



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Engenharia

Fernando Palma Guimarães Pereira

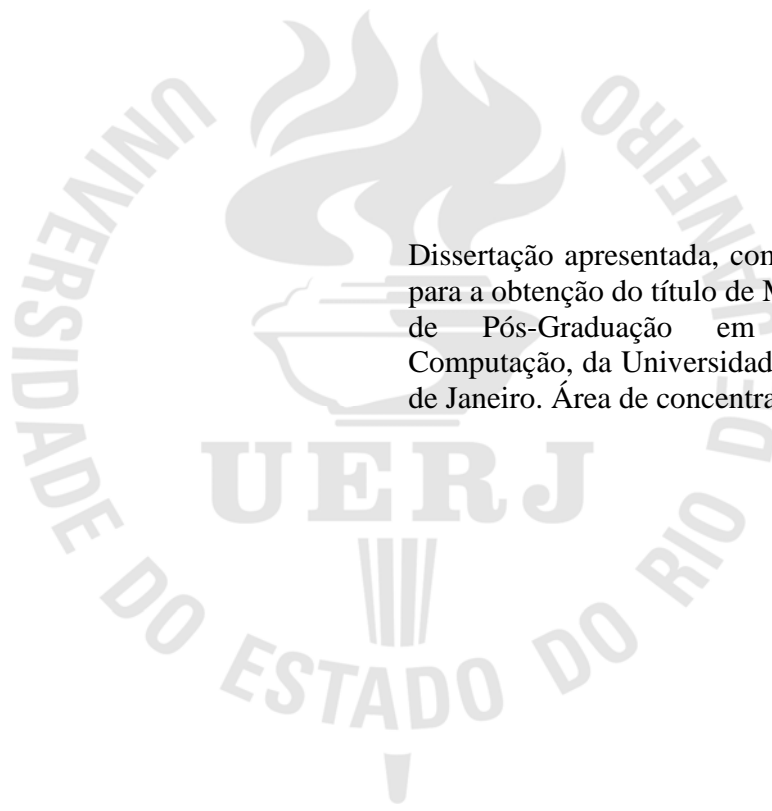
**Um Sistema de Informações Geográficas para Gestão de
Energia Elétrica Móvel - SIGGENELM**

Rio de Janeiro

2010

Fernando Palma Guimarães Pereira

**Um Sistema de Informações Geográficas para Gestão de Energia Elétrica Móvel -
SIGGENELM**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Computação, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Geomática.

Orientador: Prof. Dr. Orlando Bernardo Filho
Coorientador: Prof. Dr. Luiz Artur Pecorelli Peres

Rio de Janeiro
2010

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/B

P436 Pereira. Fernando Palma Guimarães.
Um sistema de informações geográficas para gestão
de energia elétrica móvel - SIGGENELM / Fernando
Palma Guimarães Pereira. - 2010.
179 f.

Orientador: Orlando Bernardo Filho.
Coorientador: Luiz Artur Pecorelli Peres
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do
Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia.

1. Lógica nebulosa – Teses. 2. Energia elétrica –
Abastecimento – Teses. 3. Veículos elétricos híbridos -
Teses. 4. Engenharia de Computação. I. Bernardo Filho,
Orlando. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. III.
Título.

CDU 004.89:621.31

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese,
desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Fernando Palma Guimarães Pereira

**Um Sistema de Informações Geográficas para Gestão de
Energia Elétrica Móvel - SIGGENELM**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Computação, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Geomática.

Aprovado em 14 de setembro de 2010.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Orlando Bernardo Filho (Orientador)
Faculdade de Engenharia – UERJ

Prof. Dr. Luiz Artur Pecorelli Peres (Coorientador)
Faculdade de Engenharia – UERJ

Prof. Dr. Flávio Joaquim de Souza
Faculdade de Engenharia – UERJ

Prof.^a Dr.^a Karla Tereza Figueiredo Leite
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro;
Centro Universitário Estadual da Zona Oeste – UEZO

Rio de Janeiro

2010

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, sendo à minha mãe “in memoriam”.

AGRADECIMENTOS

A Deus, porque sem Ele nada poderia fazer.

À UERJ.

A CAPES, que com o auxílio financeiro na forma de bolsa me permitiu que eu fizesse meu curso sem precisar trabalhar durante o mesmo.

Ao departamento de Engenharia de Sistemas e Computação, pelo curso oferecido.

Aos professores Orlando Bernardo Filho e Luiz Artur Pecorelli Peres, pelo conhecimento que possuem, sendo de fundamental importância para que essa dissertação pudesse ser feita.

Ao professor Orlando em especial por ter me ajudado desde a graduação no meu projeto final e ter tido paciência em me atender sempre de forma calma e solícita.

Aos demais professores deste curso de Geomática, que contribuíram de alguma forma para minha formação e principalmente enriquecimento acadêmico.

Ao meu pai que na forma dele sempre torceu e acreditou que me tornaria um Mestre.

À minha querida Patrícia que só eu sei quantas coisas boas da vida aprendi com ela, por seu carinho, atenção e principalmente por sua garra em lutar por seus objetivos que me influenciaram a fazer o mesmo.

RESUMO

PALMA, Fernando G. P. *Um sistema de informações geográficas para gestão de energia elétrica móvel - SIGGENELM*. 2010. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Computação) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

Um problema que as empresas distribuidoras de energia elétrica convivem são as quedas repentinas no fornecimento, causando inúmeros prejuízos tanto para essas empresas quanto para seus consumidores. Essa dissertação apresentará uma ferramenta que utilizará conhecimentos de sistemas de informações geográficas junto com o uso de inferência nebulosa para orientar a disposição de veículos híbridos (elétricos e à combustão) que podem operar como mini-usinas elétricas no abastecimento de localidades que esteja necessitando de energia em um determinado momento. Para isso, será levantada uma base de dados com características dos veículos híbridos e locais necessitados, dados esses que alimentarão um sistema nebuloso agregado à ferramenta MapServer e a um SIG (Sistema de Informações Geográficas) para, dessa forma, mostrar como saída do sistema qual veículo estará mais apto naquele instante para abastecer o local da demanda de energia.

Palavras-chave: Veículos elétricos híbridos. Lógica nebulosa.

ABSTRACT

A problem that electric energy companies have to face is the power outage, which causes innumerable damages for both companies and consumers. This dissertation describes a tool that joins Geographic Information Systems knowledge to Fuzzy Logic knowledge to guide the distribution of hybrid vehicles (electric and combustion) that can operate as mini electric power plants to supply places that need electrical power. For this, a database will be built with the characteristics of vehicles and places in need. The data will supply a Fuzzy system joined to a MapServer tool and a GIS (Geographic Information System), showing which vehicle will be more capable in that moment to supply the place in energy demand.

Keywords: Hybrid electric vehicle. MapServer. Fuzzy logic.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fila de caminhões com geradores no centro da cidade	15
Figura 2 - Caminhão com gerador no Leblon, zona sul da cidade.....	15
Figura 3 - Representação de um SIG (uso das informações).....	22
Figura 4 - Representação de um mapa do mundo real através de estrutura matricial ou <i>raster</i>	25
Figura 5 - Representação do mundo real na estrutura vetorial	25
Figura 6 - Três frascos e seus respectivos graus de preenchimento.....	32
Figura 7 - Diferença gráfica entre um conjunto ordinário e um conjunto nebuloso	33
Figura 8 - Função de pertinência para “homens de meia-idade”	35
Figura 9 - Interseção de conjuntos nebulosos	38
Figura 10 - União de conjuntos nebulosos.....	38
Figura 11 - Conjunto em que a defuzzificação produziria um valor igual a zero.....	41
Figura 12 - Valor final calculado pelo método do centróide	41
Figura 13 - Função de pertinência.....	42
Figura 14 - Representação modular de um SIN.....	44
Figura 15 - Configuração do veículo híbrido paralelo.....	56
Figura 16 - Configuração do veículo híbrido série	57
Figura 17 - Diagrama de Casos de Uso do SIGGENELM	60
Figura 18 - Diagrama de atividades no SIGGENELM	78
Figura 19 - Representação dos 4 sistemas de inferência nebulosos (SIN).....	79
Figura 20 - Interface da ferramenta Notepad++.....	120
Figura 21 - Interface da ferramenta HeidiSQL	121
Figura 22 - Tabelas da base lnebulosaf	122
Figura 23 - Tabelas da base siggenelm	123
Figura 24 - Tela inicial do sistema antes do <i>login</i>	124
Figura 25 - Tela de cadastro de usuários do sistema.....	125
Figura 26 - Tela após login do usuário	126
Figura 27 - Página de veículos do SIGGENELM.....	127
Figura 28 - Página de cadastro de veículos do sistema.....	128

Figura 29 - Página de locais do sistema.....	129
Figura 30 - Página de cadastro de locais do sistema.....	130
Figura 31 - Alterar status dos locais.....	131
Figura 32 - Excluir um local do sistema	132
Figura 33 - Excluir um veículo do sistema	133
Figura 34 - Tela de atendimento do sistema	134
Figura 35 - Retorno à tela inicial após o procedimento de logout do sistema	135
Figura 36 - Página inicial do SIGGENELM que o usuário entra com seu nome e senha	136
Figura 37 - Página inicial do sistema após o usuário Fernando efetuar <i>login</i>	137
Figura 38 - Página que mostra os veículos disponíveis no momento	138
Figura 39 - Página que mostra os locais necessitados no momento	139
Figura 40 - Página que mostra os veículos e locais distribuídos no mapa.....	140
Figura 41 - Página que mostra o resultado do atendimento levando-se em conta os veículos disponíveis e locais necessitados	141

