

# **SISTEMA ESPECIALISTA PARA DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE POTENCIAL DE EXPANSÃO URBANA PARA UNIDADE TERRITORIAL**

**Guilherme Agostinho Pletikoszits de Andrade <sup>1</sup>**

**Suelen Mapa <sup>1</sup>**

**Paulo Eduardo Maciel de Almeida <sup>1</sup>**

**Ana Clara Mourão Moura <sup>2</sup>**

**<sup>1</sup> Centro de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG**

**Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática e Computacional**

Av. Amazonas 7675 - Nova Gameleira - Belo Horizonte - MG - Brasil

Cep: 30.510-000 - Telefone: +55 (31) 3319-6805 Telefax: +55 (31) 3319-6799

Email da entidade: mmc@dppg.cefetmg.br

Email dos Autores: gapandrade@gmail.com, suelenmapa@gmail.com, paulo@dppg.cefetmg.br

**<sup>2</sup> Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG**

**Instituto de Geociências - Departamento de Cartografia - Laboratório de Geoprocessamento**

Av. Antônio Carlos 6627, Pampulha - Belo Horizonte - MG

Cep: 31270-901 - Telefone: +55 (31) 34995418

Email da autora: anaclara@ufmg.br

## **RESUMO**

Esse artigo descreve a metodologia para implementação de um Sistema Especialista que determina o potencial de expansão urbana de uma unidade territorial, no caso um lote, mediante uma consulta individualizada a um usuário que conheça bem a área em questão. Para tanto foi utilizado o software Expert Sinta, que possui uma interface gráfica e utiliza um modelo de representação do conhecimento baseado em regras de produção e probabilidades, permitindo também a organização de uma base de conhecimento digital obtida pelo conhecimento de especialistas no tema abordado. O sistema funciona como um assistente “inteligente” no domínio de atuação do especialista gerador da base de conhecimento e, além de tomar decisões neste domínio, explica como ele chegou a uma dada conclusão, ou seja, realiza uma simplificação da capacidade análoga de um especialista humano indicando a seqüência de regras disparadas durante o processo de tomada de decisão. Apesar das poucas variáveis utilizadas, o resultado obtido foi considerado muito bom ao ser comparado com o método tradicional de análise multicritérios, já consolidado em análises utilizando Sistemas de Informações Geográficas. A partir do resultado obtido os usuários poderão ter melhor compreensão de como é atribuído um índice a uma unidade territorial. Deseja-se que o sistema desenvolvido possa ser aplicado como instrumento de planejamento participativo, pois permite o planejamento de projetos urbanos mais consistentes e transparentes, melhora a comunicação, a integração e a cooperação entre os órgãos administrativos públicos e a população, aumentando a probabilidade de êxito dos projetos urbanos e as garantias de sustentabilidade dos efeitos das ações realizadas.

**Palavras Chaves:** Sistema Especialista, Base de Conhecimento, Potencial de Expansão Urbana, Análise Multicritérios, Planejamento Participativo

## **ABSTRACT**

That paper describes a methodology for implementation of an expert system that determines the potential of urban expansion for a territorial unit, i.e. a lot, by means of a query to an user with expertise on the subject area. ExpertSinta was employed because it possesses a friendly graphical user interface and uses probability and rule-based knowledge representation model, allowing for the organization of a digital knowledge database obtained through specialists' know-how. The system works as an "intelligent" assistant in the chosen domain and, besides making decisions, it explains why a given conclusion was achieved. In other words, it indicates the sequence of triggered rules during decision making process, allowing for conclusion evaluation and confirmation by human users. Despite the small number of used variables in this approach, the obtained results were considered very good when compared with the traditional method of multi criteria analysis, which is already consolidated in Geographical Information Systems

analysis. Starting from the obtained results, users can have better understanding of how an index is attributed to a given territorial unit. The developed system is worth to be applied as an auxiliary tool for participative planning, because it allows for more solid and transparent urban project planning, it improves communication, integration and cooperation between public administrative offices and population, increasing success probability at urban projects and sustainability of accomplished actions effects.

Keywords: Expert Systems, knowledge Database, Urban Expansion Potential, Multi Criteria Analysis, Participative Planning

## 1. INTRODUÇÃO

Observa-se nos dias de hoje, devido à busca de uma visão múltipla, integrada e sustentável de desenvolvimento urbano pelas administrações públicas, a inclusão do planejamento participativo em suas gestões. Em contrapartida também é observado a falta de conhecimento por parte da população em geral no que diz respeito aos projetos de desenvolvimento urbano realizados pelas mesmas gestões e até mesmo em como é atribuído valor a um bem, o que vai determinar o valor dos impostos cobrados de cada proprietário.

Antes de realizar um projeto urbano, a administração pública deve diagnosticar a região onde será implementada a intervenção e saber exatamente as condições que terá para a realização do projeto e suas consequências sociais.

