
Análise de projetos para unidades de conservação, usando lógica *fuzzy*

SANDRO MEDEIROS
FUNASA

RENATO DE MELLO
FAPESC

PIO CAMPOS FILHO
UDESC

Resumo

Este trabalho apresenta um método para a análise de projetos candidatos à implantação em Unidades de Conservação, que usa a operação dos principais indicadores da economia, sociologia e ecologia, por meio da lógica *fuzzy*. São estruturadas árvores de decisão no modo *top-down*, onde as entradas são os indicadores primários e cada *output* é resultado de operações lógicas em um bloco de regras do tipo "se, e, ou, então". A lógica *fuzzy* foi escolhida em função da sua transparência para operar as informações, permitindo aos decisores uma clara compreensão sobre as consequências decorrentes das decisões tomadas ao longo do processo de análise. Como objeto de análise, foi considerada a possibilidade da implantação de um projeto turístico em uma área de restinga pertencente ao Estado de Santa Catarina. O resultado da aplicação do método mostra que ele é capaz de indicar aos decisores os níveis de apropriação de um projeto específico às condições dadas.

Palavras-chave

Análise de projetos, apoio à decisão, lógica *fuzzy*, Unidades de Conservação, indicadores.

Analysis of projects in conservation units, using fuzzy logic

Abstract

This work presents a method for projects analyses, which are applying for implantation in Conservation Units, which operates economics, sociology, and ecology indicators by fuzzy logic. Top-down decision trees are structured, where the entries are the primary indicators and each output is the result of logic operations in a block of rules with operators "if", and, or, so". The fuzzy logic was chosen due to its transparency when operating the information, allowing the stakeholders to clearly understand the consequences caused by the decisions made throughout the analysis process. The possibility of implanting a tourist project was considered as object of analysis, in an area that belongs to the state of Santa Catarina, Brazil. The State government has already showed the intention of building a ecological park in such area. The result of the utilization of the method shows that it can show the stakeholders the levels of adequacy of a specific project to the given conditions.

Key words

Project analysis, decision support, fuzzy logic, Conservation Units, indicators.

INTRODUÇÃO

A avaliação de sustentabilidade ambiental de um empreendimento considera como os aspectos econômicos e sociais deste empreendimento interferem no ambiente físico e ecológico em que está inserido. Nas avaliações de viabilidade de implantações de projetos em Unidades de Conservação (UCs), a verificação da apropriação de cada projeto, e do conjunto de projetos, envolve analisar individualmente cada aspecto que possa ser impactado e também os resultados previstos das combinações destes efeitos. As decisões sobre aceitar ou não as implantações dos projetos devem ser tomadas com base em critérios claros e definidos democraticamente. Este trabalho pretende contribuir para apoiar este tipo de decisão, com um modelo de organização e operação de critérios que torne a decisão confiável, baseada em indicadores abrangentes e inteligíveis para decisores não especialistas.

Os métodos atuais de análise de projetos buscam diminuir as incertezas das decisões, principalmente quanto à alocação de recursos e retorno de investimentos. Como essas incertezas ocorrem tanto no ambiente econômico, como no social e no ecológico, verifica-se a necessidade de integrar todo o contexto da avaliação do projeto. Estes métodos de apoio à decisão são, em sua maioria, de difícil operação e entendimento por parte dos decisores não especialistas. Entender também os custos e benefícios socioambientais envolvidos acaba se tornando uma questão vital para aqueles que têm a tarefa de tomar a decisão, tanto no âmbito dos interesses privados como para os gestores dos serviços e bens públicos.

No processo de análise de projetos de investimento é prática corrente considerar os indicadores ambientais e sociais como critérios acessórios ou secundários. A análise socioambiental é feita ainda de forma estática, como uma avaliação momentânea sobre os dos impactos do empreendimento.

O modelo aqui apresentado foi desenvolvido para atender à necessidade de se avaliar de forma transparente tanto as questões ambientais, econômicas e sociais como também a inevitável interdependência que cada um destes critérios exerce sobre os demais, fornecendo assim uma visão de futuro mais próxima da realidade que os projetos devem enfrentar. A questão central que se busca entender é a verificação do nível de apropriação de um empreendimento, que foi proposto para implantação em uma Unidade de Conservação do Estado de Santa Catarina. O estudo de caso para validação do modelo é a análise da implantação de complexo turístico no Parque do Rio Vermelho, área pertencente ao Estado de Santa Catarina. Os fatores ambientais e sociais relativos ao projeto são avaliados conjuntamente com o fator econômico, tornando possível minimizar as incertezas inerentes à sua implantação e possibilitando uma decisão mais segura.

A crescente demanda por planos de manejo das Unidades de Conservação (UCs) traz consigo a necessidade de se planejar não só a infra-estrutura dos serviços disponíveis, mas a própria razão de sustentabilidade do sistema em função da capacidade de suporte de cada UC. No caso do Parque do Rio Vermelho, a implantação do projeto implica em exercer pressão sobre áreas ambientalmente ainda preservadas que sofrem demanda social e econômica por seu uso.

Inúmeros trechos de litoral brasileiro já perderam atributos ecológicos que constituiriam atrativos para projetos turísticos e de preservação, resultando não só na degradação do ecossistema, mas também extinguindo as potencialidades econômicas e sociais que poderiam advir com a realização de empreendimentos. Normalmente, isto ocorre devido à falta de uma análise acerca do nível de apropriação do projeto ao ecossistema, à economia e à sociedade local e regional. Os projetos que estão dentro de condições de sustentabilidade podem facilitar o desenvolvimento econômico de uma região e também proteger o ecossistema.

O FUTURO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Nos processos usuais de avaliação de investimentos, a análise de um projeto implica em avaliar as incertezas quanto ao seu retorno e seus impactos. Essas incertezas podem ser tanto de caráter financeiro (análise tradicional) como também de caráter ambiental e social, tais como atualmente se requer em agências de fomento. A decisão sobre o investir ou não, por sua vez, se baseia num criterioso estudo das condições internas e externas inerentes a cada projeto. Por isso, a análise de projetos se torna um problema ainda mais relevante e complexo quando se percebe que existe uma ampla gama de indicadores além daqueles de caráter econômico. Isso pressupõe que os métodos tradicionalmente empregados na avaliação do investimento desconsideram parte do amplo espectro de informações que verdadeiramente fazem parte de cada projeto.

