só compreender a estrutura da linguagem, mas também é necessário compreender o assunto sobre o qual se discorre e o contexto onde está inserido.

A Cibernética é uma ciência interdisciplinar que se preocupa em estudar o controle e a comunicação, tanto entre o homem e a máquina como entre as máquinas, neste segundo caso diz-se situações dinâmicas. Esta ciência auxilia a Inteligência Artificial agregando conhecimento sobre a construção de sistemas dinâmicos que reproduzam os mecanismos de funcionamento dos seres vivos.

As duas principais vertentes para a construção de Sistemas Inteligentes são: a Conexionista e a Simbólica. Empregando modelos matemáticos que simulam o funcionamento dos neurônios e de suas conexões, os conexionistas buscam modelar a inteligência humana. Talvez o melhor exemplo do emprego da vertente conexionista seja Redes Neurais.

A linha simbólica utiliza-se da manipulação de símbolos e sistemas abstratos. Operando simbolicamente uma grande quantidade de fatos específicos sobre um domínio restrito constrói sistemas inteligentes. A vertente simbólica é empregada na construção de Sistemas Especialistas.

Pode-se dividir a Inteligência Artificial basicamente em três áreas de pesquisa relativamente independentes.

Inicialmente tem-se a área de pesquisa que procura desenvolver programas de computador que sejam capazes de ler, falar, ou ainda, de entender a linguagem cotidiana das pessoas, sendo esta área conhecida como Processamento da Linguagem Natural.

A segunda área de pesquisa envolve a criação de programas que sejam capazes de usar o conhecimento armazenado de maneira similar a especialistas humanos. O objetivo é desenvolver programas capazes de utilizar os conhecimentos de especialistas por meio de máquinas, permitindo, desta forma, o armazenamento e o sequenciamento das informações e também a autoaprendizagem. Esta área é denominada de Sistemas Especialistas.

Uma terceira área de pesquisa é aquela que tem promovido trabalhos com o objetivo de desenvolver robôs que possam ser chamados de inteligentes.

Sistemas Baseados em Conhecimento (SBC), do inglês *Knowledge-based systems* (KBS), são sistemas que procuram resolver problemas criando modelos do conhecimento estabelecido. Para tanto, a gama de conhecimento relacionado ao problema é modelada em regras formais ou ainda em modelos de objetos. Os sistemas baseados em conhecimento utilizam mecanismos automatizados de raciocínio de modo a possibilitar a representação e manipulação do conhecimento. Esses sistemas são denominados de “Sistemas de Inteligência Artificial Aplicada” e tem uma grande quantidade de aplicações.

Conforme Rezende (2003, p. 15):

Sistemas Baseados no Conhecimento são programas de computador que usam o conhecimento representado explicitamente para resolver problemas.

Sobre a aplicação de SBC, Rezende (2003, p. 13) esclarece:

Esses sistemas devem ser usados quando a formulação genérica do problema a ser resolvido computacionalmente é complexa (tipicamente combinatória) e quando existe uma grande quantidade de conhecimento específico do domínio sobre como resolvê-lo.

2.2.1 Sistemas Especialistas

Dentro do universo dos programas de Inteligência Artificial, ou seja, em ambientes considerados inteligentes que utilizam heurísticas para a resolução de problemas encontram-se os Sistemas Baseados no Conhecimento. Por sua vez, dentro do universo dos SBC encontram-se inseridos os Sistemas Especialistas, conforme ilustrado na Figura 1.



Figura 1. Hierarquia de sistemas especialistas dentro do universo da Inteligência Artificial.
Fonte: PAUCAR (2000)

Sistemas Especialistas são sistemas computacionais capazes de processar e manipular informações armazenadas por meio de símbolos, enquanto softwares convencionais trabalham somente com dados alfanuméricos.

Conforme FLORES (2003, p. 332):

Um sistema especialista é uma forma de sistema baseado no conhecimento especialmente projetado para emular a especialização humana de algum domínio específico. Um sistema especialista irá possuir uma base de conhecimento (BC) formada de fatos, regras e heurísticas sobre o domínio, tal como um especialista humano faria, e deve ser capaz de oferecer sugestões e conselhos aos usuários e, também, adquirir novos conhecimentos e heurísticas com essa interação.

Os sistemas especialistas objetivam resolver problemas do mundo real, reproduzindo aquele que seria o comportamento de um especialista humano, sendo que, o domínio de problemas que um Sistema Especialista pode atuar é consideravelmente restrito.

As atividades típicas de um Sistema Especialista são:

- Controle;
- Correção de Falhas;
- Diagnóstico;
- Instrução;
- Interpretação;
- Monitoramento;
- Planejamento;
- Predição e
- Síntese.

Na década de 1970 foram construídos os primeiros Sistemas Especialistas que conseguiram ter sucesso em seus objetivos. Desde então, diversos outros sistemas foram desenvolvidos para serem empregados nas mais diversas áreas, como por exemplo: sistemas de computadores, gerenciamento de informações, agricultura, engenharia, física, química, geologia, matemática, medicina, aplicações militares, controle de processos e tecnologia espacial e direito.

Os Sistemas Especialistas são normalmente utilizados em situações nas quais não está acessível um especialista humano. Todavia, há casos em que trabalham associados a especialistas humanos, tais como situações com elevado nível de estresse onde a capacidade humana de agir é naturalmente diminuída; em casos onde a velocidade de solução de problemas é altamente desejável ou ainda quando se deseja padronizar as ações de diversos especialistas humanos.

Confrontado ao especialista humano, os Sistemas Especialistas apresentam as seguintes desvantagens:

- Capacidade de aprendizagem, que é algo tão natural para as pessoas, apresenta extremas limitações para as máquinas;
- Criatividade que os seres humanos apresentam quando se defrontam com situações novas ou inesperadas não é presente nas máquinas;
- Espectro de atuação é muito restrito, limitando-se ao domínio ao qual se dedica o sistema;
- Capacidade de interação e percepção do mundo exterior é muito limitada quando comparada aos sentidos humanos.

Apesar de todas as limitações descritas acima, os Sistemas Especialistas apresentam algumas vantagens quando comparados a especialistas humanos:

- Comportamento consistente e livre de fatores circunstanciais;
- Disponibilidade integral e total
- Facilidade de transferência ou replicação.

Pode-se classificar os Sistemas Especialistas em relação a uma série de atributos, sendo os mais relevantes:

- Quanto a forma de representação do conhecimento: dependendo do formalismo utilizado para representar o conhecimento os sistemas especialistas podem ser baseados em regras, orientados a objetos, etc;
- Quanto ao modo de operação da máquina ou motor de inferência os sistemas especialistas podem ser orientados por dados, orientados por hipóteses ou ainda orientados por dados e hipóteses;
- Tipo de interface com o usuário: depende de como o sistema especialista interage com o usuário;
- Tipo de operação, se *on-line* ou *off-line*, ou seja, se trabalha ou não em tempo real e ligado a um sistema físico;

- Capacidade de extensão, ou seja, se possui capacidade de adaptar ou ampliar o conhecimento do sistema a novas situações.

2.2.1.1 Representação de Conhecimento

Para que um computador possa ser utilizado para resolver problemas do mundo real é preciso, de alguma maneira, representar o mundo real dentro da máquina. Deste modo, trabalhando com a imagem interna o computador torna-se uma ferramenta capaz de resolver problemas relacionados ao mundo real.

A Representação de Conhecimento é um dos pontos fundamentais dentro de um projeto de um Sistema Especialista. A linguagem utilizada associada ao método de representação escolhido necessita ser suficientemente expressiva de modo a permitir que a representação do conhecimento do domínio seja a mais completa e eficiente possível. Todavia, existem problemas de eficiência e usabilidade, além da necessidade de expressar conhecimento incerto.

Existem diversos formalismos empregados na Representação do Conhecimento, dentre os quais destacamos: Redes Semânticas, Quadros, Representação Lógica e Regras.

Um dos formalismos habitualmente empregados na Representação do Conhecimento são as Redes Semânticas.

Segundo COPPIN (2013, p. 26):

Uma rede semântica é um grafo consistindo em vértices que são conectados por arestas. Os vértices representam objetos e as ligações entre os vértices representam relacionamentos entre os objetos.

As Redes Semânticas representam o conhecimento sobre os objetos e as relações entre eles de forma muito simples e intuitiva. Os relacionamentos em uma Rede Semântica podem ainda apresentar direção, conforme indicado na Figura 2.

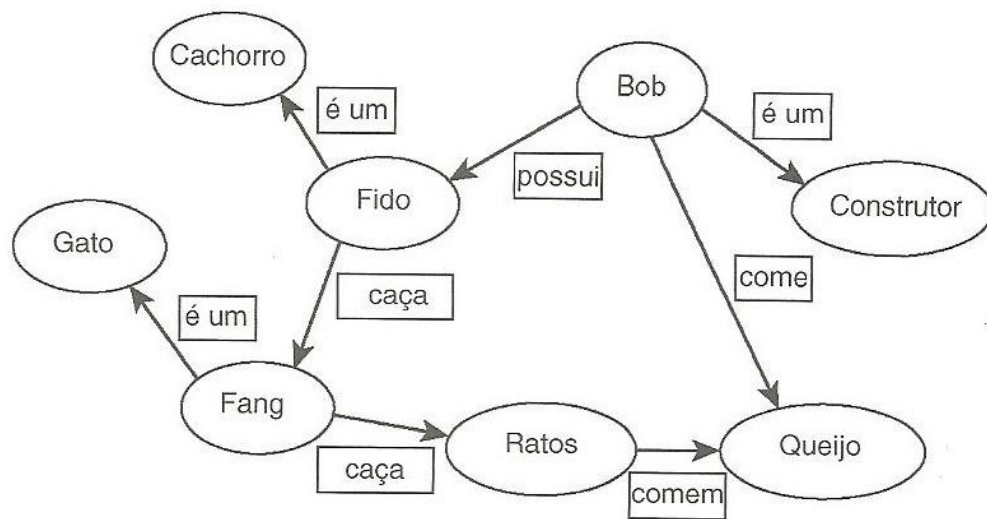


Figura 2. Representação de uma Rede Semântica Simples.
Fonte: COPPIN (2013, p. 26)

Todavia, as Redes Semânticas não são capazes de representar de forma clara e simples todos os tipos de relações, como por exemplo, são incapazes de representar negativas: "Fido não é um gato".

Outro formalismo comumente empregado na Representação do Conhecimento é a Representação em Quadros. Nas palavras de COPPIN (2013, p. 28): Representação em Quadros é um desenvolvimento de Redes Semânticas que nos permite expressar a ideia de herança. Na Figura 3 é apresentada uma representação parcial de um sistema de Quadros.

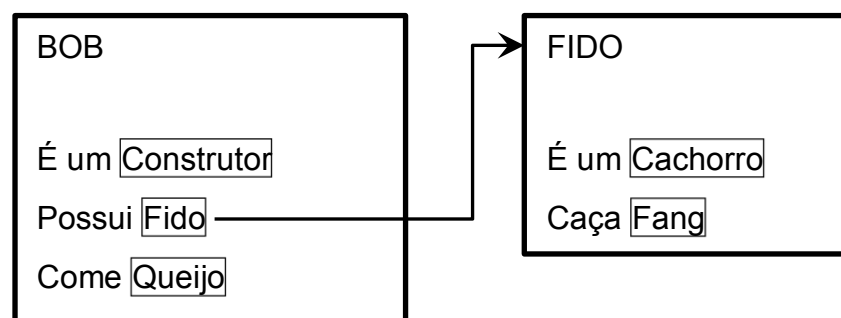


Figura 3. Representação parcial de um sistema de Quadros.
Fonte: COPPIN (2013, p. 29)

Em uma Representação por Quadros, cada Quadro possui um ou mais compartimentos onde são listadas as características do objeto representado, sendo que a cada compartimento é atribuído um valor de comprimento. Por exemplo, na

figura 3 o objeto BOB apresenta o compartimento Come ao qual é atribuído o valor de compartimento Queijo.

