

RESSALVA

Atendendo à solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 27/12/2019

LUCIRENE VITÓRIA GÓES FRANÇA CAVALCA

**SISTEMAS DE INFERÊNCIA FUZZY PARA APOIO NA TOMADA DE DECISÃO
EM LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE EMPREENDIMENTOS RODOVIÁRIOS**

Sorocaba

2019

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO em

**ciências
ambientais**

LUCIRENE VITÓRIA GÓES FRANÇA CAVALCA

**SISTEMAS DE INFERÊNCIA FUZZY PARA APOIO NA TOMADA DE DECISÃO
EM LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE EMPREENDIMENTOS RODOVIÁRIOS**

Tese apresentada como requisito para a obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" na Área de Concentração Diagnóstico, Tratamento e Recuperação Ambiental

Orientador: Prof. Dr. José Arnaldo Frutuoso Roveda

Coorientador: Prof. Dr. Adriano Bressane

C376s

Cavalca, Lucirene Vitória Góes França
Sistemas de inferência fuzzy para apoio na
tomada de decisão em licenciamento ambiental de
empreendimentos rodoviários / Lucirene Vitória Góes
França Cavalca. -- Sorocaba, 2019
113 p. : tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista
(Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba
Orientador: José Arnaldo Frutuoso Roveda
Coorientador: Adriano Bressane

1. Triagem. 2. Lógica. 3. Modelagem Matemática.

4. Análise de processos. 5. EIA. I. Título.
Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp.
Biblioteca do Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba. Dados
fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

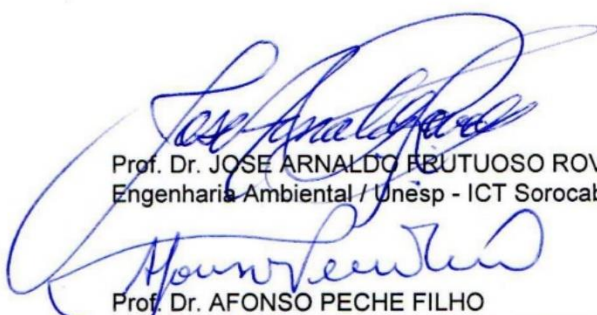
TÍTULO DA TESE: SISTEMAS DE INFERÊNCIA FUZZY PARA APOIO NA TOMADA DE DECISÃO EM LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE EMPREENDIMENTOS RODOVIÁRIOS


AUTORA: LUCIRENE VITORIA GOES FRANÇA

ORIENTADOR: JOSE ARNALDO FRUTUOSO ROVEDA


COORIENTADOR: ADRIANO BRESSANE


Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em CIÊNCIAS AMBIENTAIS, área: Diagnóstico, Tratamento e Recuperação Ambiental pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. JOSE ARNALDO FRUTUOSO ROVEDA
Engenharia Ambiental / Unesp - ICT Sorocaba


Prof. Dr. AFONSO PECHE FILHO
Centro de Engenharia e Automação (CEA) / Instituto Agrônomo de Campinas (IAC)


Prof. Dr. HENRIQUE EWBANK DE MIRANDA VIEIRA
Engenharia de Produção / Faculdade de Engenharia de Sorocaba (FACENS)


Prof. Dr. DARLLAN COLLINS DA CUNHA E SILVA
Departamento de Engenharia de Pesca / Unesp - Câmpus de Registro


Prof. Dr. GERSON ARAÚJO DE MEDEIROS
Engenharia Ambiental / Unesp - ICT Sorocaba

Sorocaba, 27 de junho de 2019

Aos meus pais, **Carmen Lúcia Góis França** e **José da Costa França**, que com amor e paciência permitiram e orientaram para que me tornasse quem eu sou. Palavras nunca serão suficientes para expressar o meu amor.

Ao amor da minha vida, **Jonas Caçador Cavalca de Barros**, que esteve presente em cada tropeço para não me deixar cair ou ajudar a levantar com carinho, paciência e dedicação. A nossa união nos torna mais fortes.

Às minhas irmãs, **Jeanice**, **Luciene (a Lu da minha casa)** e **Lucilene (Vivi)**, e aos meus **oito sobrinhos**, pelo carinho e alegria mesmo nos momentos mais difíceis e fatigantes. Sem família não seria nada.

A **Regina**, **Mauro**, **Joyce**, **Alex** e **Cida** sou muito feliz por fazer parte dessa família e contar com o carinho e apoio de cada um.

AGRADECIMENTOS

À UNESP - Universidade Estadual Paulista, na pessoa do diretor do ICT - Instituto de Ciência e Tecnologia - Campus de Sorocaba, Prof. Dr. Alexandre da Silva Simões.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, na pessoa do coordenador Prof. Dr. José Arnaldo Frutuoso Roveda.

Aos docentes do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais.

Ao Prof. Dr. José Arnaldo Frutuoso Roveda, pela dedicação, pela amizade e pela paciência sempre.

Ao Engenheiro Ambiental Thales Andrés Carra, sem nossas conversas mágicas no café ou almoço, esse trabalho não existiria.

Ao amigo e coorientador Prof. Dr. Adriano Bressane pela dedicação e apoio.

À CAPES pela concessão de bolsa, não sei se teria chegado ao fim sem esse auxílio.

Aos membros da banca que doaram um pouco do seu tempo para compartilhar conhecimentos e experiência para auxiliar no enriquecimento do trabalho.

FRANÇA, L V G. **Sistemas de inferência fuzzy para apoio na tomada de decisão em licenciamento ambiental de empreendimentos rodoviários**. 2019. 113 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Câmpus Experimental de Sorocaba, UNESP - Univ Estadual Paulista, Sorocaba, 2019.

RESUMO

A Avaliação do Impacto Ambiental tornou-se obrigatória para atividades consideradas efetivas ou potencialmente poluidoras. A experiência e o conhecimento de agentes técnicos para direcionar estudos e medidas para minimizar e / ou mitigar os impactos causados ao meio ambiente é fundamental em um processo que envolve muitas variáveis, como o licenciamento ambiental. O processo de licenciamento ambiental recebe muitas críticas devido a burocracia e morosidade. Estudos e pesquisas para melhorar as etapas do processo vêm sendo apresentados ao longo dos anos, mas ainda há muito a ser investigado e compartilhado, sendo pouco o que é encontrado na literatura que enfoque o desenvolvimento de um procedimento lógico estruturado para apoiar a definição do escopo do estudo mais apropriado caso a caso. Aqui, propõe-se uma metodologia baseada em modelagem fuzzy para apoiar a fase de triagem com intuito de minimizar o tempo e a burocracia existente dentro do processo. Contou-se com a colaboração de especialistas do setor de licenciamento para a construção do modelo e para sua avaliação. Foi utilizado um conjunto de dados com trinta e dois projetos rodoviários, disponibilizados pelo setor de protocolos da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. O sistema foi aplicado em processos de licenciamento de empreendimentos rodoviários (construção, ampliação e manutenção de rodovias, além de dispositivos, como trevos e alças de acesso) e os resultados obtidos pelo modelo foram comparados com análise prévia realizada por especialistas do setor. Os resultados mostram que embora o formulário prévio contenha falhas que podem ser aprimoradas, a sistematização é imprescindível para a otimização do processo. A modelagem fuzzy pode ser considerada uma abordagem promissora, e pode ser implementada no intuito de promover maior rapidez e padronização no processo de licenciamento.