Dentro do critério financeiro, os métodos tradicionalmente empregados são; o Valor Presente Líquido (VPL), o Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE) e a Taxa Interna de Retorno (TIR), que buscam basicamente refletir o retorno do fluxo de caixa. Para uma análise mais apurada das condições econômicas do empreendimento deve ser realizada uma abordagem mais criteriosa sobre os campos: Custo do Investimento; Economia Local; Sustentabilidade; e Receita Operacional.

A utilização combinada de critérios ambientais e sociais visa desenvolver uma análise de projetos mais abrangente e próxima da realidade. Quanto ao critério ambiental, devem ser considerados conjuntamente os

três campos para análise: Riscos ao Meio Ambiente; Suporte Biótico e Aspecto Físico. Quanto ao critério social, devem ser considerados três campos: Educação; Emprego e Grau de Humanização. A verificação da apropriação de um projeto permite que se olhe para o futuro do empreendimento não só em termos econômicos, mas também em termos ambientais e sociais no que se refere às conseqüências sobre a área escolhida para implantação.

Para validar o modelo foi feita uma análise de um projeto turístico, proposta encaminhada ao governo do Estado de Santa Catarina por uma empresa privada. O estudo aqui apresentado analisa se um projeto está, ou não, apropriado para implantação na UC para a qual foi desenvolvido.

O MÉTODO DE ANÁLISE DA APROPRIAÇÃO DE PROJETO

Os métodos multicriteriais das famílias de programações matemáticas multiobjetivo, de teorias de utilidades multiatributos, de aproximações hierárquicas e de desagregação de preferências não permitem operações com bases múltiplas e representações difusas, como também aponta Zuffo (1998, p. 54-78). Entre as principais correntes multicriteriais, aquelas que obtêm melhores resultados nas operações com variáveis difusas são os métodos de programação estocástica, tais como os “*Chance-constrained programming* (e os de *goal programming*)”, ainda que apresentem problemas de formulação do modelo em sistemas complexos e com informações incompletas, como mostrado por Takyi (1999).

Os métodos que obtêm melhores resultados de apoio aos decisores, e que estão sendo mais utilizados, são aqueles da família dos “*Analytic hierarchy process*”, tais como o próprio “AHP”, o “AHP multiaplicativo” e o “*Expert choice*”, cujos resultados das sínteses de prioridades são as alternativas hierarquizadas. Os processamentos são feitos por estimativas de valores definidos pelos decisores e por comparação de pares de dados, oferecendo resultados prontos aos decisores. É restrito quanto às possibilidades de análises parciais das variáveis temáticas e em casos de variáveis dependentes. Os métodos baseados nas relações hierárquicas, tais como os da família PROMETHEE, ordenam e buscam otimizações por meio de relações de restrições, com as mesmas dificuldades de operações de variáveis dependentes e com informações difusas. Os métodos da família ELECTRE também tratam os dados como pesos em pares e procuram relações de concordância, oferecendo resultados calculados como preferências hierarquizadas.

O método que mostra melhor capacidade de tratar variáveis difusas, em ambiente de informações incompletas, de baixa qualidade e com variáveis fortemente dependentes, é aquele da árvore de decisão “*top-down*”, com operações entre variáveis nos nós feitas por lógica fuzzy (*soft decision trees*), como proposto originalmente por Wehenkel (2003).

úmeros trechos de litoral brasileiro já perderam atrativos ecológicos que constituiriam atrativos para projetos turísticos e de preservação, resultando não só na degradação do ecossistema, mas também extinguindo as potencialidades econômicas e sociais que poderiam advir com a realização de empreendimentos.

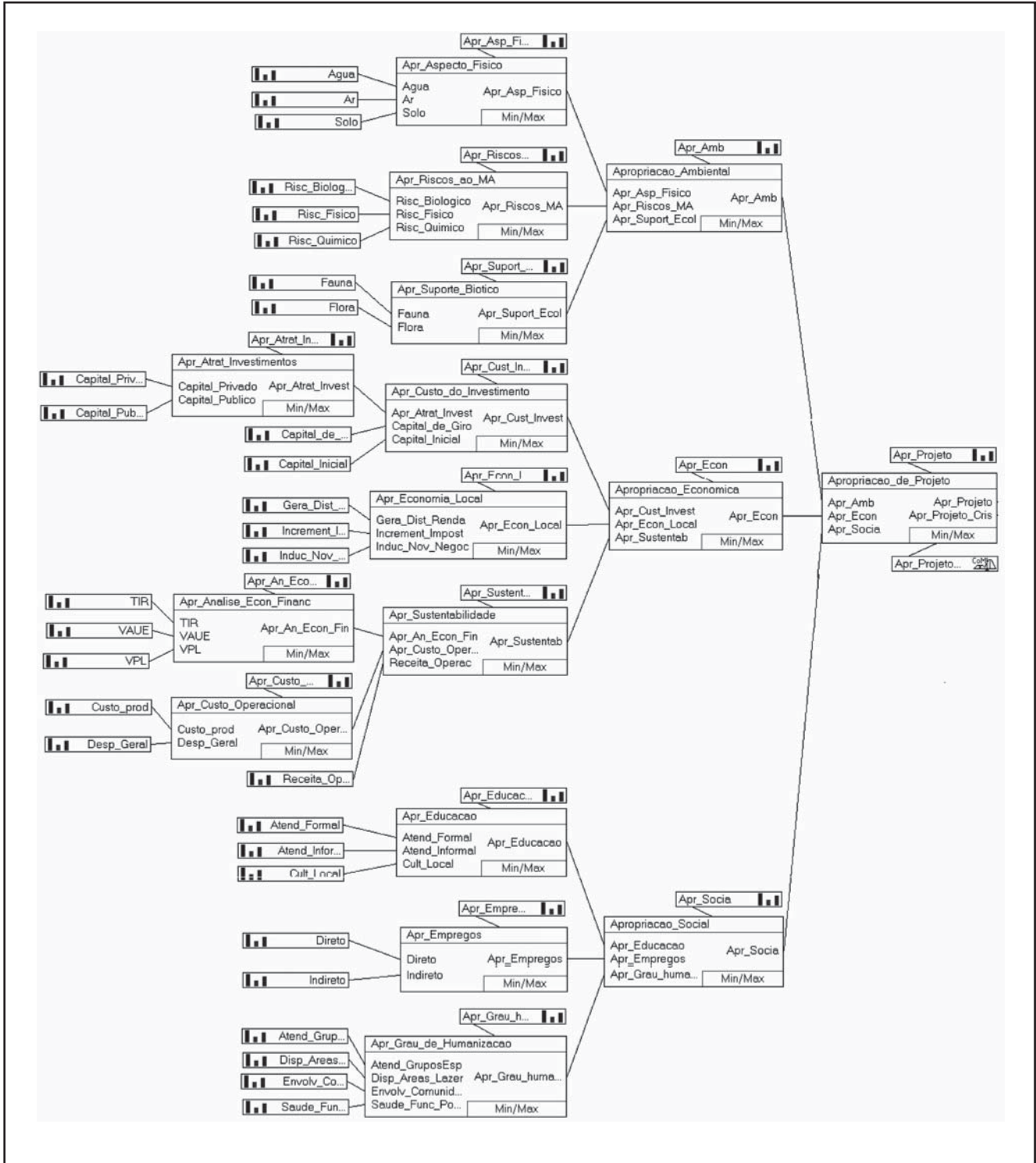
No desenvolvimento e validação do modelo aqui apresentado optou-se pelo aprimoramento deste método. A estrutura foi construída em forma de árvore, onde se procurou primeiramente buscar qual a questão principal a ser respondida e que gera a incerteza. Esta questão é então subdividida em partes componentes e assim em diante, até que as variáveis possam ser estimadas diretamente por medições ou avaliações de especialistas. Diferentemente do método proposto por Wehenkel (2003), que tem os crescimentos e podas de ramos particionados automaticamente, procurou-se uma estruturação do crescimento da árvore em que os critérios de definição de cada nó são feitos pelos *stakeholders*, assim como as podas.

