

PROTÓTIPO DE SISTEMA ESPECIALISTA PARA AUXÍLIO À DECISÃO EM DIREITO AMBIENTAL: SITUAÇÕES DE DESMATAMENTOS RURAIS



CLIMEP – Climatologia e Estudos da Paisagem, Rio Claro, SP, Brasil – eISSN: 1980-654X – está licenciada sob [Licença Creative Commons](#)

Paulo Pereira Martins Junior [1]
Vitor Vieira Vasconcelos [2]

INTRODUÇÃO: DO CONTEXTO DO SISTEMA ESPECIALISTA

Com o projeto CRHA (2003-2006), Conservação de Recursos Hídricos no Âmbito da Gestão Agrícola e Ambiental de Bacias Hidrográficas, MCT/ FINEP Fundo Setorial CT-Hidro-2002, desenvolveu-se a pesquisa para elucidar uma lógica agro-hidroambiental para bacias hidrográficas, visando contextualizar as atividades agrícolas, sob o ponto de vista do conceito de Ordenamento do Território e Gestão Agroambiental dos Recursos Hídricos. Para tanto, propôs-se o estabelecimento de produtos científicos em diversos níveis estruturados de informação, com linguagem e semiótica amigáveis. Neste intuito, recorreu-se às seguintes atividades: [a] identificação de condicionantes lógico-formais para a decisão sistêmica e [b] programação de um sistema especialista. O presente artigo trata de um tema da legislação para controle florestal, iniciado no Projeto CRHA (2003-2006), e faz parte do sistema *SisDec* de auxílio à decisão para gestão geoambiental de bacia hidrográfica.

DO PROTÓTIPO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Com o objetivo de assessorar o usuário em problemas básicos que envolvem a questão jurídica e ambiental, implementou-se um pequeno programa especialista.

Neste, foram utilizados conhecimentos específicos de Direito e Ecologia, para explicar ao usuário a eventual ilegalidade de suas condutas em relação ao meio ambiente. O objetivo é que esse programa seja o primeiro de uma série de implementações para atender às questões geoambientais, agrícolas, pastoris, florestais, de circulação hídrica, de industrialização rural, de processos erosivos e de poluição pontual e difusa, que vêm sendo desenvolvidas para os aspectos de lógica analítica, lógica sintética interdisciplinar, lógica sistêmica e lógica deontica (MARTINS JR., 2006).

Assessorar um usuário em todas as suas condutas jurídico-ambientais seria uma tarefa demasiado ampla, tanto pela imensa possibilidade de ações de um usuário, quanto pelo número muito amplo de documentos legais que versam sobre este assunto (seriam aplicáveis milhares de leis, decretos e portarias). Para este trabalho, foi delimitada uma situação específica: – um usuário típico do meio rural, que deseja realizar um desmatamento em sua propriedade, a fim de utilizar essa área para suas atividades, ou que se encontra frente a um desmatamento já feito e precisa avaliar a sua legalidade. Além disso, foi escolhido restringir-se a um conjunto determinado de documentos legais, o que será especificado a seguir.

Que conselhos ou informações passar a esse usuário? O programa precisa avaliar a legalidade do desmatamento a partir dos dados digitados, como a área desmatada, a proximidade de corpos d'água, e outros mais. Outras informações importantes seriam: – como fazer para pedir uma autorização para o desmatamento; como fazer uma denúncia contra um desmatamento ilegal e, no caso da assessoria do programa ser insuficiente, indicar onde se podem conseguir maiores informações. O programa se inicia com uma interface que pergunta ao usuário que tipo de assessoria ele deseja. Dependendo da opção escolhida, o programa continua fazendo as perguntas seguintes, até conseguir um quadro da situação jurídico-ambiental do usuário, que se enquadre em uma das situações-base em que há uma conduta disponível para ser aconselhada.

Todo o procedimento para a construção do sistema especialista foi desenvolvido dentro da metodologia *CommonKads* (SCHREIBER et al., 1999) e da linguagem *UML* (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON, 1999), o que fornece um conjunto de procedimentos padronizados e testados, de forma a conseguir um programa, uma base de conhecimento e um conhecimento de inferência eficazes e reutilizáveis em outras situações. O código fonte foi desenvolvido em *PROLOG* (BRATKO, 2000), principalmente em virtude de sua orientação ao raciocínio lógico e à Inteligência Artificial.

MODELAGEM DO CONHECIMENTO DE DIREITO AMBIENTAL

Para a modelagem do conhecimento de Direito Ambiental, utilizaram-se como fontes, em quase sua totalidade, os documentos legais originais, dos quais foram retiradas as diversas restrições legais e as explicações sobre o funcionamento dos processos jurídico-ambientais. Também são fontes: artigos de Lógica do Direito, um questionário enviado ao setor jurídico do Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais (IEF), além de comentários de advogados sobre a aplicabilidade de documentos legais e sobre condutas jurídico-ambientais adequadas. Foram realizadas duas entrevistas com o advogado Renato Magnum, com experiência na área jurídico-ambiental, e uma entrevista com um técnico do IEF, Ville Tomichi.