Palavras-chave: Triagem. Lógica. Modelagem Matemática. Análise de processos. EIA.

FRANÇA, L V G. **Fuzzy inference systems for support in decision-making in environmental licensing of road entrepreneurs**. 2019. 113 f. Thesis (PhD in Environmental Sciences) – Experimental Campus of Sorocaba, UNESP - Univ Estadual Paulista, Sorocaba, 2019.

ABSTRACT

Environmental impact assessment has become mandatory for activities either considered to be effectively or potentially polluting. The experience and knowledge of technical agents to direct studies and measures to minimize and / or mitigate the impacts caused to the environment is fundamental in a process that involves many variables, such as environmental licensing. The environmental licensing process receives many criticisms due to bureaucracy and morosity. Studies and researches to improve stages of the process have been presented over the years, but there is still much to be investigated and shared, with few studies reported in the literature focusing on developing a structured logical procedure to support the definition of type of study more appropriated case-by-case. Here, a methodology based on fuzzy modeling is proposed to support the screening phase in order to minimize the time and bureaucracy within the process. It was counted with collaboration of specialists in the licensing sector for the construction of the model and for its evaluation. A data set was used with 32 road projects, made available by the protocols sector of the Environmental Company of the State of São Paulo. The system was applied in the licensing processes of road projects (construction, expansion and maintenance of highways, as well as devices such as clovers and access handles) and the results obtained by the model were compared with previous analysis performed by specialists in the sector. The results show that although the previous form contains flaws that can be improved, systematization is indispensable for the optimization of the process. Fuzzy modeling can be considered a promising approach, and can be implemented to promote faster and more standardized licensing.

Keywords: Screening. Logic. Mathematical Modeling. Process Analysis. EIS.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Item 1 da Ficha Cadastral	28
Figura 2: Item 2 da Ficha Cadastral	29
Figura 3: Item 3 da Ficha Cadastral	29
Figura 4: Item 4 da Ficha Cadastral	30
Figura 5: Item 5 da Ficha Cadastral	31
Figura 6: Esquema do Sistema Baseado em Rearas Fuzzy (SBRF)	35
Figura 7: Esquema com os sistemas desenvolvidos	41
Figura 8: Estrutura dos sistemas com as alterações realizadas (Em vermelho o que foi suprimido e em azul o que foi adicionado)	42
Figura 9: Item 2 da Ficha Cadastral com as variáveis utilizadas em negrito	43
Figura 10: Item 3 da Ficha Cadastral com as variáveis em negrito	43
Figura 11: Fuzzificação da variável ADA – Área Diretamente Afetada	44
Figura 12: Fuzzificação da variável VDM – Veículos Diário Médio	45
Figura 13: Fuzzificação da variável de saída do Sistema 1 - PORTE	45
Figura 14: Esquema do Sistema 1 (Versão 1).....	46
Figura 15: Conjuntos da variável INTERVENÇÃO	48
Figura 16: Esquema do Sistema 1 (Versão 2).....	49

Figura 17: Item 4 da Ficha Cadastral com as variáveis utilizadas em negrito	50
Figura 18: Fuzzificação da variável Propriedade.....	51
Figura 19: Fuzzificação da variável Família.....	52
Figura 20: Fuzzificação da variável Desapropriação.....	52
Figura 21: Esquema do Sistema 2.1	53
Figura 22: Fuzzificação da variável Nativa	54
Figura 23: Fuzzificação da variável Sucessional.....	55
Figura 24: Fuzzificação da variável Supressão	55
Figura 25: Esquema do Sistema 2.2 (Versão 1).....	56
Figura 26: Fuzzificação da variável ESTÁGIO MÉDIO	57
Figura 27: Esquema do Sistema 2.2 (Versão 2).....	58
Figura 28: Fuzzificação da variável Movimentação do Solo.....	60
Figura 29: Fuzzificação da variável Supressão - Sistema 2.....	60
Figura 30: Fuzzificação da variável Desapropriação - Sistema 2.....	61
Figura 31: Fuzzificação da variável IPDA - Impacto na População Diretamente Afetada.....	61
Figura 32: Esquema do Sistema 2	64

Figura 33: Item 5 da Ficha Cadastral com as variáveis utilizadas em negrito.....	64
Figura 34: Valores das variáveis de entrada do Sistema 3	65
Figura 35: Valores da variável de saída do Sistema 3	66
Figura 36: Esquema do Sistema 3	67
Figura 37: Fuzzificação da variável PORTE no Sistema 4.....	68
Figura 38: Fuzzificação da variável IPDA do Sistema 4.....	69
Figura 39: Fuzzificação da variável IC do Sistema 4.....	69
Figura 40: Fuzzificação da variável de saída do Sistema 4 utilizando funções triangulares (DOC Triangular)	70
Figura 41: Fuzzificação da variável de saída do Sistema 4 utilizando funções trapezoidais (DOC Trapezoidal)	70
Figura 42: Esquema do Sistema 4	72
Figura 43: Variáveis de saída do Sistema 4 em funções triangulares e trapezoidais	90

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1: Terminologia utilizada para EAS na região sudeste do Brasil	23
Tabela 1: Grupos de Empreendimentos Rodoviários	25
Tabela 2: Legislação que norteia a solicitação de licença dos Empreendimentos Rodoviários	26
Tabela 3: Base de Regras de Inferência do Sistema 1 (Versão 1)	46
Tabela 4: Base de Regras de Inferência do Sistema 1 (Versão 2 <i>(continua)</i>	48
Tabela 5: Base de Regras de Inferência do Sistema 2.1	53
Tabela 6: Base de Regras de Inferência do Subsistema 2 (Versão 1)	56
Tabela 7: Base de Regras de Inferência do Subsistema 2 (Versão 2) <i>(continua)</i>	58
Tabela 8: Base de Regras de Inferência do Sistema 2.....	<i>(continua)</i>62
Tabela 9: Base de Regras de Inferência do Sistema 3.....	66
Tabela 10: Base de Regras de Inferência do Sistema 4.....	<i>(continua)</i>71
Tabela 11: Intervalo de Classificação do Sistema 1	74
Tabela 12: Dados de Entrada e Saída da primeira versão do Sistema e Classificação Qualitativa dos Resultados.....	74
Tabela 13: Dados de Entrada e Saída da Segunda versão do Sistema e Classificação Qualitativa dos Resultados	<i>(continua)</i>76