Uma das vantagens do emprego de quadros na Representação do Conhecimento em Sistemas Especialistas é que toda a informação relativa a um dado objeto fica armazenada em um único lugar, facilitando a recuperação dessa informação quando necessário.

A aplicação da Lógica na Representação do Conhecimento é também muito frequente.

De acordo com COPPIN (2013, p. 154):

[...] Lógica é bastante utilizada como um método representacional para Inteligência Artificial. Diferente de algumas outras representações (como quadros,...), Lógica nos permite raciocinar facilmente sobre negativas (como, “este livro não é vermelho”) e disjunções (“ou” – como, “ele é um soldado ou um marinheiro”).

É necessário ter em mente que a Lógica esta ligada ao raciocínio e a validade dos argumentos, não se preocupando, necessariamente, com a veracidade expressa nas sentenças utilizadas.

Cabe salientar que apesar de muito utilizada, a Representação Lógica apresenta algumas restrições, como, por exemplo, a inépcia de tratar com incertezas.

Finalmente, dentre os formalismos destacados para representar o conhecimento temos as Regras. Conforme COPPIN (2013, p. 210):

Uma das maneiras de representar o conhecimento é pelo uso de regras que expressem o que deva acontecer ou o que realmente acontece diante de certas condições. Regras são geralmente expressas na forma de instruções SE... ENTÃO..., tal como:
SE A ENTÃO B

Uma regra estabelece condições (SE A) que quando satisfeitas indicam quais ações ou conclusões (ENTÃO B) devem ser tomadas. O elemento A é chamado de antecedente e o elemento B é chamado de consequente. Uma mesma regra pode

apresentar diversos antecedentes combinados e apresentar vários consequentes, indicando que há diversas ações a serem executadas.

Nas palavras de COPPIN (2013, p. 211):

Sistemas Baseados em Regras, ou Sistemas de Produção, são sistemas computacionais que usam regras para fornecer recomendações ou diagnósticos, ou para determinar uma linha de ação em uma situação particular ou para solucionar um problema específico.

São componentes do Sistema de Produção: Base de Regras ou Base de Conhecimento; Base de Dados de Fatos e um Interpretador ou Mecanismo de Inferência.

A Base de Conhecimento é um conjunto de regras onde se encontra armazenado todo o conhecimento do sistema. A Base de Fatos contém os dados de entrada, correntes e de saída do sistema. A responsabilidade de obter as conclusões ou indicar as ações a serem adotadas pelo sistema é atribuída ao Mecanismo de Inferência. É o Mecanismo de Inferência que indica o tipo de raciocínio a ser adotado, emprega técnicas de busca e soluciona os conflitos encontrados.

Normalmente é empregada dedução para se obter as conclusões. Segundo COPPIN (2013, p. 211):

Usar dedução para se chegar a uma conclusão a partir de um conjunto de antecedentes é chamado de encadeamento para frente. Um método alternativo, encadeamento para trás, parte de uma conclusão e tenta mostra-la seguindo um caminho lógico de trás para frente, indo da conclusão até o conjunto de antecedentes que estão na base de dados de fatos.

O conhecimento armazenado em um Sistema Especialista deve ser obtido junto a um ou mais especialistas humanos no domínio em questão. Esse conhecimento deve ser representado de maneira a satisfazer as regras formais que foram definidas para a codificação de regras do Sistema Especialista. O desempenho do sistema depende desse conhecimento armazenado.

FURNIVAL (1995) observa que a representação do conhecimento tácito é uma das maiores dificuldades no desenvolvimento de Sistemas Especialistas. Tem-se por um lado a perda da expressividade da informação e por outro a dificuldade de expressar este tipo de conhecimento por meio de regras.

FURNIVAL (1995) salienta que Sistemas Especialistas são melhores empregados para auxiliar usuários não leigos que possuem conhecimento da área onde o sistema atua, e observa os inconvenientes do emprego deste tipo de sistema quando utilizado por usuários leigos. Assim como um especialista humano, um SE pode chegar a conclusões incorretas, sendo desejável, se não necessário, que o usuário tenha conhecimento na área de emprego do SE para poder avaliar se a solução apresentada está ou não correta.

Conforme FURNIVAL (1995):

Conhecimento de livros-texto e conhecimento quantitativo - ou seja, conhecimento explícito - seduzem os criadores de SEs, pois podem ser facilmente codificados no sistema. Mas é exatamente este modelo de conhecimento que empobrece representações de conhecimento. Conhecimento especializado não deveria ser limitado aos parâmetros de regras, pois, como o filósofo Wittgenstein alertou, não é intrínseca à regra uma "metarregra" que elucide como aplicar a regra: se esse for o caso, encontrar-nos-íamos em um "beco sem saída" à procura da metametarregra, da metametametarregra, e assim por diante *ad infinitum*, um cenário de uma regressão infinita e absurda, remanescente daqueles tratados em muitos dos contos fantásticos de J. L. Borges. O fato de que uma regra não contém a regra para sua aplicação explica por que o domínio do direito, por exemplo, é tão polêmico: as leis (que são regras) podem ser interpretadas de várias maneiras, que vão depender, é claro, de fatores contextuais.

2.2.1.2 Arquitetura de um Sistema Especialista

A arquitetura de um sistema especialista apresenta basicamente os seguintes elementos: Base de Conhecimento, Sistema de Explicação, Base de Dados de Fatos, Mecanismo de Inferência, Interface de Usuário e Editor da Base de Conhecimento, conforme exemplificado na Figura 4.

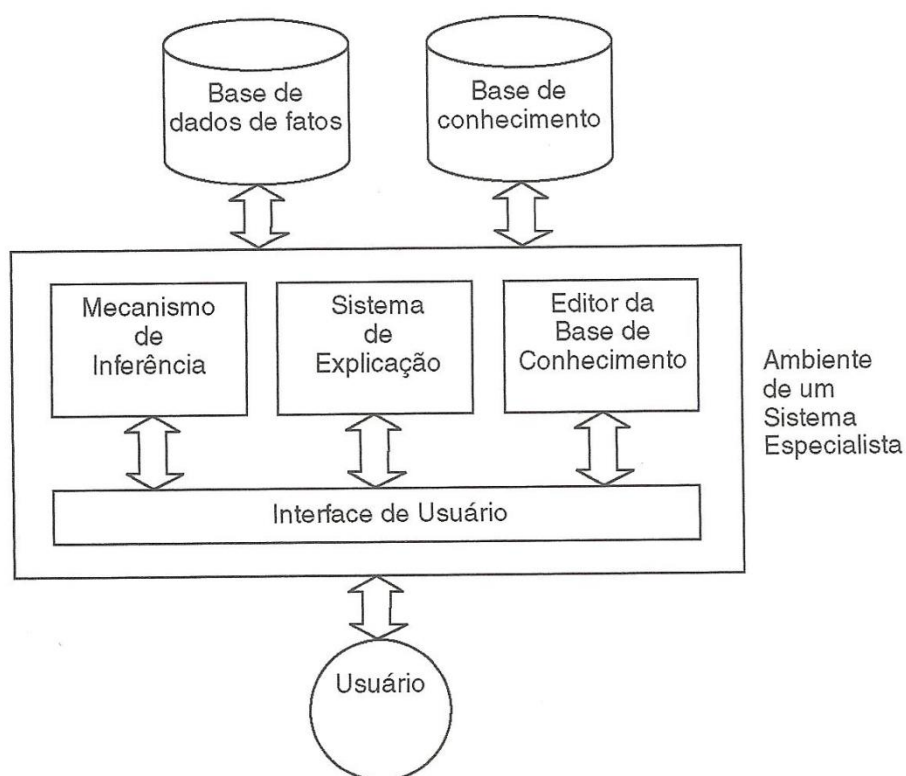


Figura 4. Arquitetura de um Sistema Especialista
 Fonte: COPPIN (2013, p. 219)

A Base de Dados de Fatos é o repositório onde são armazenados os dados referentes a cada caso específico a ser analisado pelo sistema. Em um Sistema Especialista dedicado a auxiliar na produção de sentenças judiciais, a Base de Dados de Fatos armazenaria as informações referentes aos processos judiciais a serem julgados.

A Base do Conhecimento é o repositório do conhecimento do especialista. É nela que fica armazenado o conhecimento do especialista após este ser eliciado conforme a representação do conhecimento escolhida para modelar o domínio em questão. Atualmente não é possível afirmar que um formalismo de representação é melhor do que os outros existentes, não sendo incomum a utilização de mais de um formalismo simultaneamente em uma mesma Base de Conhecimento.

Por sua vez, o Mecanismo de Inferência controla a execução do sistema. Ele inspeciona a Base de Conhecimentos e a Base de Dados de Fatos e decide em qual ordem serão executadas as regras. O Mecanismo de Inferência pode empregar encadeamento para frente, para trás ou até uma combinação destes dois processos. Em cada ciclo do Mecanismo de Inferência são executadas as seguintes fases:

- Reconhecimento: nesta fase são selecionadas as regras que correspondem aos dados correntes;
- Resolução de conflitos: nesta fase, as regras selecionadas (cópias das regras) são armazenadas em um repositório intitulado Agenda;
- Ação: fase na qual ocorre a execução da primeira regra da Agenda.

O Mecanismo de Inferência de um Sistema Especialista tem como suas principais funcionalidades: método de raciocínio, técnica de busca, resolução de conflitos e representação de incertezas.

O componente do sistema que permite ao usuário visualizar como foram obtidos os resultados entregues pela aplicação é o Sistema de Explicação. Este componente permite ao usuário entender qual o raciocínio empregado, de modo que possíveis erros no procedimento sejam percebidos.

O Editor da Base de Conhecimento, como o próprio nome diz, é usado para editar o conteúdo da Base de Conhecimento, permitindo que as informações armazenadas sejam atualizadas ou mesmo corrigidas. Normalmente este editor não é acessível ao usuário final.

A Interface de Usuário é o componente que permite ao usuário final comunicar-se com o sistema.

Sistemas Especialistas caracterizam-se, ainda, por possuírem um mecanismo de raciocínio incerto que possibilita interpretar a incerteza, uma característica do conhecimento do domínio.

2.2.1.3 Aplicação em Sistemas Legais

Conforme visto anteriormente, os Sistemas Especialistas podem ser empregados em um leque muito grande de aplicações, desde diagnósticos e controle até planejamento e predição.

Já existem iniciativas indicando a aplicação de Sistemas Especialistas na área de Direito. Este é o caso de ROVER (2010, p. 65-79) em seu trabalho “Sistemas Especialistas Legais: Pensando o Sistema Jurídico”.

Em seu artigo, ROVER (2010, p. 65-79) defende que os sistemas informatizados empregados por órgãos jurisdicionais tendem a evoluir de sistemas meramente documentais para sistemas jurídicos de gestão e em uma terceira fase para uma informática jurídica decisional.

Segundo ROVER (2010, p. 65-79):

A partir deste ponto de vista é possível se pensar na construção de um Sistema Especialista (SE) voltado para o Direito, de um Sistema Especialista Legal (SEL).

Após uma longa discussão sobre o Sistema Jurisdicional Brasileiro, ROVER (2010, p. 65-79) conclui que, apesar das dificuldades, o campo Jurídico é muito atrativo para aplicações de Inteligência Artificial, em especial para Sistemas Especialistas.

2.2.2 Raciocínio Baseado em Casos

Costumeiramente, quando as pessoas se deparam com algum problema que exija solução ou mesmo explicação, elas recorrem às suas experiências anteriores buscando similaridades entre o problema atual e outras situações pelas quais já passaram.

