

## *Ambiental Web*: Sistema Especialista para Apoio à Avaliação de Processos de Licenciamento Ambiental

**Luciano Rosa de Almeida, Sidnei Renato Silveira, Guilherme Bernardino Cunha**

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – Centro de Educação Superior Norte do RS (CESNORS) – Frederico Westphalen – RS – Brasil

lucralm@gmail.com, sidneirenato.silveira@gmail.com

**Resumo.** *O licenciamento ambiental é um dos primeiros passos para a implantação de empreendimentos e desenvolvimento de atividades que podem trazer algum impacto potencialmente causador de significativa degradação do meio ambiente. Devido à complexidade e diversidade de casos que as leis ambientais brasileiras abrangem, desenvolvemos o Ambiental Web, um sistema especialista que fornece suporte às decisões de técnicos e fiscais ambientais para que suas ações estejam amparadas pela legislação ambiental vigente, no contexto do licenciamento ambiental florestal.*

**Palavras-Chave:** *Licenciamento ambiental, Inteligência Artificial, Sistemas Especialistas*

**Abstract.** *Environmental licensing is one of the first steps for the implementation of projects and development activities that can bring some potentially causing impact of significant degradation of the environment. Because of the complexity and diversity of cases that Brazilian environmental laws cover, we developed the Ambiental Web, an expert system that provides support in technical decisions and environmental tax so that their actions are supported by current environmental legislation in the context of forest environmental licensing.*

**Keywords:** *Licensing environment, Artificial Intelligence, Expert Systems*

### **1. Introdução**

O processo de licenciamento ambiental é um procedimento administrativo que mede o impacto que um empreendimento poderá trazer ao meio ambiente, buscando ao máximo a redução dos impactos negativos que as atividades utilizadoras de recursos naturais e potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2009).

Neste contexto, desenvolvemos o *Ambiental Web*, uma ferramenta que auxiliará na análise prévia e automatizada do processo de corte eventual de árvores, instituindo na sua base de conhecimento princípios, fixando objetivos e normas básicas para a proteção do meio ambiente, estabelecidos na lei, de cada localidade, observando as demais normas estaduais e federais. Acreditamos que, com a aplicação de técnicas de Inteligência Artificial, por meio da implementação de um protótipo de Sistema Especialista, seja possível apoiar os técnicos da área ambiental nos processos que envolvem o licenciamento florestal para corte de árvores, respeitando a legislação vigente, em especial, na cidade de Frederico Westphalen – RS.

O conhecimento da legislação e de aspectos importantes das normas legais relacionadas a unidades de conservação é um importante instrumento para a proteção das espécies de árvores. As leis são muito abrangentes, alcançando os mais diversos temas ambientais. A literatura em geral trata de temas, na maioria das vezes, direcionados especificamente a determinadas áreas (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2009).

A legislação ambiental brasileira tem sido considerada uma das mais completas de todo o mundo, o que não tem garantido, entretanto, o desenvolvimento sustentável dos principais setores produtivos nacionais (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2009).

Neste contexto, este artigo está estruturado da seguinte forma: a seção 2 apresenta um breve referencial teórico, fundamentando principalmente as técnicas de sistemas especialistas e noções de legislação ambiental. Na seção 3 apresentamos o estado da arte, por meio do estudo da implementação de sistemas especialistas. Na seção 4 apresentamos o sistema especialista implementado. Finalizando o artigo, são apresentadas as considerações finais e as referências empregadas.

## **2. Referencial Teórico**

Esta seção apresenta um breve referencial teórico sobre as áreas envolvidas neste trabalho, abordando conceitos de Inteligência Artificial (IA), Sistemas Baseados em Conhecimento (SBC) - em especial os Sistemas Especialistas (SE), bem como algumas questões relativas à legislação ambiental.

### **2.1 Inteligência Artificial**

Inteligência pode ser definida como a capacidade de raciocinar, planejar, processar ideias, compreender linguagem e adquirir conhecimento. O conceito de Inteligência artificial pode ser sintetizado, na capacidade do homem em desenvolver sistemas computacionais, que são capazes de simular o raciocínio humano, resumindo ser inteligente (FERNANDES, 2005).

Entre as ferramentas e técnicas existentes na IA, existem os Sistemas Baseados em Conhecimento (SBC). Os Sistemas Especialistas (foco deste trabalho) são uma das categorias de SBCs.

#### **2.1.1 Sistemas Baseados em Conhecimento**

Definimos SBCs como um programa que se comporta como um ser humano em um domínio específico do conhecimento. Um SBC é um programa que utiliza conhecimento representado explicitamente para resolver problemas, ou seja, são desenvolvidos para serem usados em situações em que é indispensável uma quantidade considerável de conhecimento e perícia na área (REZENDE, 2005).

O que difere os SBCs dos sistemas convencionais é a capacidade de manipular o conhecimento armazenado na base de conhecimento e de possuir rotinas de inferência e questionamentos. O problema proposto deve estar explicitamente representando nessa base de conhecimento para que o sistema possa auxiliar na busca de soluções para o mesmo (FERNANDES, 2005).

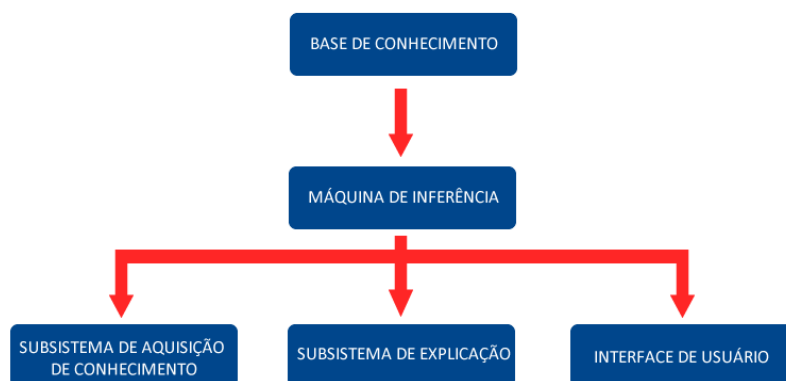
## 2.1.2 Sistemas Especialistas

A finalidade básica de um Sistema Especialista é simular o comportamento de um especialista em uma determinada área de conhecimento e elaborar respostas como se fosse um especialista humano (FERNANDES, 2005).

Os SEs são caracterizados como programas computacionais que simulam a capacidade de especialistas humanos na resolução de problemas em determinadas áreas de conhecimento específicas, por meio de inferência lógica utilizando fatos e regras. O especialista humano fornece o conhecimento de como serão inseridas as informações e como devem ser processadas para determinadas saídas. Os especialistas em IA, com base nessas informações, implementam o conhecimento em programas, sempre com a supervisão analítica do especialista (FERNANDES, 2005; LUGER, 2004; REZENDE, 2005).

Flores (2003) e Fernandes (2005) destacam que um sistema especialista apresenta cinco partes em sua composição, como mostra a Figura 1:

- Base de Conhecimento (BC): banco de dados com informações, fatos e regras, desenvolvidos com o apoio de um especialista do domínio;
- Máquina de Inferência (MI): componente que faz a consulta na base de conhecimento, onde se determinam os métodos de consulta;
- Subsistema de Aquisição de Conhecimento (SAC): onde se insere e atualiza a base de conhecimento;
- Subsistema de Explicações: parte do sistema que retorna resposta às requisições, explicando a linha de raciocínio que levou a chegar à determinada conclusão, podendo solicitar novas perguntas para uma conclusão mais precisa;
- Interface do usuário: parte onde se estabelece a comunicação em interação com os usuários; apresenta as perguntas e sugestões ao usuário e retorna as respostas para o domínio proposto no sistema.



**Figura 1 – Componentes Básicos de um Sistema Especialista**  
(Adaptado de Fernandes, 2005)

### 2.1.2.1 Representação do conhecimento

Para armazenar o conhecimento em uma base de conhecimento, é essencial que se possa

representá-lo. O objetivo da representação de conhecimento (RC) em Inteligência Artificial é o de minimizar os problemas de busca, modelando o conhecimento armazenado na máquina, aproximando ao máximo do conhecimento humano (FERNANDES, 2005).

Uma boa representação deve ser transparente, permitindo o entendimento do que está sendo dito; rápida, possibilitando o armazenamento e a recuperação de informações em tempo curto; computável, possibilitando a sua criação utilizando um procedimento computacional existente (FERNANDES, 2005).

Uma RC é composta por quatro partes principais (FERNANDES, 2005; REZENDE, 2005):

- Léxica: determina que símbolos são permitidos no vocabulário de representação;
- Estrutural: descreve as restrições sobre como os símbolos podem ser combinados;
- Procedural: especifica como os símbolos podem ser manipulados, definindo procedimentos de acesso que possibilitam criar descrições, modificar descrições e responder questões utilizando descrições.
- Semântica: estabelece uma forma de associar significado às descrições.