Este modelo aqui apresentado trata a decisão como uma combinação de critérios temáticos. Cada critério é resultado de combinações de indicadores, que vão sendo desdobrados em forma de uma árvore de decisões, até que um determinado aspecto possa ser avaliado diretamente por especialistas ou por *stakeholders*. A estruturação da árvore é feita no sentido *top-down*, como apresentada por Janikow (1998), Kothari (2001) e Wehenkel (2003). Os indicadores são avaliados nas suas próprias métricas e podem assumir formas de variáveis lingüísticas. As avaliações de todos os indicadores são transformadas em funções de pertinência, sendo que as operações entre critérios diversos (indicadores temáticos e de avaliação direta) são realizadas por meio de blocos de regras (se, e, ou, então), como apresentadas em Troya (1996), Bueno (2003) e Prabhu (2004).

A árvore é formada por três temas: ambiental, econômico e social. Cada um destes temas vai formar os ramos da árvore. Estes ramos, por sua vez, se prolongam quando se trabalha a informa-

ção até seu nível de maior detalhamento. A seguir é mostrada, na Figura 1, a árvore desenvolvida para análise de implantação deste projeto específico no Parque do Rio Vermelho.

Figura 1: Árvore de decisão — projeto turístico no Parque do Rio Vermelho.



A operação de combinação dos indicadores pela lógica *fuzzy* permite trabalhar as informações de forma qualitativa, em seus diversos níveis. Isto gera uma transparência não só na estrutura do método, mas também na verificação das possíveis interferências que os dados de entrada exercem sobre o resultado final. A lógica *fuzzy*, por sua vez, possibilita gerar e disponibilizar informação aos decisores sem, contudo, determinar uma solução ótima ou a melhor de todas, trabalhando com a informação dos diversos atores ou intervenientes e permitindo verificações passo a passo do processo. Os indicadores são variáveis lingüísticas que podem assumir possíveis posições em funções de pertinência, cujas métricas são definidas pelos decisores em formatos difusos ou discretos, tais como “ruim”, “razoável”, “bom”, e em espaços entre zero e um, como demonstrado por Zimmermann (1996).

Indicadores lingüísticos são usados para transformar valores reais em valores lingüísticos. Os valores possíveis de um indicador lingüístico não são números, mas simplesmente “termos lingüísticos”. Cada termo lingüístico é definido por uma função de pertinência que associa para qualquer valor do indicador de entrada a sua associação ao termo lingüístico.

A Figura 2, a seguir, mostra um exemplo de funções de pertinências de variável de trabalho.

A inferência *fuzzy* é realizada em blocos de regras que relacionam as operações de interseção ou união entre os conjuntos, combinando os critérios de entradas na conformação dos resultados de saída do nó. A saída deste bloco de regras é um indicador lingüístico.

A desfuzificação do indicador de saída destes blocos de regras transforma os indicadores de volta ao modo discreto. A escolha do método de desfuzificação depende do contexto da decisão, neste caso de projeto optou-se

pelo método de centro de máximos, que é mais recomendado para decisões qualitativas. Este método apresenta resultados próximos ao de centro de área, oferecendo a possibilidade de melhor interpretação gráfica aos decisores não especialistas.

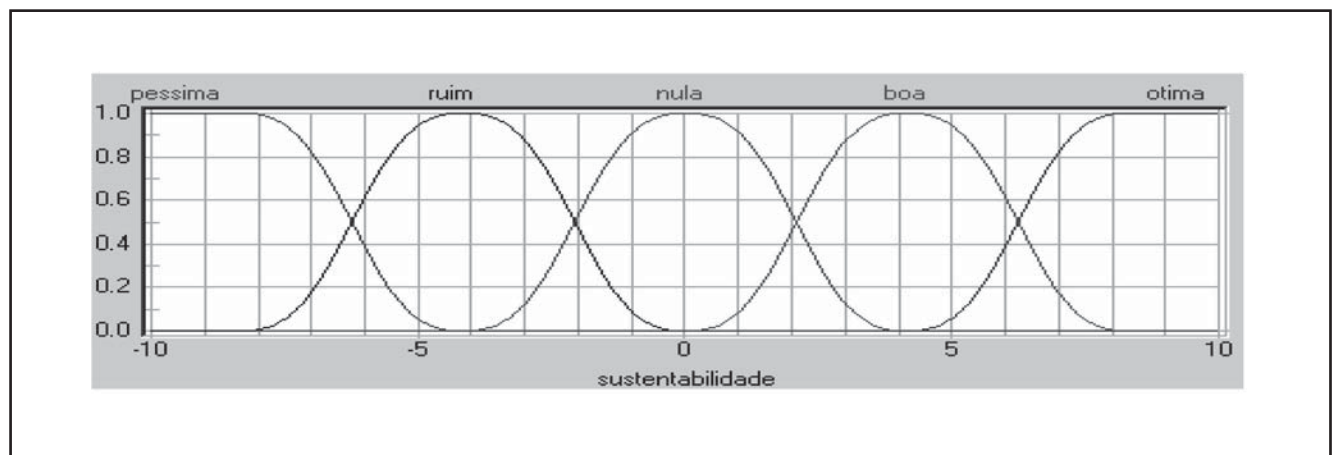
Os blocos de regras contêm o controle estratégico do sistema lógico *fuzzy*. Cada bloco de regras confina todas as regras para um mesmo contexto. Um contexto é definido pelas mesmas regras nos indicadores de entrada e de saída. A parte da regra “SE” descreve a situação, para a qual a regra é designada. A parte “ENTÃO” descreve a resposta do sistema *fuzzy* nesta situação.