De acordo com PAL e SHUI (2004, p. 6):

Raciocínio Baseado em Casos (RBC), do inglês *Case Based Reasoning* (CBR), é uma tecnologia de Inteligência Artificial que utiliza de soluções empregadas em problemas anteriores para resolver problemas similares. Raciocínio baseado em casos resolve novos problemas adaptando soluções de velhos problemas.

Raciocínio baseado em casos é um enfoque para a solução de problemas e para aprendizado baseado em experiências passadas. Conforme WANGENHEIM (2003, p. 8), resolve problemas ao recuperar e adaptar experiências passadas, chamadas casos, armazenadas em uma base de casos.

A ideia básica do raciocínio baseado em casos é procurar uma solução para uma situação por meio da solução de uma experiência anterior semelhante. O método do raciocínio baseado em casos consiste em: reconhecer o cenário atual,

identificar a experiência mais semelhante armazenada na memória e aplicar o conhecimento relativo a esta experiência anterior no cenário atual.

O sistema de raciocínio baseado em casos busca situações passadas que se aplicam ao problema atual, no que chamamos de base de casos; esta, por sua vez, necessita estar devidamente indexada, pois uma indexação coerente e a forma como os casos são representados facilitam na recuperação dos mesmos.

A utilização de sistemas RBC traz diversas vantagens:

- facilidade de aquisição do conhecimento;
- capacidade de representar o conhecimento tácito mais facilmente;
- eficácia na resolução de problemas;
- soluções de qualidade;
- acesso fácil às soluções;
- capacidade de aprendizagem;
- raciocínio implícito;
- solução de problemas mesmo em domínios considerados pobres ou com regras incompletas, indefinidas ou inconsistentes.

A manutenção de Sistemas Baseados no Conhecimento costuma ser uma tarefa árdua, porém, conforme WANGENHEIM (2003, p. 27):

O RBC oferece benefícios consideráveis para a tarefa de manutenção do conhecimento, pois novos casos podem ser facilmente adicionados à base de casos e uma inconsistência entre casos não inviabiliza o funcionamento do sistema.

Por outro lado, podem ser listadas as seguintes desvantagens:

- alto custo de ferramentas para a implementação dos casos;
- dificuldade de validação e verificação do sistema;
- crescimento descontrolado da base de casos devido ao processo de aprendizagem, que pode tornar a base de casos muito extensa, comprometendo, assim, o desempenho computacional.

2.2.2.1 Ciclo do Raciocínio Baseado em Casos

O ciclo de vida, ou de funcionamento, de um Sistema de Raciocínio Baseado em Casos é composto por quatro fases (Figura 6):

- Recuperação: quando o problema é apresentado, é feita uma busca na base de casos daquele mais similar ao problema. Para tanto são comparadas as características entre os casos;
- Reutilização: a solução do caso obtido da memória de casos é empregada no novo problema;
- Revisão: neste momento o sistema apresenta o caso recuperado e adaptado ao novo problema ao usuário, para que este avalie o resultado;
- Retenção: finalmente, o sistema armazena o novo caso em sua base de casos.

Os principais elementos empregados para desenvolver um Sistema de Raciocínio Baseado em Casos são:

- Representação do conhecimento;
- Indexação;
- Recuperação dos casos;
- Adaptação e
- Aprendizagem.

Para se desenvolver um Sistema de Raciocínio Baseado em Casos é necessário modelar os elementos descritos acima. Porém, é viável projetar um sistema RBC que não utilize todos esses elementos, por exemplo, há sistemas que podem ser projetados sem a necessidade de adaptação ou aprendizagem. Para que um sistema seja de Raciocínio Baseado em Casos é necessário apenas utilizar o paradigma do emprego de uma experiência anterior para solucionar um problema atual.

Após a construção do Sistema de Raciocínio Baseado em Casos seguindo as etapas indicadas, faz-se necessário a validação do mesmo, para que se possa garantir que a ferramenta tem capacidade de solucionar problemas do domínio.

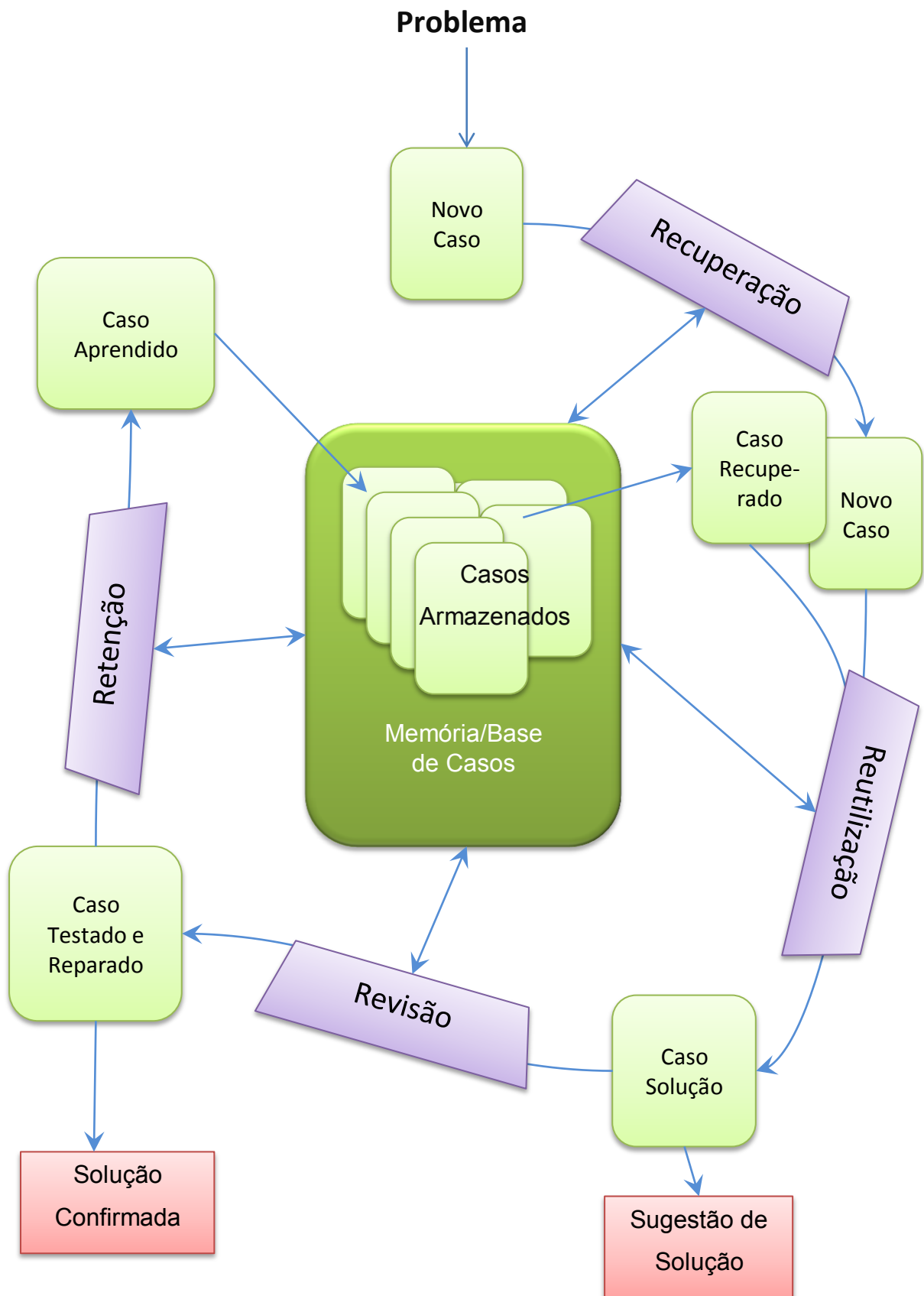


Figura 5. O ciclo de vida do RBC
 Fonte: PAL & SHIU (2004. p. 6)

2.2.2.2 Representação do Conhecimento

Um Sistema Baseado no Conhecimento como o Sistema de Raciocínio Baseado em Casos, precisa utilizar uma forma adequada para representar o conhecimento. Nesta situação específica o conhecimento é representado na forma de casos.

Conforme KOLODNER (1993, p. 9), “Um caso é um pedaço contextualizado de conhecimento representando uma experiência real.” Em outras palavras, um caso pode ser entendido como uma abstração de uma experiência descrita em termos de seu conteúdo e contexto. Apesar de poderem assumir diversos formatos e tamanhos, todos os casos representam uma experiência real e devem assinalar todas as características relativas a essa experiência. Os casos correspondem a principal parte do conhecimento de um sistema RBC; portanto, a representação dos casos é uma empreitada complexa e fundamental para o êxito de um sistema RBC.

Os principais componentes de um caso são:

- Descrição: expõe o problema resolvido contendo os pontos relevantes do problema: o que o diferencia como uma situação particular;
- Solução: explica como o problema específico foi solucionado;
- Conclusão: avalia a solução do problema.

Os objetivos a serem alcançados devem estar contidos na representação do problema, assim como as ressalvas nestes objetivos, as peculiaridades da situação e os relacionamentos entre as partes.

O objetivo primeiro de um caso é armazenar a experiência de especialistas humanos para que todo conhecimento adquirido possa ser empregado pelo sistema RBC de maneira eficiente; ou seja, os casos recuperados devem ser os que melhor atendem às necessidades do problema analisado. Para tanto os casos que se encontram na Base de Casos devem estar corretamente indexados.

Um caso pode ser, por exemplo, um texto, um fato ou um pensamento: seja o que for o caso, ele deve estar corretamente contextualizado e modelado para ser empregado num sistema RBC.

Chama-se de Base de Casos o conjunto de casos de um sistema; este conjunto é também conhecido como memória de casos. A eficiência do sistema está relacionada diretamente ao modelo de memória de casos adotado.

Todas as características de um caso tem relevância em sua representação. Portanto, cada atributo do caso deve ser corretamente valorado durante sua modelagem para que propicie a correta indexação dos casos.

A indexação é uma fase muito importante do desenvolvimento de um Sistema de Raciocínio Baseado em Casos, estando relacionada à estrutura e ao conteúdo da memória e, portanto, à eficiência do sistema.

Para que um Sistema de Raciocínio Baseado em Casos seja eficiente ele deve ser capaz de buscar casos realmente relevantes em sua memória de casos relacionados ao problema que se apresenta. Para tornar isso possível, é necessário que a biblioteca de casos seja corretamente indexada possibilitando que o processo de recuperação seja eficaz.

2.2.2.3 Indexação

A indexação deve considerar as características dos casos que são comparadas para determinar se o caso é útil ou não para resolver um problema proposto.

Os casos devem receber índices quando inseridos na memória de casos. Desta maneira, será facilitada a sua recuperação e utilização quando se tornarem necessários. Os casos devem estar organizados na base de casos, pois isso torna os algoritmos de busca mais eficientes.

Outro fator relevante, quando da indexação, é a atribuição de pesos para as características dos casos. Características mais relevantes, que têm ocorrências mais costumeiras, recebem pesos maiores que outras menos importantes. Com a utilização deste tipo de classificação torna-se possível o emprego de algoritmos de vizinhança para a recuperação casos.

Em sistemas RBC os índices empregados para rotular os casos devem indicar caminhos que propiciem a tomada de decisão.

2.2.2.4 Recuperação dos Casos

Conforme PAL & SHUI (2004, p. 24), a recuperação dos casos é o processo de encontrar dentro da base de casos o caso (s) que mais se aproxima do caso atual.

O processo tem início com a propositura do problema a ser resolvido e consiste em procurar na base de casos aqueles casos que apresentam determinada similaridade com o problema proposto.