As representações de conhecimento mais usadas em SBCs são:

- Árvores de Decisão: o conhecimento é representado em forma de árvore, com raiz e seus nós, implementando uma hierarquia; árvores de decisão são similares a regras *if-then* (FERNANDES, 2005; REZENDE, 2005).
- Regras de Produção: consistem, basicamente, em conjunto de regras sobre comportamento, simulando o raciocínio humano sobre o problema, com a finalidade de atingir alguma meta; esse conjunto de regras representa o conhecimento por meio de sentenças do tipo “se” condição “então” (FERNANDES, 2005; REZENDE, 2005);
- Redes semânticas: Redes semânticas são representadas como um conjunto de nós ou nodos que são ligados por meio de arcos, onde cada nodo representa um objeto, uma entidade conceitual ou um evento e cada arco representa o relacionamento existente entre cada par de nodos, sendo que cada par de nodos representa um determinado fato (RUSSEL; NORVIG, 2004);
- *Frames*: Fernandes (2005) define *frame* como uma estrutura de dados de IA usada para dividir o conhecimento em subestruturas representando "situações estereotipadas". Segundo Rezende (2005), *frame* é uma estrutura de dados complexa, capaz de modelar objetos do mundo real. Esses objetos designam um agrupamento de conhecimentos relevantes, possuem um nome que os identificam e uma estrutura de dados complexa que pode utilizar o conceito de herança (objetos simples e herança para objetos mais específicos), permitindo a abstração automática de propriedades comuns, o que simplifica o código e facilita a manutenção do sistema;
- Orientação a objetos: Reúne características de redes semânticas e *frames*; assemelham-se a *frames* porque os conjuntos que descrevem suas

características são *frames* que usam *slots* e objetos que utilizam atributos, e a similaridade em relação a redes semânticas são as redes hierárquicas, em que os objetos herdam os atributos de níveis inferiores (REZENDE, 2005);

- Esquemas híbridos: Representam a combinação de dois ou mais métodos de representar o conhecimento armazenado (FERNANDES, 2005).
- Representação lógica: Uso de métodos da lógica matemática ao invés de métodos mais intuitivos e heurísticos (FERNANDES, 2005).

Com a finalidade facilitar o entendimento da área do conhecimento envolvida e, conseqüentemente, encontrar a melhor maneira de representar o conhecimento em um SE, é fundamental identificar a forma de como o especialista do domínio tratará as informações. Para isso é necessário seguir a linha de raciocínio do profissional. Sendo assim, por meio de entrevistas realizadas com um especialista da área de legislação ambiental, verificamos que as regras de produção seriam a forma mais adequada para o desenvolvimento do *Ambiental Web*, visto que o especialista utiliza-se do raciocínio “*se...condições... então... conclusões e ações.*” para chegar a um parecer técnico sobre as licenças ambientais.

### **2.1.2.2 Classificação dos Sistemas Especialistas**

Os SEs podem ser classificados conforme o problema ou para que finalidades são desenvolvidos. De um modo geral, tais categorias são (FERNANDES, 2005; REZENDE, 2005):

- Interpretação: são sistemas que inferem descrições de situações a partir da observação de fatos, fazendo uma análise de dados e procurando determinar as relações e seus significados. Devem considerar as possíveis interpretações, descartando as que se mostrarem inconsistentes;
- Diagnósticos: são sistemas que detectam falhas oriundas da interpretação de dados. A análise dessas falhas pode conduzir a uma conclusão diferente da simples interpretação de dados;
- Monitoramento: interpreta as observações de sinais sobre o comportamento monitorado. Este tipo de SE precisa verificar continuamente um determinado comportamento em limites pré-estabelecidos, sinalizando quando forem requeridas intervenções para o sucesso da execução;
- Predição: a partir de uma modelagem de dados do passado e do presente, este sistema permite uma determinada previsão do futuro. Como ele baseia sua solução na análise do comportamento dos dados recebidos no passado, de ter mecanismos para verificar os vários futuros possíveis, a partir da análise do comportamento desses dados, fazendo uso de raciocínios hipotéticos e verificando a tendência de acordo com a variação dos dados de entrada;
- Planejamento: neste caso, o sistema prepara um programa de iniciativas a serem tomadas para se atingir um determinado objetivo. São estabelecidas etapas e subetapas e, em caso de etapas conflitantes, são definidas as prioridades. Possui características parecidas com o sistema para a predição e normalmente opera em grandes problemas de solução complexa. O princípio de funcionamento, em alguns casos, é por tentativas de soluções, cabendo a análise mais profunda ao especialista que trabalha com esse sistema. Enfoca os aspectos mais importantes e particiona de maneira coerente um problema em subproblemas menos

- complexos, estabelecendo sempre o relacionamento entre as metas destes subproblemas e a meta principal;
- Projeto: este sistema tem características parecidas com as dos sistemas de planejamento, devendo-se confeccionar especificações tais que sejam atendidos os objetivos dos requisitos particulares. É um sistema capaz de justificar a alternativa tomada para o projeto final, e de fazer uso dessa justificativa para alternativas futuras;
  - Depuração: sistemas que possuem mecanismos para fornecerem soluções para o mau funcionamento provocado por distorções de dados. Provê, de maneira automática, verificações nas diversas partes, incluindo mecanismos para ir validando cada etapa necessária em um processo qualquer;
  - Reparo - Este sistema desenvolve e executa planos para administrar os reparos verificados na etapa de diagnóstico. Um SE para reparos segue um plano para administrar alguma solução encontrada em uma etapa do diagnóstico. São poucos os sistemas desenvolvidos, porque o ato de executar um conserto em alguma coisa do mundo real é uma tarefa complexa;
  - Instrução: o sistema de instrução tem mecanismos para verificar e corrigir o comportamento do aprendiz dos estudantes. Normalmente, incorporam como subsistemas um sistema de diagnóstico e de reparo, e tomam por base uma descrição hipotética do conhecimento do aluno. Seu funcionamento consiste em ir interagindo com o treinando, em alguns casos apresentando uma pequena explicação e, a partir daí, ir sugerindo situações para serem analisadas pelo treinando. Dependendo do comportamento deste, se vai aumentando a complexidade das situações e encaminhando o assunto, de maneira didática, até o nível intelectual do treinamento;
  - Controle: é um sistema que governa o comportamento geral de outros sistemas (não apenas de computação). É o mais completo, de um modo geral, pois deve interpretar os fatos de uma situação atual, verificando os dados passados e fazendo uma predição do futuro. Apresenta os diagnósticos de possíveis problemas, formulando um plano ótimo para sua correção. Este plano de correção é executado e monitorado para que o objetivo seja alcançado.

Com base nas classificações apresentadas, acreditamos que o *Ambiental Web* pertence à categoria de interpretação, pois, a partir das informações referentes à legislação ambiental e dos dados do projeto que será licenciado, o SE deverá realizar uma interpretação, estabelecendo uma relação entre a legislação e as informações ao requerimento.

## **2.2 Legislação Ambiental**

A legislação ambiental é vasta, complexa e dispersa. No entanto, seu conhecimento e cumprimento são de fundamental importância para a proteção do meio ambiente das Unidades de Conservação. Devido a essa complexidade e dispersão o técnico ambiental está vulnerável a falhas, o que expõe necessidades de ferramentas que possam auxiliar no processo.

Como base legal para os processos de licenciamento ambiental para corte de árvores no município de Frederico Westphalen-RS, são apreciadas e aplicadas as seguintes leis e códigos:

- Código Estadual De Meio Ambiente (RIO GRANDE DO SUL, 2000);
- Lei Estadual do Rio Grande do Sul nº 9519/92 - Código Florestal Estadual (RIO GRANDE DO SUL, 1992);
- Lei Federal 12651/12 - Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa (BRASIL, 2012);
- Lei Federal 11.428/2006: Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica (BRASIL, 2006a);
- Lei Federal 9.605/1998 - Crimes Ambientais (BRASIL, 1998);
- Resolução Conama 237/97 - Licenciamento Ambiental (BRASIL, 1997);
- Resolução Conama 369/06 - Intervenção Em Apps (BRASIL, 2006b);
- Resolução Consema 102/2005 - Licenciamento Ambiental (RIO GRANDE DO SUL, 2005a);
- Resolução Consema 110/2005 - Licenciamento Ambiental (RIO GRANDE DO SUL, 2005b).

A legislação apresentada foi utilizada para compor a base de conhecimento do SE implementado. Acreditamos que, com a implementação dessa ferramenta, poderemos identificar os pontos mais importantes e os principais impactos que cada ação pode causar ao meio ambiente, auxiliando os fiscais da Secretaria de Meio Ambiente de Frederico Westphalen na tomada de decisões.