O processamento das regras começa com o cálculo da parte “SE”. O operador tipo do bloco de regras determina qual método é usado. Os operadores usualmente utilizados são do tipo MIN-MAX, MIN-AVG e GAMMA. Neste trabalho adotou-se o operador tipo MIN-MAX, pois as restrições de entradas são todas de combinações de conjuntos do tipo “E”, ou de “MÍNIMOS”, com todos os critérios sendo contemplados. Não existe a opção “OU”. As operações de definição de quais regras serão acionadas são do tipo “MÁXIMOS”, buscando as regras que obtiverem os maiores valores.

As regras de decisão que combinam os indicadores diretos e temáticos são geradas de acordo com as importâncias que a variável de entrada tem na definição da variável de saída, estabelecidas dentro de uma escala qualitativa e próxima da linguagem humana. Com isso, a análise fica próxima do que *stakeholders* e população em geral encaram como suas próprias verdades. As entradas das informações sobre como devem ser as influências das entradas sobre as saídas são feitas por meio de deslizadores, como na Figura 3.

A seguir está um exemplo de bloco de regras gerado, na Figura 4.

Figura 2: Exemplo de funções de pertinências dos termos e intervalos de discurso de indicadores temáticos e do indicador sistêmico.



Os resultados obtidos das operações podem ser representados em formas de funções de pertinência aos termos predefinidos, ou desfuzificados. A opção deste trabalho foi pela desfuzificação usando o método de centro de máximos, como no exemplo da Figura 5. Este método usa apenas os pontos máximos das funções de pertinência. O valor da desfuzificação é determinado ao se encontrar o fulcro onde os pesos são balanceados.

O PARQUE DO RIO VERMELHO

Localizado em uma restinga, na região norte da ilha de Santa Catarina, o Parque do Rio Vermelho constitui uma área pública pertencente ao governo do Estado de Santa Catarina. Ao longo dos seus muitos anos de existência, o parque teve garantida a manutenção de uma grande área livre de invasões e da expansão imobiliária. Hoje, a área, candidata a Unidade de Conservação, passa por

pressões para que seus espaços tenham uma utilidade ou função social.

Há um interesse manifestado, por parte de ONGs e do governo do Estado de Santa Catarina, para que o Parque do Rio Vermelho passe por melhorias para manter-se livre da degradação ambiental. Essas melhorias incluem desde a retirada de contaminações por espécies exóticas, caso dos pinheiros, e replantio de espécies nativas, como a disponibilidade de áreas para lazer, esporte e cultura à população. Dentre os projetos que foram apresentados à administração do Parque, foi selecionado um que permitisse a análise clara dos aspectos ambientais, econômicos e sociais, por ser o que causaria os maiores impactos.

O projeto em questão trata-se da implantação de equipamentos e serviços orientados para o turismo, em uma parte da área de onde seriam retirados os pinheiros exóticos.

Este projeto pode gerar polêmicas entre os decisores

Figura 3: Exemplo de entradas para definição de influências dos indicadores de entrada sobre os de saída.

Figura 4: Regras do Bloco “Apropriação do Custo Operacional”.

SE		ENTÃO
Custo_prod	Desp_Geral	Apr_Custo_Operac
Baixo	baixo	alto
Baixo	médio	alto
Baixo	Alto	alto
Médio	baixo	médio
Médio	médio	médio
Médio	Alto	médio
Alto	baixo	baixo
Alto	médio	baixo
Alto	Alto	baixo

e inquietação na população local e regional, por destinar recursos ambientais públicos de ótima qualidade para usos em atividades empresariais privadas, ainda que apresentem intenções de gerar melhorias na qualidade de vida local, empregos e estímulos econômicos relevantes. Os decisores em questão são os administradores e responsáveis públicos estaduais, municipais, federais, Ministério Público, ONGs de atuação regional e local, bem como os empresários que apresentam os projetos.

ANÁLISE DE RESULTADOS

Na análise da verificação da apropriação do projeto é feita a operação entre os conjuntos de pertinência dos indicadores de entrada (diretos), para definir seus correspondentes indicadores de saída (temáticos). Os indicadores de entrada foram obtidos por intermédio da análise conjunta de pesquisadores e representantes da administração do Parque Florestal do Rio Vermelho, como teste para o modelo. Em uma situação de aplicação prática do modelo para suporte à decisão, os decisores a serem consultados e que participariam da elaboração e definição das importâncias relativas entre variáveis, da avaliação dos indicadores diretos e da própria estruturação da árvore, deveriam ser todos aqueles descritos anteriormente.

Os indicadores diretos tiveram seus valores estimados em função das ações previstas em projeto, definidas com base em informações fornecidas pela empresa proponente sobre as características do projeto. As comunidades do entorno foram consideradas, para efeito de teste do modelo, como aquelas presentes na “Barra da Lagoa”, na “Costa da Lagoa” e no “Rio Vermelho”, em Florianópolis, SC.

São apresentados a seguir os indicadores de saída, com

os graus de influência estabelecidos em função da importância que cada indicador de entrada tem sobre o indicador de saída.

Análise Econômica

Este indicador temático da apropriação quanto à análise econômico-financeira é resultado da operação entre os indicadores diretos da Taxa Interna de Retorno (TIR), do Valor Presente Líquido (VPL) e do Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE).

Para a TIR, a avaliação do projeto ficou em 0,2 baixo, 0,6 médio e 0,2 alto. Considerando a TIR de outros empreendimentos similares, o projeto em questão prevê um valor próximo à média de mercado. Para o VPL o projeto recebeu as avaliações de 0,1 baixo, 0,3 médio e 0,6 alto. Em função das condições econômicas de queda estimada da inflação e previsão de aquecimento da economia, o empreendimento projeta um valor presente líquido maior.