As ferramentas de geoprocessamento permitem a abordagem precisa das condições de uma região bem como indicam ações a serem realizadas através de análises dos resultados obtido com o processamento dos dados da área em estudo.

A partir de análise realizada em pesquisa anterior (Andrade, 2006), foi desenvolvido nesse trabalho um sistema especialista que visa a determinação de um índice para o potencial de expansão urbana de um lote no distrito de Ouro Preto – MG. Esse índice é obtido através de respostas fornecidas ao sistema por um usuário que conheça bem as características do lote. Dessa maneira o usuário pode ter uma idéia de como é atribuído valor ao lote, pois o sistema é auto-explicativo e assim tem-se a participação do usuário, visto que participação significa ser responsável não somente pelas decisões, mas também pela execução, fiscalização e avaliação do processo desenvolvido.

### 1.1. CRESCIMENTO URBANO

Os dados do IBGE revelam que a partir da década de 40 até o final do século passado temos um cenário favorável para o aumento da qualidade de vida da população verificado pelo crescimento econômico a taxas muito altas (cerca de 7% ao ano), que apesar da concentração nas mãos da minoria rica, beneficiou grande parte da sociedade. A queda da mortalidade infantil, o aumento da expectativa de vida, a queda do número de filhos por mulher em idade fértil e a

evolução positiva do nível de escolaridade dos brasileiros também são fatores favoráveis ao nível da qualidade de vida da população.

Nesse período, as grandes metrópoles, como São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, eram vistas como a alternativa de melhoria das péssimas condições da vida rural. Um enorme movimento migratório foi o principal responsável por ampliar a população urbana em 125 milhões de pessoas em apenas 60 anos. Em 1940, cerca de 18,8% da população brasileira era urbana. Em 2000 essa proporção é de 82%, aproximadamente, o que permite classificar o Brasil como um dos países mais urbanizados do planeta sendo que perto de 30% dessa população vive em apenas 9 metrópoles (Maricato, 2001).

### 1.2. POTENCIAL DE EXPANSÃO URBANA

Em trabalho anterior (Andrade, 2006), foi realizada uma análise de multicritérios para determinação do potencial de expansão urbana do distrito de Ouro Preto em Minas Gerais. Gerou-se com essa análise um mapa de potencial de expansão urbana que cruzado com um mapa de crescimento da mancha urbana de uma década, permitiu a identificação da adequabilidade do crescimento urbano nesse distrito.

Verificou-se que um alto potencial de expansão urbana agrega valor a uma determinada área e por consequência aumenta o valor venal de um imóvel localizado nessa área.

Entende-se por valor venal de um imóvel, que serve de base de cálculo para o IPTU, como o valor estimado de avaliação do imóvel para compra e venda à vista, de acordo com a realidade do mercado imobiliário, considerando a sua localização e características físicas. A avaliação do valor venal do imóvel é o resultado da somatória da avaliação do valor venal do terreno e da construção, onde o valor venal do terreno resultará da multiplicação de sua área total pelo correspondente valor unitário de metro quadrado e pelos fatores de correção aplicáveis conforme as suas características físicas e de localização, e o valor venal da construção é a apuração do valor venal da edificação existente em determinado terreno que obedece a critérios técnicos, baseados no padrão e estado de conservação do imóvel. A combinação dessas duas variáveis resulta na tabela de

valor básico do metro quadrado da construção, isto é, o valor estimado que se gasta para construir 1 metro.

## 2. OBJETIVOS

O objetivo principal desse trabalho é o desenvolvimento de um Sistema Especialista que determine tanto um índice para potencial de expansão urbana do lote de interesse, quanto um índice para a infra-estrutura básica do setor censitário no qual o lote está inserido, desde que o usuário possua a resposta para todas as questões que serão feitas a ele sobre o terreno.

O objetivo secundário do trabalho é o de apresentar uma nova maneira de utilizar a análise multicritérios em um sistema gratuito que possua uma interface gráfica interativa de fácil utilização e auto-explicativa estendendo sua aplicação a usuários leigos.

## 3. METODOLOGIA

Para a implementação do sistema foi utilizado a interface ExpertSinta onde foi inserida uma base de conhecimento especialista adquirida na realização do trabalho anteriormente (Andrade, 2006).

### 3.1. ANÁLISE MULTICRITÉRIOS

A análise de multicritérios é amplamente difundida nas análises espaciais. Segundo Moura (Moura, 2007), o procedimento baseia-se no mapeamento de variáveis por plano de informação e na definição do grau de pertinência de cada plano de informação e de cada um de seus componentes de legenda para a construção do resultado final. A matemática empregada é a simples Média Ponderada, mas há pesquisadores que já utilizam a lógica Fuzzy para atribuir os pesos e notas.