### **3. Estado da Arte**

Nesta seção, vamos apresentar um comparativo entre o *Ambiental Web* e outros SEs que tratam de conhecimentos ligados à legislação. Como foram encontrados poucos trabalhos que abordam a implementação de SEs na área ambiental, estudamos também, SEs desenvolvidos para a área de Direito, que são os que mais se parecem com esta proposta, já que tratam de legislação.

#### **3.1 SisDec**

O SisDec (protótipo de Sistema Especialista para auxílio à decisão em Direito Ambiental), foi desenvolvido ao longo do 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, com o intuito de auxiliar no processo de decisão nas questões de gestão geoambiental de bacia hidrográfica (MARTINS JÚNIOR; VASCONCELOS, 2008).

O sistema SISDEC tem a finalidade de capturar o conhecimento lógico de cientistas e profissionais das áreas ambientais e agrícolas, e processar essas informações. É um serviço que oferece suporte às decisões, com aconselhamentos básicos. Para obter maiores informações o usuário deve procurar auxílio especializado em instituições ou empresas de suporte rural e ambiental (MARTINS JÚNIOR; VASCONCELOS, 2008).

A organização do conhecimento que se propõe para o SisDec visa atender às demandas práticas para projetos executivos na bacia do Paracatu, estado de Minas

Gerais (Região Noroeste), com pequenas áreas de topo adentrando no Estado de Goiás e no Distrito Federal, bem como para medidas mitigadoras e o planejamento de projetos agrícolas, a partir de um elenco de questões que normalmente serão feitas por pessoas que têm dúvidas sobre o que deve fazer, ou não, em sua propriedade rural dadas as condições geoambientais. Desta forma o sistema permite reconhecer os problemas em cada propriedade rural, acessando as bases de dados cartográficos e científicos, para que as respostas sejam as mais adequadas com a realidade representável, atendendo tanto ao proprietário rural quanto ao gestor (MARTINS JÚNIOR; VASCONCELOS, 2008).

A construção da base de conhecimento começou pelas entrevistas com os especialistas do domínio, seguidas de leituras de documentos legais que foram separados em tópicos e subtópicos. Após o usuário responder o questionário, o sistema verifica as informações fornecidas ou selecionadas e, então, consulta a legalidade das ações por meio das restrições modeladas na base de conhecimento (MARTINS JÚNIOR; VASCONCELOS, 2008).

O SisDec reúne aspectos tais como: percentagem desmatada, distância de corpos d'água, restrições de relevo, restrições de vegetação, restrições político-administrativas entre outras. Ao detectar uma irregularidade prevista na legislação, é apresentado um alerta, explicando a importância dessa restrição. Ao final de todas as verificações de restrições legais, é feito um parecer geral da situação jurídico-ambiental do desmatamento (MARTINS JUNIOR e VASCONCELOS, 2008).

As linguagens e as plataformas utilizadas no desenvolvimento do SisDec são de código aberto ou livre. O sistema foi arquitetado com o método *CommonKads* que tem a finalidade de apoiar o desenvolvimento de SBCs. Este método é baseado no modelo de ciclo de vida clássico (em cascata), na divisão das fases, no modelo de ciclo de vida espiral e no gerenciamento do projeto (consiste de quatro atividades: revisão, avaliar risco, fazer plano detalhado para a próxima fase e monitorar) (SCHREIBER, 2000 citado por MARTINS JÚNIOR e VASCONCELOS, 2008). O processo de modelagem do conhecimento utilizou a linguagem UML (*Unified Modeling Language*), por meio do *software ArgoUML*. A interface foi desenvolvida por meio da linguagem de programação Java e HTML (*HyperText Markup Language*).

### **3.2 Sistema de suporte à decisão para recomendação de uso e manejo da terra**

GIBOSHI (et. al, 2014) apresentam um sistema de apoio à decisão para recomendação de uso e manejo adequado da terra. O sistema é composto por um conjunto de subsistemas, sendo dois SEs, um para determinar a capacidade de uso do solo e outro para recomendações das práticas de conservação e manejo do solo. Os sistemas são individuais, mas se comunicam por meio de uma interface.

O sistema utiliza regras elaboradas sobre o assunto e realização de entrevistas com especialistas para compor a base do conhecimento. A interface foi desenvolvida utilizando a linguagem de programação *Microsoft Visual Basic 5*, sendo de fácil utilização. Entretanto é recomendável algum conhecimento sobre o assunto a fim de fornecer informações para o bom funcionamento do sistema GIBOSHI (et. al, 2014).

Os SEs foram desenvolvidos com o uso de uma linguagem de alto nível, conhecida como CLIPS (*C Language Integrated Production System*) (Giarratano; Riley, 1993 citados por GIBOSHI et. al., 2014).



Os resultados são visualizados em janelas, gravados ou impressos. Segundo os autores, o sistema mostrou ser uma ferramenta poderosa e eficaz, permitindo avaliar uma região, oferecendo suporte para uma tomada de decisão mais fundamentada sobre o uso e manejo do solo (GIBOSHI et. al, 2014).

### 3.3 Previdex – Sistema Especialista para a área de Direito Previdenciário

O Previdex é um sistema especialista de apoio à decisão, que tem como objetivo auxiliar pessoas sem conhecimento técnico na área de Direito Previdenciário. O sistema apresenta-se em forma de perguntas que abordam os questionamentos mais comuns sobre o tema, para permitir que os usuários tenham conhecimento sobre os seus direitos na esfera previdenciária. Foram realizadas entrevistas com um advogado especialista para a modelagem da base de conhecimento e criados fluxogramas que delimitaram o domínio (ANSELMO; SILVEIRA, 2009).

O sistema é composto de cadastros básicos de usuários, categorias, benefícios, soluções e perguntas. Dispõe também de acesso à manutenção da base de conhecimento, onde o especialista monta as regras com perguntas e respostas esperadas, permitindo que a base de conhecimento seja dinâmica. O processo de inferência se dá com o usuário respondendo as perguntas até chegar a um posicionamento (resultado) (ANSELMO; SILVEIRA, 2009).

### 3.4 Comparativo entre os Sistemas

O quadro 1 apresenta um comparativo entre o SE proposto e os sistemas estudados nesta seção.

**Quadro 1. Comparativo entre os sistemas estudados**

<b>Característica</b>	<b>Previdex</b>	<b>Sistema de suporte à decisão para recomendação de uso e manejo da terra</b>	<b>SisDec</b>	<b>Ambiental Web</b>
Finalidade do sistema	Consulta em Direito Previdenciário	Cálculo de capacidade de uso do solo	Apoio à decisão em Direito Ambiental	Consulta em legislação ambiental
Técnica de IA utilizada	Sistema Baseado em Conhecimento: Sistema Especialista	Sistema Baseado em Conhecimento: Sistema Especialista	Sistema Baseado em Conhecimento	Sistema Baseado em Conhecimento: Sistema Especialista
Tipo de aplicação	<i>Web</i>	<i>Desktop</i>	<i>Desktop</i>	<i>Web</i>
Forma de Representação do Conhecimento	Regras de Produção	Representação lógica	Representação lógica	Regras de Produção

Tecnologias para Implementação	PHP com banco de dados MySQL	Visual Basic 5	Prolog	PHP com banco de dados MySQL
Permite a Manutenção da base de conhecimento	Sim, as regras podem ser manipuladas.	Não, apenas executa as regras pré-estabelecidas	Não, apenas executa as regras pré-estabelecidas	Sim, as regras poderão ser manipuladas.

Após a análise dos trabalhos estudados, comparamos e observamos algumas semelhanças entre os sistemas. Todos utilizam a mesma técnica de IA e apresentam finalidades distintas, mas o que mais se parece com o sistema proposto é o *Previndex*, pois ambos tratam de temas específicos de determinada legislação. O *SisDec* também apresenta perguntas, mas além de selecionar a pergunta precisa fornecer dados sobre a área de que deseja consultar.

O Sistema de suporte à decisão para recomendação de uso e manejo da terra, é o mais complexo, exigindo do usuário certo conhecimento na área agrícola e ambiental, a fim de fornecer dados corretos ao sistema para que o mesmo responda de forma adequada.

O *Previndex* apresenta perguntas na forma de *links* e o sistema, a partir das respostas do usuário, emite sugestões sobre direito previdenciário. Já o sistema proposto apresentará um formulário contendo itens selecionáveis e campos de entrada de dados referentes à legislação ambiental que o usuário deverá preencher. Ao final o sistema emitirá um parecer sobre a licença ambiental.

#### 4. Solução Implementada

O *Ambiental Web* é um protótipo de SE, visando auxiliar na análise de informações, proporcionando mais agilidade aos profissionais da área ambiental com especial interesse na obtenção de licenças ambientais florestais, seja em propriedades particulares ou em áreas de passeio público. As informações que compõem a base de conhecimento do SE compreendem as legislações ambientais nas esferas Municipal, Estadual e Federal, sob o ponto de vista e conhecimento do analista técnico ambiental.