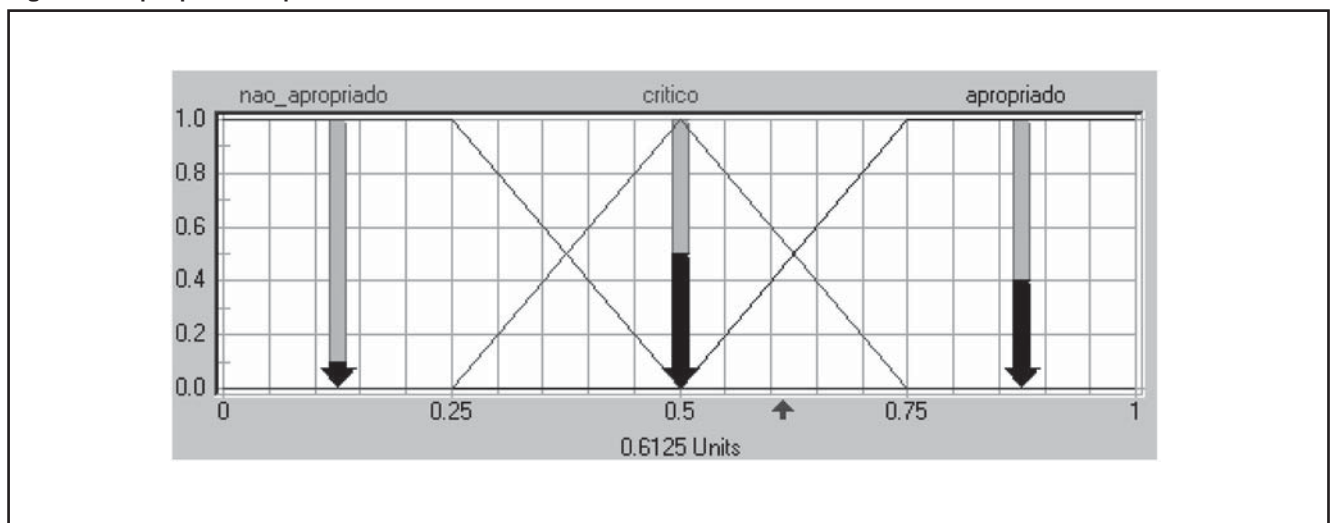
A avaliação do VAUE foi de 0,1 baixo, 0,5 médio e 0,4 alto. Uma análise comparativa do VAUE do projeto com o de outros empreendimentos de mesma categoria e porte mostrou que seus valores estão numa posição de intermediária a alta.

O resultado da apropriação quanto à análise econômico-financeira é de 0,6125, que ajustado gera o valor de 65%. Esse resultado mostra que o projeto é apropriado em termos do retorno financeiro pelo investimento feito no empreendimento. O projeto constitui, enfim, um bom investimento no que se refere ao retorno de investimentos a serem realizados.

Aspecto Físico

O indicador da apropriação quanto ao aspecto físico é

Figura 5: Apropriação quanto à análise econômico-financeira.



obtido da operação *fuzzy* entre os indicadores diretos dos aspectos da água, do ar e do solo.

O aspecto da água foi avaliado em 0,1 baixo, 0,3 médio e 0,6 alto. Existe a possibilidade de contaminação das águas subterrâneas e superficiais em função da intensificação do uso da área, ainda que projeto tenha contemplado as normas do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1999) para atividades em UCs.

A operação de combinação dos indicadores pela lógica *fuzzy* permite trabalhar as informações de forma qualitativa, em seus diversos níveis. Isto gera uma transparência não só na estrutura do método, mas também na verificação das possíveis interferências que os dados de entrada exercem sobre o resultado final.

A avaliação da apropriação quanto ao aspecto do ar foi de 0,6 baixo, 0,3 médio e 0,1 alto. Em função do tipo de empreendimento, turístico, e das características do parque, foi identificada pouca possibilidade de o empreendimento afetar as condições do ar.

O aspecto do solo foi avaliado em 0,1 baixo, 0,2 médio e 0,7 alto. Como a implantação do projeto está prevista para ocorrer numa área onde hoje existem espécies exóticas, que deverão ser erradicadas, e o mesmo prevê o plantio de árvores nativas, as condições do solo tendem a melhorar.

O indicador apropriação quanto ao aspecto físico, resultante da operação entre os indicadores aspecto do ar, da água e do solo apresenta como resultado o valor de 75%. Este resultado mostra que o projeto está apropriado quanto ao aspecto físico, sendo capaz de minimizar os impactos devidos à sua implantação e operação.

Atração de Investimentos

A verificação da apropriação quanto à atração de investimentos é resultante da operação *fuzzy* entre indicadores de apropriação em relação ao capital público e capital privado.

O indicador de capital público foi avaliado em 0,4 baixo, 0,5 médio e 0,1 alto. Como a área em questão constitui-se numa área pública, a sua cessão pode ocorrer somente na forma de comodato. Levando esse fato em questão, espera-se que o investimento de capital público deva ocorrer de maneira não muito expressiva, com valores próximos

àqueles verificados em outros empreendimentos de mesma categoria e porte.

A avaliação da atração de capital privado foi de 0,1 baixo, 0,2 médio e 0,7 alto. Por se tratar de um setor em franca expansão, o setor turístico tem atraído grande atenção de investidores, principalmente devido ao fato de prever instalação em área com enormes atrativos ambientais, razoavelmente preservada e livre de invasões.

Apesar de o setor turístico compreender uma atividade econômica em franca expansão, na região de implantação não há uma tradição turística para este tipo de empreendimento. O resultado de 43,74% indica baixa atratividade de investimentos.

Custo do Investimento

O indicador da apropriação quanto ao custo do investimento é resultado da operação *fuzzy* entre indicadores diretos de capital de giro e capital inicial e o indicador temático da apropriação quanto à atração de investimentos.

O indicador de capital inicial é avaliado como 0,1 baixo, 0,2 médio e 0,7 alto. Ao mesmo tempo em que as UCs se constituem de áreas privilegiadas para a implantação de empreendimentos do setor turístico, estas passam a exigir um alto custo de investimento para a proteção dos ecossistemas ainda preservados.

O indicador de capital de giro é avaliado em 0,2 baixo, 0,6 médio e 0,2 alto. Uma vez implantado o projeto, os custos devidos à operacionalização do empreendimento mantêm-se próximos daqueles valores praticados por outros empreendimentos de mesma categoria e porte. Os valores encontrados um pouco acima da média são devidos à manutenção de uma estrutura excedente para proteção dos ecossistemas associados ao empreendimento.