Tabela 14: Fuzzificação das variáveis de entrada e saída do sistema 2	79
Tabela 15: Intervalo de Classificação do Sistema 2	80
Tabela 16: Dados de Entrada e Saída e Classificação Qualitativa dos Resultados da primeira versão do Sistema 2.....	(continua).... 80
Tabela 17: Dados de Entrada e Saída e Classificação Qualitativa dos Resultados da segunda versão do Sistema 2.....	(continua)....82
Tabela 18: Intervalo de Classificação do Sistema 3	84
Tabela 19: Dados de Entrada e Saída e Classificação Qualitativa dos Resultados do Sistema 3.....	(continua).... 84
Tabela 20: Dados de Entrada e Saída e Classificação Qualitativa dos Resultados do Sistema 3 e a avaliação de dois especialistas.....	(continua).... 86
Tabela 21: Saídas Normalizadas e Fuzzificadas para entrada do Sistema 4	89
Tabela 22: Intervalo de Classificação do Sistema 4	90
Tabela 23: Dados de Entrada e Saída da primeira versão do Sistema 4 e Classificação Preliminar dos Resultados.....	(continua).... 91
Tabela 24: Dados de Entrada e Saída da segunda versão do Sistema 4 e Classificação Qualitativa dos Resultados.....	(continua).... 93
Tabela 25: Classificação Qualitativa do Sistema, dos Especialistas e Documento Original.....	(continua).... 95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABAI	=	Associação Brasileira de Avaliação de Impacto
ACV	=	Avaliação do Ciclo de Vida
ADA	=	Área Diretamente Afetada
AHP	=	Analytical Hierarchy Process
AIA	=	Avaliação de Impacto Ambiental
AMD	=	Auxílio Multicritério de Decisão
ANFIS	=	Adaptive Neuro - Fuzzy Inference System
APED	=	Avaliação Periódica de Desempenho
APP	=	Áreas de Preservação Permanente
CETESB	=	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	=	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DER / PR	=	Departamento de Estradas e Rodagem do Paraná
DER / SP	=	Departamento de Estradas e Rodagem de São Paulo
EAS	=	Estudo Ambiental Simplificado
EIA	=	Estudo de Impacto Ambiental
EIA / RIMA Ambiental	=	Estudo de Impacto Ambiental / Relatório de Impacto Ambiental
ELECTRE	=	ELimination Et Choix Traduisant la Réalité
EUA	=	Estados Unidos da América
Fuzzy - QFD	=	Fuzzy - Quality Function Deployment
Fuzzy - TOPSIS Ideal Solution	=	Fuzzy - Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
IBAMA	=	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis
IC	=	Impacto Cultural
IEMA	=	Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo
INEA	=	Instituto Estadual de Meio Ambiente do Rio de Janeiro
IPDA	=	Impacto na População Diretamente Afetada
ITAP	=	Setor de Triagem e Acompanhamento de Processos
LI	=	Licença de Instalação

LO	=	Licença de Operação
LP	=	Licença Prévia
MCDA	=	Apoio à Decisão Multicritério
MCDA - C	=	Apoio à Decisão Multicritério - Construtivista
PCA	=	Plano de Controle Ambiental
PROMETHEE	=	Preference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluations
RAP	=	Relatório Ambiental Preliminar
RAS	=	Relatório Ambiental Simplificado
RCA	=	Relatório de Controle Ambiental
REEE	=	Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos
RP	=	Risco Potencial
SAD	=	Sistema de Apoio à Decisão
SBRF	=	Sistema Baseado em Regras Fuzzy
SEMAD – MG	=	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais
SIG	=	Sistema de Informações Geográficas
SMA-SP	=	Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo
SUPRAMs	=	Superintendências Regionais de Meio Ambiente de Minas Gerais
TODIM	=	Tomada de Decisão Interativa e Multicritério
UE	=	União Européia
VDM	=	Volume Diário Médio

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1 OBJETIVOS	19
1.1 Objetivos gerais	19
1.2 Objetivos específicos	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1 Licenciamento ambiental	20
2.1.1 Atividades ou Empreendimentos Sujeitos ao Licenciamento Ambiental	20
2.1.2 Metodologia do Licenciamento Ambiental	21
2.1.3 Licenciamento de Empreendimentos Rodoviários	25
2.2 Triagem no licenciamento ambiental	27
2.2.1 Triagem no Estado São Paulo: Ficha Cadastral para Licenciamento de Empreendimentos Rodoviários	28
2.3 Lógica fuzzy e seus sistemas baseados em regras	31
2.3.1 Lógica Fuzzy	31
2.3.2 Conjuntos Fuzzy	32
2.3.3 Variáveis Linguísticas	32
2.3.4 Funções de Pertinência	33
2.3.5 Sistemas Baseados em Regras Fuzzy - SBRF	34
2.4 Sistema de apoio à decisão	36
3 DESENVOLVIMENTO DOS SISTEMAS	41
3.1 Sistema 1: Caracterização do empreendimento	42
3.1.1 Sistema 1 - Versão 1	43
3.1.2 Sistema 1 - Versão 2	47
3.2 Sistema 2: Atividades com impacto potencial	49
3.2.1 Subsistema 1 - Desapropriação	51
3.2.2 Subsistema 2 - Supressão de Vegetação (Versão 1)	54
3.2.3 Subsistema 2 - Supressão de Vegetação (Versão 2)	56
3.3 Sistema 3: Caracterização da área de influência	64
3.4 Sistema 4: Processo decisório	67
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	73
4.1 Sistema 1	74
4.2 Sistema 2	79
4.3 Sistema 3	83

4.4	Sistema 4	88
5	CONCLUSÕES	97
	REFERÊNCIAS	98

INTRODUÇÃO

O Licenciamento de empreendimentos e atividades causadoras de impacto e degradação ambiental iniciou no final da década de 1960, nos EUA e começou a ser realizado no Brasil a partir da década de 1970, tendo a sua validade legislativa nos anos 80, após a aprovação pelo Congresso Nacional do projeto de lei sobre Política Nacional do Meio Ambiente, em 31 de agosto de 1981, e confirmada com o art. 225 da Constituição Federal de 1988.