O SE implementado tem, como dados de entrada, informações pessoais do solicitante, localização da propriedade, licenciamento ambiental e espécies que serão cortadas. O SE, a partir da inferência em sua base de conhecimento, informa em quais situações são permitidas o corte de determinada árvore, quais espécies e quantidade de mudas a serem repostas, apoiando o especialista na tomada decisão de aprovar ou não o pedido. Na implementação do protótipo tratamos apenas de um tipo de requerimento, que é a emissão de Alvará de Licenciamento Florestal para corte eventual de árvores. Segundo o Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura de Frederico Westphalen-RS, este tipo de requerimento corresponde a mais de 50% da demanda de pedidos de licença.

O *Ambiental Web* apresenta uma interface de acesso por meio de um navegador *web*, onde o administrador (ou os técnicos ambientais), realizar a manutenção da base de conhecimento e definição das regras do SE. Também é possível acessar todos os requerimentos e resultados da inferência.

Para facilitar o entendimento da área do conhecimento envolvida, contamos com um especialista, Técnico do Departamento de Meio Ambiente, responsável pela fiscalização, laudos e licenças ambientais na Secretaria de Meio Ambiente de Frederico Westphalen-RS, que acompanhou o desenvolvimento do *Ambiental Web*. Com o apoio deste especialista, foram criados fluxogramas que delimitaram o domínio do sistema, permitindo a construção da base de conhecimento e definição do mecanismo de inferência do SE.

#### **4.1 Aquisição do Conhecimento**

A aquisição do conhecimento foi realizada por meio de reuniões e entrevistas informais com o técnico especialista, além de consultas às leis que compõem a legislação ambiental nos níveis Federal, Estadual e Municipal. Por meio desses encontros conseguimos entender a dinâmica dos processos de licenciamentos ambientais e a importância de tais mecanismos de proteção do meio ambiente.

#### **4.2 Modelagem do SE**

##### **4.2.1 Levantamento de Requisitos**

Por meio de entrevistas informais com o especialista que acompanhou o desenvolvimento do *Ambiental Web* levantamos as informações, as rotinas e o fluxos das informações que os SE deveria processar para se chegar ao resultado esperado. Em seguida foi realizada a modelagem do SE como um todo (funcionalidades e base de conhecimento). Para modelar as funcionalidades do SE usamos diagramas da UML (*Unified Modeling Language*). A Figura 2 apresenta o diagrama de casos de uso, destacando as funcionalidades do SE implementado.

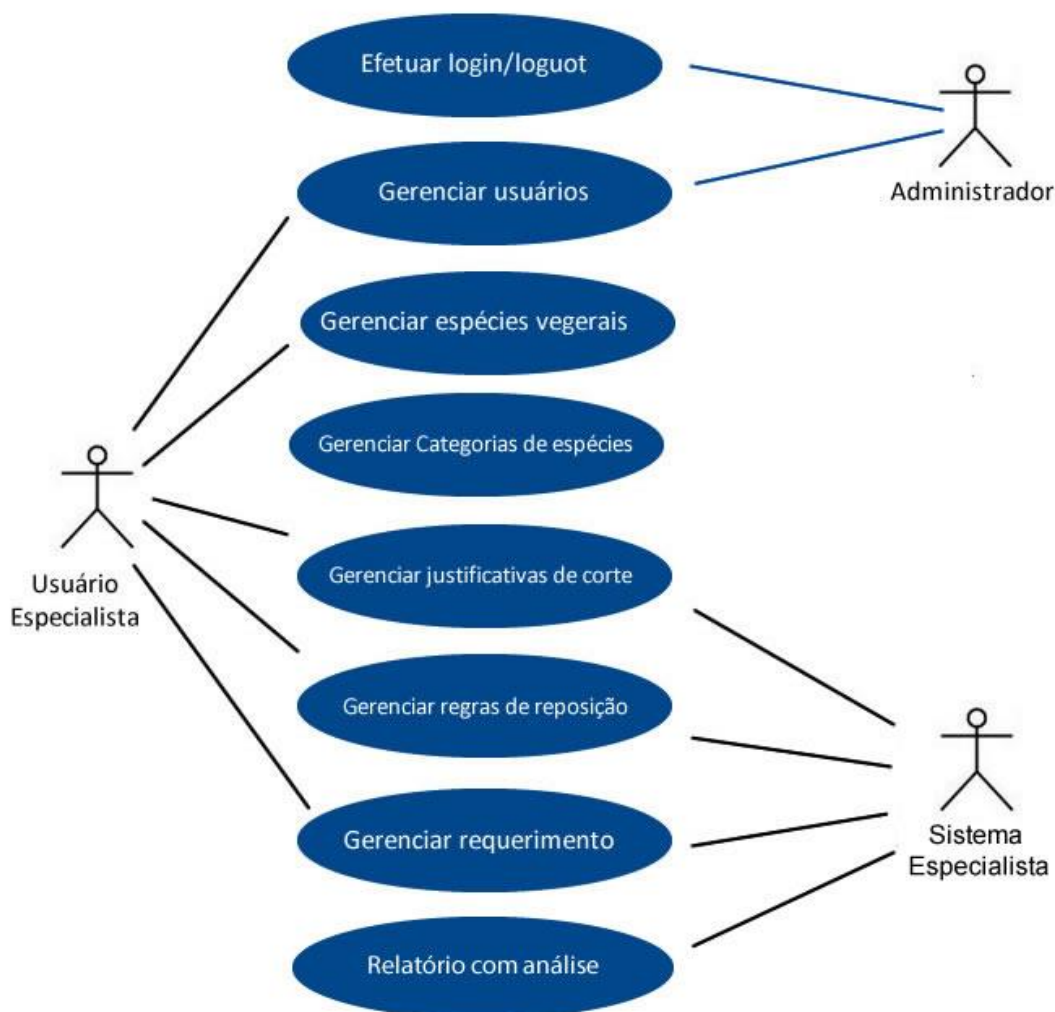


Figura 2 – Diagrama de Casos de Uso (Fonte: Dos Autores, 2015)

De acordo com a figura 2, as funcionalidades previstas no SE são:

- **Efetuar login/logout:** permite o controle de acesso ao sistema;
- **Gerenciar usuários:** Armazena e controla os dados das pessoas que podem manipular o sistema;
- **Gerenciar Espécies vegetais:** Permite a edição dos dados das espécies vegetais, que servem como suporte para o preenchimento do requerimento e onde são relacionadas as categorias;
- **Gerenciar Categorias de espécies:** Permite a edição dos dados das categorias de espécies vegetais, servindo como suporte para o preenchimento da montagem das regras e ligação com as espécies;
- **Gerenciar justificativas de corte:** Permite a inclusão e remoção de itens nas justificativas do requerimento e, também, vincular regras a esses itens;

- **Gerenciar regras de reposição:** Permite a inclusão e remoção de itens de requisitos do requerimento e, também, vincular regras a esses itens;
- **Gerenciar requerimentos:** Permite gerenciar os requerimentos recebidos dos usuários e retornar o resultado da inferência do SE.

A descrição dos casos de uso reais encontra-se no Anexo A.

#### 4.2.2 Modelagem da Base de Conhecimento

A base de conhecimento foi modelada por meio de um modelo ER (Entidade-Relacionamento). A Figura 3 apresenta o modelo ER do SE implementado.