Muito embora o investimento atraia recursos públicos e privados, a apropriação quanto aos custos do investimento mostra que os altos custos para adequar a implantação do projeto às condições ambientais e sociais da área escolhida, assim como para operar a estrutura apresentada pelo projeto, resultam no valor deste indicador em 43,74%, abaixo do nível médio.

Custo Operacional

Este indicador temático é resultado da operação *fuzzy* entre os indicadores diretos de custo de produção e de despesas gerais.

O indicador de custo de produção foi avaliado em 0,1 baixo, 0,4 médio e 0,5 alto. Os custos de produção são

maiores que os custos apresentados por outros empreendimentos de mesma categoria e porte. Estes custos são devidos aos custos diretos e indiretos envolvidos com a operacionalização do empreendimento acrescidos àqueles necessários à preservação das características ambientais do parque.

A avaliação do indicador de despesas gerais foi de 0,5 baixo, 0,4 médio e 0,1 alto. As despesas gerais envolvem despesas financeiras e administrativas, impostos municipais, dentre outros. Como a área prevista para implantação constitui-se numa área pública e deve atender aos interesses sociais, tais como a disponibilização de áreas de lazer para o público, o projeto pleiteia a isenção parcial de impostos municipais. As despesas gerais devem ficar abaixo dos valores realizados em outros empreendimentos de mesma categoria e porte.

O valor alcançado pelo indicador de apropriação quanto ao custo operacional foi de 30%. Este valor indica que os custos necessários à operacionalização do empreendimento estão muito ruins em comparação com outros empreendimentos de mesma categoria e porte. Os custos devidos aos custos de produção tornaram-se superiores àqueles verificados em outros empreendimentos similares.

Economia Local

Este indicador temático, que trata da apropriação do projeto à economia local, é resultado das operações entre os indicadores diretos de geração e distribuição de renda, incremento em impostos e indução de novos negócios.

Para a geração e distribuição de renda são utilizadas as avaliações de 0,5 baixo, 0,3 médio e 0,2 alto. Os empreendimentos do setor turístico, muito embora gerem uma quantidade significativa de empregos diretos e indiretos, não pagam altos salários à grande maioria de seus trabalhadores. Dessa maneira, não possibilita uma efetiva distribuição de renda.

Para o incremento em impostos são utilizados os valores de 0,6 baixo, 0,3 médio e 0,1 alto. Em função da área utilizada pelo projeto compreender uma área pública, estima-se que haverá isenção de alguns impostos.

Para a indução em novos negócios são utilizados os valores de 0,1 baixo, 0,1 médio e 0,8 alto. Tanto no parque quanto em seu entorno existe uma carência por serviços. Um empreendimento do porte do projeto em análise pode gerar um fluxo de pessoas na região, tornando possível o fomento de pequenos negócios.

Muito embora a indução de novos negócios seja significativa, os benefícios fiscais e tributários que o empreendi-

mento espera receber, assim como a inexpressiva geração e distribuição de renda acabam minimizando a apropriação sobre a economia local. O projeto fica então com resultado de avaliação deste indicador temático muito próximo do valor crítico, com 56,25%. Isto indica que o projeto precisa ser melhorado, por exemplo, através da garantia de uma remuneração superior àquela praticada por outros empreendimentos na região de influência.

Educação

O indicador temático da educação é resultado da operação *fuzzy* entre os indicadores diretos de atendimento formal, atendimento informal e cultura local.

Para o indicador de atendimento formal são utilizados os valores de 0,3 baixo, 0,5 médio e 0,2 alto. O atendimento formal seria feito através de formação de instrutores, oferecimento de palestras e atividades educativas sobre meio ambiente e turismo.

Para o atendimento informal são utilizados os valores de 0,3 baixo, 0,3 médio e 0,4 alto. O empreendimento prevê um grande fluxo de usuários e visitantes, disponibilizando parte de sua estrutura ao atendimento informal de turistas, escolas e interessados.

A avaliação do indicador de apropriação quanto à cultura local foi de 0,2 baixo, 0,5 médio e 0,3 alto. O projeto pretende se instalar numa área com forte influência da cultura açoriana.

Muito embora a indução de novos negócios seja significativa, os benefícios fiscais e tributários que o empreendimento espera receber, assim como a inexpressiva geração e distribuição de renda acabam minimizando a apropriação sobre a economia local.

O resultado da avaliação do indicador de apropriação quanto à educação atingiu um valor de 55%. Isto mostra que o projeto não contempla de forma satisfatória o atendimento formal, o atendimento informal e a cultura local. O empreendimento precisaria aumentar a estrutura necessária ao atendimento às demandas educacionais, além de contemplar melhor a cultura local.

Empregos

Este indicador temático de apropriação do projeto quanto à geração de empregos é resultado da operação *fuzzy* entre

os indicadores de geração de empregos diretos e empregos indiretos.

Para avaliar a geração de empregos diretos são utilizados os valores de 0,1 baixo, 0,3 médio e 0,6 alto. Em função das características de projeto o nível de empregos diretos é alto para os padrões estabelecidos por outros empreendimentos de mesma categoria e porte. Estas características dizem respeito também à necessidade de manutenção de extensas áreas compreendidas pelo empreendimento.

O projeto candidato a ser implantado no Parque Florestal do Rio Vermelho, nas condições previstas pelos pesquisadores e representantes da administração do Parque Florestal do Rio Vermelho, apresenta uma condição insuficiente, que sugere melhorias.

A avaliação de desempenho de geração de empregos indiretos foi de 0,1 baixo, 0,7 médio e 0,2 alto. Comparativamente a outros empreendimentos de mesma categoria e porte, o projeto demanda um nível de mão-de-obra próximo da média de mercado.

Em função da grande demanda de mão-de-obra direta e indireta, gerada pelo empreendimento, este indicador obteve a avaliação de 75%, que representa um projeto significativamente apropriado em termos de geração de empregos.

Grau de Humanização

O indicador da apropriação do projeto quanto ao grau de humanização é resultado da operação *fuzzy* entre os indicadores de atendimento aos grupos especiais, de disponibilização de áreas de lazer, de envolvimento com a comunidade e da saúde de funcionários e população.

Para avaliar o atendimento aos grupos especiais são utilizados os valores de 0,4 baixo, 0,4 médio e 0,2 alto. Os grupos especiais, aqui representados pelos deficientes físicos e mentais, além de idosos, não são suficientemente atendidos pelo projeto.

A avaliação da disponibilização de áreas de lazer foi de 0,2 baixo, 0,2 médio e 0,6 alto. A área na qual será estabelecido o empreendimento constitui-se numa área pública, com amplas áreas de lazer disponíveis tanto aos clientes quanto aos visitantes de um modo geral.