De acordo com o inciso I do artigo 1º da Resolução CONAMA 237/97, é um processo administrativo e burocrático utilizado para obtenção de licenças (localização, instalação, ampliação e operação) de empreendimentos e atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, ou seja, que possam causar degradação ambiental.

Embora o processo tenha orientação legal por meio de leis e decretos, não existe um padrão para o licenciamento conforme apresentado nos trabalhos de Hofmann (2015), Gama (2016), Fonseca e Resende (2016) e Fonseca, Moraño e Moretto (2017) que apresentaram que existem falhas que precisam ser corrigidas para que melhore a qualidade não só do processo de Licenciamento Ambiental, como também da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), ou seja, a avaliação dos impactos positivos e negativos que podem ser gerados ao meio ambiente na implantação de atividades ou empreendimentos.

Hofmann (2015) apresentou as dificuldades encontradas nos processos de licenciamento ambiental de empreendimentos rodoviários e afirmou que: “... é corriqueira a emissão de licenças contendo condicionantes que deveriam ter sido cumpridos em fases anteriores, a exemplo de estudos e diagnósticos.” A autora apontou que existem emissões de licença de instalação e operação que não podem ser utilizadas por fixarem condicionantes que deveriam ser verificadas em etapas anteriores à obra ou operação, mesmo tendo regulamentação que determina que “o órgão ambiental não poderá admitir a postergação de estudos de diagnóstico próprios da fase prévia para as fases posteriores sob a forma de condicionantes do licenciamento” (BRASIL, 2006).

De Sousa (2015) apontou que as fases iniciais (triagem e escopo) são decisivas para qualidade e agilidade do licenciamento ambiental, pois as informações obtidas permitem avaliar o potencial de serem causados danos

ambientais significativos e auxiliam na tomada de decisão sobre a aprovação da licença ambiental. A autora comparou as etapas iniciais de licenciamento pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA) e a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais (SEMAD – MG) e apresentou as diferenças de processo, mostrando o quanto ainda é preciso estudos que auxiliem a tomada de decisão para que tenhamos uma avaliação mais unificada no país.

Gama (2016) afirmou que as *“críticas ao processo de AIA partem de diferentes atores”*, como a insatisfação do setor econômico com relação aos prazos e clareza das legislações; e a falta de capacidade institucional apontada pelos executores de AIA *“para atender às evoluções necessárias para os procedimentos”*. A autora também apresentou críticas realizadas pela Associação Brasileira de Avaliação de Impacto (ABAI), em 2015:

- *“Deficiência nos mecanismos de participação pública;*
- *Deficiência nos Termos de Referência;*
- *Problemas na triagem;*
- *Conflitos de competência entre órgãos ambientais;*
- *Conflitos entre órgãos ambientais e Ministério Público”.*

No mesmo estudo, a autora fez uma análise do panorama do licenciamento no mundo, apontando governos como os do Canadá e Reino Unido, que realizaram mudanças no processo de triagem devido a pressão por parte das indústrias e empresários. O mesmo cenário é apontado por Bond et al. (2014) que mostrou as mudanças ocorridas na África do Sul, Reino Unido, Austrália Ocidental e Canadá para a diminuição de prazos.

No cenário europeu, a revisão da diretiva da União Européia 2014/52 UE apontou, no Art. 26, mudanças para a simplificação da etapa de triagem definindo novos procedimentos e prazo de 90 dias (EC ENVIRONMENTAL, 2015).

Fonseca e Resende (2016) sugeriram boas práticas que podem ser aplicadas para *“aprimorar a transparência, informatização e comunicação”* nos websites dos órgãos licenciadores estaduais em todas as etapas do processo:

- a) Disponibilização dos tipos de empreendimentos que são passíveis de licenciamento ambiental (lista positiva);

- b) Disponibilização dos tipos de empreendimentos que não são passíveis de licenciamento ambiental (lista negativa);
- c) Disponibilização dos critérios de corte, como PORTE e/ou POTENCIAL POLUIDOR do projeto usados na triagem;
- d) Informe dos pedidos de licenciamento disponíveis para CONSULTA da população;
- e) Informe dos pedidos de licenciamento com COLETA DE OPINIÃO da população.

Fonseca, Montaño e Moretto (2017) mostraram a importância da pesquisa para auxiliar na busca de soluções para os problemas que vêm sendo apresentados no processo de Licenciamento e Avaliação de Impacto Ambiental.

A etapa de triagem culmina na tomada de decisão quanto ao tipo de estudo que deve ser realizado e entregue pelo empreendedor para análise e obtenção de licença.

Nesse contexto, Silva (2016) mostrou que modelos de avaliação integrada, algoritmos de otimização e ferramentas de análise de decisão multicritério, podem ser utilizadas em modelagem de sistemas de suporte à decisão para a análise comparativa e avaliação da incerteza de alternativas de gestão ambiental. O autor apontou algumas das questões relacionadas à incerteza nos processos de tomada de decisões ambientais:

- “1. O desenvolvimento de métodos para quantificar a incerteza associada com a entrada humana;*
 - 2. O desenvolvimento de critérios de desempenho adequados baseados no risco que são compreendidos e aceitos por uma série de disciplinas;*
 - 3. A incorporação de práticas de manejo adaptativo para o processo de tomada de decisão em matéria ambiental, incluindo a correção do modelo de divergência;*
 - 4. O desenvolvimento de abordagens e estratégias para aumentar a eficiência computacional de modelos integrados, métodos de otimização e métodos para estimar as medidas de desempenho baseadas no risco;*
 - 5. O desenvolvimento de sistemas integrados para tratamento integral da incerteza como parte do processo de tomada de decisão ambiental.”*
- (SILVA, 2016).*

A Teoria dos Conjuntos Fuzzy tem sido utilizada como uma importante ferramenta para lidar com a incerteza e subjetividade que envolve as avaliações interdisciplinares como ocorre na Avaliação de Impacto Ambiental. Trabalhos como os de Amorim et al. (2016), Zanghelini (2018), França (2016), Dias (2016), Ribeiro et al. (2018), apresentaram propostas utilizando a lógica fuzzy em sistemas de suporte à decisão em vários setores.

Amorim et al. (2016) em seu estudo na área de gestão pública participativa, demonstraram que a atribuição de pesos na Soma Ponderada por meio da Lógica Fuzzy, melhorou a usabilidade e, conseqüentemente, a eficiência do suporte à decisão.

Um modelo híbrido utilizando duas abordagens da Análise de Decisão Multicritério (MCDA), o Analytical Hierarchy Process (AHP) e o Preference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluations (PROMETHEE II) foi desenvolvido para facilitar a interpretação de resultados de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) concluindo que nenhum tomador de decisão pode ser excluído do processo, uma vez que há variação no julgamento das partes (ZANGHELINI, 2018).