A procura por casos promissores na memória de casos é executada por algoritmos de busca. O processo de recuperação abrange as seguintes tarefas:

- Similaridade: inicialmente o mecanismo de busca procura por casos na base de casos que apresentem similaridades com o problema proposto, considerando o domínio de conhecimento da aplicação;
- Métrica da similaridade: é como se compara a similaridade entre dois casos, ou seja, é a medida empregada para se comparar as características de dois casos;
- Recuperação de casos: os casos mais promissores encontrados na base de casos são separados;
- Seleção do caso escolhido: é a etapa final do processo de recuperação de casos onde é apresentado o caso escolhido.

Para fazer a busca dos casos na memória de casos em um sistema de raciocínio baseado em casos há três maneiras conforme AAMODT & PLAZA (1994):

- A busca é feita diretamente nos índices das características;
- A busca é feita na estrutura de índices ou
- A busca é feita em um modelo mais amplo de conhecimento.

2.2.2.5 Adaptação

Após ser feita a escolha do caso que melhor se adequa ao problema proposto a solução é revista para verificar se o caso recuperado necessita sofrer um processo de adaptação.

A etapa de adaptação possui duas fases: a primeira é verificar o que tem de ser adaptado no caso selecionado e a segunda é realizar as adaptações propriamente ditas. Comparando os resultados obtidos com o caso recuperado e o que era desejado podem ser determinadas as partes que precisam ser adaptadas.

As adaptações podem ser feitas pelos seguintes métodos:

- Substituição: os valores apropriados à nova situação substituem os antigos valores;

- Transformação: a solução original é transformada em uma nova que se adeque à situação atual;
- Outros métodos: empregados para realizar alterações estruturais, quando necessário.

Paralelamente a adaptação pode ser feita a justificativa ou a crítica da solução, onde a solução proposta é confrontada com outras soluções existentes. Neste ponto também podem ser executados reparos nas soluções.

2.2.2.6 Aprendizagem

Finalizada a adaptação do caso escolhido, a solução é apresentada ao usuário que avalia o resultado apresentado.

A avaliação do resultado pelo usuário objetiva informar ao sistema se a solução encontrada para o problema proposto tem condições de ser armazenada na base de soluções ou se deve ser descartada. Soluções bem avaliadas agregam conhecimento ao sistema e soluções mal avaliadas repetidamente são descartadas.

Um sistema de raciocínio baseado em casos “aprende” de duas maneiras:

- Agregando novos casos a memória de casos;
- Associando novos índices aos casos armazenados na memória de casos, o que torna o sistema mais eficiente.

2.2.2.7 Aplicações

Sistemas de raciocínio baseado em casos podem ser empregados em um leque muito grande de aplicações como classificação, diagnóstico, projeto, suporte à decisão, sistemas tutoriais, planejamento, configuração, aprendizagem, entre outras.

Uma aplicação típica de RBC é o diagnóstico médico, no qual, se procura diagnosticar um paciente a partir de sinais e sintomas e da experiência médica passada.

Outro exemplo de aplicação de RBC é o criado por MARTINS & DAZZI (2011). Eles apresentam um projeto de sistema RBC para ser empregado na busca de jurisprudências na área de direito de família. Em seu projeto o usuário entra com os parâmetros de busca em uma interface disponibilizada pelo sistema e este, por sua vez, após efetuar sua busca apresenta uma lista dos casos encontrados listados em

ordem de similaridade com os parâmetros apresentados. Outro recurso interessante desta aplicação é que o usuário pode indicar o percentual de similaridade que está buscando, obtendo assim uma saída mais ou menos aproximada da desejada.

2.2.3 Agentes de Software

O último paradigma de Inteligência Artificial que será abordado neste trabalho é a de agentes de software.

A tecnologia de agentes começou a ser desenvolvida nas décadas de 1980 e buscava desenvolver sistemas que tivessem domínios mais dinâmicos e que proporcionassem interações mais complexas com o mundo físico.

O agente tem autonomia para executar suas funções além de ser capaz de se comunicar com outros agentes e com os usuários e é capaz de reagir às mudanças do ambiente procurando sempre atingir algum objetivo, características ausentes em softwares convencionais. Cabe salientar que, por possuir certa autonomia, os agentes podem falhar levando a resultados imprevisíveis.

Agentes de software que possuam algum nível de Inteligência Artificial são denominados de agentes inteligentes de software. Este tipo de agente tem a capacidade de atuar conforme as circunstâncias externas se apresentam, escolhendo a melhor forma de ação conforme os elementos percebidos, como se raciocinasse sobre a situação encontrada.

RUSSEL & NORVIG (2004, p. 33) apresentam um agente como sendo tudo o que pode ser considerado capaz de perceber seu ambiente por meio de sensores e de agir sobre esse ambiente por intermédio de atuadores.

Por sua vez, WOOLDRIDGE (2002, p. 15) afirma de maneira cautelosa que um agente é um sistema de computador que está situado em algum meio e que é capaz de atuar autônomo neste ambiente buscando atingir seus objetivos de projeto.

O próprio WOOLDRIDGE (2002, p. 3) amplia sua definição afirmando que um agente é um sistema de computador capaz de ação independente, em nome do seu utilizador ou proprietário. Em outras palavras, um agente pode descobrir por si mesmo o que fazer a fim de satisfazer seus objetivos de projeto, não necessitando ser instruído a cada momento sobre como agir.

Pode-se, desta forma, entender agentes como elementos que percebem o meio onde estão inseridos por meio de sensores e agem ou reagem ao que

percebem utilizando seus atuadores. Portanto, de modo análogo aos seres humanos que percebem o mundo ao seu redor por seus sentidos: visão, audição, olfato, paladar e tato e agem sobre o meio em que inseridos por meio de suas mãos, seus braços, etc.

Os agentes tem como principais características:

- Autonomia: trabalham sem controle externo de pessoas ou de outros agentes;
- Sociabilidade: conseguem interagir com outros agentes e em alguns casos com seres humanos por meio de alguma linguagem específica;
- Reatividade: têm a capacidade de perceber o meio onde estão inseridos (o mundo físico, a internet, outros agentes, usuários através de interfaces) e reagir às mudanças percebidas;
- Pró-atividade: não agem apenas quando provocados ou em resposta ao ambiente, mas tomam decisões que propiciam alcançar as metas estabelecidas;
- Continuidade Temporal: podem processar operações de maneira continuada;
- Orientação e Metas: têm capacidade de lidar com tarefas complexas e são capazes de decidir qual a melhor forma de alcançar a meta perseguida, se necessário dividindo-a em tarefas menores.

Outro fator a ser considerado sobre agentes é o fato de que ao atuarem sobre o domínio onde estão inseridos alteram este domínio; portanto, é preciso considerar a possibilidade de diversos estados para o domínio, o que implica que não basta simplesmente serem autônomos quanto às suas decisões mas, além disso, necessitam ter a capacidade de saber quando e como tomar decisões.

É muito comum o desenvolvimento de agentes que empregam o paradigma que é conhecido como Modelo *BDI* - *Beliefs, Desires and Intentions* (Crenças, Desejos e Intenções). Neste modelo, um agente trabalha com base em regras que caracterizam seu universo de atuação: ao encontrar uma alteração, o agente BDI passa a crer que algo é verdade e responde a essa alteração desejando fazer algo conforme alguma intenção projetada.

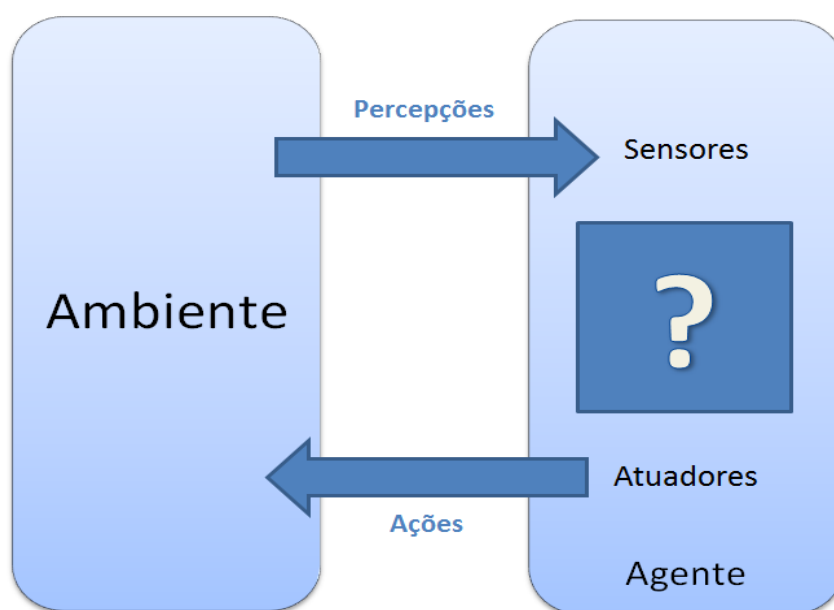
Desta forma, se os agentes trabalham baseados no modelo de crença, desejo e intenção, é correto afirmar que suas ações são resultado de suas escolhas, sendo que estas se baseiam nas crenças do agente. As crenças, por sua vez refletem o

estado do universo onde se encontra inserido o agente, refletindo o passado e presente e o futuro, e ainda relaciona-se com o estado mental do agente e de outros agentes relacionados e suas capacidades de interação.

Quando um agente DBI toma uma decisão e opera sobre seu universo, alterando-o, pode causar uma alteração da percepção do universo para si e para outros agentes inseridos no mesmo meio, causando assim outras decisões. Desta maneira, tem-se que as decisões tomadas são dependentes de decisões anteriores.

2.2.3.1 Estrutura de um Agente

Um agente tem uma estrutura básica muito simples. Basicamente é constituído de uma memória interna que é atualizada com a chegada de novas percepções. Essa memória é empregada nos processos de tomada de decisão que, por sua vez acarretará em ações a serem executadas (Figura 7).



função Agente (*percepção*) **retorna** ação

estática: *memória* {a memória que o agente possui do seu ambiente}

memória ← Atualizar-Memória (*memória*, *percepção*)

ação ← Escolher-Melhor-Ação (*memória*)

memória ← Atualizar-Memória (*memória*, *ação*)

retornar *ação*

Figura 6. Estrutura esquemática e descrição de um agente reativo simples.

Fonte: PAL & SHIU (2004, p. 6)

2.2.3.2 Classificação de Agentes

Conforme a classificação de agentes de RUSSEL & NORVIG (2004, p. 46-50) existem quatro tipos diferentes de agentes. Sendo que cada tipo é caracterizado pela forma como busca a solução do problema:

- Agentes reativos simples: onde cada percepção do agente desencadeia uma reação pré-estabelecida;
- Agentes reativos baseados em modelos: neste caso ocorre uma atualização do estado interno do agente que depende do histórico de percepções, de modo a refletir alguns aspectos não observáveis do estado atual. A percepção corrente combinada com o antigo estado resulta na atualização do estado corrente;
- Agentes baseados em objetivos: neste tipo de agente, além de ser armazenado um registro do ambiente também são perseguidos objetivos que descrevem um estado desejável a ser alcançado. Comparando o estado desejável com os resultados das ações que podem ser tomadas o agente decide quais ações executar;
- Agentes baseados em utilidade: além de objetivar as metas, este tipo de agente é capaz de criar uma medida de utilidade, comparando diversos estados possíveis, obtendo assim um comportamento de melhor qualidade;

Por outro lado, WOOLDRIDGE (1999, p. 17) classifica os agentes conforme sua arquitetura, podendo ser de quatro tipos:

- Arquiteturas baseadas em lógica: neste tipo de arquitetura dentro do agente esta representado um modelo do ambiente, em uma base de conhecimento. As ações a serem executadas são baseadas em raciocínio lógico. Este tipo de arquitetura é empregado em agentes baseados em objetivos ou em utilidade;
- Arquiteturas reativas: este tipo de arquitetura não se utiliza de raciocínio lógico, não necessitando conhecimento do ambiente onde interage. Neste caso, decide-se qual ação tomar baseando-se apenas na situação. Esta arquitetura é empregada em agentes reativos;
- Arquiteturas em camadas: é um tipo de arquitetura híbrida, onde há vários níveis de software com diferentes níveis de abstração.