Selecionaram-se os seguintes documentos legais, escolhidos por sua importância hierárquica, legal e ecológica, e por não sofrerem alterações com grande frequência: Lei nº 4771, de 1965, e Lei nº 5870, de 1973 – Código Florestal; Decreto nº 1992, de 1996 – Reservas Particulares do Patrimônio Natural; Lei nº 5.869, de 1973 – Código de processo civil, Artigo 275; Lei nº 7754, de 1989 – Proteção das florestas nas nascentes dos rios; Lei nº 6938 de 1981, Decreto 97632, de 1989 e Decreto nº 99274, de 1990 – Política nacional de meio ambiente; Lei 8171, de 1991 – Política agrícola nacional; Lei 9099, de 1995 – Juizados especiais cíveis e criminais; Lei 9605, de 1998, e Decreto 3179, de 1999 – Sanções penais

para lesões ao meio ambiente; Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) n. 13/09/1990 – Entorno de unidades de conservação.

O suporte dos métodos utilizados (*CommonKads* e *UML*)

CommonKads (SCHREIBER et al., 1999) é uma metodologia para representação e modelagem de conhecimento, utilizada em Engenharia de Conhecimento, orientada para a construção de sistemas computacionais especialistas. A primeira ação foi o preenchimento do Modelo de Organização, que se mostra sempre útil para se organizarem as idéias sobre o que é o programa como um todo, além do contexto no qual foi planejada sua aquisição. Foram levantados os problemas e oportunidades relacionados ao meio ambiente geológico e biótico, à cultura e comportamento típicos da comunidade rural, ao sistema jurídico, e à organização dos órgãos e instituições que interessam à área de assessoria do programa. A partir da contextualização da área, foi possível traçar um planejamento das tarefas, dos agentes e dos demais procedimentos que seguiriam a construção do programa.

A segunda etapa foi a de formalização do conhecimento adquirido, quando foram utilizadas as linguagens *UML* e *PROLOG*. A linguagem *UML* (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON, 1999) é utilizada em Engenharia de Programação (produção de programas – *softwares*) para a modelagem padronizada no processo de implementação de programas de computador; a *PROLOG* se trata de uma linguagem declarativa de programação que se implementa basicamente com chamadas e recursões lógicas (BRATKO, 2000).

Concomitantemente às entrevistas e consultas a especialistas, começou-se a formalizar o conhecimento jurídico-ambiental concernente, segundo as etapas: (1) listagem de conceitos relacionados ao assunto, abordados por tópico (2) leitura dos documentos legais selecionados, sublinhando as partes úteis para o programa (3) triagem das partes sublinhadas para organizar em documentos separados por

tópicos (Processo de Autorização, Restrições legais, Processo Penal e sanções, Outros), e dos demais sub-tópicos dentro de cada um desses tópicos citados (4) modelagem lógica em *UML* das restrições legais, seguida de uma primeira programação do código fonte correspondente em *PROLOG* e (5) elaboração final dos textos de orientação jurídica correspondentes a cada caso específico.

O Método de Solução escolhido como principal foi o de Avaliação (SCHREIBER et al., 1999) em que o agente lógico averigua sequencialmente as informações sobre o caso específico, verificando a legalidade através das restrições lógicas já modeladas. Desta maneira, o usuário prossegue digitando as informações sobre a sua área e sobre as condutas, agrupadas em temas: percentagem desmatada, distância de corpos d'água, restrições de relevo, restrições de vegetação, restrições político-administrativas etc. Na medida em que se torna possível, as restrições legais são progressivamente testadas, junto aos dados já disponíveis. No exato momento em que é detectada uma irregularidade legal, surge um alerta ao usuário, calculando as devidas sanções e explicando a importância geocológica dessa restrição de conduta. Caso o usuário chegue ao fim da verificação de todas as restrições legais, é feito um balanço geral da situação jurídico-ambiental do desmatamento, das sanções porventura aplicáveis, e fecha-se com uma conclusão final de aconselhamento.

Apresenta-se um resumo esquemático sobre a utilização do método de Avaliação neste protótipo de IA – *Objetivo*: Diagnosticar se uma conduta é lícita ou ilícita em relação às restrições legais da base de conhecimento. *Entrada*: Variáveis quantitativas e booleanas expressando a informação sobre o terreno e sobre a conduta do usuário. *Saída*: Se a conduta é ilegal, e se for esse o caso, as penalidades, a explicação da fonte e do motivo geocológico da proibição.

As demais tarefas disponíveis ao usuário já o encaminham diretamente para o texto de assessoria legal, precisando, quando muito, diferenciar entre duas ou três situações possíveis através de uma interface intermediária. Foram gerados os seguintes textos-base para aconselhamento, através das fontes consultadas: – (1)

Procedimento para pedir uma autorização de desmatamento; (2) Como fazer uma denúncia ambiental; (3) Órgãos específicos para cada tipo de denúncia ambiental, em Minas Gerais; (4) Telefone das entidades de meio ambiente, para denúncias ou assessoria ambiental; (5) Endereços e telefones dos Ministérios Públicos no Brasil; (6) Como obter mais assessoria jurídica; (7) Conduta ao descobrir ter feito um desmatamento ilegal em reserva legal, área de preservação permanente e outros; (8) Atenuantes e agravantes para as inconformidades legais encontradas; (9) Penas alternativas; (10) Informações sobre o juizado especial.

A quarta etapa termina de esclarecer os Modelos de Agente e de Tarefas, através dos diagramas padrões de *UML*, elaborados como um diagrama de casos de uso (Fig.6), um esquema geral da base de conhecimento (Fig. 7), um outro diagrama explicitando o fluxo de operação do programa (Fig. 8) e um diagrama de sequência (Fig.9). Em quinto, começa-se a programação efetiva do código-fonte, desde a interface, incluindo o código necessário à tarefa de Avaliação, que se constitui como o “corpo lógico principal da estrutura de inferência”.