França (2016), modelou um Adaptive Neuro-fuzzy Inference System (ANFIS) para analisar os riscos de projetos. Os resultados indicaram que o gerenciamento de riscos em projetos foi realizado com sucesso, pois possibilitou a modelagem de conhecimento e experiências humanas, diminuição dos custos com mão de obra especializada e aumento da velocidade das análises.

Dias (2016) considerou indicadores econômicos, sociais e ambientais na avaliação da sustentabilidade nos países em nível mundial utilizando dois métodos de Apoio Multicritério: Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS), e Analytic Hierarchic Process (AHP).

Ribeiro et al. (2018) propôs uma metodologia para avaliação de impacto, melhorando o índice global ponderado desenvolvido por Bressane et al. (2017), adicionando uma ponderação baseada na priorização dos impactos de acordo com a sua importância relativa caso a caso. Tal índice foi aplicado em dois estudos de caso: suporte a decisão na manutenção ou demolição de construções irregulares e escolha de alternativas locais para uma estação de tratamento de esgoto em condomínio urbano. Os autores concluíram que tal índice foi capaz de avaliar criticamente e de forma abrangente as alternativas disponíveis para ambos os casos

mostrando ser uma abordagem promissora como método de suporte a decisão em avaliação de impactos ambientais.

Esta tese, dividida em cinco capítulos, apresenta o desenvolvimento de um conjunto de sistemas baseados em regras fuzzy, para auxílio à tomada de decisão, na etapa de triagem, procurando fornecer uma estrutura esquematizada no processo de licenciamento.

Inicialmente, é apresentado no capítulo 1, os objetivos gerais e específicos do trabalho de pesquisa.

A revisão bibliográfica, apresentada no capítulo 2, conta com a definição do processo de licenciamento ambiental e suas etapas com as regulamentações pertinentes, com foco na etapa de triagem e o detalhamento do processo em empreendimentos rodoviários de acordo com o estipulado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Para o desenvolvimento do trabalho, utilizou-se a Teoria dos Conjuntos fuzzy, por trabalhar bem com termos linguísticos e limites variáveis. Assim, ainda neste capítulo, são apresentadas as definições utilizadas da teoria e seus sistemas baseados em regras e por fim, a definição de Sistemas de Apoio à Decisão e a sua importância em processos de licenciamento.

O desenvolvimento dos sistemas utilizados e suas integrações são apresentadas no capítulo 3.

O capítulo 4 apresenta os resultados e discussões de cada um dos sistemas desenvolvidos.

As conclusões com as sugestões de melhorias para a etapa de triagem do processo de Licenciamento Ambiental são apresentadas no capítulo 5.

Assim, esta tese tem como objetivo desenvolver um modelo fuzzy para melhorar a etapa de triagem no processo de licenciamento, propondo um sistema de apoio à tomada de decisão baseado em Regras Fuzzy. A aplicação em processos de licenciamento ambiental de empreendimentos rodoviários, auxilia no melhor entendimento das ações e nas decisões a serem tomadas sobre que tipo de estudo que deve ser apresentado pelas empresas para obtenção da licença.

5 CONCLUSÕES

A falta de uniformidade na triagem das propostas foi evidenciada pela discrepância significativa na avaliação dos especialistas.

Sugere-se adequação da ficha cadastral com os dados que realmente influenciam na tomada de decisão para que ocorra mais agilidade no decorrer do processo.

O desenvolvimento deste trabalho mostra que ainda temos muito a progredir no que tange ao processo de Licenciamento Ambiental e que há muito a ser estudado para melhoria desde as primeiras etapas, como o caso da triagem apresentada aqui. Soluções que tornem as decisões mais uniformes precisam ser encontradas rapidamente para que possamos ter mais segurança com a implementação de empreendimentos licenciados.

Com a implementação de sistemas como o aqui apresentado, espera-se maior conformidade na etapa de triagem pode promover mais rapidez e padronização no processo de licenciamento ambiental.

REFERÊNCIAS

AMORIM, L. A.; PATTO, V. S.; FREITAS, L. A. C.; SENE Jr, I. G.; NETO, R. D. F. B. Agente de suporte à decisão multicritério com soma ponderada-fuzzy em gestão pública participativa: um estudo de caso em gestão ambiental. **iSys-Revista Brasileira de Sistemas de Informação**, v. 8, n. 3, p. 28-41, 2016.

Disponível em: <http://www.seer.unirio.br/index.php/isys/article/view/5076/4916>.

Acesso em: julho 2019.

ARAÚJO, R. C. O.S.; SILVA, R. M. P.; WATANABE, C. Y. V. Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) em Organizações Públicas: Uma Análise Bibliométrica.

International Journal of Recent Advances in Multidisciplinary Research, v.4, n. 3, p. 2313-2318, 2017. **Disponível em:**

<http://www.ijramr.com/sites/default/files/issues-pdf/1206.pdf>. Acesso em: julho 2019.

BALIEIRO, A.; NETO, S.; GALDINO, E. Sistema de Avaliação de TCC baseado em Lógica Fuzzy. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. 2016. p. 986.

Disponível em: <http://br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/6784>. Acesso em:

maio 2019.

BETARELLI JUNIOR, A. A.; FERREIRA, S. F. Introdução à análise qualitativa comparativa e aos conjuntos Fuzzy (fsQCA). 2018. **Disponível em:**

<http://repositorio.enap.gov.br/handle/1/3333>. Acesso em: dezembro 2018.

BITTENCOURT, M.; SILVEIRA, D. S.; LOIOLA, E. M. Uma Abordagem Fuzzy em um Aplicativo E-Recruiting. In: **Atas da Conferência da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação**. 2016. **Disponível em:**

<http://revista.apsi.pt/index.php/capsi/article/view/373/349>. Acesso em: julho 2019.

BOND, A.; POPE, J.; MORRISON-SAUNDERS, A.; RETIEF, F.; GUNN, J. A. Impact assessment: Eroding benefits through streamlining?. **Environmental Impact Assessment Review**. V. 45, 46-53, 2014. **Disponível em:**

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195925513001108>.

Acesso em: novembro 2018.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n.237, de 22 de dezembro de 1997. Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 dez. 1997

_____. Tribunal de Contas da União. Acórdão nº 1.869/2006. Plenário. Relator: BENJAMIN ZYMLER. Sessão de 11/10/2006. **Disponível em:**

<http://www.tcu.gov.br/Consultas/Juris/Docs/judoc/RELAC/20061013/BZ044-41-06-P.doc>. Acesso em: dezembro 2018.