Normalmente envolvem níveis lógicos e níveis reativos, objetivando possuir as virtudes dos dois tipos de arquitetura já descritos;

- Arquiteturas BDI: este tipo de arquitetura se baseia na teoria de crença, desejo e intenção, do inglês *beliefs, desires and intentions* - *BDI* que seriam os três estados mentais principais que guiam os seres humanos. Nesta arquitetura, o agente tem seu estado representado por três estruturas: suas crenças, ou seja, seu conhecimento do ambiente, seu desejo, que é a motivação de executar as ações baseado em suas crenças e a intenção são as ações que pretende realizar.

2.2.3.3 Sistemas Multiagentes

Um sistema multiagentes é definido pelo emprego de diversos agentes trabalhando em conjunto para solucionar um problema, que individualmente não seriam capazes de resolver. Neste tipo de sistema os agentes necessitam interagir entre si, contribuindo uns com os outros de maneira que o sistema como um todo atinja a meta estabelecida.

Quando agentes trabalham em conjunto este trabalho não é supervisionado, ou seja, não há um agente que seja “chefe” dos demais agentes. Portanto, todo o trabalho executado, isto é, toda ação os agentes decidem praticar necessita seguir os critérios de autonomia, reatividade, pró-atividade e nasce na comunicação entre os próprios agentes e usuários do sistema.

Dependendo da complexidade a arquitetura de um sistema multiagentes pode ser classificada como:

- Arquitetura simples: é composta por um único agente;
- Arquitetura moderada: diversos agentes executam a mesma tarefa, porém, podem estar em máquinas diferentes e estarem atendendo a usuários diferentes;
- Arquitetura complexa: diversos agentes executam tarefas diversas, os agentes são autônomos mas trabalham cooperando uns com os outros;

Para que agentes executem suas tarefas em sistemas multiagentes é preciso que eles cooperem entre si; para tanto, os agentes necessitam se comunicar. Esse sistema de cooperação objetiva que um agente consiga passar para os demais

agentes do sistemas quais são as suas necessidades, sempre visando atingir a meta do sistema. Assim os agentes conseguem trabalhar em grupo.

Conforme o modelo de cooperação, as arquiteturas de sistemas multiagentes podem ser classificadas como:

- Arquitetura quadro-negro: neste tipo de arquitetura a comunicação entre os agentes não é direta mas através de uma estrutura chamada de quadro negro. Quando um agente necessita de alguma informação, ele a solicita no quadro negro e aguarda que algum outro agente supra sua necessidade;
- Arquitetura de troca de mensagens: neste caso a comunicação entre os agentes é direta e assíncrona;
- Arquitetura federativa: em situações onde há muitos agentes, estes são divididos em grupos ou federações. Cada grupo possui um agente facilitador que recebe as mensagens e as transmite aos agentes respectivos;

A arquitetura de sistemas multiagentes pode ainda ser classificada em função do tipo de coordenação que existe entre os agentes no sistema, podendo ser do modelo mestre-escravo ou do modelo de mercado.

No modelo mestre-escravo há dois tipos de agentes, o mestre e o trabalhador: o agente mestre distribui os trabalhos entre os agentes trabalhadores e aguarda o resultado. Já no modelo de mercado, todos os agentes são elevados ao mesmo nível e todos sabem o que os outros são capazes de fazer.

Os sistemas baseados em Agentes apresentam algumas dificuldades para o seu desenvolvimento, dentre as quais destacam-se:

- Dificuldade de projeto: um agente necessita buscar seu objetivo intrínseco enquanto interage com o meio em que está inserido, o que dificulta projetar um software que mantenha o equilíbrio entre os comportamentos reativo e pró-ativo;
- Imprevisibilidade das interações: uma vez que os agentes são autônomos, suas interações são imprevisíveis;
- Sistemas Concorrentes: para se construir sistemas multiagentes é necessários lidar com problemas inerentes a sistemas concorrentes e distribuídos;

- Inexistência de uma plataforma: não há uma plataforma que forneça toda a infra-estrutura necessária para se construir Sistemas Multi-agentes;
- Complexidade do sistema: devido a complexidade, o comportamento de um Sistema Multiagentes pode se tornar caótico.

2.2.3.4 Aplicações

Diversas aplicações tem sido desenvolvidas baseadas em agentes de software. Das muitas áreas onde os sistemas de agentes de softwares podem ser aplicados destacam-se:

- Comércio eletrônico;
- Sistemas de transporte;
- Sistemas de acesso à informação;
- Controle de tráfego;
- Controle de processo;
- Jogos e
- Simuladores.

2.2.4 Gestão do Conhecimento Aplicada ao Poder Judiciário

Não há como escapar da necessidade premente de se mapear o conhecimento quando se pretende efetivar a implantação de sistemas inteligentes, seja numa empresa privada seja num ente público. É necessário conhecer e gerir o conhecimento produzido e empregado pelo estabelecimento: para tanto a Gestão do Conhecimento é relevante.

Conforme SEWALD, SILVA & SILVA (2011, p. 74):

A Gestão do Conhecimento (GC) tem como função gerar riqueza e valor a partir do gerenciamento de elementos que estão fora do contexto habitual de terra – capital e mão de obra – ou seja, cujo ativo principal é o conhecimento. Tem como objetivo transformar o conhecimento permeado na empresa, seja em forma tácita (subjetivo, “dentro da mente”) ou explícita (objetivo, estruturado, em documentos ou sistemas), em forma de aumento de desempenho, que no caso de empresas, pode e deve ser revertido em lucro, e no caso de organizações governamentais, em cumprimento mais efetivo da missão, ou, em linhas gerais, um atendimento efetivo ao cidadão.

No mesmo trabalho, é indicado o processo para gerir o conhecimento da empresa ou do órgão governamental como sendo a Engenharia do Conhecimento. Segundo ele:

A Engenharia do Conhecimento, é, portanto, responsável pela aquisição do conhecimento do especialista (coleta, seleção, decomposição, composição e modelagem) e do conhecimento existente em bases de dados, sistemas ou documentos relacionados ao escopo deste especialista.

Por sua vez, LOPES (2011, p. 37) apresenta uma definição para engenharia do conhecimento:

A Engenharia do Conhecimento tem por objetivo investigar e propor modelos, estabelecendo dentro do contexto sistêmico, metodologias, métodos e ferramentas para atividades intensivas em conhecimento no apoio à gestão do conhecimento organizacional.

Desta forma, tem-se que a gestão do conhecimento pode proporcionar ao ente público uma melhor eficiência e qualidade de resultados e de atendimento ao cidadão. A aquisição do conhecimento será efetivada pela engenharia do conhecimento, de maneira a sintetizá-lo metodologicamente proporcionando seu emprego de maneira intensiva em sistemas onde tal conhecimento se faz necessário.

O emprego de tais metodologias em um Tribunal, onde a carga de conhecimento e aplicações é ampla e a obtenção de resultados satisfatórios se apresenta complexa, foi empreendido por um grupo de alunos de Universidade Federal de Santa Catarina. Nesse trabalho é apresentado um estudo de caso de modelagem de um sistema baseado em conhecimento para o Tribunal de Justiça do Amazonas empregando-se a metodologia *CommonKads*. Usando esta metodologia, SEWALD JUNIOR et al. (2012a, p. 163) procuraram “identificar, no contexto da organização (TJ/AM), os ativos de conhecimento, os atores envolvidos e como esse conhecimento é aplicado e acontece a comunicação”.

A justificativa para se utilizar a metodologia *CommonKads* é apresentada por SEWALD JUNIOR et al. (2012a, p. 164):

CommonKADS é uma metodologia que propicia a representação conceitual e a construção de uma modelagem estruturada de conhecimento inerente a um cenário em que são identificados em especial, agentes, tarefas por eles executadas e notadamente aquelas que são intensivas em conhecimento, além de todo um contexto organizacional no qual se justifica a proposta de uma modelagem e utilização estruturada deste conhecimento.

SEWALD JUNIOR et al. (2012a, p. 188) afirmam em seu trabalho que é viável a construção de um sistema que possa auxiliar o julgador humano, fornecendo documentação e até mesmo sugerindo um encaminhamento de solução:

Foi possível, portanto, confirmar a viabilidade na construção de sistema para auxiliar o decisor humano, fazendo uma pré-seleção e sugestão de encaminhamento, viabilizando um sistema de busca, seleção e classificação de documentos de interesse do magistrado.

Finalmente, eles concluem que a metodologia *CommonKads* é suficientemente robusta para ser aplicada em um Tribunal, possibilitando uma melhoria na principal atividade fim, ou seja, na prestação jurisdicional ao cidadão.

Por sua vez, SEWALD JUNIOR (2012b, p. 27) fortalece a aplicabilidade da gestão do conhecimento no âmbito do Poder Judiciário por meio de uma comparação com seu emprego no setor privado:

Observando ferramentas aplicadas com efetividade na administração e apoio a decisão de organizações privadas, observa-se a Gestão de Conhecimento fornece técnicas e ferramentas para busca da efetividade e apoiar a decisão. A aplicação destas ferramentas na administração pública – e na judiciária – pode melhorar a sua eficiência, seguindo resultados em empresas privadas.

Aplicando a metodologia *CommonKads*, SEWALD JUNIOR (2012, p. 36) explica como é feito o levantamento das informações relevantes como atores, atividades e demandas:

A partir do levantamento do contexto organizacional, atores e atividades, são levantadas as demandas de conhecimento que apoiem a tomada de decisão. Levando em consideração que o administrador utiliza-se de informações e conhecimento para tal processo administrativo, observa-se que as informações apresentadas devem ser de fácil assimilação (apresentação das informações), fácil de buscar (método de organização e busca das informações), confiáveis e seguras.

Em seu trabalho, SEWALD JUNIOR (2012b) demonstra que é possível empregar técnicas de Engenharia do Conhecimento, empregando formalismo das ontologias, para auxiliar a atividade de fundamentação sentencial por meio da recuperação de informações relevantes. Mais que isso, ele demonstra que é possível desenvolver sistemas inteligentes de apoio aos processos de julgamento e decisório baseados em conhecimento.

3. APLICAÇÃO DOS MECANISMOS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA PRODUÇÃO DE SENTENÇAS JUDICIAIS

A produção de sentenças judiciais exige conhecimento e técnica. Desse modo, muitos são os requisitos que um sistema de Inteligência Artificial tem que atender para auxiliar no processo decisório e muitas são as formas de se prestar este auxílio.

Em princípio serão propostas algumas maneiras de se auxiliar a produção de sentenças judiciais.

Em seguida, para facilitar a discussão sobre quais os mecanismos de IA mais indicados a se empregar, será proposta a divisão do sistema em níveis de automação. Conforme o nível de automação a aplicação será, naturalmente, mais ou menos complexa e terá de atender a mais ou menos exigências.

Finalmente, serão discutidos quais tipos de tecnologias de IA são mais adequados à aplicação, relacionando-os com o nível de automação desejado, de modo a se obter uma maior eficiência e confiabilidade.

3.1 Apoio ao processo decisório judicial

Uma das maneiras de se auxiliar o processo decisório judicial é agilizar a pesquisa de informações que serão utilizadas no julgamento de ações judiciais, tornando este trabalho mais rápido e eficiente.