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Propriedades dos conjuntos nebulosos.....	37
Tabela 2 - Formatos de Entrada e Saída do MapServer.....	48
Tabela 3 - Descrição da variável lingüística Importância	81
Tabela 4 - Descrição da variável lingüística Quantidade de clientes	83
Tabela 5 - Descrição da variável lingüística Fator Cliente.....	85
Tabela 6 - Descrição da variável lingüística Tempo de percurso.....	87
Tabela 7 - Descrição da variável lingüística Tempo de restabelecimento	89
Tabela 8 - Descrição da variável lingüística Fator tempo	91
Tabela 9 - Descrição da variável lingüística Potência Local.....	93
Tabela 10- Descrição da variável lingüística Potência Veículo	95
Tabela 11- Descrição da variável lingüística Fator Potência	97
Tabela 12- Descrição da variável lingüística Prioridade	99
Tabela 13- Lista de regras do Sistema de Inferência Nebuloso 1 (SIN1)	103
Tabela 14- Lista de regras do Sistema de Inferência Nebuloso 2 (SIN2)	104
Tabela 15- Lista de regras do Sistema de Inferência Nebuloso 3 (SIN3)	105
Tabela 16- Lista de regras do Sistema de Inferência Nebuloso 4 (SIN4)	106
Tabela 17- Tabelas da base de dados siggenelm.....	109
Tabela 18- Tabelas da base de dados lnebulosaf.....	109
Tabela 19- Tabela de locais	110
Tabela 20- Tabela de usuarios.....	110
Tabela 21- Tabela veículos.....	111
Tabela 22- Tabela antecedente	111
Tabela 23- Tabela regra.....	111
Tabela 24- Tabela segmento.....	112
Tabela 25- Tabela sistema	112
Tabela 26- Tabela termo.....	113
Tabela 27- Tabela variável_linguistica	113

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	14
1	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
1.1	Sistemas de informações geográficas (SIG)	19
1.1.1	<u>Definição</u>	19
1.1.2	<u>Histórico</u>	20
1.1.3	<u>Composição</u>	21
1.1.3.1	Interação com usuário.....	22
1.1.3.2	Aquisição de dados.....	23
1.1.3.3	Integração de dados.....	23
1.1.3.4	Relacionamento entre informações de fontes diferentes.....	23
1.1.3.5	Projeções.....	24
1.1.3.6	Estruturas de dados.....	24
1.1.4	<u>Áreas de aplicação</u>	25
1.2	Sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD)	26
1.2.1	<u>Definição</u>	26
1.2.2	<u>Objetivo</u>	26
1.2.3	<u>Problemas que os SGBD procuram eliminar ou reduzir</u>	27
1.2.3.1	Inconsistência e redundância de dados.....	27
1.2.3.2	Dificuldade de acesso aos dados.....	27
1.2.3.3	Problemas de integridade dos dados.....	27
1.2.3.4	Anomalias nos acessos concorrentes.....	28
1.2.3.5	Problemas de segurança.....	28
1.2.4	<u>Sistema de gerenciamento de banco de dados MySQL</u>	28
1.2.4.1	Histórico.....	28
1.2.4.2	Conceito.....	29
1.2.4.3	Principais características do MySQL.....	29
1.2.4.4	Tipos de dados.....	30
1.2.4.5	Ambiente MySQL.....	31

1.3	Lógica Nebulosa	31
1.3.1	<u>Conceito</u>	31
1.3.2	<u>Conjuntos Nebulosos</u>	33
1.3.2.1	Propriedades dos conjuntos nebulosos.....	36
1.3.2.2	Operações com conjuntos nebulosos.....	39
1.3.2.3	Agregação e defuzzificação.....	40
1.3.3	<u>Sistema de Inferência Nebuloso (SIN)</u>	43
1.3.3.1	Fuzzificador.....	44
1.3.3.2	Base de conhecimento.....	44
1.3.3.3	Unidade de inferência.....	45
1.3.3.4	Defuzzificador.....	45
1.3.4	<u>Aplicações</u>	45
1.4	MapServer	46
1.4.1	<u>Aplicações</u>	46
1.4.2	<u>Histórico</u>	47
1.4.3	<u>Formatos de entrada e saída</u>	48
1.4.4	<u>Funcionalidade</u>	49
1.4.5	<u>Modo de funcionamento</u>	49
1.4.6	<u>Estrutura de uma aplicação</u>	51
1.4.7	<u>Etapas de funcionamento</u>	52
1.5	Veículos Elétricos Híbridos	52
1.5.1	<u>Introdução</u>	52
1.5.2	<u>Veículo Bi-combustível X Veículo Elétrico Híbrido</u>	53
1.5.3	<u>Veículo Elétrico Híbrido e os sistemas ancilares</u>	53
1.5.4	<u>Histórico</u>	54
1.5.5	<u>Características</u>	54
1.5.5.1	Tipos de veículos elétricos híbridos.....	55
1.5.6	<u>Desempenho do veículo elétrico híbrido</u>	57
1.5.7	<u>Vantagens e benefícios dos veículos elétricos híbridos</u>	59
2	MODELAGEM do SISTEMA SIGGENELM	60
2.1	Modelo de análise	60

2.1.1	<u>Modelo de casos de uso</u>	60
2.1.2	<u>Descrição dos casos de uso</u>	61
2.1.3	<u>Diagrama de atividades</u>	77
2.2	Modelo do sistema de inferência nebuloso	79
2.2.1	<u>Descrição das variáveis lingüísticas</u>	81
2.2.1.1	Sistema de Inferência Nebuloso 1 (SIN1).....	81
2.2.1.1.1	Variável Lingüística: Importância (Entrada SIN1).....	81
2.2.1.1.2	Variável Lingüística: Quantidade de Clientes (Entrada SIN1).....	83
2.2.1.1.3	Variável Lingüística: Fator Cliente (Saída SIN1).....	85
2.2.1.2	Sistema de Inferência Nebuloso 2 (SIN2).....	87
2.2.1.2.1	Variável Lingüística: Tempo de percurso (Entrada SIN2).....	87
2.2.1.2.2	Variável Lingüística: Tempo de restabelecimento (Entrada SIN2).....	89
2.2.1.2.3	Variável Lingüística: Fator Tempo (Saída SIN2).....	91
2.2.1.3	Sistema de Inferência Nebuloso 3 (SIN3).....	93
2.2.1.3.1	Variável Lingüística: Potência Local (Entrada SIN3).....	93
2.2.1.3.2	Variável Lingüística: Potência Veículo (Entrada SIN3).....	95
2.2.1.3.3	Variável Lingüística: Fator Potência (Saída SIN3).....	97
2.2.1.4	Sistema de Inferência Nebuloso 4 (SIN4).....	99
2.2.1.4.1	Variável Lingüística: Prioridade (Saída SIN4).....	99
2.2.2	<u>Definição das regras de inferência nebulosa</u>	102
2.3	Modelo de banco de dados do SIGGENELM	108
2.3.1	<u>Descrição das tabelas dos bancos</u>	108
2.3.2	<u>Estrutura das tabelas</u>	110
2.3.3	<u>Algoritmo de inferência nebulosa</u>	113
2.3.3.1	Classe DeFuzzyBean.....	114
2.3.3.1.1	Método setResultadoFinal.....	114
2.3.3.2	Classe DeFuzzy.....	114
2.3.3.2.1	Método PercorrerRegras.....	115
2.3.3.2.2	Método VerificarTermoRegra.....	116
2.3.3.2.3	Método AvaliarMi.....	116
2.3.3.2.4	Método CalculaAlfa.....	117

2.3.3.2.5	Método VerificarTermoConsRegra.....	117
2.3.3.2.6	Método CalculaCentroideRegra.....	117
2.3.3.2.7	Método CalculaCentroide.....	119
2.3.3.2.8	Método CalculaArea.....	119
3	IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA SIGGENELM.....	120
3.1	Ferramentas utilizadas.....	120
3.2	Tabelas do banco de dados.....	121
3.3	Funcionamento lógico do sistema.....	124
3.3.1	<u>Tela inicial do SIGGENELM.....</u>	124
3.3.2	<u>Páginas antes de o usuário efetuar seu <i>login</i> no sistema SIGGENELM.....</u>	125
3.3.3	<u>Páginas após <i>login</i> de usuário do SIGGENELM.....</u>	125
4	TESTES E RESULTADOS.....	136
5	CONCLUSÕES.....	142
	REFERÊNCIAS	143
	APÊNDICE A – Códigos-fonte do SIGGENELM (em ordem alfabética)	147

INTRODUÇÃO

Este capítulo visa relatar o problema ao atendimento às interrupções de energia elétrica em sistemas de distribuição bem como apresentar uma proposta para o seu aprimoramento. Além disso, expõe também a motivação, relevância, justificativa, objetivo, área de estudo bem como o endereçamento dos capítulos que compõem esse trabalho.

Desde que se começou a pensar em viver em cidades no Brasil foi negligenciado o planejamento demográfico por parte das autoridades de forma a levar em conta as necessidades da população, que acaba sendo deixada de lado pelo poder público. Dentre as carências ou necessidades existentes está o fornecimento adequado de energia elétrica, inclusive naquelas em que haja grande concentração urbana, ou seja, cidades e municípios do interior.

Contudo, com o crescimento desordenado que ocorre principalmente nas grandes cidades, o sistema de abastecimento de energia elétrica fica desordenado e até mesmo sujeito a fraudes dificultando a entrega de energia em algumas regiões. Como o sistema elétrico é sujeito a acidentes e falhas, o mesmo nem sempre consegue fornecer de forma contínua a energia. As regiões que possuem este fornecimento acabam por diversas razões sofrendo com os chamados "apagões" que são quedas de fornecimento de energia por alguns minutos, horas ou mesmo dias.

Esse problema pode afetar qualquer tipo de estabelecimento que exista nestas cidades, desde uma pequena fábrica em uma fazenda até um posto de saúde ou escola, tendo como consequência grandes prejuízos diretos a todos que moram na região afetada, afetando também de forma indireta quem depende dos bens ou serviços dessas localidades mesmo não morando nas mesmas.