_____. Decreto Nº 99274/1990 - "Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências" - Data da

legislação: 06/06/1990 - Publicação DOU, de 07/06/1990. **Disponível em:**
<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=328>. Acesso em:
dezembro 2018.

BRESCHI, F.; LEITE, L. C.; BATISTA, E. A.; DE CARVALHO, A. P.
CONTROLADOR FUZZY APLICADO EM AR CONDICIONADO AUTOMOTIVO.
In: **Proceedings of International Conference on Engineering and Technology
Education**, v. 13, p. 252-256, 2014. **Disponível em:**
<http://copec.eu/congresses/intertech2014/proc/works/56.pdf>. Acesso em: agosto
2018.

BRESSANE, A.; MOCHIZUKI, P. S.; CARAM, R. M.; ROVEDA, J. A. F. A system
for evaluating the impact of noise pollution on the population's health. **Cadernos
de saude publica**, v. 32, n. 5, 2016. **Disponível em:**
<http://www.scielo.br/pdf/csp/v32n5/1678-4464-csp-32-05-e00021215.pdf>. Acesso
em: setembro 2018.

BRESSANE, A.; BIAGOLINI, C. H.; MOCHIZUKI, P. S.; ROVEDA, J. A. F.;
LOURENCO, R. W. Fuzzy-based methodological proposal for participatory
diagnosis in the linear parks management. **Ecological Indicators**, v. 80, p. 153-
162, 2017. **Disponível em:**
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X17302698>. Acesso
em: julho 2018.

BRESSANE, A.; REIS, F. A. G. V.; GIORDANO, L. C.; ROVEDA, J.A.F.; ROVEDA, S. R. M. M.; MARTINS, A. C. G.; MOCHIZUKI, P. S. Construção de um índice global de impacto para análise ambiental comparativa aplicada à adequação de empreendimentos irregulares. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, p. 111-122, 2017. **Disponível em:** http://www.scielo.br/pdf/esa/2016nahead/1809-4457-esa-S1413_41522016140136.pdf. Acesso em agosto 2018.

BRESSANE, A.; REIS, F. A. G. V.; GIORDANO, L. C.; ROVEDA, J. A. F.; ROVEDA, S. R. M. M.; MARTINS, A. C. G. Project alternatives selection using an environmental impact global index. **Geociências**, v. 37, p. 155-166, 2018. **Disponível em:** <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/171257>. Acesso em: janeiro 2019.

CALACHE, L. D. D. R.; PEDROSO, C. B.; LIMA JUNIOR, F. R.; CARPINETTI, L. C. R. Proposta de um modelo de avaliação e de seleção de fornecedores de manutenção industrial utilizando Fuzzy-TOPSIS. **Gestão & Produção**, v. 26, n. 2, 2019. **Disponível em:** <http://www.scielo.br/pdf/gp/v26n2/0104-530X-gp-26-2-e3565.pdf>. Acesso em: julho 2019.

CAMILLO, J. R.; MANTOVANI, S. C. A. Lógica Fuzzy e dispositivos lógicos programáveis aplicados no controle de robôs. In: **Proceedings of International Conference on Engineering and Technology Education**. 2014. p. 285-289. **Disponível em:** <http://copec.eu/congresses/intertech2014/proc/works/62.pdf>. Acesso em: fevereiro 2019.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (São Paulo). Ficha

Cadastral para requisição de licença prévia. **Disponível em:**

<<http://licenciamentoambiental.cetesb.sp.gov.br/atividades-e-empresendimentos-sujeitos-ao-licenciamento-ambiental/roteiros/orientacoes-gerais-e-lista-basica-de-documentos/licenca-previa-documentacao-necessaria/requerimento-de-licenca-previa-lp/relacao-entre-atividades-e-tipologias-para-definicao-do-modelo-de-consulta-previa-a-ser-utilizado-para-definicao-do-estudo-ambiental/>> Acesso em: maio 2017.

_____ Resolução SMA 81/98. **Disponível em:**

http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/1998_Res_SMA_81.pdf.

Acesso em: junho 2017.

_____ Resolução SMA 30/00. **Disponível em:**

http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/estadual/resolucoes/2000_Res_S

[MA_30.pdf](http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/estadual/resolucoes/2000_Res_SMA_30.pdf). Acesso em: junho 2017.

_____ Resolução SMA 33/02. **Disponível em:**

http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/estadual/resolucoes/2002_Res_S

[MA_33.pdf](http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/estadual/resolucoes/2002_Res_SMA_33.pdf). Acesso em: julho 2017.

_____ Resolução SMA 54/04. **Disponível em:**

http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/estadual/resolucoes/2004_Res_S

[MA_54.pdf](http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/estadual/resolucoes/2004_Res_SMA_54.pdf). Acesso em: julho 2017.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 237 de 19 de dezembro de 1997. **Disponível em:**

<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>

CORRÊA, Marcelo Vieira; BAÉSSA, João Pedro Drumond. Identificação de Sistemas Dinâmicos Não-Lineares Utilizando a Lógica Fuzzy. 2007. **Disponível em:**

http://www.unilestemg.br/principiumonline/publicacoes/03/downloads/68_86_identificacao_de_sistemas.pdf. Acesso em: novembro 2018.

DE BARROS, L. C.; BASSANEZI, R. C.; LODWICK, W. A. **First Course in Fuzzy Logic, Fuzzy Dynamical Systems, and Biomathematics**. p. 299. Springer-Verlag Berlin An, 2016.

DE OLIVEIRA, L. S.; DE SOUSA, M. A.; DOS SANTOS, L. C.; MACHADO, R. L. Sistema de apoio à decisão via planilha eletrônica para o planejamento de interconexão de erbs em cenários de aluguel com demanda e custo fuzzy. **Revista Produção Online**, v. 18, n. 4, p. 1227-1253, 2018. **Disponível em:**

<https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/2763/1734>. Acesso em: julho 2019.

DER/PR – Departamento de Estrada de Rodagem do Paraná. **Disponível em:**

http://www.der.pr.gov.br/arquivos/File/Meio_Ambiente/Publicacoes/Manual_de_Instrucoes_Ambientais_para_Obras_Rodoviaras.pdf. 2000. Acesso em: maio 2017.

DER/SP - Instrução de Projeto - Caracterização e Análise Ambiental Preliminar de Empreendimentos Rodoviários. 2007. **Disponível em:**

ftp://ftp.sp.gov.br/ftpder/normas/gestao_ambiental/IP-DE-S00-002_Caracterizacao_Analise_Ambiental.pdf. Acesso em: maio 2017.