Conforme exposto anteriormente, a influência da *Common Law* sobre o processo decisório no Brasil pode ser percebida através do emprego de jurisprudências e da utilização de súmulas vinculantes, isso sem considerar a Lei de Repercussão Geral (Lei nº 11.418 de 19 de dezembro de 2006) e a Lei de Recursos Repetitivos (Lei nº 11.672 de 8 de maio de 2008) que impactam diretamente nas decisões de causas repetitivas. Por esta razão, torna-se imprescindível a busca de jurisprudências relacionadas a um caso em julgamento. Portanto, mecanismos que facilitem esta busca são desejáveis.

Conforme visto anteriormente, toda decisão necessita ser fundamentada. Deste modo, outro tipo de informação a ser obtida é aquela encontrada nas doutrinas referentes aos assuntos tratados nas ações judiciais, uma vez que auxiliam no processo de fundamentação da decisão.

Por fim, tem-se a pesquisa da legislação aplicável. A legislação brasileira é abrangente e complexa. Além das leis federais, existem também as legislações estaduais e municipais, cada uma agindo em sua esfera de atribuição, de modo que, dependendo do processo, pode ser necessário encontrar apoio legal nestas leis locais, o que aumenta a complexidade de construção de um sistema de pesquisa legal.

Outra forma de auxiliar a produção de sentenças é analisar a integridade do procedimento, garantindo-se que não ocorram falhas que levem à nulidade do processo. A integridade dos processos pode ser garantida, por exemplo:

- Verificando se todas as formalidades processuais previstas na lei foram observadas;
- Verificando se todas as fases anteriores à fase de decisão foram cumpridas;
- Verificando se não faltam intimações, manifestações ou certidões que possam atrapalhar ou mesmo anular o resultado do processo.

Outrossim, consoante o descrito no início deste trabalho, a sentença judicial é composta por relatório, fundamentação e dispositivo. Automatizar, total ou parcialmente, a produção destas partes da sentença é outra forma de auxiliar na agilização da produção de decisões judiciais, uma vez que tempo considerável é despendido com essa tarefa. Este tipo de automação pode, ainda, auxiliar a manter a clareza e a precisão da decisão, tão necessárias ao ofício sentencial.

Não obstante, é possível cogitar, ainda, mais um modo – provavelmente o mais ousado e ambicioso – de se prestar auxílio à produção de sentenças judiciais, o qual propõe, de forma automatizada, soluções para as demandas judiciais. Com isto, o sistema sugere uma solução ao caso concreto, a qual passa pelo crivo do julgador, que, na medida da sua adequação ao caso, é acolhida total ou parcialmente.

Portanto, diversas são as maneiras de auxiliar a produção de sentenças judiciais, desde as mais simples, que envolvem sistemas de pesquisa de informações, até as mais sofisticadas, de construção complexa, nas quais o sistema pode, até mesmo, apresentar uma solução completa para o julgador decidir a

demanda judicial. Assim, um sistema de Inteligência Artificial voltado ao auxílio de produção de sentenças judiciais será mais ou menos complexo conforme o nível de automação que se pretenda atingir com a aplicação.

3.2 Níveis de automação

Um sistema de auxílio a produção de sentenças judiciais pode ser concebido para atender a diversos níveis de automação. Pode-se imaginar uma escala na qual o menor nível de automação seja a simples pesquisa de informações (jurisprudências, doutrina e legislação) relacionadas ao assunto em discussão na ação e, no extremo oposto da escala, estaria a automação quase total da produção da sentença. Neste caso, o sistema, além de buscar informações relevantes ao caso, seria capaz de propor uma solução e apresentar uma sentença com todas as partes que a compõe. Considerando esse sistema de escala, os níveis de automação podem ser divididos, inicialmente, em (Figura 7):

- Pesquisa de informações (jurisprudências, doutrina e legislação);
- Análise processual;
- Automação da produção de peças e
- Proposta de solução.

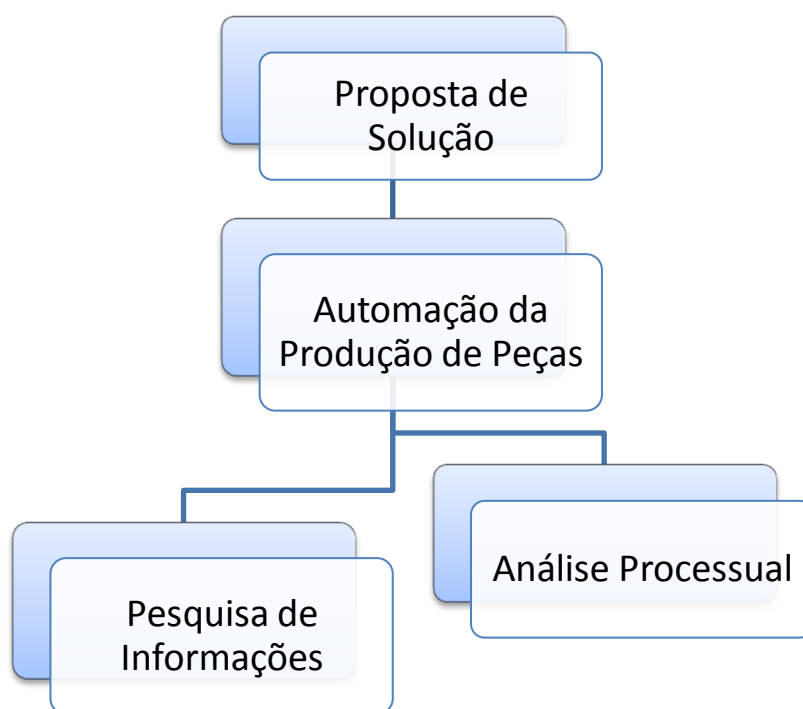


Figura 7. Níveis de automação sugeridos.
Fonte: Autor

O nível mais simples de automação para um sistema de auxílio a produção de sentenças judiciais é a Pesquisa de Informações.

Para se proceder à Pesquisa de Informações, o usuário passa alguns parâmetros para o sistema que, realiza uma busca em uma base de conhecimento e apresenta, por exemplo, a legislação aplicável, as doutrinas e as jurisprudências relativas.

Um segundo nível de automação é o de Análise Processual. Para tanto é necessário que o processamento da ação esteja em grande parte informatizado, o que não significa que todo o processo deva ser produzido dentro do sistema ou ainda que o sistema seja capaz de “ler e entender” as peças, mas apenas que todas as peças relativas ao processo estejam armazenadas, classificadas e acessíveis à aplicação, possibilitando a confirmação da execução das fases do rito processual.

Nesse caso, o aplicativo deve conseguir identificar os tipos das diversas peças processuais, tais como petições, certidões, informações, despachos, entre outras, reconhecendo a ordem em que se encontram e identificando possíveis falhas, como por exemplo, alguma citação que não foi certificada ou intimação que deixou de ser realizada.

Cabe ressaltar que, nesse nível de automação, a análise do conteúdo das informações continua sendo feita por um usuário humano, de forma que o sistema apenas auxilia a evitar que falhas de ordem estrutural ocorram. A aplicação não garante, por exemplo, que o pedido da ação não seja absurdo ou inexecutável, como por exemplo a reivindicação da posse de um terreno na Lua. Ele apenas garante que as peças necessárias se encontrem no processo e que o rito processual seja corretamente seguido.

O nível seguinte de automação é a produção automatizada de atos do processo. Um exemplo simples seria a certificação automática de prazos ou de juntadas de documentos. Outro exemplo, ligado mais diretamente a este estudo e muito mais sofisticado, seria a produção das partes integrantes da decisão a partir de parâmetros indicados pelo usuário.

Cabe destacar, que nesse estágio o sistema deverá ser capaz de “ler” as peças do processo em busca de informações para, em seguida, construir um texto conforme os parâmetros indicados pelo usuário. Note-se, que o sistema ainda não sugere uma solução para a demanda, ele apenas constrói um texto a partir dos parâmetros fornecidos.

Para atender ao nível de produção automatizada, os níveis anteriores devem estar presentes, pois para se produzir as peças solicitadas é necessário fazer pesquisa de legislação, jurisprudências e doutrinas; que as peças pertencentes ao processo estejam armazenadas e acessíveis à aplicação bem como é preciso verificar se o rito processual foi corretamente cumprido. Ou seja, para se alcançar este nível de automação é necessário que os níveis inferiores tenham sido utilizados.

Nesse nível, como nos anteriores, a análise do processo ainda é totalmente executada pelo usuário, que decide como o sistema deve apresentar uma solução para a demanda.

O nível mais alto, ou nível máximo, de automação para auxiliar a produção de sentenças judiciais é aquele no qual o sistema sugere uma solução para ser avaliada pelo julgador.

Nesse caso, a aplicação, além de ter executado todas as tarefas indicadas nos níveis anteriores, deverá ser capaz de tomar uma decisão baseada nos parâmetros encontrados e apresentá-la ao julgador de forma completa, ou seja, contendo todas as partes que compõe a decisão: relatório, fundamentação e dispositivo.

Outra característica interessante é que nesse nível de automação o sistema deve ser capaz de aprender com o julgador. Supondo que o sistema apresente uma solução para um caso e o julgador a rejeite, alterando a decisão, em casos similares que surjam posteriormente a aplicação deverá considerar esse fato quando sugerir novas soluções.

3.3 Análise e técnicas de Inteligência Artificial para auxiliar a produção de decisões judiciais

Tem-se, portanto, que um sistema de Inteligência Artificial voltado a auxiliar a tomada de decisão judicial terá como características a capacidade de pesquisar informações, analisar os procedimentos processuais, automatizar tarefas e, de forma abrangente, tomar decisões.

Por meio do estudo bibliográfico, verificou-se quais os empregos mais comuns para alguns mecanismos de Inteligência Artificial.

Foi visto que Sistemas Especialistas (SE) são empregados em sistemas de controle, de correção de falhas, de diagnóstico, de instrução, de interpretação, de

monitoramento, de planejamento, de predição e de síntese. Por sua vez, os sistemas de Raciocínio Baseados em Casos (RBC) são utilizados mais comumente em classificação, diagnósticos, projetos, suporte a decisão, sistemas tutoriais, planejamento, configuração e aprendizagem. Por outro lado, Agentes de Software (AS) são mais usualmente empregados em atividades como comércio eletrônico, sistemas de transporte, sistemas de acesso à informação, controle de tráfego, jogos e simuladores.

No item anterior, foram propostos quatro níveis de automação conforme a complexidade envolvida: pesquisa de informações, análise processual, automação de produção de peças e tomada de decisão.

Inicialmente é realizada pesquisa de informações. Conforme antes afirmado, é necessário pesquisar jurisprudências, doutrinas e legislações que possam facilitar na produção da decisão judicial.

Um sistema de pesquisa de informações remete a uma base de conhecimento e, conforme exposto anteriormente, já existem experiências no Brasil no sentido de se mapear o conhecimento de um Tribunal, como é o caso da modelagem do conhecimento do Tribunal de Justiça do Amazonas.

As tecnologias de Inteligência Artificial mais comumente empregadas para buscar informações em bases de conhecimento são Sistemas Especialistas e Sistemas de Raciocínio Baseado em Casos, sendo que este último trabalha com uma base de casos.

Conforme visto, já existem alguns trabalhos empregando tanto SE como RBC para pesquisar informações judiciais.

Os SE apresentam comportamento consistente e livre de fatores circunstanciais, o que torna os resultados livres de vícios e imunes a fatores externos. Por outro lado, demonstram certa limitação em sua área de atuação, trabalhando em domínios muito específicos, o que pode ser inconveniente em se tratando de um sistema para ser empregado em um Tribunal, onde os assuntos discutidos são os mais diversos.

Os sistemas RBC, por sua vez, são eficientes em resolver problemas. Mesmo em domínios pobres, demonstram certa facilidade na aquisição do conhecimento e apresentam soluções de qualidade, todavia, apresentam custos elevados para serem desenvolvidos, testados e implantados.