De acordo com que cada parte do programa foi implementada, foram realizados testes avaliativos sobre a sua eficácia e a existência de eventuais erros de sintaxe no código-fonte.

MODELAGEM DE TAREFAS, AGENTES, COMUNICAÇÃO E PROJETO

São apresentados, a seguir, alguns diagramas esquemáticos, objetivando explicitar as funcionalidades do protótipo de IA.

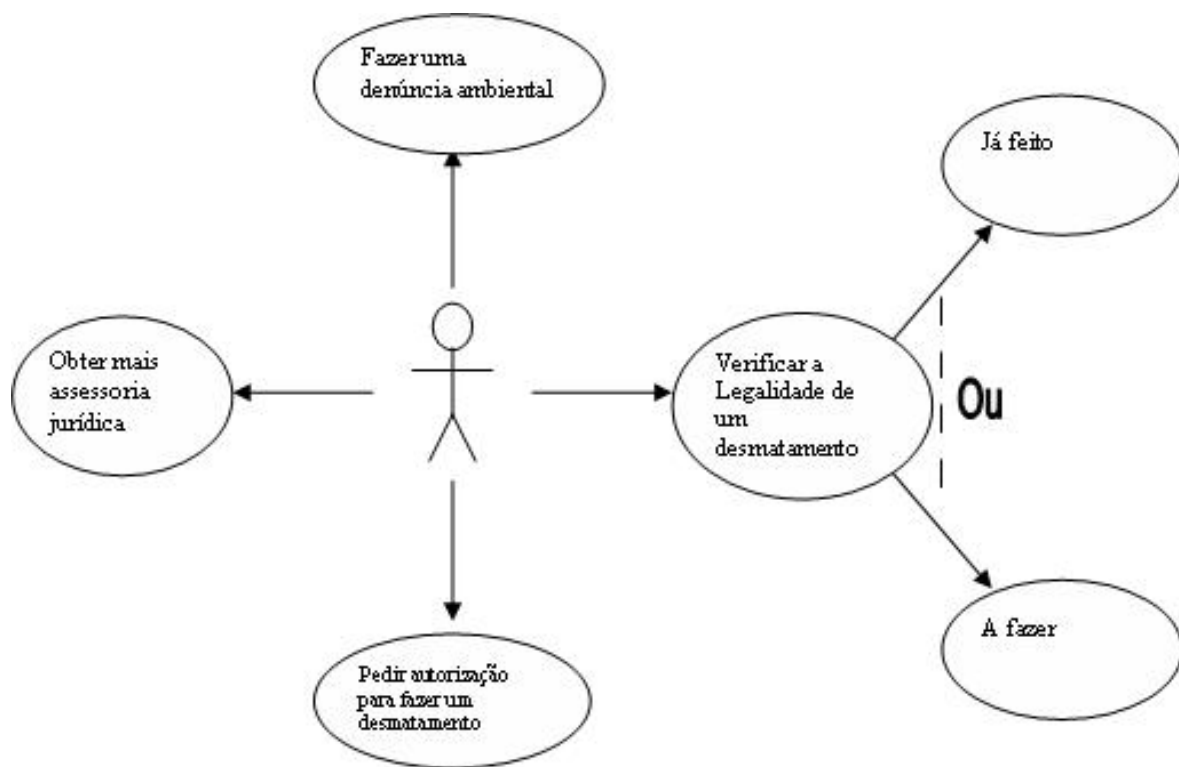


Figura 6 - Diagrama de Casos de Uso do protótipo de IA. Cada circunferência indica uma das funcionalidades que o programa pode oferecer ao usuário.