Visando exemplificar esta situação são citadas a seguir notícias recentes, dos principais jornais da cidade do Rio de Janeiro que descrevem casos de quedas no fornecimento de energia que devido a sua gravidade precisaram de caminhões com geradores para suprir os consumidores desligados até que fosse restabelecido o fornecimento pelas equipes de manutenção, Nestas ocasiões relatadas até mesmo o centro e a zona sul da cidade foram atingidas. Segue abaixo trechos das reportagens, bem como as fotos dos caminhões com os geradores citados.

“A falta de luz, que gerou protestos de consumidores em vários bairros do Rio nos últimos meses, renovou a energia de pelo menos um setor: o de locação de geradores. Empresas que alugam o aparelho afirmam que a demanda cresceu cerca de 30 % desde novembro em relação ao mesmo período nos últimos nove anos“ (Jornal O GLOBO, 21-03-2010).



Figura 1 – Fila de caminhões com geradores no centro da cidade (Jornal O GLOBO)

“Um defeito num transformador da Light deixou parte dos moradores do Leblon sem luz por 3 horas na noite de ontem. Segundo a Light, a região ficou sem luz a partir de 22h27m de anteontem, mas à 1h30m de ontem todos os moradores já estavam sendo atendidos por 2 geradores fornecidos pela empresa. Os equipamentos de energia foram instalados na esquina da Rua General Venâncio Flores com a Avenida General San Martín“ (Jornal O GLOBO, 19-03-2010)



Figura 2 – Caminhão com gerador no Leblon, zona sul da cidade (Jornal O GLOBO)

Motivação

Este trabalho tem como motivação desenvolver uma ferramenta de suporte à decisão que mostre ao usuário do sistema proposto qual o desligamento que deverá ser atendido por gerador móvel supondo o conhecimento de ocorrências semelhantes praticamente concomitantes. Neste sentido em geral as empresas de distribuição de energia elétrica contam de um centro de atendimento à chamadas telefônicas (“call center”) ao qual são informados pelos consumidores afetados diferentes desligamentos na rede.

Dependendo do conjunto de ocorrências, dos seus locais e do tempo esperado para sua correção é possível que exija o deslocamento de geração móvel através de veículo apropriado para o restabelecimento do fornecimento de energia enquanto estiver sendo procedida a sua manutenção. Há, portanto, a necessidade de se determinar entre as ocorrências no sistema elétrico qual ou quais entre várias deve ser atendida pelo veículo provido de geração de energia elétrica a bordo.

Atualmente, este processo decisório não conta com um sistema computacional de apoio a decisão. Além disto, os veículos que contam com geração a bordo são caminhões com motor a diesel, especiais, em cujas caçambas são levados “containers” onde se encontra um motor-gerador também a diesel. Neste trabalho é cogitada a possibilidade deste atendimento ser realizado por veículos elétricos híbridos.

Relevância

O sistema de auxílio a decisão é importante porque poderá detectar a prioridade do consumidor afetado, e diminuir o tempo que este ficaria sem suprimento de energia. Tendo em vista que a demanda que deixaria de ser atendida constitui prejuízo para o consumidor como também para empresa de distribuição, pois deixa de vender energia e ainda fica sujeita a multas consideráveis dependendo da duração do restabelecimento da rede, estima-se que haverá benefícios consideráveis e de grande impacto econômico, dispondo-se do sistema proposto.

Justificativa

Como não existe um sistema computacional que indique as ocorrências cujas características determinem o envio de veículo com geração a bordo, essa ferramenta unirá conhecimentos de sistemas de informações geográficas e de inferência nebulosa para orientar o abastecimento de localidades que estejam necessitando de energia em um determinado momento.

Objetivo

O objetivo é desenvolver uma ferramenta que auxilie o processo de tomada de decisão nas atividades de demanda temporária de energia elétrica.

Área de estudo

A área de estudo do problema englobará a região metropolitana (capital) do Estado do Rio de Janeiro, porém é suficientemente abrangente para atender outras áreas atendidas por empresas de distribuição de energia elétrica. Essa região será estudada através de cartas digitais fornecidas pela fundação CIDE (Centro de Informações e Dados do Estado do Rio de Janeiro) para a UERJ.

Endereçamento dos capítulos

A presente dissertação basicamente está dividida em 6 capítulos. O capítulo 1 (Introdução) que como o próprio nome diz introduzirá ao leitor conceitos e explicações básicas sobre o tema proposto. No capítulo 2 (Fundamentação Teórica) será mostrada sobre qual conhecimento teórico está baseada a dissertação.

No capítulo 3 (Modelagem do Sistema) mostrará como será modelado o sistema proposto. No capítulo 4 (Implementação do Sistema) será descrito como o sistema foi implementado em termos de códigos de programação. No capítulo 5 será dedicado a mostrar os testes feitos bem como seus resultados e finalmente o capítulo 6 exibirá as conclusões do trabalho de toda a dissertação. A presente dissertação também possuirá Anexos que constarão de todos os códigos utilizados no desenvolvimento da ferramenta.

Trabalhos Relacionados

Albert de Andrade (2004) fez um estudo que objetivava propor um algoritmo georreferenciado de atendimento em ocorrências marítimas, bem como desenvolver um protótipo que pudesse demonstrar seu funcionamento, para estabelecer uma prioridade de atendimento. Foi realizada uma pesquisa sobre o Serviço de Salvamento Marítimo no mundo e no Brasil, visando definir quais seriam os parâmetros necessários para a elaboração do algoritmo, como também foi realizado um estudo de geoprocessamento e de algumas ferramentas de modelagem e programação.

Wolmar filho (2005) fez um estudo que objetivava fornecer um instrumento de apoio à produção de plantas de valores genéricos (PVG) utilizando lógica nebulosa, criadas a partir de mapas digitais. Tal instrumento, quando integrado a um cadastro técnico multifinalitário, permite um enfoque amplo e preciso da realidade do mercado imobiliário da cidade, premissa fundamental para a correta aplicação dos impostos de competência dos municípios.

Fabiana Salmaso (2007) fez um estudo sobre processo de cobrança que consultava um SIG com as informações dos inadimplentes de um sistema de cobrança. O SIG fornecia consultas sobre o grau de risco da cobrança em um determinado bairro após adotar uma estratégia de cobrança, avaliar a distribuição geográfica dos inadimplentes por estado e cidades e o índice de pagamento. O sistema empregou um sistema de inferência nebuloso para auxiliar na gestão do acordo dentro do processo de cobrança. Tal sistema fornece como saída o grau de risco da aplicação de uma estratégia de cobrança, levando em conta o resultado do contato com o inadimplente e o efetivo recebimento do débito.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo mostra uma visão geral sobre todos os conceitos e os embasamentos teóricos que serviram de ponto de partida para o desenvolvimento da aplicação que soluciona o problema proposto. No começo, é descrito o que são os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), em seguida é definido o que é um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD). Mais adiante surgirá a definição sobre lógica nebulosa, assim como a definição do que é a ferramenta MapServer e, finalmente, uma definição sobre veículos elétricos híbridos e suas aplicações neste tipo de problema.

1.1 Sistemas de Informações Geográficas (SIG)

1.1.1 Definição

Existem várias definições para SIG, porém as mais encontradas são as descritas a seguir:

“Um sistema que garante decisões envolvendo a integração de dados referenciados espacialmente em um ambiente específico” (COWEN, 1988).

“São sistemas utilizados para fazer o tratamento computacional de dados geográficos, onde são extraídas informações a partir de características alfanuméricas e de localização espacial” (CÂMARA et al., 2002).

“Um sistema que contém dados espacialmente referenciados que possam ser analisados e convertidos em informações para uso em um conjunto específico de finalidades. A característica principal de um SIG é analisar dados para gerar novas informações”. (PARENT, 1988)

“Um SIG é qualquer sistema de gerenciamento de informação capaz de: coletar, armazenar e recuperar informações baseadas nas suas localizações espaciais; identificar locais dentro de um ambiente que tenha sido selecionado a partir de determinados critérios; explorar relações entre os dados de um certo ambiente; analisar os dados espaciais para subsidiar os critérios de formulação de decisões; facilitar a exportação de modelos analíticos capazes de avaliar alternativas de

impactos no meio ambiente; exibir e selecionar áreas tanto graficamente como numericamente e /ou depois das análises” (HANIGAN, 1998).

“Um elenco de funções automáticas que fornece aos profissionais, com avançada capacidade, o armazenamento, recuperação, manipulação e exibição de dados geograficamente localizados” (OZEMOY, 1981).

Uma forma de definir SIG que seja de igual modo satisfatória em relação às definições acima é dizer que ele significa uma ferramenta que associa um banco de dados a mapas digitalizados, ou sendo mais de acordo com a linha de pesquisa adotada: “Um sistema de suporte à decisão que integra dados referenciados espacialmente num ambiente de respostas a problemas” (COWEN,1988).

Algumas alternativas estão associadas ao conceito de SIG, sendo chamadas também de tecnologias complementares: (RAPELLO, 2009)

- Os "GIS desktop", que herdaram os conceitos da Cartografia, dando suporte a banco de dados de maneira limitada e no qual centro do trabalho é o mapa, que é chamado de “plano de informação”.
- Os "Gerenciadores de Dados Geográficos", que podem armazenar dados espaciais em ambientes multiusuários.
- Os "Componentes GIS", que são ambientes de programação que dão ferramentas a qualquer usuário poder desenvolver seus próprios aplicativos geográficos.
- Os "Servidores Web de Dados Geográficos", que são usados para publicar e acessar a dados geográficos pela Internet.

1.1.2 Histórico

A ideia inicial do SIG surgiu na Suécia, porém o primeiro SIG foi implementado no Canadá em 1962 com o nome de (*Canada Geographic Information Systems*) com a função de realizar inventários de terras de âmbito nacional, envolvendo diferentes aspectos sócio-econômicos e ambientais.