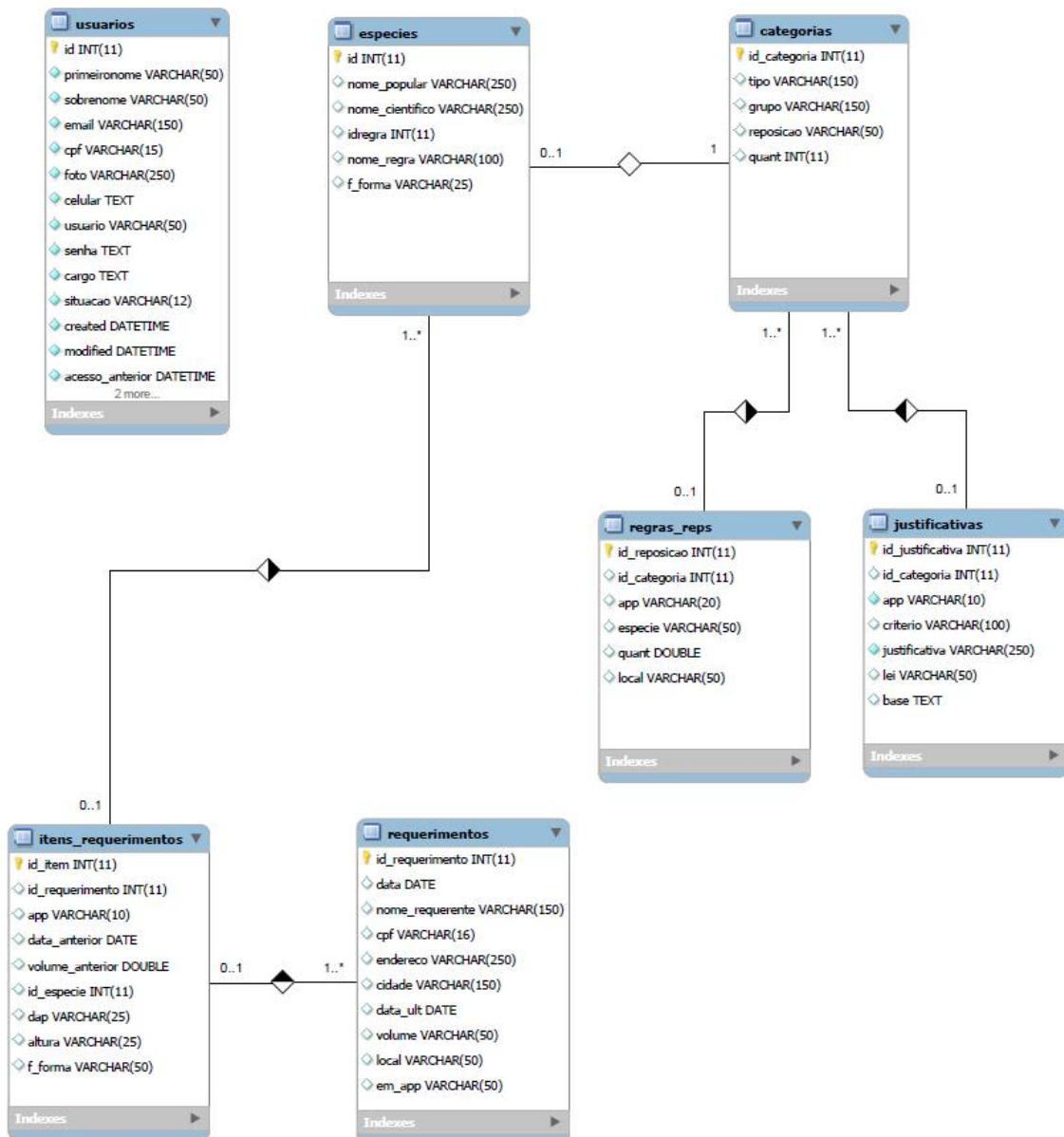


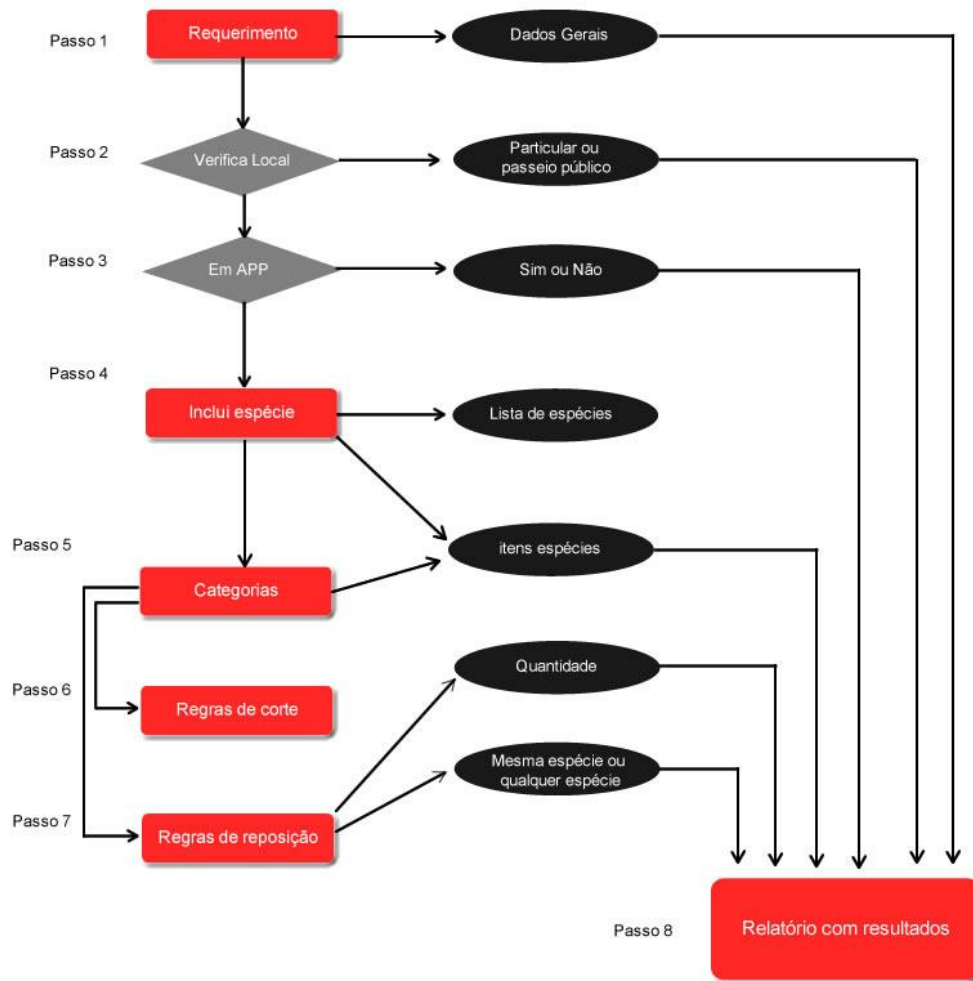
Figura 3: Modelo ER do *Ambiental Web* (Fonte: Dos Autores, 2015)

Conforme o diagrama apresentado na figura 3, a base de conhecimento do *Ambiental Web* é composta por 4 tabelas, além da tabela que armazena as informações sobre os usuários do SE e das tabelas que armazenam as informações referentes aos requerimentos:

- Tabela *usuarios*, onde armazenamos os dados de usuários que podem utilizar o sistema;
- Tabela *especies*, que armazena as espécies vegetais com nome científico, nome comum e categoria;
- Tabela *categorias*, onde são armazenadas as informações fornecidas pelos técnicos em conformidade com a legislação para identificar as regras na base de conhecimento;
- Tabela *justificativa*, que armazena as informações fornecidas pelos técnicos em conformidade com a legislação, com identificador da regra de corte de árvore correspondente na base de conhecimento;
- Tabela *regras\_reps*, que armazena as informações fornecidas pelos técnicos em conformidade com a legislação em relação à reposição das espécies, com identificador da regra correspondente na base de conhecimento;
- Tabela *requerimentos*, que armazena as informações da solicitação do pedido referente ao consulta de licença ambiental, como dados pessoais do requerente, informações de localização da propriedade;
- Tabela *itens\_requerimento*: tabela relacionada com a tabela requerimentos, que tem a função de armazenar as itens que compõem o questionário de requerimento relacionada com a tabela *especies*.