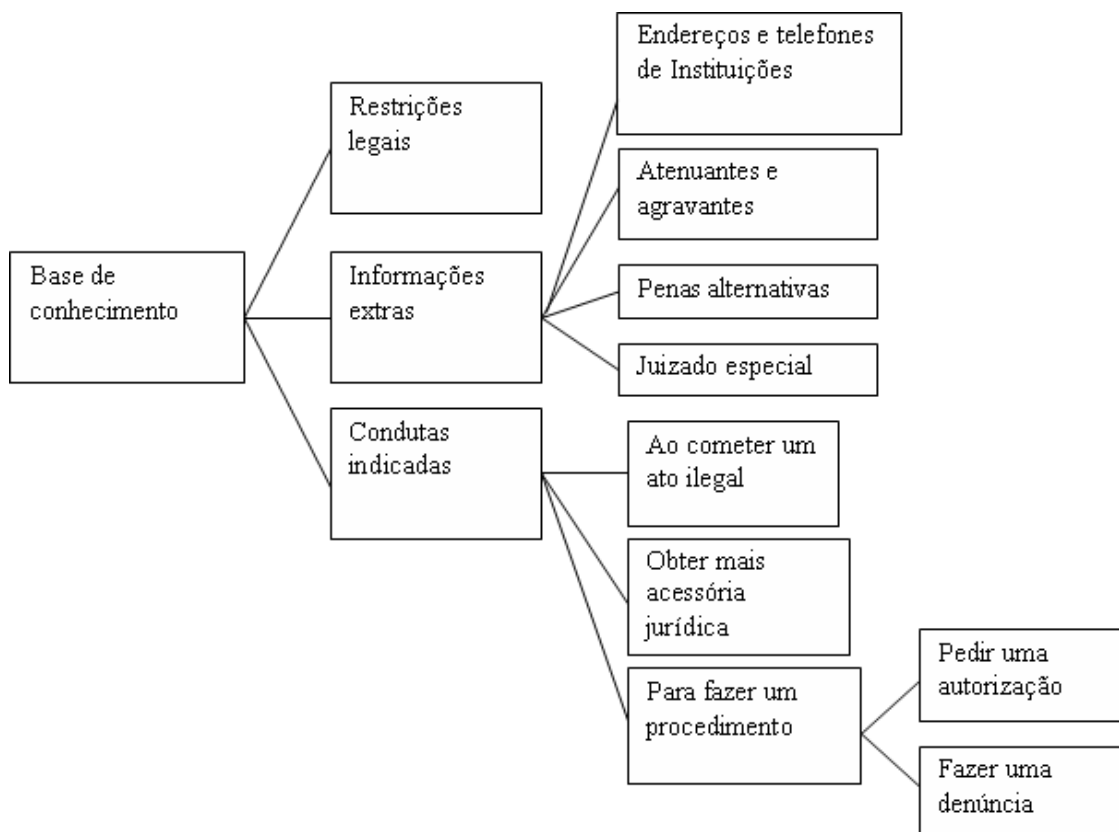


Figura 7 - Diagrama explicitando as subdivisões na Base de Conhecimento, conforme os vários conhecimentos necessários à execução do protótipo de IA.

Errata: Onde está “obter mais acessória jurídica”, ler “Obter mais assessoria jurídica”.

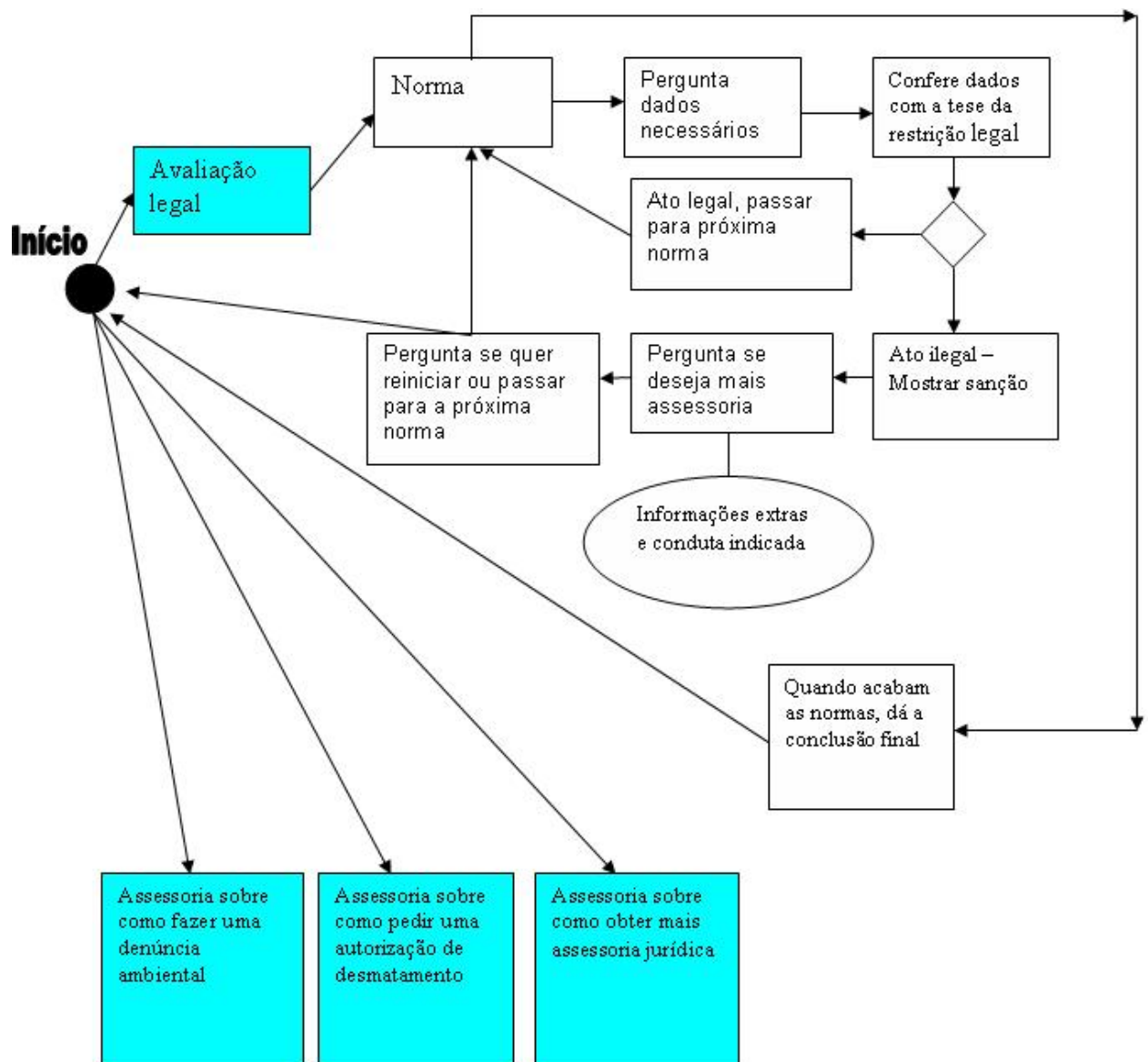


Figura 8 - Fluxograma explicitando o procedimento realizado pelo programa, no momento de cada caso de uso.