Contudo, o sistema só ficou perfeitamente aplicável em 1971. Em seguida, pacotes de SIG comerciais começaram a serem desenvolvidos nos Estados Unidos, com um crescimento bem acelerado nos anos 80, devido ao fato que este governo já queria há algum tempo representar seu conjunto de estradas e redes censitárias. No Brasil, não foi diferente sendo que aqui as principais aplicações foram em setores de energia e setores ambientais.

No começo, somente empresas do governo se interessavam em usar esses produtos que só teve esse quadro alterado nos anos 90 com uma ampla aplicação no setor privado.

1.1.3 Composição

Pode-se dizer que um Sistema de Informação Geográfica (SIG) é um tipo diferenciado de um sistema de informação, pois ele é um sistema computacional que possui a particularidade de capturar, montar, armazenar e manipular informações de forma geográfica, em outras palavras, dados que são identificados de acordo com suas localizações.

O termo Sistema significa que o SIG é composto por vários componentes que se inter-relacionam formando um conjunto ou sistema. O termo Informação quer dizer que o SIG permite a conversão de dados em informações, partindo de manipulações e consultas interativas sobre os dados que estão armazenados. O termo Geográficas refere-se a dados que possuem localizações conhecidas ou podem ser inferidas em função de coordenadas geográficas.

Para desenvolver um SIG, determinados componentes básicos são necessários, tais como: uma interação com usuário, aquisição dos dados, integração de dados, relacionamento entre informações de fontes diferentes, projeções, além de um sistema que gerencie um banco de dados (SGBD), sendo que cada sistema de informações geográficas em função de seus objetivos e necessidades desenvolve esses componentes de forma diferente.

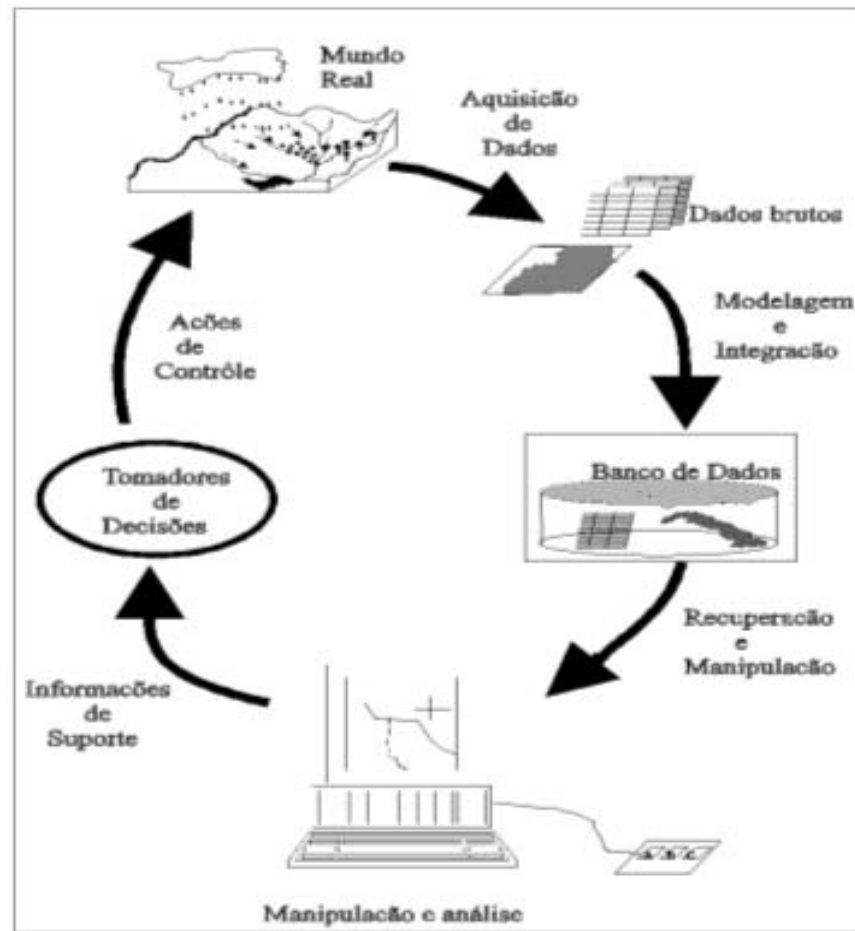


Figura 3 – Representação de um SIG (uso das informações) (adaptação, ARONOFF, p34, 1989)

A partir de agora serão abordados alguns dos componentes abordados acima, com exceção do sistema que gere um banco de dados que terá uma seção à parte neste mesmo capítulo.

1.1.3.1 Interação com usuário

A interação com o usuário pode ser feita de várias formas desde que se torne amigável ao mesmo, e de preferência de forma intuitiva, para que o usuário possa tirar o melhor proveito do sistema sem que tenha que ficar lendo manuais de operação ou mesmo verificando como funciona o código que programou a ferramenta que utiliza o SIG. Por exemplo, pode ser feita uma interface gráfica com menus no qual o usuário escolhe a ação pretendida de forma seqüencial.

1.1.3.2 Aquisição de dados

A informação nos Sistemas de Informação Geográfica pode ser capturada por várias maneiras na forma de mapas. No caso, qualquer mapa deve ser posto no computador de uma forma que o mesmo entenda, para com isso ele possa armazenar e trabalhar com as informações constantes nesse mapa. Existem diversas formas de inserir mapas no computador: digitalizar mapas, fotografias aéreas ou imagens de satélite, ou também desenhá-los de forma direta na tela do computador armazenando as coordenadas cartesianas que identificam o mapa.

Uma função do SIG seria mostrar possíveis relações de espaço entre os objetos que estão sendo descritos no mapa. Por exemplo, se numa ferramenta qualquer de desenho um linha representar um rio, no SIG pode representar uma área propícia para transporte fluvial para populações que vivam à margem desse rio.

De todas as etapas do trabalho, a aquisição de dados é a parte mais demorada porque normalmente os dados possuem diferentes fontes e formatos e devem ser mostradas de maneira clara as identidades dos objetos que integram o mapa, como também suas relações no sentido espacial. (SALMASO, 2007).

1.1.3.3 Integração de dados

Com o SIG podemos unir informações que seriam complicadas de fazer utilizando um outro meio qualquer. Por exemplo, uma companhia de energia elétrica que quer estimar projeções de consumo em determinadas regiões ou bairros, usaria um SIG combinando fatores como renda da população residente no local unido a outros fatores sócio-econômicos com variáveis do tipo que indicam os exatos pontos da rede de distribuição e assim poder simular esse ambiente e poder tirar diferentes tipos de conclusão.

1.1.3.4 Relacionamento entre informações de fontes diferentes

Como foi mencionado acima o SIG permite unir informações notadamente diferentes como, por exemplo, associar a renda da população com a própria localização dos pontos de distribuição. Ele faz esse relacionamento primeiramente considerando que as localizações para as

variáveis sejam conhecidas. As localizações podem ser descritas por coordenadas (x, y e z, ou seja, três dimensões) de latitude, longitude e elevação. Dessa forma, qualquer variável pode ser estabelecida espacialmente dentro do SIG.

1.1.3.5 Projeções

Projeção é um integrante vital na elaboração de um mapa, porque ele é um meio matemático no qual se permite transferir uma informação da superfície curva de três dimensões da Terra para um meio de duas dimensões como, por exemplo, a tela de um computador. Deve-se considerar que as projeções podem ser diferentes porque cada projeção representa o mapa de uma forma particular dependendo do tipo de aplicação.

1.1.3.6 Estruturas de dados

Por adquirir fontes de lugares e formatos diferentes é bem provável que as mesmas não sejam de estruturas compatíveis. Desse modo, o SIG vai converter dados de uma estrutura em outra, por exemplo, o SIG pode ler dados de uma imagem de satélite que foi interpretado por um computador e formar um mapa num formato conhecido como *raster*.

Estruturas Matriciais ou *Raster*

Este tipo de estrutura tem seus valores associados a uma matriz de células. Cada célula é um endereço identificado por coordenadas de linhas e colunas representando o mundo real, como está sendo exemplificado na figura abaixo.



Figura 4 – Representação de um mapa do mundo real através de estrutura matricial ou *raster* (Fonte: SILVA, 2004)

Os arquivos de dados *raster* tem a vantagem de serem manipulados de forma mais rápida pelo computador, mas a desvantagem é que possuem, na maioria das vezes, menos detalhes e são mais agradáveis de ver do que os dados com arquivos vetorizados, vistos abaixo.

Estruturas Vetoriais

As estruturas vetoriais representam mapas da seguinte forma: utilizam coordenadas do tipo X e Y, ou melhor dizendo, longitude e latitude, no qual os símbolos do mundo real podem ser representados por pontos, linhas ou polígonos, como mostrado na figura que segue.



Figura 5 – Representação do mundo real na estrutura vetorial

1.1.4 Áreas de aplicação

Os SIG podem ser utilizados em diversos seguimentos tais como:

- Empresas de consultoria em engenharia, que usam o SIG para desenvolver soluções para seus clientes.

- Empresas de topografia ou cartografia que fazem serviços utilizando dados espaciais que podem usar o SIG como depósito de dados que produzem.
- Órgãos estatais que usam o SIG como forma de planejamento, monitoramento e gerenciamento de suas atividades.
- Prefeituras ou governos estaduais que usam o SIG como solução para cadastros de atividades de planejamento urbano, como controle de tráfego e saneamento por exemplo.
- Empresas tanto públicas como privadas que usam o SIG para serviços de logística ou transporte dos seus bens, pessoas ou serviços.
- Concessionárias que fornecem serviços públicos como redes de água e esgoto, eletricidade, telefone e gás.
- Empresas que monitoram o meio ambiente que usam o SIG para simular possíveis mudanças devido a fatores climáticos, humanos entre outros.
- Universidades e centros de pesquisa que usam o SIG para melhorar suas atividades e desenvolver outras aplicações relacionadas de forma mais ágil.