DE SOUSA, M. M. Análise dos procedimentos de triagem e escopo no Licenciamento Ambiental no âmbito Federal e no Estado de Minas Gerais. Dissertação. 2015. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia. **Disponível em:** <http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/591M.PDF>. Acesso em: novembro de 2018.

DE SOUZA, A. B.; BOENTE, A. N. P. Metodologia de avaliação de desempenho baseada em Lógica Fuzzy: Avaliação de desempenho de uma instituição estadual de Ensino Superior em Duque de Caxias. **Revista Edu. Tec.**, v. 1, n. 1, 2016. **Disponível em:** <http://www.faeterj-caxias.net/revista/index.php/edutec/article/view/275>. Acesso em: julho 2018.

DIAS, J. M. A. Avaliação da sustentabilidade de países em nível mundial. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG. 87f, 2016. **Disponível em:** <https://bdtd.unifal-mg.edu.br:8443/handle/tede/1098>. Acesso em: julho de 2019.

DIETZ, T.; STERN, P. C. Public Participation in Environmental Assessment and Decision-making. Washington: **The National Academic Press**, 2008.

DOS SANTOS, G. Q. Lógica Fuzzy: Uma proposta de aplicação na gestão de estoques. **Blucher Marine Engineering Proceedings**, v. 1, n. 1, p. 816-827, 2014. **Disponível em:** <https://pdfs.semanticscholar.org/77b8/75397de69626f02308dd1c50dcd65231e336.pdf>. Acesso em: agosto 2018.

EC ENVIRONMENTAL. European Commission Environment, Environmental Impact Assessment. **Review of the Environmental Impact Assessment (EIA) Directive**. 2015. **Disponível em:** <https://ec.europa.eu/environment/eia/review.htm>. Acesso em: julho 2019.

ENSSLIN, L. GIFFHORN, E., ENSSLIN, S. R., PETRI, S. M., VIANNA, W. B. I. Avaliação do desempenho de empresas terceirizadas com o uso da metodologia multicritério de apoio à decisão-constructivista. **Pesquisa Operacional**, v. 30, n. 1, p. 125-152, 2010. **Disponível em:** <http://www.scielo.br/pdf/pope/v30n1/07.pdf>. Acesso em: julho 2019.

FONSECA, A.; MONTAÑO, M.; MORETTO, E. M. A importância do conhecimento científico para o aprimoramento do Licenciamento e da Avaliação de Impacto Ambiental no Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 43, 2017.

FONSECA, A.; RESENDE, L. Boas práticas de transparência, informatização e comunicação social no licenciamento ambiental brasileiro: uma análise comparada dos websites dos órgãos licenciadores estaduais. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 2, p. 295-306, 2016. **Disponível em:**

http://www.scielo.br/pdf/esa/v21n2/1809-4457-esa-S1413_41522016146591.pdf.

Acesso em: setembro 2018.

FRANÇA, D. C. Modelagem de um adaptive neuro fuzzy inference system para análise de risco em projetos., 2016. 103 f. Dissertação, (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016. **Disponível em:** <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/8163>. Acesso em: julho 2019.

GAMA, A. P. S. **Propostas de alterações da AIA no Brasil: uma análise crítica à luz da experiência internacional.** 2016. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. **Disponível em:**

<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/100/100136/tde-02052016-112053/en.php>. Acesso em: outubro 2018.

GLASSON, J.; SALVADOR, N. N. B. EIA in Brazil: a procedures–practice gap. A comparative study with reference to the European Union, and especially the UK. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 20, n. 2, p. 191-225, 2000.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195925599000438>.

Acesso em: outubro 2018.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. **Tomada de enfoque multicritério. Revista e ampliada.** São Paulo. Ed. Atlas, 2009.

GOMES, L. F. A. M. Modelagem do Risco no Apoio à Tomada de Decisão.

Revista de Ciência, Tecnologia e Inovação, v. 1, n. 1, 2016. **Disponível em:**

<http://www.revista.unifeso.edu.br/index.php/revistacienciatecnologiainovacao/articloe/view/374/350>. Acesso em: julho 2019.

GOMIDE, F.; GUDWIN, R. R.; TANSCHKEIT, R. Conceitos fundamentais da teoria de conjuntos fuzzy, lógica fuzzy e aplicações. In: **Proc. 6 th IFSA Congress-Tutorials**. 1995. p. 1-38.

HOFMANN, R. M. Gargalos do licenciamento ambiental federal no Brasil.

Consultoria Legislativa. Brasília: Câmara dos Deputados, 2015. **Disponível em:**

http://www.comunita.com.br/assets/52_gargalos_la_no_brasil_cons_legis_camar_a_deputados.pdf. Acesso em: outubro 2018.

HEINZLE, R.; GAUTHIER, F. A. O.; FIALHO, F. A. P. Semântica nos sistemas de apoio à decisão: o estado da arte. **Revista da UNIFEBE**, v. 1, n. 8, p. 225-248, 2017. **Disponível em:**

<https://periodicos.unifebe.edu.br/index.php/revistaeletronicadaunifebe/article/view/551/334>. Acesso em: março 2019.

LIMA JUNIOR, F. R.; DE FARIA FERREIRA, L.F.; SELEGHIM, A. P. D.;

CARPINETTI, L. C. R. Um modelo fuzzy-qfd para priorização de ações de gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. **Revista Produção Online**, v. 18,

n. 2, p. 713-742, 2018. **Disponível em:**

<https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/2958/1676>. Acesso em: julho 2019.

LYRIO, M. V. L.; PRATES, W.; DE LIMA, M. V. A.; LUNKES, R. J. Análise da implementação de uma estratégia de investimento em ações baseada em um instrumento de apoio à decisão. **Contaduría y Administración**, v. 60, n. 1, p. 113-143, 2015. **Disponível em:**

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0186104215721492?token=79FBC7045F0C7371BFC23A9E8E8F6944D468B7A220285DD618EDDA5F88E86E345BEE0F54EE0B78C460E9BA13D08F49A2>. Acesso em: julho de 2019.

MARQUES, J. E. S. Aplicação da Lógica Fuzzy no controle da velocidade de um protótipo móvel. **Ciência & Desenvolvimento-Revista Eletrônica da FAINOR**, v. 9, n. 1, 2016. **Disponível em:**

<http://srv02.fainor.com.br/revista237/index.php/memorias/article/view/461/260>.

Acesso em: outubro 2018.

MORENO, W. S.; MONTEIRO, M. R.; MONTEIRO, J. R. Estudo e aplicação da Lógica Fuzzy para estacionamento automático de veículos. **XV SEGeT -**

Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia (2018). Disponível em:

<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos18/28326325.pdf>. Acesso em: janeiro 2019.