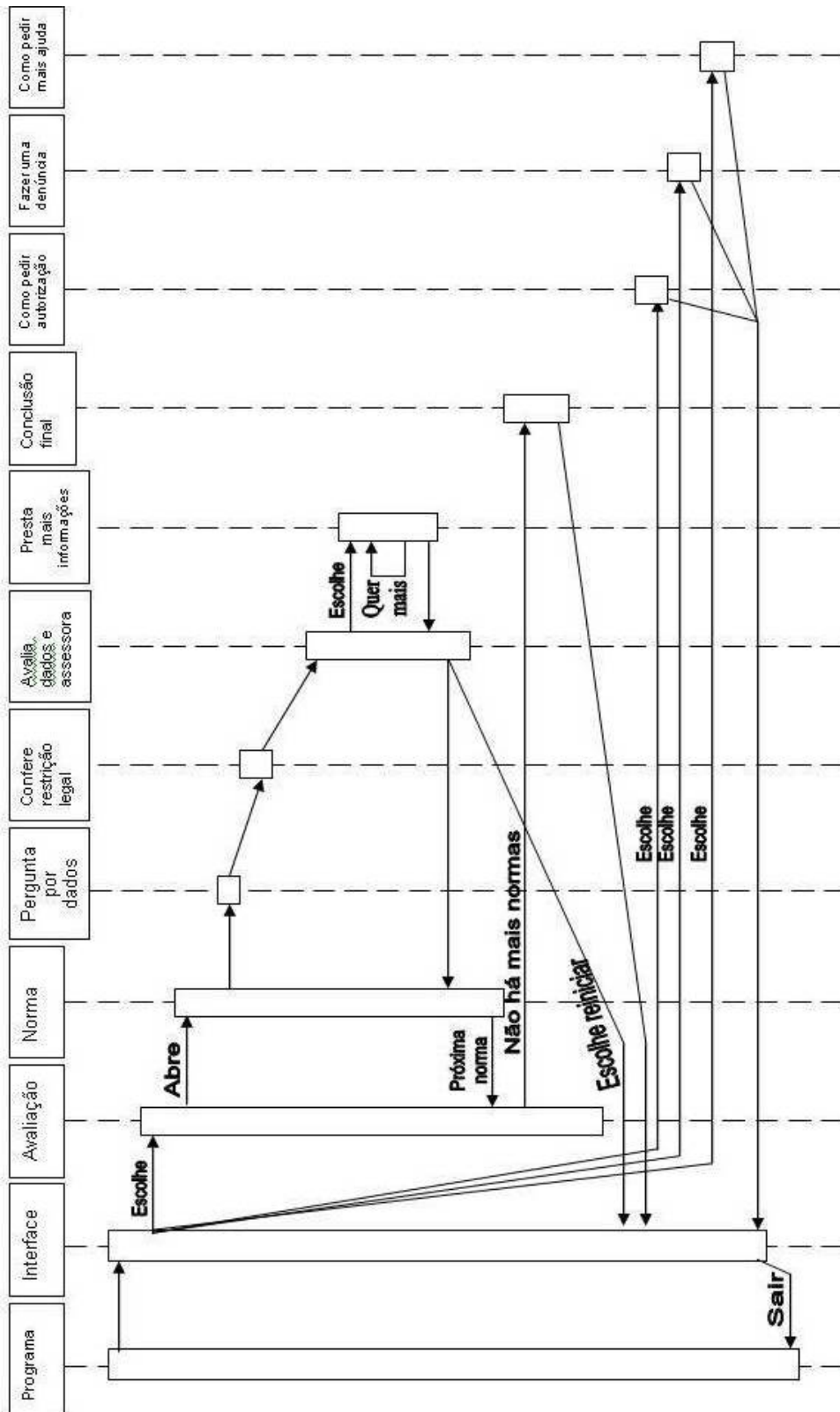


Figura 9 - Diagrama de Sequência identificando, sob a visão temporal, cada uma das ações executadas pelo protótipo de IA.

EXEMPLO DE EXECUÇÃO DO PROTÓTIPO DE AUXÍLIO À DECISÃO EM DIREITO AMBIENTAL

A seguir, apresentamos um exemplo de execução do protótipo em comento neste artigo
(Tabela 1):

Tabela 1 – Execução do Protótipo de Auxílio à decisão em Direito Ambiental

PROGRAMA DE AUXÍLIO À DECISÃO EM DIREITO AMBIENTAL
Bem Vindo! O que você deseja? Digite: 1 - para avaliar a legalidade de um desmatamento em uma propriedade 2 - para saber como conseguir uma autorização para alterar uma propriedade 3 - para saber como fazer uma denúncia ambiental 4 - para conseguir mais assessoria jurídica além da disponível no programa fim - para finalizar o programa
1. Você deseja avaliar um desmatamento já feito ou um desmatamento que ainda deseja fazer? Digite: - s - se já fez o desmatamento - n - se ainda está planejando fazer
s. ATENÇÃO: Esse programa só analisa desmatamentos com características parecidas em toda a sua extensão. Se o seu desmatamento possui áreas com características diferentes entre si, recomendamos as análises separadamente, analisando uma vez cada uma delas.
Qual a área de sua propriedade, em hectares? - lembrando que um hectare é igual a 10.000 metros quadrados -
50. Qual o tamanho da área ainda não desmatada de sua propriedade, em hectares?
40. Qual o tamanho, em hectares, do seu desmatamento?
5. Em que região do Brasil está a sua propriedade? Opções: Sudeste Sul Centro-oeste Nordeste Norte
Sudeste. Para qual será o uso de sua propriedade? Opções: agricultura pecuária outro
pecuária. Existe um rio, córrego ou lago em sua propriedade, ou a poucos metros dela? - digite s para Sim e n para Não -
s. Qual é a largura aproximada deste rio, córrego ou lago, em metros? - digite apenas o número inteiro e teclie <enter> -
20.