### 3.2. SISTEMAS ESPECIALISTAS

Nos primeiros anos de estudos da área de Inteligência Artificial (IA), os pesquisadores voltavam sua atenção para o desenvolvimento de sistemas capazes de imitar o raciocínio humano. Esses sistemas possuíam pouca ou quase nenhuma informação específica sobre o domínio de aplicação. Tinham propósito geral e eram destinados a solucionar uma grande classe de problemas, porém quando empregados, os resultados obtidos na maioria das vezes não eram satisfatórios.

Algum tempo depois percebeu-se que para sistemas desse porte obterem bons resultados, era necessário conhecer o problema em questão, ou seja, conhecer a solução do problema, ter conhecimento. Mas o que é conhecimento? Segundo o dicionário Aurélio “conhecimento quer dizer informação ou noção adquiridas pelo estudo ou pela experiência”. Dessa forma aqueles que detêm o conhecimento são comumente chamados de especialistas, pois

demonstram profundo conhecimento e grande prática em seu domínio particular de operação.

O conhecimento de um especialista pode ser expresso em forma de regras, que quando embutidas em algoritmos podem gerar a solução de problemas práticos do seu domínio. Dessa forma essas regras fornecem alguma descrição de como resolver problemas e são largamente conhecidas em Inteligência Artificial (IA) como “Regras de Produção”, pois são fáceis de criar e de entender.

Regras de produção são comandos do tipo SE <condição> ENTÃO <ação>. Quando a parte da condição SE da regra é satisfeita, a ação da parte ENTÃO será executada.

Considerado que grande parte do conhecimento fornecido por um especialista pode ser embutido em um programa na forma de Regras de Produção. Esse programa funcionará como um programa inteligente, apropriado para tomar decisões naquele domínio de atuação do especialista. Esse por sua vez é comumente chamado de SISTEMA ESPECIALISTA (SE), assim como define Rabuske:

“Sistemas Especialistas são sistemas que têm um conhecimento específico com uma grande profundidade sobre áreas limitadas do conhecimento, com um poder de resolução de problemas bastante parecido com o especialista humano. Os sistemas especialistas caracterizam-se pela amplitude do conhecimento, no limite da perícia, simplificando a conclusão esperada, com habilidade para explicar o que e porque estão fazendo ao “pensar” e “decidir”.” (RABUSKE, 2000).

O objetivo de um SE é captar o conhecimento de um especialista em um determinado campo, representar este conhecimento numa base de dados, e transmiti-lo ao usuário permitindo-lhe obter respostas a perguntas relacionadas à base de conhecimento do sistema.

Devido à complexidade de desenvolver sistemas especialistas, existem hoje, vários programas denominados “Shells” que permitem um usuário qualquer (por exemplo, aquele que nunca programou em sua vida) construir um sistema especialista. Como exemplos dessas “Shells” pode-se citar: EXPERTSINTA (usado para desenvolver o sistema especialista do presente trabalho), JESS, EMYCIN, STRESS, dentre outros.

Um “Shell” inclui em sua estrutura os seguintes componentes:

- Interface com usuário;
- Sistema de gerenciamento de Bases de Dados;
- Máquina de inferência.

Podemos fazer analogia dessas estruturas com a Figura 1 a seguir, onde são apresentados os componentes básicos de um sistema especialista.

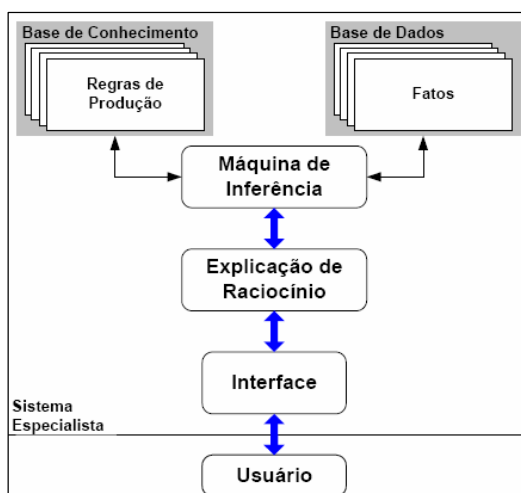


Figura 1 - Diagrama em blocos de um SE

Dentre os componentes apresentados na Figura 1, três têm papel fundamental: a Base de Conhecimento, a Máquina de Inferência e a Explicação do Raciocínio. A Base de Conhecimento é a “alma” do SE. Nela está contido o conhecimento de algum especialista do domínio da aplicação que é usado para achar uma resposta adequada para o problema. Dentre suas atividades está o método usado para interpretar e escalonar as Regras de Produção. A Explicação do Raciocínio, imitando indiretamente o raciocínio humano, descreve a sequência das regras disparadas durante o processo de tomada de decisão.