Outro ponto que representa uma vantagem para os sistemas RBC, quando se pensa em empregá-los para auxiliar à produção de decisões judiciais, é a facilidade de se executar manutenções em sua base de casos após a implantação. Ocorre que as decisões judiciais estão sujeitas ao emprego das leis, e quando estas sofrem alterações são necessários ajustes nas bases de conhecimento ou de casos.

Também em favor de emprego de RBC na pesquisa de informações é a capacidade de aprendizado que este tipo de sistema apresenta. Um sistema RBC pode ser desenvolvido para “aprender” com o usuário de modo que, conforme for sendo empregado, irá se adequar as suas necessidades e expectativas, tornando a pesquisa de jurisprudências e doutrinas mais eficiente e pessoal.

Em se tratando de sistemas que trabalham sobre bases de conhecimento, os SE apresentam um ponto fraco consistente na perda do conhecimento tácito quando da criação da base de conhecimento.

O conhecimento tácito é aquele que não se encontra em livros, mas faz parte do aprendizado pessoal do especialista, estando, inclusive, relacionado com suas experiências de vida. Este tipo de conhecimento costuma ser difícil de identificar e de inserir nas bases de conhecimento.

Por outro lado, a representação do conhecimento por meio de casos, empregada nos sistemas RBC, apresenta certa facilidade para capturar este tipo de conhecimento.

Desta maneira, partindo-se desta breve análise das qualidades dos sistemas RBC e dos SE, conclui-se que o emprego de RBC, dentre estas duas tecnologias, é o mais adequado à pesquisa de informações para auxiliar a produção de sentenças judiciais. Apesar de ambos apresentarem vantagens e desvantagens inerentes às tecnologias envolvidas, os SE tem a limitação do domínio, que neste caso, pode restringir muito sua aplicação dentre os muitos assuntos que necessitam se relacionar para se produzir uma única sentença.

Agentes de Software, por sua vez, podem ser empregados em sistemas de acesso à informação; todavia, devido a certa imprevisibilidade inerente a este tipo de tecnologia, não são muito recomendados para sistemas que necessitem de segurança, estabilidade e confiabilidade nas pesquisas apresentadas, sendo desconsiderado para este tipo de aplicação.

Seguindo a ordem estabelecida no item anterior, o próximo passo para auxiliar o processo de tomada de decisão judicial é diagnosticar o processo, ou seja,

analisar a integridade dos atos processuais. Para tanto, é essencial o emprego de um sistema que controle as fases e atos processuais, garantindo que todos foram cumpridos corretamente, e informando eventuais falhas que possam ter ocorrido.

Para que o desenvolvimento processual possa ser verificado, faz-se necessário que todas as peças do processo sejam armazenadas e identificadas em um sistema de dados informatizado, de forma que a aplicação confronte as peças armazenadas com as peças requeridas legalmente, identificando possíveis falhas no processo.

Sistemas Especialistas são mais comumente empregados neste tipo de situação, onde ocorre o controle de procedimentos e a eventual correção de falhas.

Além disso, o domínio deste tipo de sistema é relativamente restrito, pois, apesar do grande número de processos, as fases e atos processuais são limitados pela Lei Processual.

Por outro lado, os custos de implantação de um sistema RBC ou de Agentes de Software para se executar um simples controle de fases processuais não é justificável.

Diante destes fatores, conclui-se que o uso de um Sistema Especialista é o mais indicado para o controle das fases e atos processuais.

Prosseguindo, a fase seguinte é a de automatizar a produção de peças processuais, que pode ir desde uma simples certidão até a produção de instrumentos jurídicos complexos, como decisões, por exemplo.

A automação de ações simples, como o lançamento de certidões, pode ser executada diretamente pelo software que controla o processo. Não é difícil imaginar um cenário no qual, ao se juntar um novo documento ao processo, a própria aplicação de controle processual certifica a juntada deste documento no sistema. Outro cenário simples é a certificação de prazos: uma vez iniciada a contagem de tempo, o próprio sistema pode controlar a finalização do prazo ou o cumprimento das determinações que geraram a sua contagem, provendo de maneira automatizada a certificação necessária no sistema de controle.

A automação da produção de documentos relacionados ao controle de fases processuais é na verdade apenas uma melhoria do sistema de controle processual sugerido e analisado anteriormente. Todavia, preferiu-se separar a análise da automação de peças processuais da análise do sistema de controle processual, de forma a se manter a exposição condizente com a classificação sugerida no segundo

item deste capítulo, além de que essa separação facilita a análise da utilidade e das implicações da aplicação sugerida.

Cabe ressaltar que a identificação e classificação dos documentos inseridos no sistema de controle processual continuam a ser executadas por um especialista humano. Portanto, caso haja uma falha no trabalho executado pelo especialista é possível, e também provável, que venham a ocorrer problemas nas etapas seguintes do processamento, uma vez que a aplicação estará trabalhando com informações incorretas.

Por outro lado, quando se trata de automatizar a produção de decisões judiciais a tarefa torna-se muito mais complexa, ainda que se procure apenas atender a uma série de parâmetros definidos pelo julgador quanto à solução a ser obtida, sem que o sistema tenha realmente que decidir se o pedido do processo judicial é ou não procedente.

Neste caso, partindo-se dos parâmetros indicados pelo julgador, que previamente tomou conhecimento dos fatos trazidos e já se posicionou em relação a eles, a aplicação deve de alguma forma a ele retornar todas as partes que integram a decisão: relatório, fundamentação e dispositivo.

Para se produzir uma decisão judicial é necessário possuir conhecimento técnico: o julgador deve se valer de seus conhecimentos sobre a Lei quando executa o ato de julgar, o que envolve buscar nos códigos a Legislação a ser aplicada a cada processo. É preciso ter conhecimento dos fatos descritos no processo para ser possível avaliar corretamente o que é ou não justo. Além disso, comumente são empregadas jurisprudências e doutrinas para se embasar as decisões.

Elaborar uma decisão judicial não é uma tarefa trivial, envolve muitas aptidões, como descrito. Possivelmente, a maneira mais simples e eficiente para se construir uma aplicação capaz de apresentar como resultado uma sentença judicial completa seja empregando um Sistema de Raciocínio Baseado em Casos.

É possível supor que o sistema solicite ao julgador qual o caminho a ser tomado, ou seja, como deve ser julgada a causa. A partir dos dados fornecidos, a aplicação buscará, em sua Base de Casos, uma solução que, após algumas adaptações, se moldará da melhor maneira possível ao caso, de modo a atender o determinado inicialmente.

Note-se que a aplicação não necessita ser capaz de “entender” o processo, pois, as informações necessárias para se formular a decisão serão fornecidas por

um usuário que detêm conhecimento técnico suficiente para saber quais dados devem ser apresentados para que o sistema proponha uma decisão.

Como já foi descrito, os sistemas RBC apresentam certas características como eficiência na resolução de problemas, qualidade das soluções apresentadas, facilidade de aquisição do conhecimento e capacidade de resolver problemas em domínios pobres, que os tornam muito atraentes para serem aplicados a este tipo de tarefa.

Ademais, ao se deparar com um problema novo, um sistema RBC procurará resolvê-lo empregando as informações disponíveis em sua base de casos, apresentando uma solução. Esta solução será submetida à avaliação do usuário, sendo-lhe permitido, inclusive, alterá-la. Deste modo, quando o sistema se deparar com casos futuros semelhantes aos já propostos os solucionará com sua base de casos aperfeiçoada pelos usuários. Em outras palavras, o sistema RBC tem a capacidade de aprender na medida em que for sendo utilizado.

Outro fator que influencia na produção de sentenças judiciais é o ponto de vista particular de cada julgador. Por mais que o julgador se esforce para ter uma postura isenta, no momento de sentenciar um processo, certamente suas experiências pessoais influenciam na decisão, pois o próprio ato de julgar é uma forma de expressar uma opinião.

Portanto, a capacidade que o sistema RBC tem de aprender torna-se ainda mais interessante para este tipo de aplicação, uma vez que, ao interagir com um determinado usuário, o sistema pode se adaptar ao modelo de trabalho e de pensamento deste usuário específico. Assim, ao procurar soluções para os processos judiciais em seu banco de casos, o sistema dará preferência às soluções que melhor atendam as expectativas do usuário decisor, não somente do ponto de vista técnico e formal, mas também do ponto de vista pessoal.

Por enquanto, todos os níveis de automação sugeridos no segundo item deste capítulo foram tratados como sistemas isolados, porém, para se prosseguir para o último item listado torna-se necessária a integração dos diversos sistemas discutidos.

Para se produzir uma aplicação de Inteligência Artificial que realmente tenha capacidade de sugerir uma solução para uma demanda judicial sem a intervenção direta do julgador, não basta que o sistema atenda todas as demandas já expostas anteriormente, mas que vá além: ele necessita ser apto a interpretar as peças do

processo de forma que possa obter as informações relevantes, contidas nos autos, que permitam a tomada de decisão.

Conforme já apresentado anteriormente neste trabalho, uma decisão judicial é formada por várias partes obrigatórias, que devem ser elaboradas corretamente seguindo os princípios de clareza e precisão. Para a elaboração destas peças, faz-se necessário o cumprimento de todas as fases anteriormente descritas: pesquisa de informações, análise do rito processual e elaboração de peças. Portanto, um sistema que objetive sugerir uma solução para as demandas judiciais, necessita coordenar todas estas ferramentas e, com o resultado trazido por elas, ser capaz de tomar uma decisão e apresentá-la ao julgador.

Pode-se argumentar que esta aplicação é muito parecida com a discutida no nível diretamente inferior de automação sugerido; então, por que não se empregar uma aplicação do tipo RBC e acrescentar a ela a capacidade de decisão?

O problema que surge neste caso é que, para se proceder à elaboração de uma decisão judicial, é necessário averiguar se o processo está ou não apto a ser julgado, o que envolve o controle das fases e atos processuais. Conforme já discutido, este controle poderia ser executado de maneira satisfatória por um Sistema Especialista.

O quadro que se apresenta até então é o de diversos tipos de aplicações. Cada uma dessas aplicações é mais adequadamente gerida por uma determinada tecnologia de Inteligência Artificial. Cada sistema trabalha de maneira independente, não havendo necessidade de comunicação entre eles para executarem suas tarefas específicas:

- A pesquisa de informações (jurisprudências, doutrinas e legislação) se adapta melhor a tecnologia RBC;
- O controle das fases e atos processuais se enquadra melhor à gestão de um Sistema Especialista e
- A produção automatizada de peças, no caso específico de sentenças judiciais, se procede melhor por meio de uma aplicação RBC.

Para se produzir uma aplicação com a sofisticação e robustez necessárias para se analisar um processo judicial e sugerir uma solução satisfatória é necessário, portanto, um sistema que seja capaz de executar, ou melhor, de coordenar todas as tarefas descritas acima e, de posse dos resultados apresentados, indicar uma resolução para a causa.

Desta maneira, apresenta-se como caminho mais indicado para a construção desta aplicação um Sistema Multiagentes.

É possível construir Agentes de Software para executar cada uma das tarefas apresentadas: um agente de pesquisa, que internamente executaria uma aplicação RBC; um agente de controle que internamente executaria um Sistema Especialista e um agente de produção automatizada de peças que também executaria uma aplicação RBC.

A aplicação poderia funcionar da seguinte forma: ao ser solicitada uma sugestão de solução para determinado processo, um Agente de Controle responsável por delegar as tarefas determinaria ao Agente responsável pelo controle das fases processuais a coleta de dados relevantes do processo. Com o retorno destas informações, o Agente de Controle solicitaria ao Agente responsável por executar as pesquisas de jurisprudências, doutrinas e legislação que procedesse a pesquisa e a encaminhasse ao Agente responsável pela produção de sentenças. Paralelamente, o Agente de Controle informaria ao Agente responsável pela produção de sentenças processuais como proceder, ou seja, indicaria que tipo de sentença produzir em cada processo. Em seguida, a sentença seria encaminhada ao Agente de Controle, que a apresentaria ao usuário para ser avaliada. Finalmente, após ser avaliada pelo usuário, o Agente de Controle devolveria a sentença finalizada para ser armazenada no banco de casos do Agente de produção de sentenças (Figura 9).