O indicador do envolvimento com a comunidade foi de 0,1 baixo, 0,7 médio e 0,2 alto. O projeto, muito embora estabelecido sobre uma área pública, constitui-se num

empreendimento privado. Seu envolvimento previsto com a comunidade é de disponibilização de áreas de lazer e colocação de posto de saúde para atendimento emergencial.

Para o indicador de apropriação quanto à saúde de funcionários, clientes e população são utilizados os valores de 0,3 baixo, 0,5 médio e 0,2 alto. O projeto oferece condições próximas da média do setor, disponibilizando um posto de saúde emergencial.

Muito embora disponibilize amplas áreas de lazer, este indicador da apropriação quanto ao grau de humanização encontra-se crítico em 50%, principalmente devido à insuficiência tanto no envolvimento com a comunidade, quanto no atendimento a grupos especiais.

Riscos Ambientais

O indicador de apropriação quanto aos riscos ao meio ambiente é resultado da operação *fuzzy* entre os indicadores de riscos biológicos, riscos físicos e riscos químicos.

Para avaliar os riscos biológicos são utilizados os valores de 0,5 baixo, 0,4 médio e 0,1 alto. O empreendimento constitui-se basicamente de atividades relacionadas a serviços. Por isso, é muito pequena a possibilidade de que o projeto ofereça riscos biológicos à área escolhida para implantação, além da questão de contaminação do parque com espécies exóticas e dos inerentes riscos que a intensificação do uso antrópico causa.

A avaliação dos riscos físicos foi de 0,3 baixo, 0,5 médio e 0,2 alto. Estes podem ser considerados de condição mediana, já que na etapa de implantação poderão ocorrer agressões ao meio ambiente devido principalmente aos desmatamentos.

Os riscos químicos foram avaliados em 0,3 baixo, 0,5 médio e 0,2 alto. Estes valores estão relacionados principalmente à ocorrência de liberações acidentais de produtos químicos utilizados em serviços, materiais de limpeza, agrotóxicos e fertilizantes.

O valor de 61,1% obtido para este indicador mostra que os riscos físico e químico promovidos pelo empreendimento são apenas razoáveis.

Suporte ao Meio Biótico

Este indicador temático da apropriação quanto ao suporte ao meio biótico é resultado da operação *fuzzy* entre os indicadores de apropriação do projeto aos aspectos da fauna e da flora.

Para avaliar o indicador de fauna são utilizados os valores 0,2 baixo, 0,5 médio e 0,2 alto. Com a implantação do empreendimento, a área ficará mais suscetível a visitas,

possibilitando a ocorrência de mau uso antrópico de intrusões para roubo de recursos naturais. Entretanto, podem ser viabilizadas melhorias na fiscalização e nas condições futuras da fauna do parque.

Para o indicador da flora são utilizados os valores de 0,3 baixo, 0,5 médio e 0,2 alto. Da mesma forma que a fauna, a flora sofrerá as conseqüências do aumento do número de visitas. O valor de 0,2 alto em razão da substituição dos pinheiros por vegetação nativa e 0,3 baixo em razão de que o projeto prevê o plantio de grama exótica nas áreas destinadas a parte das atividades previstas.

O resultado da verificação da apropriação quanto ao suporte ao meio biótico foi da ordem de 45%, abaixo da situação crítica.

Sustentabilidade Econômica

O indicador temático da apropriação do projeto em relação à sustentabilidade econômica é obtido na operação entre os indicadores da receita operacional, indicadores de análise econômica e de custo operacional.

Para a receita operacional são utilizados os valores de 0,0 baixo, 0,1 médio e 0,9 alto. O empreendimento poderá se tornar um pólo turístico da região e atrair uma quantidade expressiva de turistas, visitantes e esportistas.

Como resultado da análise econômico-financeira, custo operacional e receita operacional o empreendimento mostra-se apropriado quanto à sustentabilidade econômica em 72,21%.

Apropriação Ambiental

O indicador temático da apropriação ambiental do projeto é resultado da operação entre os indicadores de suporte biótico, físico e riscos ambientais.

Em termos da apropriação ambiental o projeto alcança 50%, mostrando que o projeto é ambientalmente crítico. En-

tretanto, é importante ressaltar que apesar dos riscos ambientais e do suporte biótico, o projeto está em posição segura no que se refere e apropriação quanto ao aspecto físico.

Apropriação Econômica

A avaliação de apropriação econômica é obtida pela operação entre os indicadores de custo do investimento, da economia local e de sustentabilidade.

O indicador apropriação econômica mostra que o projeto tem uma apropriação quanto ao custo do investimento praticamente crítico e apropriação quanto à economia local ligeiramente superior ao valor crítico. A apropriação quanto à sustentabilidade do empreendimento garante a apropriação econômica do projeto da ordem de 65%.

Apropriação Social

O indicador da apropriação social é resultado da operação entre os indicadores de educação, de empregos e de grau de humanização.

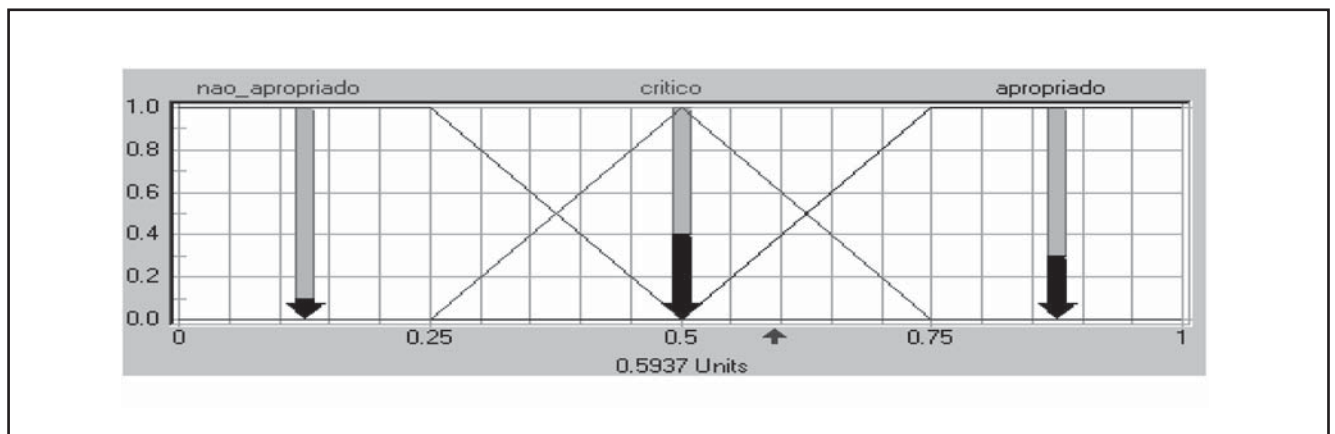
O indicador apropriação social apresenta-se com valor de 68,74%. Apesar de o projeto apresentar carências quanto a educação e grau de humanização, podendo dessa forma melhorá-los, este indicador temático mostra-se apropriado quanto à geração de empregos.