1.2 Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD)

1.2.1 Definição

Um típico sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD) é composto por dados que se inter-relacionam e por programas que possam acessá-los. Esses dados que basicamente são chamados de banco de dados possuem informações sobre alguma instituição ou universidade, ou ainda, sobre alguma empresa particular ou privada, por exemplo.

Dentre os SGBD's que estão disponíveis no mercado que são os mais utilizados, podemos citar: Oracle, SQL Server, DB2, PostgreSQL, MySQL, entre outros.

1.2.2 Objetivo

Um SGBD tem como objetivo proporcionar um ambiente que seja o mais adequado e também o mais eficiente para armazenar e recuperar informações de um banco de dados qualquer. Esses sistemas são projetados com a finalidade de administrar grandes volumes de informações e, ao mesmo tempo, precisam fornecer segurança para as informações armazenadas,

por exemplo, contra acessos não-autorizados e definir níveis de hierarquia de acessos para os usuários autorizados.

1.2.3 Problemas que os SGBD procuram eliminar ou reduzir

1.2.3.1 Inconsistência e Redundância dos Dados

A criação, bem como a manutenção de arquivos e programas no geral não é feita pela mesma pessoa. Neste caso, os mesmos possuem formatos diferentes, no caso de arquivos, e podem ser escritos por diferentes linguagens de programação, no caso dos programas. Por exemplo, um programa pode realizar alterações somente no arquivo onde estão os dados, deixando os demais arquivos componentes da aplicação desatualizados gerando a inconsistência nos referidos dados. Para contornar isso, quando se usa um SGBD, esses problemas citados são solucionados.

1.2.3.2 Dificuldade de Acesso aos Dados

Quando não se utiliza um SGBD e o desenvolvedor da aplicação precisa recuperar dados específicos, o mesmo tem que fazer um programa para fazer essa tarefa, o que demanda tempo que poderia ser utilizado para outras etapas de um projeto. No caso do SGBD, este possui uma linguagem específica para acessar os respectivos dados chamada SQL (*Structured Query Language*), que permite diversas formas de consulta, possibilitando uma recuperação rápida das informações pertencentes ao banco de dados.

1.2.3.3 Problemas de Integridade dos Dados

Quando se armazena dados em um arquivo, seus valores devem satisfazer certas restrições para que sua consistência seja mantida, para tanto um programa deve fazer críticas e restrições aos valores de um determinado dado, mas é necessário que todos os outros programas mantenham o mesmo padrão de validação para que nenhum valor indevido ou incorreto seja armazenado. Num SGBD, os dados são colocados em tabelas específicas e na criação dos campos que compõem a tabela, as peculiaridades de cada campo são definidas de modo que antes que

haja um armazenamento de um dado em uma tabela, as restrições são verificadas, evitando dessa forma que aconteça uma inconsistência nos dados.

1.2.3.4 Anomalias nos Acessos Concorrentes

Podemos usar como exemplo um sistema que faça o controle das vendas e reservas de passagens de ônibus de determinada empresa. Para esse sistema de controle é comum ocorrer solicitações ao mesmo tempo de passagens, e, se não houver um mecanismo para lidar com os acessos concorrentes poderá acarretar uma inconsistência dos dados. Nesse quadro, a inconsistência seria vender uma mesma passagem para um mesmo destino para dois passageiros diferentes. Num SGBD há o tratamento dos acessos concorrentes garantindo dessa forma a consistência dos dados.

1.2.3.5 Problemas de Segurança

Dependendo do grupo de acesso no qual um usuário de determinado sistema pertencer, o mesmo pode ter a permissão de consultar os dados somente e não para efetuar inclusão, alteração ou exclusão. Um bom SGBD deve manter a segurança dos dados, com termos de restrições de acesso, impossibilitando a um usuário não autorizado acessar dados restritos para ele ou realize operações que não lhe são permitidas. Usando um SGBD, pretende-se compartilhar informações de maneira segura, garantindo a integridade e a consistência dos dados, permitindo um acesso rápido e igualmente eficiente.

1.2.4 Sistema de Gerenciamento de Banco de dados *MySQL*

1.2.4.1 Histórico

O SGBD *MySQL* foi projetado para lidar com bancos de dados muito grandes de uma forma muito mais rápida que qualquer banco de dados que existia até então. Hoje em dia, o *MySQL* oferece um enorme conjunto de funções tais como: velocidade, segurança e conectividade, que o faz perfeitamente funcional para acessar bancos de dados na *Internet*.

O nome que foi dado ao *software* é um grande de mistério, uns acreditam que o diretório base de seus criadores e boa parte de suas bibliotecas sempre tiveram esse prefixo *my*, daí, segundo alguns seu nome. A parte do SQL de “*MySQL*” quer dizer “*Structured Query Language* - Linguagem Estrutural de Consultas”. (PALMA, 2005)

O nome do símbolo do sistema (logo), um golfinho foi denominado de *Sakila*, nome escolhido pelos fundadores através de uma enorme lista de usuários que participaram de uma enquete chamada “*Name the Dolphin*”.

1.2.4.2 Conceito

O banco de dados *MySQL* é simplesmente o mais usado dentre os bancos de dados SQL *Open Source*. *Open Source* quer dizer que qualquer pessoa pode fazer *download* do software pela *Internet* e não gastar nada para isso. O usuário pode ainda fazer alterações no código para adequar o programa às suas necessidades.

No *MySQL* é chamada de tabela a estrutura que contém os blocos (registros) de informações. Dentro desses registros existem estruturas de dados de tamanho menor que podem ser modificadas pelos usuários chamadas de tipos de dados (*datatypes*). Mais de um *datatypes* é chamado de registro (*record*). Podemos definir a hierarquia de um banco de dados como: Banco de dados > Tabela > Registro > Tipo de dados. (PALMA, 2005)

Para fazermos alterações nos registros de um banco de dados é necessário um sistema de gerenciamento de banco de dados como um servidor *MySQL*. Ele é considerado um banco de dados relacional, ou seja, o armazenamento dos dados é feito em tabelas separadas, tornando-o mais flexível e robusto.

1.2.4.3 Principais Características do MySQL

- Portabilidade
- Segurança
- Escalabilidade
- Conectividade
- Clientes e Ferramentas

1.2.4.4 Tipos de dados

O *MySQL* possui um conjunto relativamente grande de tipos de dados, como por exemplo:

- **CHAR(M)**: strings que possuem tamanho fixo entre 1 e 255 caracteres;
- **VARCHAR(M)**: strings que possuem tamanho flexível entre 1 e 255 caracteres. **VARCHAR** ocupa sempre o menor espaço possível, entretanto ele é 50% mais lento que o tipo **CHAR**;
- **INT(M) [Unsigned]**: números inteiros entre -2147483648 e 2147483647. A opção "unsigned" pode ser alterada na declaração mudando o intervalo para 0 e 4294967295 se for usar inteiros não sinalizados;
- **FLOAT [(M,D)]**: números decimais com D casas decimais;
- **DATE**: armazena a informação que se relaciona a datas. O formato padrão é 'YYYY-MM-DD' e as datas variam no intervalo de '0000-00-00' e '9999-12-31'.
- **TEXT/BLOB**: strings entre 255 e 65535 caracteres. A diferença entre **TEXT** e **BLOB** é que no primeiro caso o texto não é *case sensitive* e no segundo sim;
- **SET**: conjunto de valores *strings*;
- **ENUM**: conjunto de valores *strings*, diferentes do **SET** pelo fato de só armazenar valores previamente especificados.

Além dos tipos de dados relacionados acima existem outras opções a serem usadas em conjunto com os tipos de dados para poder criar tabelas e especificar colunas:

- **Primary Key (Chave Primária)**: usada para fazer a diferença de um registro para outro. Cada registro dessa forma não vai ter a mesma chave primária.
- **Auto_increment**: uma coluna com esta opção é automaticamente incrementada quando da inserção de um registro na tabela.
- **NOT NULL**: não permite que valores nulos sejam inseridos.

1.2.4.5 Ambiente *MySQL*

As tabelas normais no *MySQL* podem ser alteradas usando os seguintes comandos: INSERT, UPDATE e DELETE. Uma vez conectado ao servidor pode-se executar vários comandos desde que se tenha a devida permissão, por exemplo: selecionar um banco de dados (“use db_name;”), buscar dados em tabelas através de *queries* (consultas do tipo “select * from uma_tabela;”), inserir valores em uma tabela (“insert into uma_tabela values(1,5);”), criar bancos de dados (“create nova_bd;”), criar tabelas (“create table nova (id int, descricao varchar(21));”), remover tabelas (“drop table nova;”) e outros comandos SQL comuns à manipulação e ao controle de bancos de dados. Para desconectar de um banco de dados usa-se o comando chamado “quit”.

1.3 **Lógica Nebulosa**

1.3.1 Conceito

A Lógica Nebulosa foi concebida por volta do ano de 1965 em estudos que foram desenvolvidos por Lotfi A. Zadeh sobre os conjuntos nebulosos. Essa lógica se preocupa com os princípios formais do raciocínio aproximado e procura modelar o modo impreciso do nosso raciocínio que tem um papel fundamental na habilidade humana de tomar decisões. Do inglês, “fuzzy” significa “vago” ou “nebuloso”.

A lógica nebulosa é dentre as tecnologias que existem atualmente, das que mais obtiveram sucesso para desenvolver sistemas que controlam processos complexos. Fazendo uso dela, soluções aparentemente complexas podem ser construídas por meio de controladores simples e que necessitam de uma fácil manutenção e um custo baixo. Sistemas que são elaborados desta forma são chamados de controladores nebulosos.

Se uma aplicação usa a Lógica Nebulosa, a mesma deve utilizar os conceitos da teoria dos conjuntos nebulosos combinados com o uso de um sistema de inferência nebuloso, seções que serão abordadas mais adiante. A principal vantagem desse modelo é sua capacidade de captar, com um formalismo matemático, conceitos relativos, por exemplo, graus de satisfação, conforto, adequação, etc. (OLIVEIRA JR., 1999).