Qual é a distância do limite do seu desmatamento até o rio, córrego ou lago, em metros?

- digite apenas o numero inteiro e tecla <enter> -

210.

Existe uma nascente em sua propriedade, ou a poucos metros de seu terreno?

- digite s para Sim e n para Não -

S.

Qual é a distância do limite do seu desmatamento até a nascente, em metros?

- digite apenas o numero inteiro e tecla <enter> -

70.

Responda se o terreno de seu desmatamento tem as seguintes características de relevo:

Digite "s", se tiver, e "n", se não tiver.

Está em um topo de morro

S.

Possui uma inclinação maior do que 45 graus

S.

Faz divisa com o paredão de uma elevação em formato de tabuleiro

S.

Está acima de 1800 metros de altitude do nível do mar

S.

Segundo a(s) lei(s)

lei_4771

lei_9605

seu desmatamento está sendo feito em uma área proibida, devido ao seu relevo.

A pena normal para essa ação é de:

Multa de: 4920 reais

Possível pena de: 1 a 3 anos.

Além de:

paralisar as atividades no local;

reparar o dano que causou;

perder os produtos gerados na área;

perder os equipamentos e materiais usados no desmatamento (motosserra, machado, etc.).

Explicação:

Quanto ao relevo, não se podem desmatar áreas muito inclinadas (e também as bordas dos tabuleiros) porque isso causa erosão, o que inutiliza o terreno. Também não se podem desmatar áreas altas (como topos de morro e áreas acima de 1800 metros de altitude), pois essas áreas de vegetação evitam a erosão e servem para fornecer água às nascentes.

Você deseja mais informações sobre as penas, ou sobre julgamentos?

Digite:

- 1 - para saber o que fazer no caso de ter cometido esse delito

- 2 - para saber sobre o que pode aumentar ou diminuir a pena ou multa

- 3 - para saber maneiras alternativas de cumprir a pena (reduzindo a multa e/ou detenção)

- 4 - O julgamento pode ser feito em Juizado Especial. Tecla 4 para saber mais sobre isso.

- x - para continuar o programa

4.

Informações sobre o juizado especial:

O juizado especial julga crimes de pequenas infrações (até 10.000 reais ou 4 anos de detenção), e apresenta algumas vantagens. Ele é mais simples e menos burocrático, além de ser mais rápido do que o julgamento normal.

Como existe a chance de sua pena ser de menos de um ano, o Juiz pode suspender o processo, desde que você se comprometa a recuperar os danos ambientais que causou.

Depois de determinado tempo, você deve informar ao Juiz de que já completou as atividades de restauração da área, e então o processo é encerrado.

Você ainda deseja mais informações sobre as penas, ou sobre julgamentos?

Digite:

- 1 - para saber o que fazer no caso de ter cometido esse delito

- 2 - para saber sobre o que pode aumentar ou diminuir a pena ou multa

- 3 - para saber maneiras alternativas de cumprir a pena (reduzindo a multa e/ou detenção)
- x - para continuar o programa

x.

Responda se o terreno de seu desmatamento tem os seguintes tipos de vegetação:

 Digite "s", se tiver, e "n", se não tiver.

Restinga

n.

Duna

n.

Mangue

n.

Araucária

n.

Há alguma árvore na área do desmatamento cujo corte é proibido por lei?

 Digite "s" para Sim e "n" para Não

n.

O seu desmatamento se encontra em uma área que sofre de desertificação?

 Digite "s" para Sim e "n" para Não

n.

Responda se o terreno do seu desmatamento se enquadra em um dos campos abaixo:

 Digite "s", caso ele se enquadre, e "n", caso não se enquadre.

Está dentro de uma APA (Área de Proteção Ambiental)?

n.

Foi registrado como uma RPPN (Reserva Particular do Patrimônio Natural)?

n.

O terreno foi declarado Área de Preservação Permanente pelo Governo, ou pelo Plano Diretor da cidade onde está a sua propriedade?

s.

Segundo a(s) lei(s)

 lei_4771

 lei_9605

 você está fazendo o seu desmatamento em uma área não autorizada pelo governo local.

A pena normal para essa ação é de:

 Multa de: 4920 reais

 Possível pena de: 1 a 3 anos.

 Além de:

 paralisar as atividades no local;

 reparar o dano que causou;

 perder os produtos gerados na área;

 perder os equipamentos e materiais usados no desmatamento (motosserra, machado, etc.).

Explicação:

 Existem áreas especiais por seu valor ecológico, por exemplo: por possuírem animais e plantas raros; por fornecerem água para comunidades, ou por serem de grande beleza natural. Esses lugares são tratados diferentemente pelo governo, e alterá-los pode ser ou proibido, ou necessitar de uma autorização especial.

Você deseja mais informações sobre as penas ou sobre julgamentos?

 Digite:

 - 1 - para saber o que fazer no caso de ter cometido esse delito

 - 2 - para saber sobre o que pode aumentar ou diminuir a pena ou multa

 - 3 - para saber maneiras alternativas de cumprir a pena (reduzindo a multa e/ou detenção)

 - 4 - O julgamento pode ser feito em Juizado Especial. Teclé 4 para saber mais sobre isso.