Verificação de Apropriação do Projeto

Atribuindo um grau de influência “positivo” para a apropriação ambiental, “positivo” para o critério de apropriação econômica e “positivo para menos” para a apropriação social, o resultado da verificação da apropriação do projeto fica com valor de 0,5937, como na Figura 6 abaixo, que corrigido para escala percentual tem o valor de 62,49%.

Foram feitas simulações análises de diferentes graus de influências dos aspectos ambientais, econômicos e sociais na

Figura 6: Apropriação do projeto.



definição dos valores da apropriação sistêmica do projeto, com os resultados seguintes:

O resultado obtido de 66,66% mostra que a apropriação do projeto ficou melhor, em função de que o critério econômico, que já era bom, elevou o nível de apropriação do projeto.

O resultado de 50% mostra um grau crítico de apropriação de projeto. Da mesma forma que na situação anterior, o indicador econômico pouco influenciou sobre a resposta do

Os resultados obtidos nas simulações para análise do projeto turístico candidato à implantação no Parque do Rio Vermelho mostram que o método é capaz de manter transparência aos decisores frente a quaisquer alterações que venham a ocorrer, tanto no que se refere aos dados de entrada quanto aos graus de influência adotados.

modelo. O indicador ambiental continua influenciando mais intensamente a resposta obtida com as interações. O indicador social, com valor significativo, deixou de influenciar positivamente a apropriação de projeto, reduzindo dessa maneira o grau de apropriação verificado.

As simulações com diferentes graus de influência mostram que a apropriação do projeto pode variar de 66,66% até 50%. O projeto candidato a ser implantado no Parque Florestal do Rio Vermelho, nas condições previstas pelos

pesquisadores e representantes da administração do Parque Florestal do Rio Vermelho, apresenta uma condição insuficiente, que sugere melhorias.

CONCLUSÕES

O uso de lógica *fuzzy* em *soft decision trees* fornece meios para a representação e desenho das combinações de critérios para decisões, quando os indicadores e índices de avaliação de sistemas são complexos e difusos, gerando a transparência ao longo das diferentes etapas da decisão. O método apresentado mostra uma métrica de atribuições de valores em avaliação lingüística dos indicadores, que fornece condição para a montagem de blocos de regras de operações entre conjuntos de pertinência. O método possibilita que os decisores visualizem as respostas obtidas ao longo do modelo, facilitando assim o entendimento sobre atribuições de valores de entrada, graus de influência adotados e sobre os resultados de indicadores temáticos parciais. O apoio à decisão com o uso da lógica *fuzzy* capacita os *stakeholders* e participantes não especialistas e amplia as possibilidades de ações destes nos mecanismos decisórios das definições de relevâncias, dos aspectos e dos valores envolvidos.

Os resultados obtidos nas simulações para análise do projeto turístico candidato à implantação no Parque do Rio Vermelho mostram que o método é capaz de manter transparência aos decisores frente a quaisquer alterações que venham a ocorrer, tanto no que se refere aos dados de entrada quanto aos graus de influência adotados.

Simulação 1

INDICADOR	GRAU DE INFLUÊNCIA
Econômico	Positivo Máximo
Ambiental	Positivo para Menos
Social	Positivo para Menos

Simulação 2

INDICADOR	GRAU DE INFLUÊNCIA
Ambiental	Positivo Máximo
Econômico	Positivo
Social	Não Influi

Artigo recebido em 01/10/2004

Aprovado para publicação em 29/03/2007

■ Referências

- BUENO, M. C. D. *Utilização de redes de dependência e lógica nebulosa em estudos de avaliação ambiental*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Computação. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Computação. UERJ. 2003.
- CONAMA. *Resolução nº 261*, de 30.05.1999. Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama. CONAMA – BRAZIL, 1999
- JANIKOW, C. Z. *Fuzzy Decision Trees: Issues and Methods*. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, v. 28, n. 1, p. 1-14. 1998.
- KOTHARI, Ravi; Dong, Ming. *Look-Ahead Based Fuzzy Decision Tree Induction*. IEEE Transactions on fuzzy systems, v. 9, n. 3, June 2001.
- OECD. *Key environmental indicators*. OECD Environment Directorate, 2001.
- TROYA, J. M. C.; CARLOS; ALBA, E. Evolutionary design of fuzzy logic controllers. *Proceedings of the 1996 IEEE International Symposium on Intelligent Control*. Dearborn, MI. September 15-18, 1996, p. 127-132.
- PRABHU, R.; MENDOZA, G. A. Fuzzy methods for assessing criteria and indicators of sustainable forest management. *Ecological Indicators*, v. 3, n. 4, jan. 2004, p. 227-236.
- TAKYI, ANDREWS K.; LENCE, BARBARA J. Surface water quality management using a multiple-realization chance constraint method. *Water Resources Research*, v. 35, n. 5, p. 1657–1670, 1999.
- ZIMMERMANN, H. J. *Fuzzy set theory – and its applications*. 3. ed. USA: Kluwer Academic Publishers, 1996.
- ZUFFO, A. C. *Seleção e Aplicação de Métodos Multicriteriais ao Planejamento Ambiental de Recursos Hídricos*. 1998. 302 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.
- Wehenkel, L.; Olaru, C. A complete fuzzy decision tree technique. *Fuzzy Sets and Systems*, v. 138, n. 2, p. 221-254. Elsevier Pub., 2003.
-

■ Sobre os autores

Pio Campos Filho

Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

Professor Universitário

Doutor em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina

E-mail: pio@sbs.udesc.br

Renato de Mello

Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina – FAPESC

Coordenador de Projetos

Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental. EESC – Universidade de São Paulo

E-mail: renatoindio@terra.com.br

Sandro Medeiros

Fundação Nacional de Saúde – FUNASA

Engenheiro Sanitarista

Mestre em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina

E-mail: sandro_m@yahoo.com