Como dito acima, esse conceito permite capturar com clareza, as mais diferentes variações de conceitos psicológicos usados por nós seres humanos em seu raciocínio corriqueiro, sem precisar “distorcê-lo” para fazer uma adequação a modelos que muitas vezes não tem compatibilidade com o sentido nebuloso do contexto do problema.

Consideremos, por exemplo, uma situação bem simples e normal do dia-a-dia, mas que reflete bem os conceitos já apresentados: a figura abaixo mostra três copos e seus respectivos graus de preenchimento usando apenas as definições CHEIO e VAZIO. Mas, pelas figuras como vamos representar o copo central? O copo está meio CHEIO ou meio VAZIO?

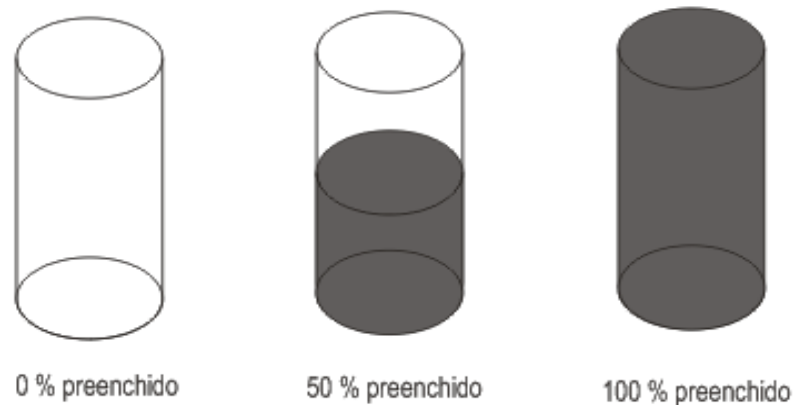


Figura 6 – Três frascos e seus respectivos graus de preenchimento

Na realidade, o copo está meio CHEIO e meio VAZIO. A questão é que com os paradigmas tradicionais que fazem a determinação dos conceitos (no caso se está CHEIO ou VAZIO) normalmente exigem a tomada de decisões abruptas (“crisp” do inglês, e usado em lógica nebulosa), descartando que possam coexistir conceitos qualitativamente opostos.

Um analista de lógica nebulosa iria responder:

- 1) O copo do meio está CHEIO com grau de 50% e VAZIO com grau de 50%.
- 2) O copo à esquerda está CHEIO com grau de 0% e VAZIO com grau de 100%.
- 3) O copo à direita está CHEIO com grau de 100% e VAZIO com grau de 0%.

1.3.2 Conjuntos nebulosos

De acordo com Oliveira Jr. (1999), a idéia de conjuntos ordinários foi generalizada com a criação do chamado conjunto nebuloso (*fuzzy set*). Esses conjuntos ordinários foram denominados abruptos (*crisp sets*) porque dentro do chamado domínio do conjunto um dado elemento pertence ou não pertence a esse conjunto. Abaixo a figura mostra graficamente, a diferença entre um conjunto ordinário e um conjunto nebuloso em relação ao termo idade:

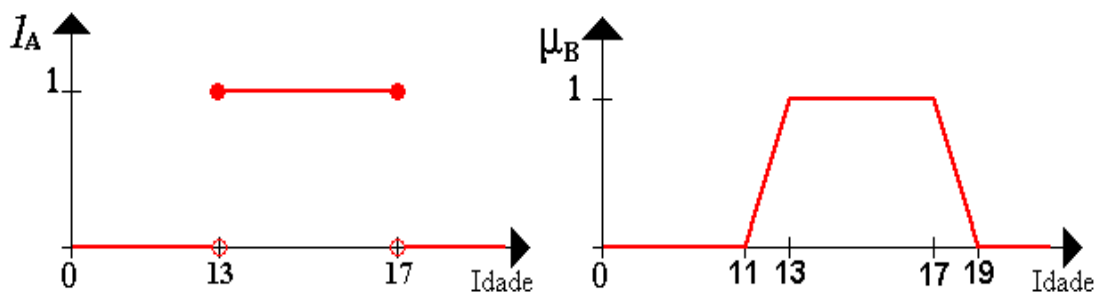


Figura 7 – Diferença gráfica entre um conjunto ordinário e um conjunto nebuloso
(CORREA, 1999)

Para melhor entendimento vejamos os conjuntos abaixo:

- a) Conjunto dos caracteres ASCII
- b) Conjunto de pessoas ricas

O primeiro conjunto pode ser definido como exemplo de conjunto clássico cujo elemento pode ser definido de forma precisa, no caso, se escolhermos um caractere qualquer saberemos exatamente quem é esse elemento, em relação ao segundo conjunto essa precisão não é tão clara porque o conceito de pessoas ricas variam de pessoa para pessoa.

Por definição, um conjunto nebuloso A num universo do discurso U é caracterizado por uma função de pertinência μ_A a qual mapeia os elementos de U para o intervalo $[0,1]$. Assim, a função de pertinência associa cada elemento x pertencente a U a um número real $\mu_A(x)$ no intervalo $[0,1]$, que representa o grau de possibilidade de que o elemento x venha a pertencer ao conjunto A , isto é, o quanto existe a possibilidade para o elemento pertencer ao conjunto A .

Um conceito que se relaciona com os conjuntos nebulosos é o de variáveis lingüísticas que é um identificador que pode assumir um valor dentre vários possíveis. No caso, um valor lingüístico em um conjunto que contenham outros valores lingüísticos.

Formalmente, uma variável lingüística é uma quintupla $\{X, T(X), U, G, M\}$, onde X é o nome do conjunto, U é o universo do discurso, G é uma grandeza para gerar os termos $T(X)$, e M é o significado dos termos lingüísticos representados por intermédio de conjuntos nebulosos. Essa variável pode conter modificadores (lingüísticos também) que mudam de valor. Por exemplo, uma forma de expressar um modificador seria Baixo e Muito Baixo e podemos uni-los por conectores como “e” e “ou”.

Os modificadores lingüísticos devem ser definidos matematicamente como no exemplo dos conjuntos clássicos, sendo no caso dos termos Baixo e Muito Baixo o modificador Muito faz com que sejam diferenciadas as variáveis. Os conectores “e” e “ou” representam as operações de união e interseção podendo dar origem a conjuntos complexos usando representações de linguagens de maneira simples.

Agora, são apresentados alguns conceitos e algumas idéias básicas em relação aos conjuntos nebulosos. A função característica de um conjunto $U \subseteq X$ assume o valor 1 em elementos de X e 0 em elementos $U - X$, onde:

U = conjunto universo

$T[X]: U \rightarrow \{0, 1\}$, é definida por:

$T[X](v) = 1$ para $v \in X$; 0 para $v \in U - X$

$U - X = \{v: v \in U \wedge v \notin X\}$

Assim, podemos observar que:

1. $T[X]$ só assume valores em $\{0, 1\}$,
2. A transição da condição de pertinência para a de não-pertinência (ou vice-versa) é abrupta.

Se $T[X]$ ir até $[0, 1]$, pode-se conseguir um conjunto nebuloso, que nesta forma existem elementos que podem pertencer ou não de maneira simultânea ao conjunto. A função de pertinência é a forma que cada ponto de entrada é mapeado em um valor de pertinência no intervalo $[0,1]$ (RAPELLO, 2009).

Seja U um conjunto qualquer (universo de discurso), e $X \subseteq U$ um subconjunto qualquer desse subconjunto, o conjunto nebuloso é um par $(X, \mu_x(x))$, sendo $\mu_x(x): U \rightarrow [0, 1]$ uma função de pertinência, que é definido como o grau que os elementos do conjunto X pertencem a esse conjunto nebuloso $(X, \mu_x(x))$.

Seja por exemplo na figura abaixo, a representação gráfica que mostra o conjunto nebuloso dos homens de meia idade.

Esse conjunto seria composto pelos seguintes pares:

$V = \{0/5; 0/10; 0,2/15; 0,3/20; 0,4/25; 0,6/30; 0,8/35; 1/40; 0,8/45; 0,6/50; 0,4/55; 0,3/60; 0,2/65; 0/70; 0/75\}$

Pode-se tirar a conclusão de que a função de pertinência determina completamente um conjunto nebuloso (*fuzzy*).

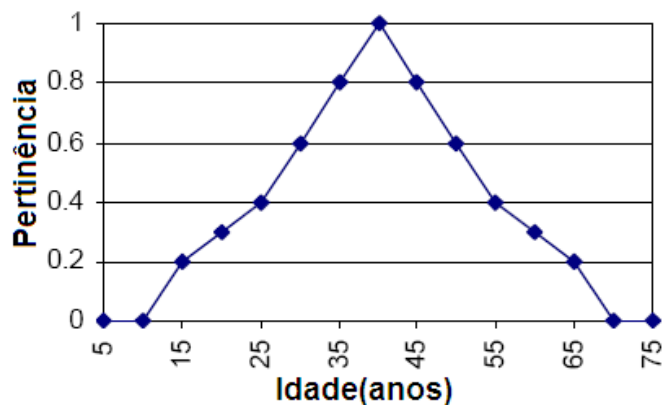


Figura 8 – Função de pertinência para “homens de meia-idade” (MARANHÃO, 2005)

Quando a teoria dos conjuntos nebulosos é usada num contexto lógico, como por exemplo, os sistemas baseados em conhecimento são chamados de lógica nebulosa, lógica difusa ou ainda, lógica “fuzzy”. À partir de agora, serão expostas as definições básicas sobre a teoria dos conjuntos nebulosos, por exemplo conceitos de complemento, interseção, união e as propriedades dessas operações.