 - x - para continuar o programa

x.

AVALIAÇÃO FINAL DO DESMATAMENTO

Caro usuário,

O desmatamento que o senhor(a) fez muito provavelmente está fora dos padrões legais.

Aconselhamos fortemente que escolha abaixo a opção nº 1 - "O que fazer no caso de ter cometido este delito".

Ao final da avaliação, contamos as seguintes sanções, que seriam aplicáveis ao seu desmatamento:

Multa usual de: 9840 reais

Possível pena de: 2 a 6 anos.

Além de: [paralisação das atividades no local, reparar o dano que causou, perder os produtos gerados na área, perder os equipamentos e materiais usados no desmatamento (motosserra, machado, etc.)]

Você deseja mais informações sobre as penas, ou sobre julgamentos?

Digite:

- 1 - para saber o que fazer no caso de ter cometido esse delito
- 2 - para saber sobre o que pode aumentar ou diminuir a pena ou multa
- 3 - para saber maneiras alternativas de cumprir a pena (reduzindo a multa e/ou detenção)
- 4 - O julgamento pode ser feito em Juizado Especial. Tecle 4 para saber mais sobre isso.
- x - para continuar o programa

3.

PENAS ALTERNATIVAS:

Muitas vezes, ao invés de ter que cumprir uma pena de prisão (chamada de pena restritiva de direitos), o juiz pode autorizar o cumprimento de penas alternativas, como:

I - prestação de serviços à comunidade;

1 - custeio de programas e de projetos ambientais;

2 - execução de obras de recuperação de áreas degradadas;

3 - manutenção de espaços públicos;

4 - contribuições a entidades ambientais ou culturais públicas.

II - interdição temporária de direitos:

Que é não poder ser financiado pelo Governo, nem fazer contratos com ele;

III - suspensão parcial ou total de atividades;

IV - prestação pecuniária;

V - recolhimento domiciliar.

Você ainda deseja mais informações sobre as penas, ou sobre julgamentos?

Digite:

- 1 - para saber o que fazer no caso de ter cometido esse delito
- 2 - para saber sobre o que pode aumentar ou diminuir a pena ou multa
- 4 - O julgamento pode ser feito em Juizado especial. Tecle 4 para saber mais sobre isso.
- x - para continuar o programa

x.

Alertamos que o programa não é infalível, e se você tiver alguma suspeita da eficácia de nossa avaliação, sugerimos que acesse a opção nº 4 - "Obter mais Assessoria Jurídica", na tela inicial do nosso programa.

CONCLUSÕES

Quanto às limitações do programa:

Em referência à plataforma escolhida

O ambiente de compilação *GNU-Prolog* impôs algumas limitações ao programa. A primeira foi ter que se restringir à interação textual com o usuário (uma interface gráfica seria mais amigável ao usuário, além de um programa gráfico poder, em um estado avançado, interagir com mapas e fluxogramas explicativos). A Segunda limitação foi que o ambiente não lida bem com vogais acentuadas (os acentos têm que ser retirados).

Quanto à eficácia:

O programa tem uma limitação muito séria quanto à sua coerência com a realidade. É que ele só trata os desmatamentos como áreas homogêneas, que recebem um atributo para toda a sua extensão. Seria importante tratar os desmatamentos em áreas heterogêneas, em que algumas partes poderiam ser ilegais e outras não. De qualquer forma, ele é eficaz ao informar ao usuário da ilegalidade do desmatamento, embora não tão correto a ponto de informar que parte do desmatamento é incorreta e calcular a sanção apenas para esta parte. De qualquer forma, o usuário pode dividir o seu desmatamento em diversas áreas homogêneas e fazer a análise de cada uma.

Quanto à extensão da base de conhecimento:

A base de conhecimento encontra sua limitação devido ao número de leis que abrange. Nota-se, porém, que se a base de conhecimento for expandida para abranger um maior número de leis sobre desmatamento, será preciso, no futuro, um

esforço muito grande para manter essa base atualizada. Seria interessante, por outro lado, expandir a base de conhecimento para outras ações aplicadas ao meio ambiente, e que estão cobertas por leis gerais (que sofrem menos atualizações) como: uso de agrotóxicos, uso de água, exploração vegetal e animal de florestas etc. Não obstante, para inserção futura de novos conhecimentos, e o consequente desenvolvimento do programa especialista, é pertinente o desenvolvimento de banco de dados inteligente, além de uma metodologia para sua operação e incorporação progressiva de novos conhecimentos. Ou seja, criar-se um modelo-base.

Quanto à reaplicabilidade da base do conhecimento e da estrutura de inferência:

O sistema e a base de conhecimentos estruturados servem para incrementar o desenvolvimento de um programa de Gestão Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica (MARTINS JR., 2006). O modelo de integração geoambiental e jurídica, aqui apresentado, é importante para saber os limites legais na hora de aconselhar alguém a alguma atitude em relação ao meio ambiente. Isto é extensível a quaisquer outras temas. Desenvolvem-se, na mesma linha, outros sistemas de auxílio à decisão, integrando aspectos geoambientais e ecológicos com os aspectos jurídicos. É interessante ressaltar que o desmatamento em propriedades é um exemplo de conhecimento, o qual foi explicitado neste artigo. Esse tipo de sistema é aberto para se criarem novos conhecimentos e acrescentá-los de forma lógica, bastando aplicar a metodologia aqui desenvolvida e acrescentá-la convenientemente às bases de conhecimento e inferência já estruturadas. Nesse caso, pode-se aproveitar da estrutura de inferência e da metodologia desenvolvida para aplicá-las às bases de conhecimentos e às situações cotidianas equivalentes com a desse programa.