Segundo Almeida (Almeida, 2007), usar um “Shell” é maneira mais popular de projetar e construir um SE atualmente. Sua vantagem é que o desenvolvedor pode se concentrar diretamente na construção e aperfeiçoamento da base de conhecimento, sem se preocupar diretamente com implementação prática do mecanismo de raciocínio do SE, com o sistema de manutenção de regras e com a interface.

De forma bem resumida o processamento em um SE acontece da seguinte maneira: a máquina de inferência processa cada regra armazenada no banco de conhecimento com base nos fatos existentes (banco de dados). Se o antecedente de uma regra é satisfeito pelo conteúdo do banco de dados, a regra é disparada. O encadeamento das regras forma ciclos que cessam quando nenhuma regra pode ser mais disparada.

O tipo de encadeamento empregado por uma máquina de inferência indica como o SE vai aplicar as regras para se chegar a uma conclusão. Existem 3 tipos de encadeamento: -Encadeamento Progressivo (orientado a dados); - Encadeamento Regressivo (orientado à meta) ; -Encadeamento Múltiplo (utiliza uma combinação do Encadeamento Progressivo e Regressivo).

Não restam dúvidas de que SEs são ferramentas computacionais poderosas (principalmente se comparadas aos algoritmos convencionais, onde não é possível observar separação entre conhecimento e

mecanismos de processamento). Porém os resultados emitidos por um SE não substituem a sensibilidade, criatividade e traquejo de um especialista. Dessa forma SE são excelentes ferramentas de apoio a decisão que auxiliam os usuários na tomada de decisão, como é o caso do sistema desenvolvido e apresentado no presente trabalho.

### 3.3. SOFTWARE EXPERT SINTA

O “EXPERTSINTA” é uma “Shell” que utiliza técnicas de Inteligência Artificial para geração automática de Sistemas Especialistas. Essa ferramenta foi criada pelo Grupo SINTA (Sistemas Inteligentes Aplicados) do Laboratório de Inteligência Artificial (LIA) da Universidade Federal do Ceará. O “EXPERTSINTA” utiliza um modelo de representação do conhecimento baseado em regras de produção e probabilidades. Sua Máquina de Inferência trabalha com o Encadeamento Regressivo que funciona da seguinte maneira: seu raciocínio parte de uma meta onde a Máquina de Inferência tenta encontrar evidências para provar sua veracidade. Primeiro o Banco de Conhecimento é varrido em busca de regras que possam gerar a solução adequada. Se tal regra é encontrada e seu antecedente é verificado pelo banco de dados, então a meta é comprovada. No entanto, isto raramente acontece, então a Máquina de Inferência coloca esta regra em uma pilha de espera e estabelece uma nova submeta que permita a verificação do antecedente desta regra. Esse mecanismo de empilhamento é repetido até que não existam mais regras no Banco de Conhecimento para comprovar sua submeta atual.

O objetivo do “EXPERTSINTA” é simplificar o trabalho de implementação de sistemas especialistas através do uso da Máquina de Inferência compartilhada, da construção automática de telas e menus, do tratamento probabilístico das regras de

produção e da utilização de explicações sensíveis ao contexto da base de conhecimento modelada.

Entre as características do “EXPERTSINTA” podemos citar: interface gráfica amigável, fácil manipulação, fatores de confiança, ferramentas de depuração e possibilidade de incluir ajudas on-line para cada base. O usuário desse “Shell” não precisa possuir qualquer conhecimento de programação, apenas saber interagir em ambientes visuais.

Para gerenciar uma base de conhecimento neste Shell, é preciso fornecer ao sistema os seguintes dados: as variáveis (problemas, fatores que devem ser observados), as regras de produção, perguntas (interação com o usuário do sistema especialista), e objetivos (o resultado de uma consulta).

O fato do “EXPERTSINTA” já possuir uma Máquina de Inferência, permite que nos preocupemos apenas com a representação do conhecimento, pois cabe ao “Shell” interpretar esse conhecimento e executá-lo.

### 3.4. Sistema Especialista PotExpUrb

O sistema especialista desenvolvido foi apresentado na disciplina Inteligência Computacional do Mestrado em Modelagem Matemática e Computacional do CEFET-MG, ministrada pelo professor Dr. Paulo Eduardo Maciel de Almeida.

O sistema visa apresentar um meio de interação entre os órgãos públicos e a população em geral com o qual os proprietários de um imóvel, no caso um lote típico de 360m<sup>2</sup>, possam entender como é atribuído um índice de potencial de expansão urbana a sua propriedade, relacionando assim ao valor que é dado ao seu terreno.