Um controlador nebuloso consiste em um sistema nebuloso a base de regras, constituído de um conjunto de regras do tipo “SE premissa ENTÃO conclusão” que estabelecem ações de controle em função das diferentes faixas de valores que as variáveis de estado do sistema podem

ter. Essas faixas de valores são modeladas através de conjuntos nebulosos e são definidos como termos ou variáveis lingüísticas.

1.3.2.1 Propriedades dos conjuntos nebulosos

Sejam A e B conjuntos nebulosos definidos em U. Dessa forma, pode-se expressar a interseção desses conjuntos como $I = A \cap B$. Do mesmo modo se expressa a união como o conjunto $J = A \cup B$. Dentro da teoria dos conjuntos nebulosos, a interseção é representada por uma família de operadores chamados de t-normas, já a união é representada pelas t-conormas. (SOUZA, 2001)

As t-normas (\mathbf{T}) generalizam o conceito da operação de interseção, e devem satisfazer os axiomas:

1. condições de contorno : $x \mathbf{T} 0 = 0, \forall x \in [0,1]$
 $x \mathbf{T} 1 = x, \forall x \in [0,1]$
2. Propriedade comutativa : $x \mathbf{T} y = y \mathbf{T} x$
3. Propriedade associativa : $x \mathbf{T} (y \mathbf{T} z) = (x \mathbf{T} y) \mathbf{T} z$
4. Condições monotônicas : para $z \mathbf{T} w \leq x \mathbf{T} y$ se $z \leq x$ e $w \leq y$

Os operadores *mínimo* e *produto algébrico*, entre outros, são exemplos das t-normas.

As t-conormas (\perp) generalizam o conceito da operação de união, e devem satisfazer os axiomas:

1. condições de contorno : $x \perp 0 = x, \forall x \in [0,1]$
 $x \perp 1 = 1, \forall x \in [0,1]$
2. Propriedade comutativa : $x \perp y = y \perp x$
3. Propriedade associativa : $x \perp (y \perp z) = (x \perp y) \perp z$
4. Condições monotônicas : para $z \perp w \leq x \perp y$ se $z \leq x$ e $w \leq y$

Fazendo a utilização das definições de união, interseção e complemento, é possível averiguar que diversas propriedades algébricas dos conjuntos ordinários também se aplicam aos conjuntos nebulosos (TANSCHKEIT, 1999):

Involução	$(A')' = A$
Idempotência	$A \cap A = A$ e $A \cup A = A$
Comutatividade	$A \cap B = B \cap A$ e $A \cup B = B \cup A$
Associatividade	$(A \cap B) \cap C = A \cap (B \cap C)$ e $(A \cup B) \cup C = A \cup (B \cup C)$
Distributividade	$(A \cap B) \cup C = (A \cap B) \cup (A \cap C)$ e $A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$
Absorção	$A \cap (A \cup B) = A$ e $A \cup (A \cap B) = A$
Lei Transitiva	se $A \subset B$ e $B \subset C \Rightarrow A \subset C$
Leis de De Morgan	$(A \cap B)' = A' \cup B'$ e $(A \cup B)' = A' \cap B'$

Tabela 1 – Propriedades dos conjuntos nebulosos

O conjunto vazio e o conjunto universo são definidos como 0 e 1, respectivamente, assim sendo as seguintes propriedades são válidas:

$$A \cap \emptyset = \emptyset \text{ e } A \cap X = A \quad (1)$$

$$A \cup \emptyset = A \text{ e } A \cup X = X, \quad (2)$$

As seguintes propriedades de conjuntos clássicos como $A \cap A' = \emptyset$ e $A \cup A' = X$ **não** se verificam para conjuntos fuzzy:

$$\mu_{A \cap A'}(x) = \mu_A(x) \wedge (1 - \mu_A(x)) \neq 0 \Rightarrow A \cap A' \neq \emptyset \quad (3)$$

$$\mu_{A \cup A'}(x) = \mu_A(x) \vee (1 - \mu_A(x)) \neq 1 \Rightarrow A \cup A' \neq X \quad (4)$$

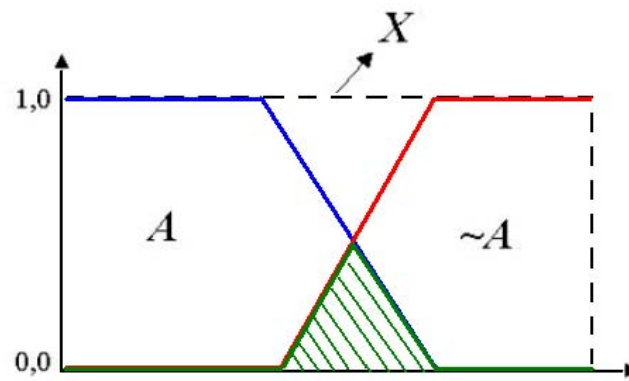


Figura 9 - Interseção de conjuntos nebulosos (MARANHÃO, 2005)

Pela figura 9, temos:

Caso clássico: $A \cap \sim A = \emptyset$

Caso *fuzzy*: $A \cap \sim A \neq \emptyset$

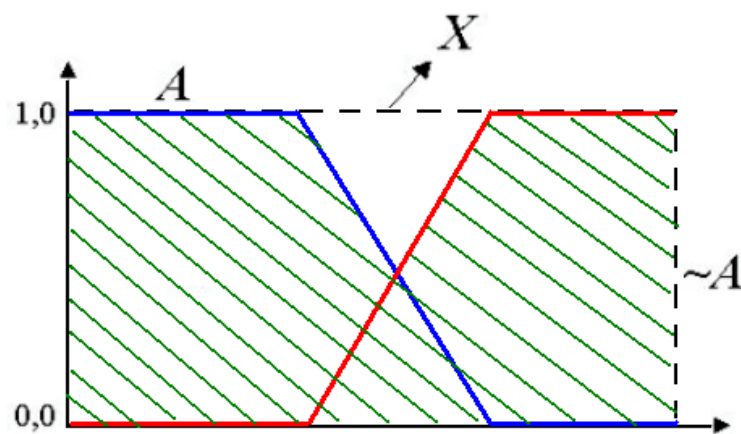


Figura 10 - União de conjuntos nebulosos (MARANHÃO, 2005)

Pela figura 10, temos:

Caso clássico: $A \cup \sim A = X$

Caso *fuzzy*: $A \cup \sim A \neq X$

1.3.2.2 Operações com Conjuntos Nebulosos

Dentre as operações permitidas nos conjuntos nebulosos podemos citar as de união, interseção e negação, dentre outras. Para poder fazer a definição das operações de união e interseção, Zadeh utilizou para isso as funções de máximo e mínimo, respectivamente. Por exemplo, vide as equações 5 e 6.

$$\begin{aligned} a \wedge b &= \min(a,b) = a \text{ se } a \leq b \\ &= b \text{ se } a > b \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} a \vee b &= \max(a,b) = a \text{ se } a \geq b \\ &= b \text{ se } a < b \end{aligned} \quad (6)$$

Considere A e B subconjuntos difusos de X. Sua **união** (equação 7) é um subconjunto difuso $A \cup B$, onde " \vee " é utilizado para representar uma disjunção lógica (OLIVEIRA JR., 1999).

$$(A \cup B)(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \mu_A(x) \vee \mu_B(x), \forall x \in X \quad (7)$$

Considere A e B subconjuntos difusos de X. Sua **interseção** (equação 8) é um subconjunto difuso $A \cap B$, onde " \wedge " representar uma conjunção lógica (OLIVEIRA JR., 1999).

$$(A \cap B)(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x), \forall x \in X \quad (8)$$

Considere A um subconjunto nebuloso de X. O **complemento ou negação** de A denotado por $\text{neg}(A)$ é o conjunto nebuloso definido pela equação 9 (OLIVEIRA JR., 1999).

$$\text{Neg}(A) = X - A \text{ ou } (\text{neg}(A))(x) = 1 - \mu_A(x), \forall x \in X. \quad (9)$$

Considere A e B subconjuntos nebulosos de X, o **produto algébrico** de A e B, representado por AB é definido pela equação 10 (FONSECA, 2003).

$$\mu_{AB}(x) = \mu_A(x) \mu_B(x), \forall x \in X \quad (10)$$

Sejam A e B subconjuntos nebulosos de X, a *soma algébrica* de A e B (equação 11), representada por $A \oplus B$ é definida pela soma das suas respectivas funções de pertinência menos o seu produto algébrico.

$$\mu_{A \oplus B}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_{AB}(x), \forall x \in X \quad (11)$$

Os operadores *máximo* e *soma algébrica*, entre outros, são exemplos das t-conormas.

1.3.2.3 Agregação e Defuzzificação

Agregação significa um processo de combinação de conjuntos nebulosos que representam cada regra de saída em um único conjunto de saída. Esse processo de agregação tem como entrada a lista das funções de saída retornadas através do processo de implicação de cada regra. Esse processo de agregação é chamado comutativo, ou seja, a ordem de execução de cada regra acaba não mudando o resultado final. (MATLAB, 2000).

Do processo de agregação de agregação resulta um conjunto nebuloso que é a entrada do processo de *fuzzificação*, sendo sua saída um número. O problema consiste que os conjuntos nebulosos não são entendidos pelo mundo “real” ou “físico”, assim é necessário gerar números que expressem ou mostrem de melhor forma a informação que está nesses resultados. (OLIVEIRA JR.,1999)

Existem três maneira diferentes de se fazer a *defuzzificação*: valor máximo, média de valores máximos ou cálculo do centróide. Pelo método do máximo calcula-se como valor *defuzzificado*, o ponto do universo de discurso cuja função de pertinência é máxima. Esse método acaba provocando confusão em relação aos casos em que a função de pertinência possuir mais de um valor máximo.

Assim sendo, foi proposta o uso da média dos máximos para achar o valor a ser *defuzzificado*. Mas como no caso anterior como a mostra a figura 12, a média dos máximos acabaria produzindo um valor que a função de pertinência é zero, o que não faz muito sentido (ZADEH, 1965).