REFERÊNCIAS

BRATKO, I. **Prolog programming for artificial intelligence**. Wokingham: E. Kardelj University, J. Stefan Institute – Addison Wesley Publishing Company, Yugoslavia, 2000. 678 p.

BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. **The unified modeling language user guide, UML**. 6th printing. Boston: Addison Wesley Publishing Company, 1999.

MARTINS Jr., P.P. (coord.). **Projeto CRHA**. Conservação de recurso hídrico no âmbito da gestão ambiental e agrícola de bacia hidrográfica. Belo Horizonte: FAPEMIG / Fundação CETEC (Memória Técnica). Relatório Final e Notas Técnicas. 2003-2006.

SCHREIBER, G. et al. **Knowledge engineering and management: the CommonKADS methodology**. Boston: Bradford Book, The MIT Press, Massachusetts Institute of Technology/Cambridge, London, 1999.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ABEL, M. **Sistemas de conhecimento**. Porto Alegre: Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

ARAÚJO Jr., V.G. de. **Direito agrário: doutrina, jurisprudência e modelos**. Belo Horizonte: Inédita, 2002.

BARROS, C. G.de. **Teoria geral do direito e lógica jurídica**. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Forense. 1998.

BOBBIO, N. **Teoria do ordenamento jurídico**. 10ª edição. Brasília: Editora UNB, 1999.

CRETELA Jr., J. **Tratado do domínio público**. Rio de Janeiro: Forense, 1984.

DUBOIS, D.; MAMDANI, A.; PRADÉ, H.; SMETS, Ph. **Non-standart logics for automated reasoning**. San Diego: Academic Press - USA, 1988.

GINSBERG, M. **Essentials of artificial intelligence**. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 1993.

KELSEN, H. **Teoria pura do direito**. 6.ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

MARTINS Jr., P.P.; Endo, I.; Carneiro, J.A.; Novaes, L.A.d'A.; Pereira, M.A.S.; Vasconcelos, V.V. Modelo de integração de conhecimentos geológicos para auxílio à decisão sobre uso da terra em zonas de recarga de aquíferos. **Revista Brasileira de Geociências**, Belo Horizonte e Ouro Preto, 36/4, 2006, p.: 651-662.

PÁDUA FILHO, W.de. **Engenharia de software**: fundamentos, métodos e padrões. 2ª edição. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2003.

MARTINS Jr., P.P. (coord.). **Projeto MDBV**. Desenvolvimento de metodologia para enquadramento de cursos d'água: estudo de caso Rio das Velhas. Belo Horizonte: FAPEMIG / CETEC. 1992-1994.

ROSA, S.A.G.; MARTINS Jr., P.P. **Metodologia para o enquadramento científico de cursos d'água no contexto do gerenciamento de bacia hidrográfica**: produção das informações básicas. Belo Horizonte: Relatório II – 1ª Etapa. CETEC / Memória Técnica. Projeto MDBV. 1993.

SOUZA, P. F.de. **Terminologia florestal**: glossário de termos e expressões florestais. Rio de Janeiro: Guanabara, 1973.

VASCONCELOS, A. **Em defesa dos rios**: código florestal e ecologia. Belo Horizonte: Gráfica Lar dos Meninos da S.S.V.P., 1992.

RESUMO

Este artigo visa a apresentar o processo de desenvolvimento de um protótipo de programa de inteligência artificial voltado para a gestão ambiental, desenvolvido ao longo do projeto CRHA (2003-2006). Este programa se propõe a auxiliar o usuário em sua conduta para com o meio ambiente rural, fornecendo educação ambiental e jurídica para melhor lidar com situações comuns neste contexto. Este trabalho é útil para demonstrar a viabilidade de aplicações computacionais futuras, envolvendo as Geociências Agrárias e Ambientais e Ciências Jurídicas, demonstrando também as potencialidades da análise lógica aplicada aos conhecimentos técnicos e científicos.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Auxílio à Decisão. Gestão de Florestas. Desmatamento. Direito Ambiental. Ordenamento Territorial.

ABSTRACT

The paper presents the process of development of an artificial intelligence, AI, software prototype for environmental management developed in CETEC within the scope of Project CRHA (2003-2006). This software is a tool for helping the user in his/her way of dealing with the rural environment, and offers geo-environmental and juridical education for dealing with common situations in this context. This paper is useful for bringing into evidence the viability of computational applications of AI in respect to Agrarian and Environmental Geosciences and Juridical sciences. It is also a demonstration of the potentials of logical analysis to scientific and technical knowledge.

Key words: Artificial Intelligence. Decision Support. Foresting Management. Deforestation. Environmental Law. Territory Ordering.

Informações sobre os autores:

[1] Paulo Pereira Martins Junior – <http://lattes.cnpq.br/1323327733767945>

Pesquisador-pleno da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, Belo Horizonte (MG).
Universidade Federal de Ouro Preto, Professor da Escola de Minas-DEGEO, Campus do
Morro do Cruzeiro, Ouro Preto.

Contato: paulo.martins@cetec.br

[2] Vitor Vieira Vasconcelos – <http://lattes.cnpq.br/8151243279050980>

Pontifícia Universidade Católica – PUC/MG. Mestrando do Programa de Pós-graduação em
Geografia – Tratamento da Informação Espacial.

Contato: vitor.v.v@gmail.com,