#### 3.4.1. Variáveis do Sistema

As variáveis principais utilizadas para obter a índice de potencial de expansão urbana foram:

- **Infra-Estrutura :** Representa a porcentagem de infra-estrutura classificada em alto, médio e baixo do setor censitário onde está localizado o lote em análise. Esses dados são fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e são resultado de pesquisa censitária nacional. Para caracterizar a infra-estrutura foram utilizadas as sub-variáveis Água Canalizada, Rede de Esgoto e Coleta de Lixo. Essas sub-variáveis foram divididas nas faixas alto, médio e baixo onde constam os valores em porcentagens determinados pelo histograma da estatística dos dados de todo o distrito.

- **Áreas de Proteção Permanente (APP):** As APPs são obrigatórias por lei (LEI 4771, 1965) e representam as faixas de domínio de rodovias e ferrovias (50m de cada lado), O entorno das nascentes (50 metros ao redor das nascentes), os parques ou APA's (área de proteção ambiental), e áreas de topo de morro (o terço superior entre a menor e a maior altura da região), as faixas de proteção da Hidrografia (variam de acordo com a largura do curso d'água), áreas de Alta de Declividade (É considerada área não edificante, áreas em que a declividade seja superior a 30%, Na faixa de declividade ente 30 e 45 % é possível edificação desde que se tenha um laudo geotécnico. Nesse trabalho foi considerado declividade não edificável acima dos 30%. Quando o lote está inserido em uma APP, seu potencial de expansão urbana é nulo nesse trabalho.

- **Uso do Solo:** Essa variável representa a cobertura do solo predominante na área onde o lote em análise está inserido, e foi dividida nas classes água (baixo potencial de expansão urbana), vegetação - mata (baixo potencial de expansão urbana), solo exposto (alto potencial de expansão urbana), plantio (médio potencial de expansão urbana), vias de acesso (baixo potencial de expansão urbana), área urbana (médio potencial de expansão urbana), campo (alto potencial de expansão urbana) e afloramento rochoso (baixo potencial de expansão urbana).

- **Declividade do terreno:** Essa variável foi dividida nas faixas Alta (declividade acima de 30%, considerada não edificante e portanto anula o potencial de expansão urbana), Média (entre 6 e 30% de declividade, considerada ótima para edificação) e Baixa (entra 0 e 5% de declividade, considerada mediana para a edificação pela possibilidade de ocorrência de inundações em regiões com essa declividade)

Na Figura 2 pode ser observado como foram atribuídas as notas para cada variável e a lógica para a determinação do índice de potencial de expansão urbana classificado em ótimo, bom, médio, ruim e péssimo.

É importante notar que na classificação da variável infra-estrutura a água canalizada teve o dobro do peso das variáveis coleta de lixo e rede de esgoto e que na soma final nunca poderemos ter o valor zero de potencial de expansão urbana, pois foi levado em consideração o filtro das APPs e da declividade acima de 30% que anulam o resultado final indicando que o lote está em uma região de característica não edificante.