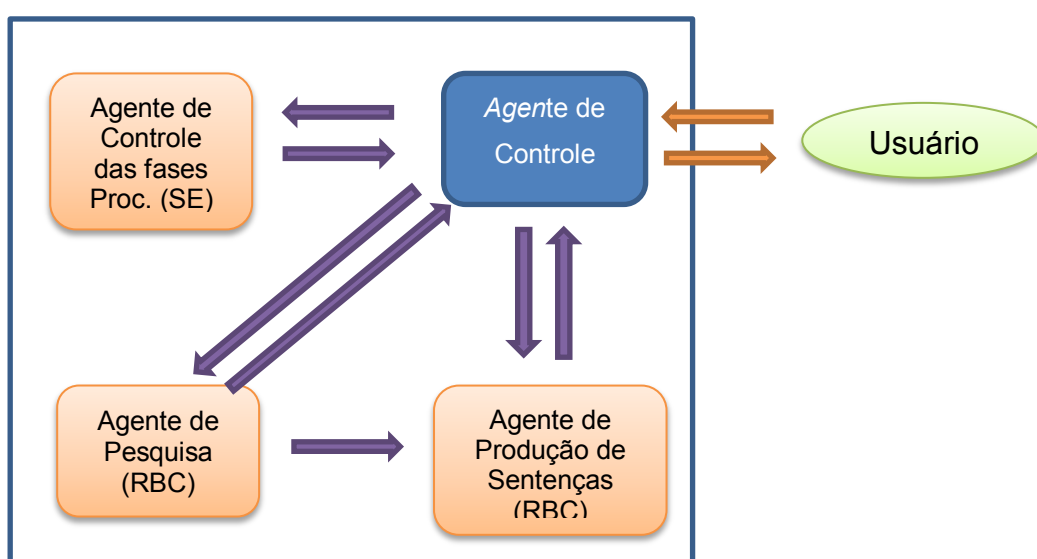


Figura 8. Representação esquemática básica de um Sistema Multiagentes para a produção de Sentenças Judiciais

Fonte: Autor

O Agente responsável por produzir as sentenças, por empregar internamente um sistema RBC teria ainda características de aprendizagem e, conforme a aceitação da solução apresentada, casos similares futuros considerariam a crítica a esta sugestão, melhorando-a em cada nova aplicação.

Conforme já discutido anteriormente, este sistema manteria a capacidade de se adequar a cada julgador e a seus métodos e critérios decisórios.

Portanto, uma aplicação híbrida parece ser bastante promissora quando se deseja produzir um sistema capaz de sugerir soluções para os processos judiciais, pois este sistema possibilita manter certas propriedades inerentes a cada tipo de aplicação empregado, como a qualidade das soluções apresentadas pelos sistemas RBC, a autonomia dos Agentes de Software e o comportamento consistente de Sistemas Especialistas.

Tendo em vista as características inerentes ao trabalho jurisdicional, a produção de sentenças judiciais exige uma abordagem holística que não pode ser obtida por meio de sistemas de informação convencionais. Por sua vez, sistemas que empregam tecnologias de Inteligência Artificial tem se mostrado muito eficientes ao abordarem tarefas onde a visão holística é necessária.

Portanto, conforme exposto, é possível o emprego de sistemas baseados em tecnologias de Inteligência Artificial voltados a auxiliar a produção de sentenças judiciais. Diversas são as formas de emprego destas tecnologias: desde pesquisa de informações que auxiliem o julgador a produzir as sentenças, passando pelo controle das fases e atos processuais e pela automação da produção das partes que integram a decisão e culminando na automação total de produção de sentenças.

Finalmente, cabe ressaltar que por mais eficiente e confiável que uma aplicação voltada a auxiliar a produção de sentenças judiciais possa ser em qualquer um dos níveis de automação sugeridos, ela nunca será capaz de substituir o julgador humano, uma vez que somente este possui o discernimento entre o certo e o errado ou entre o justo e o injusto, uma vez que este tipo de senso está relacionado as características relativas às inserções social, cultural e mesmo temporal.

4. CONCLUSÕES

O Judiciário Brasileiro carece de mecanismos capazes de auxiliá-lo a se tornar mais célere e eficiente, sem, todavia, comprometer a efetividade de sua função maior, a aplicação da Justiça.

Com a crescente demanda de processos, faz-se necessário buscar novas tecnologias que possibilitem agilizar a resolução das causas. Neste contexto surge a oportunidade de se empregar mecanismos de Inteligência Artificial, tais como Sistemas Especialistas, Sistemas Baseados em Casos e Agentes de Software, que podem ser utilizados para auxiliar a produção de sentenças judiciais.

Conforme a bibliografia demonstra, já existem iniciativas de modelagem do conhecimento de Tribunais no Brasil. Todavia, a aplicação de técnicas de Inteligência Artificial voltadas a solucionar problemas específicos da área jurídica ainda é bastante tímida. Neste trabalho, procurou-se discutir como empregar tais formalismos ao problema específico de auxílio à produção de sentenças judiciais, de maneira a se aproveitar a grande quantidade de conhecimento e experiências que já se encontram disponíveis dentro dos órgãos julgadores.

Após analisar-se as características específicas da atividade de produção de sentenças judiciais, comparou-se diversos formalismos de IA objetivando-se identificar quais, ou qual, melhor se adequavam a cada fase do processo judicial. Com isto, tornou-se possível delinear uma proposta de solução empregando as diversas tecnologias de IA discutidas: Sistemas Especialistas, RBC e Agentes. Finalmente, concluiu-se, teoricamente, que uma solução viável seria o emprego em conjunto destes formalismos, uma vez que isoladamente nenhum deles atenderia a toda a complexidade do problema discutido.

Uma das dificuldades encontradas foi eleger quais as maneiras de auxílio à produção de sentenças judiciais seriam tratadas neste trabalho entre tantas possíveis. Na solução apresentada, optou-se por caracterizar os tipos de trabalhos executados: pesquisa de informações (doutrinas, jurisprudências e legislação),

análise das fases e atos processuais e produção das partes que integram a sentença. Como resultado obteve-se um número reduzido de níveis de automação; porém, estes níveis são suficientes para se automatizar, praticamente, todo o processo de produção de sentenças judiciais.

Como resultado, conclui-se que as tecnologias de IA são adequadas para se implementar um sistema de auxílio à produção de sentenças judiciais. Mais que isso, diante do estudo realizado, pôde-se concluir também que utilizando as técnicas de IA é possível proceder à automação das etapas que integram a atividade de produção de sentenças judiciais de modo independente, o que possibilita a construção do sistema a partir destes módulos específicos.

Neste trabalho traçou-se um esboço de como se aplicar as técnicas de IA à produção de sentenças judiciais sem, todavia, se preocupar em detalhar, ou mesmo desenvolver as aplicações necessárias à implantação de tal sistema. Para tanto, outras pesquisas necessitam ser desenvolvidas, detalhando-se cada nível de automação sugerido neste trabalho.

Apesar de seu recente surgimento, menos de 60 anos, e de ainda haver muito a ser desenvolvido nesta área, a Inteligência Artificial apresenta-se apropriada a aplicações voltadas para a área jurídica, principalmente quando considera-se a extensão, complexidade e particularidades envolvidas nesta área. Espera-se, que este trabalho contribua para que futuras aplicações sejam desenvolvidas, empregando-se formalismos de Inteligência Artificial a sistemas que possam, de alguma forma, auxiliar e agilizar os procedimentos judiciais no Brasil.

BIBLIOGRAFIA

COPPIN, Ben. **Inteligência Artificial**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

FURNIVAL, Ariadne Chloë. **Delineando as limitações: sistemas especialistas e conhecimento tácito**. Ciência da Informação. [S.l.]. 1995. v. 24, n. 2.

HOUAISS, Antônio; VILLAR, Mauro. **Dicionário HOUAISS da Língua Portuguesa**, 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Objetiva, 2001.

MARQUES, José. **Instituições de Direito Processual Civil**. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora Forense, 1972. v. III.

PAL, Sankar K.; SHIU, Simon C. K. **Foundations of Soft Case-Based Reasoning**. New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2004.

REZENDE, Solange Oliveira (Org.). **Sistemas Inteligentes: fundamentos e aplicações**, 1. ed. Barueri, SP: Editora Manole, 2005.

ROVER, Aires José. **Sistemas Especialistas Legais: Pensando o Sistema Jurídico**. Sequência: Estudos Jurídicos e Políticos 15 (29), 65-79, 2010.

RUSSEL, Stuart J.; NORVIG, Peter. **Inteligência Artificial**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda., 2004.

SANTOS, Moacyr Amaral. **Primeiras linhas de direito processual civil**, 19. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 1997. v. 3.

SEWALD JUNIOR, Egon; SILVA, Paulo F.; SILVA, Edson R. G. da. **Gestão do Conhecimento para a Administração Judiciária: Levantamento de demandas de conhecimento e estabelecimento de ontologias**. Revista Democracia Digital e Governo Eletrônico (ISSN 2175-9391). Nº 5, p. 71-83, 2011.

_____. et al. **Modelagem de Sistema Baseado em Conhecimento em um Tribunal de Justiça Utilizando CommonKads**. Revista Democracia Digital e Governo Eletrônico (ISSN 2175-939), nº 7, p. 160-189, 2012a.

_____. **Modelagem de Sistema de Conhecimento para Apoio a Decisão Sentencial na Justiça Estadual**. 2012. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2012b.

WANGENHEIM, Cristiane G. von; WANGENHEIM, Aldo von. **Raciocínio Baseado em casos**. 1. ed. Barueri: Manole, 2003.

WOOLDRIDGE, Michael. **Intelligent Agents**, In G. Weiss, editor: Multiagent Systems, The MIT Press, April 1999.

_____. **An Introduction to MultiAgent System**. 1. ed. West Sussex, England: John Wiley & Sons Ltd., 2002.

WEBGRAFIA

AAMODT, Agnar; PLAZA, Enric. **Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches**. Artificial Intelligence Communications. AICom - Artificial Intelligence Communications. [S.l.]: v. 7, n.1, p. 39-59, IOS Press, 1994. Disponível em: <<http://www.iiia.csic.es/People/enric/AICom.html>>. Acesso em: 8 ago. 2013.

MARTINS, Rafael B.; DAZZI, Rudimar L. S. **RBC para busca de jurisprudências na área de direito da família**. Revista de Informática Aplicada, Itajaí, v. 7, n. 1, JAN/JUN, 2011. Disponível em: <http://seer.uscs.edu.br/index.php/revista_informatica_aplicada/>. Acesso em: 7 ago. 2013.

PAUCAR, Leonardo. **Inteligência Artificial – Capítulo 4: Sistemas Especialistas**. Universidade Federal do Maranhão. São Luiz, 2000. Disponível em: <<http://www.dee.ufma.br/~lpaucar/>>. Acesso em: 11 set. 2013.

PORTO, Sérgio Gilberto. **Sobre a Common Law, Civil Law e o precedente judicial**. Academia Brasileira de Direito Processual Civil. Porto Alegre, [20--]. Disponível em: <<http://www.abdpc.org.br/>>. Acesso em: 6 mai. 2013.

REZEK NETO, Chade. **Lógica Jurídica**. Revista Jurisbarretos, Barretos, v.1, n. 1, 2012. Disponível em: <<http://revistadigital.unibarretos.net/>>. Acesso em: 26 abr. 2013.