MONTAÑO, M.; DE SOUZA, M. P. A viabilidade ambiental no licenciamento de empreendimentos perigosos no Estado de São Paulo. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 13, n. 4, p. 435-442, 2008.

NIELSEN, E. H.; CHRISTENSEN, P.; KØRNØV, L. EIA screening in Denmark: a new regulatory instrument? **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, v. 7, n. 01, p. 35-49, 2005. **Disponível em:**

<https://www.worldscientific.com/doi/pdf/10.1142/S146433320500192X>. Acesso em: novembro 2018.

OLIVEIRA, F. S. D.; PRADO FILHO, J. F.; ROCHA, C. F.; FONSECA, A.

Licenciamento ambiental simplificado na região sudeste Brasileira: conceitos, procedimentos e implicações. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 38, p. 461-479, 2016. **Disponível em:** <<http://revistas.ufpr.br/made/article/view/42297>>.

Acesso em: agosto 2017.

OLIVEIRA, J. A. Sistema especialista Fuzzy para apoio a tomada de decisão no controle da doença da mancha branca em camarões. 2018. 93f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) - Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, Curso Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2018. **Disponível em:**

<http://monografias.ufrn.br/jspui/handle/123456789/7864>. Acesso em: julho 2019.

PIERANGELI, M. V.; MACHADO, L. K.; SALES, R. S. Metodologias de Gestão de Riscos aplicadas no apoio à Tomada de Decisão: Abordagem de aspectos da Racionalidade Limitada. **Espacios**, v. 38, n. 14, p. 23-37, 2017. **Disponível em:** <http://www.revistaespacios.com/a17v38n14/a17v38n14p23.pdf>. Acesso em: julho 2019.

PINHO, P.; MCCALLUM, S.; CRUZ, S. S. A critical appraisal of EIA screening practice in EU Member States. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 28, n. 2, p. 91-107, 2010. **Disponível em:** <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.3152/146155110X498799?needAccess=true>. Acesso em: junho 2018.

DA SILVA PORTELA, C. F.; DOS SANTOS, M. F. V. T.; DA SILVA ABELHA, A. C.; MACHADO, J. M.; SILVA, A. M.; MARTINS, F. R. Sistema inteligente de apoio à decisão e monitorização de doentes críticos em tempo-real. **Portuguese Journal of Public Health**, v. 35, n. 3, p. 179-192, 2017. **Disponível em:** <https://www.karger.com/Article/Pdf/486146>. Acesso em: julho 2019.

RIBEIRO, A. I.; BRESSANE, A.; FENGLER, F. H.; LONGO, R. M.; SILVA, A. L.; ROVEDA, J. A. F.; RIBEIRO, M. V.; MEDEIROS, G. A. Environmental Impact Assessment Using a Weighted Global Index: a methodological proposal. **Transactions on Ecology and the Environment**, v. 215, p. 13-24, 2018.

ROCHA, C. P. F. Critérios de triagem e escopo da avaliação de impacto e licenciamento ambiental nos estados da região sudeste brasileira. 136f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2014. **Disponível em:**
<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6466>. Acesso em: outubro 2018.

SANCHÈZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental**. Oficina de Textos, 2015.

SANTANA, G. A. DE ALMEIDA, D. J., JUNIOR, V. F., SUMAR, R. R. Identificação Automática de Problemas de Usabilidade em Interfaces de Sistemas Web através de Lógica Fuzzy. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, v. 4, n. 1, 2016. **Disponível em:**
<https://proceedings.sbmac.org.br/sbmac/article/view/1064/1077>. Acesso em: março 2018.

SANTOS, M. O. Uma proposta de melhoria do instrumento de mensuração de desempenho funcional baseada em métodos multicritério de apoio a decisão. 142f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - UNISINOS - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo / RS, 2016. **Disponível em:**
<http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/5708>. Acesso em: julho 2019.

SENA, A. J. C., BRITO, F. D., GAMA, W., JUNIOR, L. C. L. S. Sistema Fuzzy de Auxílio ao Diagnóstico para Parâmetros Vibracionais em Máquinas Rotativas. **INOVA TEC**, v. 1, 2017. **Disponível em:**
<http://revistadireitobh.estacio.br/index.php/inovatec/article/view/3864>. Acesso em: abril 2018.

SHAW, I. S., GODOY, M. **Controle e Modelagem Fuzzy**. 1ª edição. São Paulo: Edgard Blucher: FAPESP, 1998. 165p.

SILVA, N. F. D. C. D.; VIANNA, C. M. D. M.; OLIVEIRA, F. S. G. D., MOSEGUI, G. B. G., RODRIGUES, M. P. D. S. Fuzzy Visa: um modelo de lógica fuzzy para a avaliação de risco da Vigilância Sanitária para inspeção de resíduos de serviços de saúde. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 27, p. 127-146, 2017.

Disponível em: https://www.scielo.org/scielo.php?pid=S0103-73312017000100127&script=sci_arttext&tIng=pt. Acesso em: julho 2019.

SILVA, L. K. B. Desenvolvimento de Ferramenta para Otimização de Estudos Ambientais. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2016. **Disponível em:** <http://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/handle/123456789/632>. Acesso em: julho 2019.

SILVA, Sandra Cristina Gonçalves da - Sistema de apoio à decisão espacial multicritério na localização de centrais de biogás. Coimbra : [s.n.], 2015. Tese de doutoramento. **Disponível em:** [www: http://hdl.handle.net/10316/26732](http://hdl.handle.net/10316/26732). Acesso em: julho 2019.

TAKAGI, T.; SUGENO, M. Fuzzy Identification of Systems and Its Applications to Modelling and Control, Proceedings. **IEEE Transaction on Systems, Man and Cybernetics, SMC-15**, v. 1, p. 116-132, 1985. **Disponível em:**

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781483214504500456>. Acesso em: junho 2018.

VIDAL, T. F.; CHAGAS, P. F.; DE SOUZA, R. O. Aplicação da Teoria Fuzzy em modelos de transporte de poluentes em rios, para estudar funções de pertinência com campos de concentração, em função das características do rio. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 11, n. 6, 2015. **Disponível em:** http://amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/1255/1275. Acesso em: agosto 2018.

WANG, D; SHORTLIFFE, E.H. GLEE: A Model-Driven execution system for computer-based implementation of clinical practice guidelines. **Proceedings of the AMIA Symposium. American Medical Informatics Association**, 2002. p. 855-9. **Disponível em:** <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2244320/pdf/procamiasymp00001-0896.pdf>. Acesso em: setembro 2018.

ZANGHELINI, G. M. Ponderação de categorias de impacto ambiental através de análise de decisão multicritério. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Florianópolis, 2018. **Disponível em:** <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/189326>. Acesso em: julho de 2019.