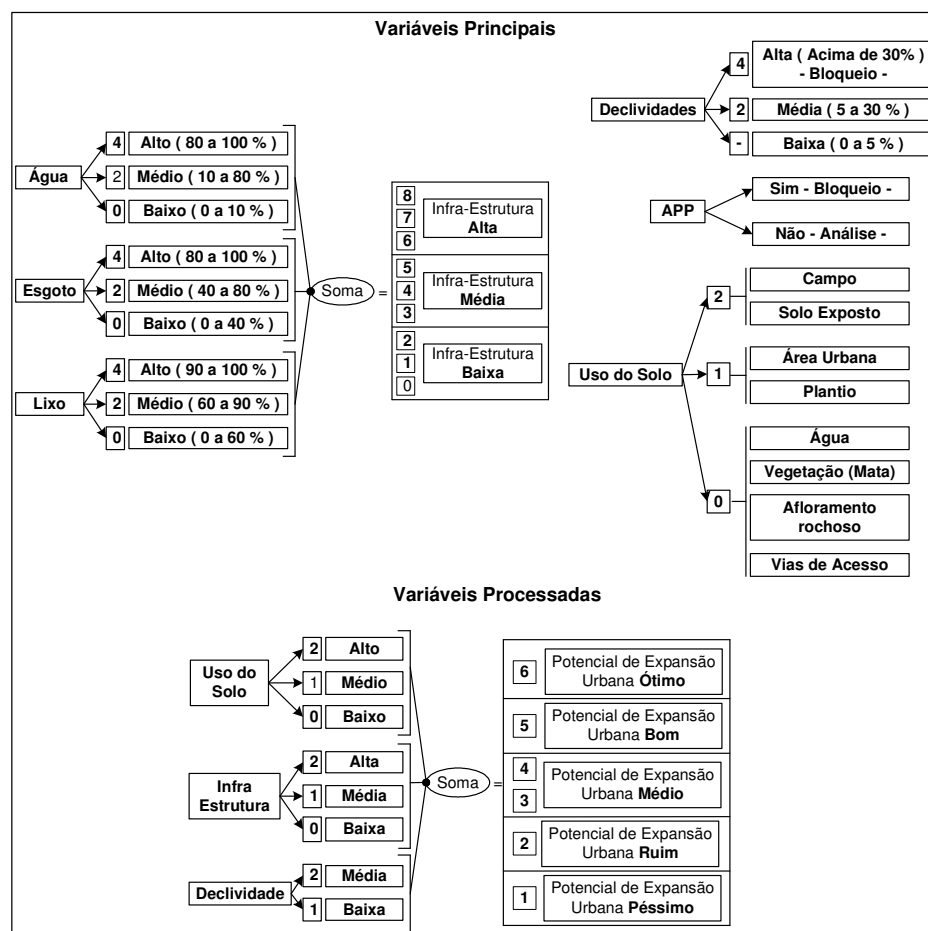


Figura 2 – Atribuição das notas às variáveis

#### 4. RESULTADOS OBTIDOS

O resultado da análise no EXPERTSINTA é obtido através de interação gráfica com o usuário onde o mesmo responde a perguntas relacionadas às variáveis do sistema e após o processamento por encadeamento regressivo explicado anteriormente, é determinado o índice para o potencial de expansão urbana do lote com as características fornecidas ao sistema e a infra-estrutura do setor censitário no qual o lote se encontra.

Dentre as opções para apresentação dos resultados nesse trabalho foi escolhido o formato de tabelas, pois apresentam de forma organizada as perguntas feitas pelo sistema e as combinações de respostas escolhidas de forma que todas as cinco opções do índice sejam obtidas.

Em cada tabela também é apresentado a resposta obtida pela inserção de um lote de 360m<sup>2</sup> no mapa de potencial de expansão urbana apresentado na Figura 3, que foi obtido em trabalho anterior (Andrade, 2006).

Para que fosse possível a comparação entre o resultado apresentado pelo mapa e o resultado do SE, o lote foi inserido em uma posição geográfica estratégica que atendesse às mesmas respostas dadas ao sistema pelo usuário para as cinco opções de índice de potencial de expansão urbana.

As Tabelas de 1 a 5 apresentam o resultado do SE para os índices ótimo, bom, médio, ruim e péssimo respectivamente.

Além das cinco possibilidades de resultado para potencial de expansão urbana citadas ainda existem mais duas que não foram representadas nas tabelas a seguir que são o índice “Não Edificante”, que resulta quando o usuário informa que o lote está em uma área de APP ou com declividade igual ou superior a 30%, e a resposta “Nenhum Valor Encontrado”, que pode ser resultado também para infra-estrutura e que resulta quando o usuário deixa de responder ou não sabe responder a qualquer uma das perguntas feitas pelo sistema.