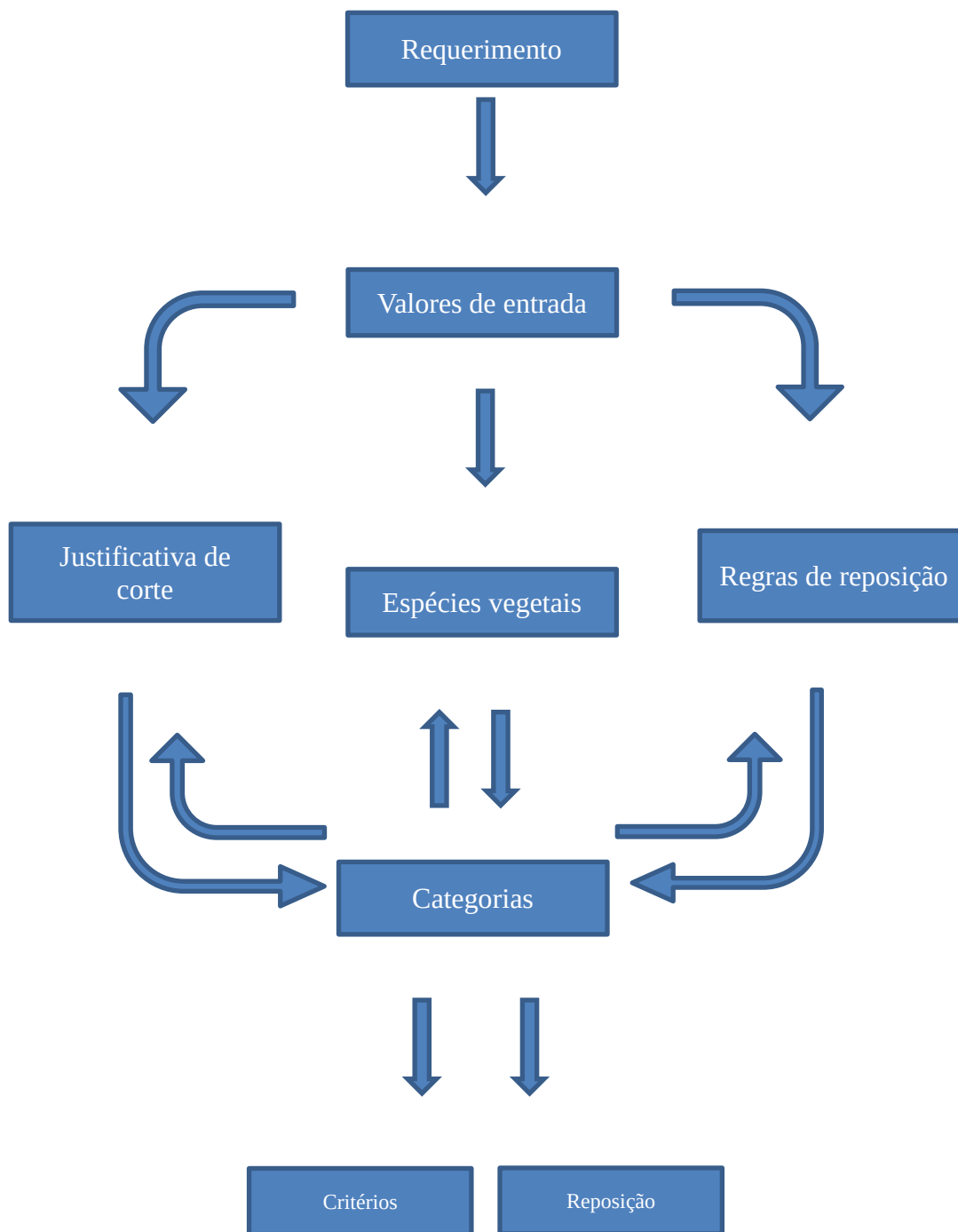
#### **4.3 Processo de inferência**

O processo de inferência foi implementado no código-fonte do SE, por meio da consulta às regras definidas na base de conhecimento. O especialista ou o usuário final, a partir do cadastro dos requerimentos, dispara o processo de inferência. Esse processo funciona por meio da comparação de todos os dados recebidos no requerimento, com as regras cadastradas. As regras são compostas de itens pré-definidos pelo especialista que, a partir do seu conhecimento técnico, informa ao sistema quais espécies de árvores são vulneráveis, quais requisitos são necessários, a lei e as justificativas que dão suporte ao corte, a quantidade e tipos de espécies de mudas que devem ser repostas. Como ponto de partida para implementar o processo de inferência, usamos os fluxogramas (roteiros) elaborados em conjunto com o especialista. A Figura 4 apresenta o fluxograma genérico com os passos do processo de inferência.



**Figura 4: Fluxograma para Construção do Processo de inferência do Ambiental Web (Fonte: Dos Autores, 2015)**

Os fluxogramas/roteiros criados junto com o especialista permitem a identificação dos componentes das regras e como as mesmas se relacionam, para que sejam cadastradas na base de conhecimento. Após a inserção das regras na base de conhecimento, a partir da entrada de pedidos de licenciamento ambiental e verificação dos resultados fornecidos pelo SE, podemos verificar se os resultados estão de acordo com o esperado. A figura 5 apresenta, de forma gráfica, como funciona o processo de inferência no Ambiental Web.



**Figura 5: Processo de Inferência do *Ambiental Web* (Fonte: Dos Autores, 2015)**

Para disparar o processo de inferência do SE, é preciso o preenchimento dos dados pessoais do solicitante. Caso exista licença anterior, informar data da última solicitação e volume de madeira extraído, informar se a propriedade é particular ou se é passeio público e se essa propriedade encontra-se em APP (Área de Preservação Permanente) - Reserva Legal ou Área de Preservação Permanente. Reserva legal é a área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais e, as APPs constituem áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a



paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, além de proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012). Após, o solicitante deve informar, individualmente, quais as espécies de árvores serão solicitadas para corte. Essas espécies serão selecionadas em uma base pré-cadastrada pelo especialista.

Com base nessas informações, o SE verifica uma a uma as espécies solicitadas com as suas respectivas regras legais ou técnicas que justificam o corte e com as regras de reposição de mudas, levando-se em conta se necessitam ser da mesma espécie ou se podem ser de espécies variadas para, ao final do processo de inferência, apresentar o resultado referente ao requerimento apresentado.

#### 4.4 Tecnologias empregadas

Para desenvolver o *Ambiental Web* utilizamos a linguagem de programação PHP, o gerenciador de Banco de dados *Mysql* para armazenar a base de conhecimento e o *framework Bootstrap*, que contém diversos componentes visuais desenvolvidos com CSS (*Cascade Style Sheet*) e bibliotecas implementadas em *JavaScript*. Para instalar o SE, faz-se necessário um servidor *web* que suporte as tecnologias citadas (BEIGHLEY; MORRISON, 2010; GETBOOTSTRAP.COM, 2015).

#### 4.5 Funcionamento do *Ambiental Web*

Para demonstrar as funcionalidades implementadas no *Ambiental Web*, escolhemos algumas das telas que apresentam as principais tarefas que podem ser desenvolvidas com apoio do SE implementado. A Figura 6 apresenta a tela de *Cadastro de Categorias*.

#	TIPO	GRUPO
4	EXÓTICAS	COMUM
1	NATIVA	AMEAÇADAS
2	NATIVA	IMUNE
3	NATIVA	COMUM

Figura 6: Tela de Cadastro de Categorias (Fonte: Dos Autores, 2015)

Como mostra a Figura 6, o especialista cria as categorias que serão usadas para agrupar e ligar as regras que vão definir as justificativas de corte e os critérios de reposição de espécies.

A Figura 7 apresenta a interface para que o especialista faça o cadastro de regras de corte e de reposição de árvores.

The interface is divided into two main sections: 'REGRAS DE CORTE' and 'REGRAS DE REPOSIÇÃO'. Each section has a 'NOVA REGRA' button.

**REGRAS DE CORTE:**

#	Em APP *	Critério	Justificativa	
5	Sim	Técnico	dsadsa	Excluir
6	Sim	Técnico	sdfsdf	Excluir

\* Reserva legal ou área de preservação permanente

**REGRAS DE REPOSIÇÃO:**

#	Em APP *	Local	Reposição de	Quantidade a ser reposta	
6	Não	Particular	Mesma espécie	15	Excluir
12	Sim	Passeio público	Qualquer espécie	15	Excluir

\* Reserva legal ou área de preservação permanente

**Figura 7: Cadastro de Regras de Corte e de Regras de Reposição**  
(Fonte: Dos Autores, 2015)

Por meio das funcionalidades apresentadas na Figura 7, o especialista cria as regras de justificativas de corte e os critérios de reposição de espécies conforme a legislação e seu conhecimento técnicos. As regras de corte são justificadas com base legal, destacando em que hipóteses são admitidas o corte de determinada categoria de árvore. Com relação às regras de reposição, são definidas quantas mudas deverão ser repostas e se deverão ser da mesma espécie ou se podem ser de espécies variadas. A Figura 8 apresenta a tela que permite o cadastro de espécies de árvores.

The 'Cadastro de espécies' form contains the following fields and options:

- Nome Popular:** Text input field.
- Nome Científico:** Text input field.
- Fator forma:** Text input field with the value '0,00'.
- Seleção a categoria:** A dropdown menu with the following options:
  - Seleção a categoria (selected)
  - NATIVA - AMEAÇADAS
  - NATIVA - IMUNE
  - NATIVA - COMUM
  - EXÓTICAS - COMUM
- Buttons:** 'Cancelar' and 'Gravar'.

**Figura 8: Cadastro de Espécies (Fonte: Dos Autores, 2015)**

Como mostra a Figura 8, no cadastro de espécies devem ser informados o nome popular e científico da espécie, o fator de forma de cada espécie, valor que é usado para o cálculo de volume (volume de que?) e a qual categoria pertence a espécie.

Após as telas relacionadas à manutenção da base de conhecimento (categorias, regras de reposição, regras de corte e espécies), apresentamos a tela a partir da qual é realizado um requerimento, que irá disparar o processo de inferência do SE. A tela de cadastro de requerimentos é visualizada na Figura 9.