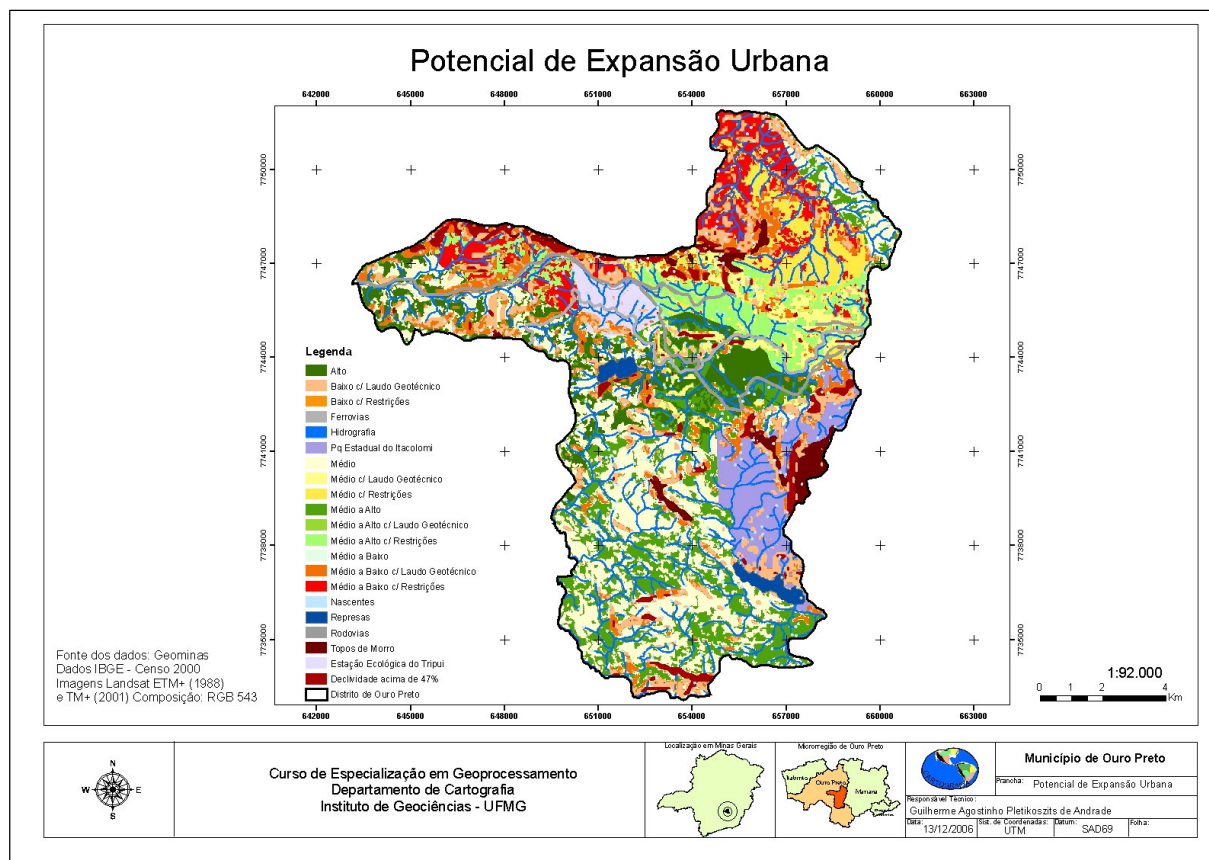


Figura 3 – Mapa de Potencial de Expansão Urbana para o distrito de Ouro Preto-MG

Pergunta	Resposta
A área em estudo é uma APP (Área de Proteção Permanente)?	Não
Das alternativas apresentadas, marque a que melhor representa a declividade da área em estudo.	Média (6 a 30%)
Das alternativas apresentadas, marque a que melhor representa a prestação do serviço de ÁGUA CANALIZADA no Setor Censitário do lote em análise.	Alto (80 a 100%)
Das alternativas apresentadas, marque a que melhor representa a prestação do serviço de COLETA DE LIXO na área em estudo.	Alto (90 a 100%)
Das alternativas apresentadas, marque a que melhor representa a prestação do serviço de REDE ESGOTO na área em estudo.	Alto (80 a 100%)
Marque a alternativa que melhor descreve o uso do solo da área em estudo.	Campo ou Solo Exposto
<b>Resultado ESPERTSINTA para o Potencial de Expansão Urbana</b>	<b>Ótimo</b>
<b>Resultado EXPERTSINTA Infra-Estrutura</b>	<b>Alta</b>
<b>Resultado Multicritérios Potencial de Expansão Urbana</b>	<b>Alto</b>

Tabela 1 – Potencial de Expansão Urbana Ótimo

Pergunta	Resposta
A área em estudo é uma APP (Área de Proteção Permanente)?	Não
Das alternativas apresentadas, marque a que melhor representa a declividade da área em estudo.	Média (6 a 30%)
Das alternativas apresentadas, marque a que melhor representa a prestação do serviço de ÁGUA CANALIZADA no Setor Censitário do lote em análise.	Média (10 a 80%)
Das alternativas apresentadas, marque a que melhor representa a prestação do serviço de COLETA DE LIXO na área em estudo.	Média (60 a 90%)
Das alternativas apresentadas, marque a que melhor representa a prestação do serviço de REDE ESGOTO na área em estudo.	Média (40 a 80%)
Marque a alternativa que melhor descreve o uso do solo da área em estudo.	Campo ou Solo Exposto

<b>Resultado ESPERTSINTA para o Potencial de Expansão Urbana</b>	<b>Bom</b>
<b>Resultado EXPERTSINTA Infra-Estrutura</b>	<b>Média</b>

<b>Resultado Multicritérios Potencial de Expansão Urbana</b>	Médio A Alto
--	--------------

Tabela 2 – Potencial de Expansão Urbana Bom

Pergunta	Resposta
A área em estudo é uma APP (Área de Proteção Permanente)?	Não
Das alternativas apresentadas, marque a que melhor representa a declividade da área em estudo.	Baixa (0 a 5%)
Das alternativas apresentadas, marque a que melhor representa a prestação do serviço de ÁGUA CANALIZADA no Setor Censitário do lote em análise.	Média (10 a 80%)
Das alternativas apresentadas, marque a que melhor representa a prestação do serviço de COLETA DE LIXO na área em estudo.	Média (60 a 90%)
Das alternativas apresentadas, marque a que melhor representa a prestação do serviço de REDE ESGOTO na área em estudo.	Média (40 a 80%)
Marque a alternativa que melhor descreve o uso do solo da área em estudo.	Área Urbana ou Plantio

<b>Resultado ESPERTSINTA para o Potencial de Expansão Urbana</b>	<b>Médio</b>
<b>Resultado EXPERTSINTA Infra-Estrutura</b>	<b>Média</b>