Bem-vindo ao Ambiental Web

FORMULÁRIO DE CONSULTA PARA CORTE EVENTUAL DE ÁRVORES

Home / SOLICITAÇÃO - INÍCIO

Dados do Requerente	Responda as seguintes perguntas:	
<b>Nome</b> <input type="text" value="Luciano rosa de almeida"/>	<b>Data da última licença ?</b> <input type="text" value="22-06-2015"/>	<b>Volume extraído m² ?</b> <input type="text" value="12"/>
<b>Cpf</b> <input type="text" value="123123123-87"/>	<b>Propriedade ?</b> <input type="text" value="Particular"/>	
<b>Endereço</b> <input type="text" value="Av João Muniz Reis, 1522"/>	<b>Propriedade encontra-se em reserva legal ou área de preservação permanente - APP ?</b>	
<b>Cidade/UF:</b> <input type="text" value="Frederico westphalen"/>	<input type="text" value="Sim"/>	

**Figura 9: Requerimento (Fonte: Dos Autores, 2015)**

Por meio do formulário apresentado na Figura 9, o requerente informa os dados pessoais e de localização da propriedade onde estão as espécies que pretende cortar. Após, é preciso adicionar as espécies de árvores que serão cortadas, como mostra a Figura 10.

ADICIONAR ESPÉCIE

Selecione a espécie  DAP  Altura

ESPÉCIES DE ÁRVORES

Nome popular / científico	DAP	Altura	volume	Regra	fator	
Araucária / Araucária angustifólia	0.85	20	9.92534375	NATIVA - AMEAÇADAS	0.875	<input type="button" value="Excluir"/>
Grápia / Apuleia leiocarpa	0.78	12	5.01473700000001	NATIVA - AMEAÇADAS	0.875	<input type="button" value="Excluir"/>
Angico vermelho / Parapiptadenia rígida	0.5	12	2.060625	NATIVA - COMUM	0.875	<input type="button" value="Excluir"/>

\* Reserva legal ou área de preservação permanente

Ambiental Web © 2015

**Figura 10: Requerimento - Espécies (Fonte: Dos Autores, 2015)**

Para informar as espécies, o usuário deve adicionar as espécies de árvores para corte, com base no cadastro de espécie que já estão pré-cadastradas no banco de dados. É preciso informar a espécie, o DAP (diâmetro na altura do peito) e a altura de cada árvore. Após o preenchimento de todos os dados referentes ao requerimento é disparado o processo de inferência, que irá gerar um resultado, na forma de relatório, apresentado na Figura 11.

#### RELATÓRIO COM RESULTADOS DA CONSULTA

Home / RESULTADO

Dados do Requerente	Data	Requerimento	Em APP	Propriedade
<b>Luciano rosa de almeida</b> CPF:123123123-87 Av João Muniz Reis, 1522 - Frederico westphalen	24-06-2015	Nº 2	Sim	Particular

Espécies solicitadas para corte				
Espécie	DAP	Altura	Volume	Tipo / Grupo
Grápia / Apuleia leiocarpa	0.78	12	5.014737	NATIVA - AMEAÇADAS
Angico vermelho / Parapiptadenia rígida	0.5	12	2.060625	NATIVA - COMUM
Araucária / Araucária angustifólia	0.85	20	9.92534375	NATIVA - AMEAÇADAS

**Figura 11: Resultado do Processo de Inferência (Fonte: Dos Autores, 2015)**

O relatório apresenta as informações de dados pessoais do solicitante, localização da propriedade e a lista de espécies solicitadas para corte. A Figura 12 apresenta a continuação do resultado da inferência do SE, trazendo as justificativas com as regras de corte e as regras de reposição, incluindo a quantidade e quais espécies de mudas devem ser repostas.

REGRAS DE CORTE	REGRAS DE REPOSIÇÃO
<p>Para as seguintes espécies 'NATIVA - AMEAÇADAS' é necessário obedecer as seguintes regras para corte:</p> <p>Critérios Legal: Implantação de obras ou atividades de interesse público ou social</p> <p>Conforme descrito na legislação supra citada existe previsão legal para manejo.</p>	<p>Para as seguintes espécies NATIVA - COMUM é necessário reposição das seguintes espécies:</p> <p>15 mudas de qualquer espécie</p>
<p>Para as seguintes espécies 'NATIVA - COMUM' é necessário obedecer as seguintes regras para corte:</p> <p>Critérios Legal: Risco de queda</p> <p>Com base na Lei Federal 12651</p>	<p>Para as seguintes espécies NATIVA - AMEAÇADAS é necessário reposição das seguintes espécies:</p> <p>15 mudas de Grápia (<i>Apuleia leiocarpa</i>)</p>
<p>Critérios Legal: Implantação de obras ou atividades de interesse público ou social</p> <p>Lei Federal 12651, Lei do Estado Rio grande do Sul - 9519</p>	<p>Para as seguintes espécies NATIVA - AMEAÇADAS é necessário reposição das seguintes espécies:</p> <p>15 mudas de Araucária (<i>Araucária angustifolia</i>)</p>

**Figura 12: Conclusão do Processo de Inferência (Fonte: Dos Autores, 2015)**

#### 4.6 Testes e Validação

Após a implementação do *Ambiental Web*, foram realizados testes em situações reais do cotidiano. Para tanto, os técnicos ambientais da Prefeitura de Frederico Westphalen buscaram resultados de pareceres redigidos de forma manual e compararam com os resultados do sistema. Para refinar os resultados, os especialistas puderam modificar regras já existentes na base de conhecimento, além de criar novas regras, até conseguirem um resultado satisfatório. O Anexo B apresenta os comprovantes de participação de especialistas na área ambiental, que validaram o protótipo de SE implementado.

#### 5 Considerações Finais

Acreditamos que os objetivos do trabalho foram alcançados, pois realizamos um estudo sobre as técnicas referentes a sistemas especialistas e legislação ambiental em específico sobre o corte de árvores. A partir dessas informações e conhecimento do domínio e auxílio do especialista, modelamos a base de conhecimento e a forma como definimos o processamento das informações para obter as saídas necessárias, bem como implementamos e validamos um protótipo do SE proposto, o *Ambiental Web*.

Entre as dificuldades encontradas, destacamos o pequeno número de SEs existentes na área ambiental. Como existem poucos exemplos de SEs implementados no domínio proposto tivemos que nos basear em outros domínios que utilizam as mesmas técnicas para realizar um estudo comparativo.

O *Ambiental Web* traz, como principal benefício, o acesso a informações de forma rápida e precisa para que, mesmo que com pouca experiência, técnicos e profissionais com interesse e conhecimento do domínio, consigam avaliar sem dificuldades a maior parte das questões com relevância sobre os processos de licenciamentos florestais.

Como trabalhos futuros propõe-se a implementação de novos tipos de requerimentos, com regras específicas a outras atividades, tais como licença ambiental para instalação de empresas ou licença para atividades rurais. Acreditamos que, ao disponibilizar um SE permitindo a automatização de tarefas, conseguimos trazer benefícios como redução do tempo e precisão na tomada de decisões do profissional da área ambiental, o que contribui para uma prestação de serviço de maior qualidade ao público, já que o protótipo foi implementado visando o atendimento na Prefeitura de Frederico Westphalen - RS.

### Referências

- ANSELMO, M. P. A.; SILVEIRA, S. R. (2009) **Previndex**: Sistema Especialista para a área de Direito Previdenciário. Disponível em: <[http://www.uniritter.edu.br/graduacao/informatica/sistemas/downloads/tcc2k9/TC\\_CII\\_MarcosPaulo\\_2009\\_2.doc](http://www.uniritter.edu.br/graduacao/informatica/sistemas/downloads/tcc2k9/TC_CII_MarcosPaulo_2009_2.doc)>. Trabalho de Conclusão de Curso, Bacharelado em Sistemas de Informação. Porto Alegre: UniRitter. Acesso em: 20 jun 2014.
- BEIGHLEY, L; MORRISON, M. (2010). **Use a Cabeça: PHP & MySQL**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2010
- BRASIL. (1997) **Resolução CONAMA 237/97: LICENCIAMENTO AMBIENTAL**. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em jun., 2014.
- BRASIL. (1998) **Lei Federal 9.605/1998: CRIMES AMBIENTAIS** - Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente; Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm)>. Acesso em jun 2014.
- BRASIL. (2006a) **Lei Federal 11.428/06: Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica**; Disponível em < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/11428.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/11428.htm)>. Acesso em jun. 2014.
- BRASIL. (2006b) **RESOLUÇÃO CONAMA 369/06: INTERVENÇÃO EM APPS**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=489>>. Acesso em jun., 2014.
- BRASIL. (2012) **Lei 12.651/2012: Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**. Disponível em< [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)>. Acesso em abr. 2015.
- FERNANDES, A. M. R. (2005) **Inteligência Artificial: noções gerais**. Florianópolis: Visual Books.
- FLORES, C. D. (2003) Fundamentos dos sistemas especialistas. In: BARONE, Dante Augusto Couto. **Sociedades artificiais**. Porto Alegre: Bookman.

GETBOOSTRAP.COM. (2015). **Bootstrap**. Disponível em: <<http://getbootstrap.com>>. Acesso em Junho, 2015.

GIBOSHI, M. L.; RODRIGUES, L. H. A.; LOMBARDI NETO, F. (2004) **Sistema de suporte à decisão para recomendação de uso e manejo da terra**. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662006000400012&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662006000400012&script=sci_arttext)>. Acesso em jun., 2014.

LUGER, G. F. (2004) **Inteligência artificial: estruturas e estratégias para a resolução de problemas complexos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman.

MARTINS JUNIOR, P. P.; VASCONCELOS, V. V. (2008). **Protótipo de sistema especialista para auxílio à decisão em direito ambiental: situações de desmatamentos rurais**. Disponível em: <<http://cecemca.rc.unesp.br/ojs/index.php/climatologia/article/view/1789/2206>>. Acesso em: 24 jun. 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. (2009) **Caderno de Licenciamento Ambiental**. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa\\_pnla/\\_arquivos/ultimo\\_caderno\\_pnc\\_licenciamento\\_caderno\\_de\\_licenciamento\\_ambiental\\_46.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/ultimo_caderno_pnc_licenciamento_caderno_de_licenciamento_ambiental_46.pdf)>. Acesso em abr. 2014.

RUSSEL, S.; NORVIG, P. (2004) **Inteligência artificial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

RIO GRANDE DO SUL. (2000) **Lei 11.520/2000**: Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do sul. Disponível em: <<http://www.al.rs.gov.br/legiscomp/arquivo.asp?idNorma=11&tipo=pdf>> . Acesso em jun. 2014.

RIO GRANDE DO SUL. (2014) **Lei Estadual n.º 9.519**: Institui o Código Florestal do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.mprs.mp.br/ambiente/legislacao/id606.htm>>. Acesso em jun. 2014.

RIO GRANDE DO SUL. (2005) **RESOLUÇÃO CONSEMA 102/2005: LICENCIAMENTO AMBIENTAL**. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/consema/Res102-05.pdf>>. Acesso em jun., 2014.

RIO GRANDE DO SUL. (2005) **RESOLUÇÃO CONSEMA 110/2005: LICENCIAMENTO AMBIENTAL**. Disponível em: <[http://www.fepam.rs.gov.br/central/pdfs/Resolucao\\_CONSEMA\\_110-2005.pdf](http://www.fepam.rs.gov.br/central/pdfs/Resolucao_CONSEMA_110-2005.pdf)>. Acesso em jun 2014.

## Anexo A

### Casos de Uso Reais

<b>Casos de Uso 1: Realizar Login/Logout</b>	
<b>Ações do ator</b>	<b>Responsabilidades do sistema</b>
<b>Login</b>	
Usuário acessa o sistema	O sistema é inicializado.
Usuário tenta ingressar na área restrita do sistema.	O sistema exibe para o usuário os campos de login e senha para preenchimento.
Usuário preenche os campos e envia para o sistema.	Sistema recebe os dados do usuário e valida com o banco de dados. Para Usuário validado com o banco de dados são exibidas as funcionalidades restritas do sistema. Para Usuário recusado na validação é informado que login e/ou senha estão incorretos.
<b>Logout</b>	
Usuário seleciona a opção para <i>logout</i> do sistema.	Sistema recebe a solicitação do usuário e fecha a seção, desconectando a conexão do usuário com o sistema. Sistema exibe a tela inicial.

<b>Casos de Uso 2: Gerenciar Usuários</b>	
<b>Cadastro Usuários</b>	
Usuário escolhe a opção Cadastrar Usuário e envia para o sistema.	O sistema recebe a solicitação do Usuário e abre o formulário com os campos para login e senha .
Usuário digita as informações do novo usuário e envia os dados para o sistema.	O sistema salva no banco de dados os dados do novo Usuário.
<b>Editar Usuários</b>	
Usuário escolhe a opção Editar Usuários e envia para o sistema.	O sistema recebe a solicitação do usuário, e lista os usuários para que um seja selecionado.
O Usuário seleciona um dos usuários e envia para o sistema.	O sistema abre o registro do usuário selecionado.
O Usuário altera ou mesmo exclui o cadastro do usuário aberto e envia para o sistema.	De acordo com a solicitação do usuário a modificação é feita no banco de dados.

<b>Casos de Uso 3: Gerenciar Categorias</b>	
<b>Cadastro Categorias</b>	
Usuário escolhe a opção Cadastrar categorias e envia para o sistema.	O sistema recebe a solicitação do Usuário e abre o formulário com os campos para cadastro dos dados da



	tabela categorias.
Usuário digita o nome da nova categoria e envia os dados para o sistema.	O sistema salva no banco de dados a nova categoria.
<b>Editar Categorias</b>	
Usuário escolhe a opção Editar categorias e envia para o sistema.	O sistema recebe a solicitação do usuário, e lista as opções de regra para que o usuário selecione uma.
O Usuário seleciona uma das categorias e envia para o sistema.	De acordo com a categoria selecionada o sistema abre o registro para edição.
O Usuário altera ou mesmo exclui a categorias aberta e envia para o sistema.	De acordo com a solicitação do Usuário a modificação é feita no banco de dados.

<b>Casos de Uso 4: Gerenciar espécies vegetais</b>	
<b>Cadastro Espécies vegetais</b>	
Usuário escolhe a opção Cadastrar espécie e envia para o sistema.	O sistema recebe a solicitação do Usuário e abre o formulário com o campo para nome científico da espécie, nome popular, fator forma e seleciona a categorias específica.
Usuário digita o nome científico, nome popular da nova espécie, seleciona a regra correspondente e envia os dados para o sistema e.	O sistema salva no banco de dados a nova espécie.
<b>Editar espécie</b>	
Usuário escolhe a opção Editar espécie e envia para o sistema.	O sistema recebe a solicitação do usuário, e lista as opções de espécie para que o usuário selecione uma.
O Usuário seleciona uma das espécies e envia para o sistema.	De acordo com a espécie selecionada o sistema abre o registro para edição.
O Usuário altera ou mesmo exclui a espécie aberta e envia para o sistema.	De acordo com a solicitação do Usuário a modificação é feita no banco de dados.
<b>Casos de Uso 5: Gerenciar regras de corte</b>	
<b>Cadastrar regras de corte</b>	
Usuário escolhe a opção Cadastrar regras de corte e envia para o sistema.	O sistema recebe a solicitação do usuário, e lista as opções de regras de corte para que o usuário selecione uma.
O Usuário seleciona uma das regras de corte e envia para o sistema.	O sistema abre o formulário para cadastro da regras de corte, em que consta o campo para que o usuário digite a regras de corte.
Usuário digita a regras de corte e seleciona a regra correspondente e envia os dados para o sistema.	O sistema salva no banco de dados a regras de corte.

<b>Casos de Uso 6: Gerenciar regras de reposição</b>	
<b>Cadastro de regras de reposição</b>	
Usuário escolhe a opção Cadastrar regras de reposição e envia para o sistema.	O sistema recebe a solicitação do usuário, e lista as opções de regras de reposição para que o usuário selecione uma.
O Usuário seleciona uma das regras de reposição e envia para o sistema.	O sistema abre o formulário para cadastro da regras de reposição, em que consta o campo para que o usuário digite a regras de reposição.
Usuário digita a pergunta e envia os dados para o sistema.	O sistema salva no banco de dados a regras de reposição.
<b>Editar requisito</b>	
Usuário escolhe a opção Editar a regras de reposição e envia para o sistema.	O sistema recebe a solicitação do usuário, e lista as opções de regras de reposição para que um seja selecionado.
O Usuário seleciona uma das requisitos e envia para o sistema.	O sistema lista os requisitos.
O usuário seleciona um requisito e envia a solicitação ao sistema.	O sistema abre para edição do requisito solicitado pelo usuário.
O usuário altera ou mesmo exclui o requisito e envia para o sistema.	De acordo com a solicitação do usuário a modificação é realizada no banco de dados.

<b>Casos de Uso 7: Gerenciar requerimentos</b>	
<b>Cadastro de requerimentos</b>	
Usuário escolhe a opção Cadastrar requerimentos e envia para o sistema.	O sistema recebe a solicitação do usuário, e lista as os itens da requisição.
O Usuário preenche os itens	O sistema abre o formulário para cadastro de requerimento, dados pessoais, localização, espécies vegetais, entre outros campos para que o usuário digite ou marque.
Usuário digita e envia os dados para o sistema.	O sistema salva no banco de dados o requisito.
<b>Editar requerimento</b>	
Usuário escolhe a opção Editar requerimento e envia para o sistema.	O sistema recebe a solicitação do usuário, e lista as opções de requerimentos para que um seja selecionado.

O usuário seleciona um dos requerimentos e envia para o sistema.	O sistema lista os requerimentos.
O usuário seleciona um requerimento e envia a solicitação ao sistema.	O sistema abre para edição do requerimento solicitado pelo usuário.
O usuário altera ou mesmo exclui o requerimento e envia para o sistema.	De acordo com a solicitação do usuário a modificação é realizada no banco de dados.