<b>Resultado Multicritérios Potencial de Expansão Urbana</b>	Médio
--	-------

Tabela 3 – Potencial de Expansão Urbana Medo

Pergunta	Resposta
A área em estudo é uma APP (Área de Proteção Permanente)?	Não
Das alternativas apresentadas, marque a que melhor representa a declividade da área em estudo.	Baixa (0 a 5%)
Das alternativas apresentadas, marque a que melhor representa a prestação do serviço de ÁGUA CANALIZADA no Setor Censitário do lote em análise.	Baixo (0 a 10%)
Das alternativas apresentadas, marque a que melhor representa a prestação do serviço de COLETA DE LIXO na área em estudo.	Baixo (0 a 60%)
Das alternativas apresentadas, marque a que melhor representa a prestação do serviço de REDE ESGOTO na área em estudo.	Baixo (0 a 40%)
Marque a alternativa que melhor descreve o uso do solo da área em estudo.	Área Urbana ou Plantio

<b>Resultado ESPERTSINTA para o Potencial de Expansão Urbana</b>	<b>Baixo</b>
<b>Resultado EXPERTSINTA Infra-Estrutura</b>	<b>Baixa</b>

<b>Resultado Multicritérios Potencial de Expansão Urbana</b>	Baixo a Médio
--	---------------

Tabela 4 – Potencial de Expansão Urbana Ruim



Pergunta	Resposta
A área em estudo é uma APP (Área de Proteção Permanente)?	Não
Das alternativas apresentadas, marque a que melhor representa a declividade da área em estudo.	0 a 5%
Das alternativas apresentadas, marque a que melhor representa a prestação do serviço de ÁGUA CANALIZADA no Setor Censitário do lote em análise.	Baixo (0 a 10%)
Das alternativas apresentadas, marque a que melhor representa a prestação do serviço de COLETA DE LIXO na área em estudo.	Baixo (0 a 60%)
Das alternativas apresentadas, marque a que melhor representa a prestação do serviço de REDE ESGOTO na área em estudo.	Baixo (0 a 40%)
Marque a alternativa que melhor descreve o uso do solo da área em estudo.	Afloramento rochoso ou Água ou Vias de Acesso ou Vegetação (Mata)
<b>Resultado ESPERTSINTA para o Potencial de Expansão Urbana</b>	<b>Péssimo</b>
<b>Resultado EXPERTSINTA Infra-Estrutura</b>	<b>Baixa</b>
<b>Resultado Multicritérios Potencial de Expansão Urbana</b>	<b>Baixo</b>

Tabela 5 – Potencial de Expansão Urbana Péssimo

## 5. CONCLUSÕES

Com a realização desse trabalho foi possível constatar que além de poderosa ferramenta no auxílio à tomada de decisões, os Sistemas Especialistas também podem ser utilizados como interface interativa entre as repartições do poder público e a população leiga, provendo assim o planejamento participativo, onde a população tem a oportunidade de participar mesmo que seja apenas para saber do funcionamento de uma avaliação ou até para criticar os procedimentos vigentes.

Após a comparação dos dois métodos utilizados para chegar ao potencial de expansão urbana de uma área, observou-se que os dois modelos apresentam os mesmos resultados, porém o usuário participa do processo no Sistema Especialista, diferente do que ocorre com um mapa, onde o usuário apenas visualiza o resultado obtido na pesquisa.

Toda interação com um usuário exige do mesmo algum conhecimento, mesmo que seja mínimo, do como utilizar a ferramenta em questão, para chegar ao resultado. Apesar de o sistema desenvolvido ser de fácil aprendizado de utilização, pessoas sem domínio nenhum de informática teriam certa dificuldade de utilizar-lo. Isso é amenizado com informações de como executar o sistema apresentadas no início da execução.

Pretende-se dar sequência ao estudo de aplicações de Inteligência Artificial no auxílio à análises que envolvam geoprocessamento, sempre tendo em vista a automação dos processos e a facilidade de utilização por pessoas leigas.

## 6. REFERÊNCIAS

Livros:

Maricato, E., 2001, Brasil, cidades: alternativas para a crise urbana, Vozes, Petrópolis, 204 páginas.

Monografias:

Andrade, G. A. P., 2006. Geoprocessamento no diagnóstico municipal de Ouro Preto como subsídio para construção de Plano Diretor. UFMG, Especialização em Geoprocessamento, (Monografia de Especialização).52 p.

Artigos em Anais:

Moura, A.C.M., 2007. Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em Análise de Multicritérios, In Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis - SC, Brasil, pp 2899-2906.

Notas de Aula:

Almeida, P.E.M. Sistemas Especialistas. Notas de Aula da disciplina "Inteligência Computacional", Mestrado em MMC, CEFET-MG, 2007.