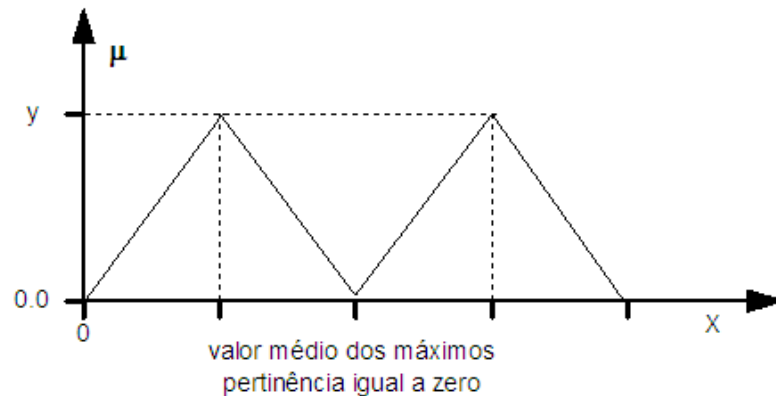


Figura 11 – Conjunto em que a defuzzificação produziria um valor igual a zero
(BERNARDO FILHO, 1999)

Diante dessas limitações citadas, propôs-se o método do centróide, onde a saída determinística se baseia no cálculo do centro de gravidade do conjunto de suporte da saída. Esse conjunto é gerado pelo módulo de inferência, como é mostrado na figura 13.(RAPELLO, 2009)



Figura 12 – Valor final calculado pelo método do centróide (BERNARDO FILHO, 1999)

Em termos matemáticos, o centróide de uma função de pertinência é calculado pelas integrais das funções do termo, como exposto na equação 2.12.

Na equação 12, \bar{X} é o valor que é defuzzificado de um dado parâmetro que corresponde ao centróide (também chamado de centro de massa) do conjunto nebuloso com função de pertinência $\mu_{\bar{A}}(x)$ e suporte S .

$$\bar{x} = \frac{\int_S x \mu_{\bar{A}}(x) dx}{\int_S \mu_{\bar{A}}(x) dx} \quad (12)$$

A integral de um segmento de reta do numerador é mostrada pela equação 13.

$$\text{Centróide} = m(b)^3/3 + q(b)^2/2 - m(a)^3/3 - q(a)^2/2 \quad (13)$$

A integral de um segmento de reta do denominador é mostrada pela equação 18.

$$\text{Área} = m(b)^2/2 + qb - m(a)^2/2 - qa \quad (14)$$

Nas duas fórmulas m representa o *coeficiente angular* do segmento de reta, q representa o *coeficiente linear*, a representa o *intervalo esquerdo* e b representa o *intervalo direito* no eixo x do segmento de reta conforme a figura 13.

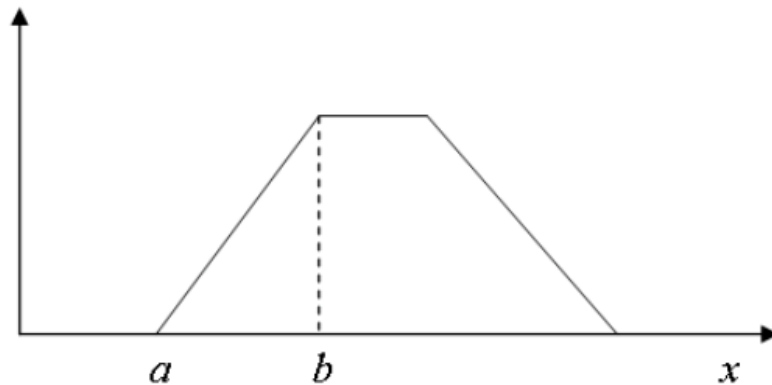


Figura 13 – Função de pertinência (BERNARDO FILHO, 1999)

Para poder calcular o centróide do trapézio da figura 14, basta calcular a soma das integrais de cada reta (numerador e denominador) e dividir pelo denominador. Para finalmente gerar a saída escalar, deve ser feito o cálculo do somatório dos centróides e multiplicar pela área

do termo de saída, dividindo pela soma das áreas de cada termo. A equação 15 mostra esse cálculo.

$$\bar{X} = \frac{\sum (\text{Centróide} * \text{Área})}{\sum \text{Área}} \quad (15)$$

1.3.3 Sistema de Inferência Nebuloso (SIN)

A Lógica Nebulosa normalmente é empregada na construção dos chamados Sistemas de Lógica Nebulosa (SLN). Nesses sistemas, são fornecidas entradas precisas para um módulo codificador que, por sua vez, fornece valores nebulosos para um motor de inferência, o qual processa a aplicação de uma regra do tipo SE-ENTÃO, constituída de proposições, envolvendo termos de variáveis lingüísticas. Após o processamento de uma regra, o valor nebuloso obtido como resposta da inferência é decodificado, obtendo-se, dessa forma, a saída precisa do sistema.

Esse sistema também é chamado de *Controle Nebuloso*, e é hoje uma importante aplicação da teoria dos conjuntos nebulosos. É a técnica que conquistou espaço como área de estudo nas mais variadas instituições de ensino, pesquisa e desenvolvimento no mundo.

O modelo que é o mais difundido é o Mamdani, representado em vários programas computacionais de SIF como o Fuzzy Logic Toolbox do MATLAB (MATLAB, 2000). O modelo Mamdani foi proposto por Ebrahim Mamdani (SOUZA, 2001) baseado no estudo publicado por Lotfi Zadeh (1975). Foi o primeiro modelo de SIN a ser construído a partir da Teoria dos Conjuntos Nebulosos. Este foi o método escolhido para ser aplicado nos SIN da dissertação.

Nos modelos clássicos, dado um conjunto de valores de variáveis de estado, um conjunto nebuloso é obtido como valor da variável de controle. Este conjunto nebuloso representa uma ordenação no conjunto de ações de controle aceitáveis naquele momento. Então, uma ação de controle global é finalmente selecionada dentre as aceitáveis. (RAPELLO, 2009)

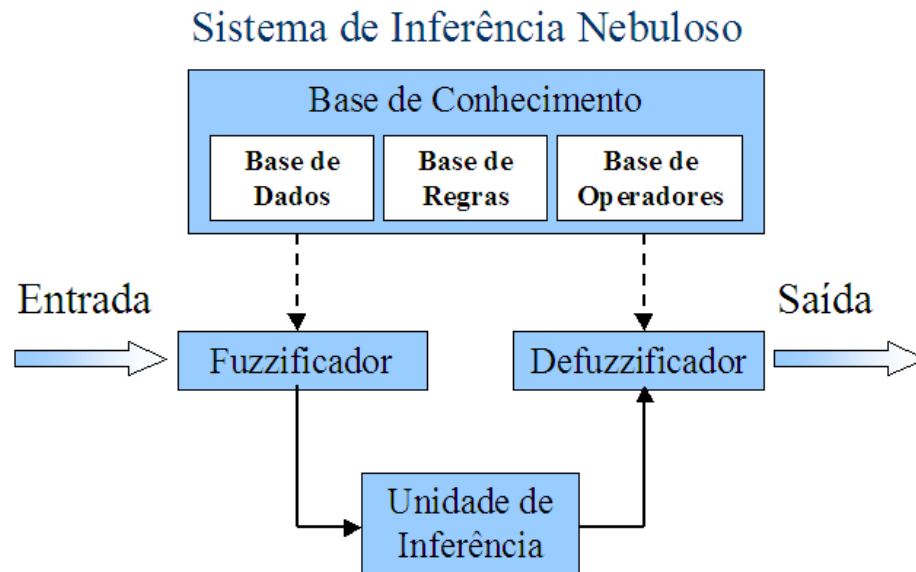


Figura 14 - Representação modular de um SIN (SOUZA,2001)

A figura 14 representa a estrutura básica de um SIN, que representa um modelo considerado geral mas suficiente para a identificar os módulos que o compõem, fornecendo uma idéia do fluxo que a informação faz. A baixo, uma breve descrição de cada módulo que compõe um SIN.

1.3.3.1 Fuzzificador

Tem função de identificar as variáveis de entrada, que representam as variáveis que caracterizam o estado do sistema (variáveis de estado), e faz a normalização em um universo de discurso padronizado. Esses valores são *fuzzificados*, transformando-se as entradas em graus de pertinência de conjuntos nebulosos, tornando-se assim as instâncias das variáveis lingüísticas.

1.3.3.2 Base de Conhecimento

Consiste de base de dados, base de regras e uma descrição dos operadores, de maneira a caracterizar a estratégia de controle e quais as suas metas. Na *base de dados* ficam guardadas as definições sobre discretização e normalização de universos de discurso, e as definições das funções de pertinência dos termos nebulosos. A *base de regras* representa a forma de como o conhecimento fica armazenada em um Sistema de Inferência Nebuloso (SIN).

A *descrição dos operadores* define que tipo de operações é usado para os operadores de interseção e união entre conjuntos nebulosos. As regras e os dados de entrada, então são processados pela unidade de inferência, local onde são inferidas as ações de controle de acordo com o estado do sistema, aplicando o operador de implicação.

É muito importante que se tenha tantas regras quantas forem necessárias em um controlador nebuloso, para que assim seja possível mapear totalmente as combinações dos termos das variáveis. Isso significa que a base deve ser completa, garantindo que se tenha sempre ao menos uma regra a ser disparada para qualquer entrada.

1.3.3.3 Unidade de inferência

A partir de um conjunto de regras nebulosas do tipo SE-ENTÃO (IF-THEN) é usado o procedimento de inferência para a agregação de conclusões. Isso resulta então no conjunto nebuloso de saída. Pode-se concluir que as regras traduzem o conhecimento enquanto a inferência traduz o modo de raciocinar (SOUZA, 2001).

1.3.3.4 Defuzzificador

Após o processo de agregação do conjunto de regras nebuloso, uma função de pertinência é então gerada, formando uma decisão de caráter nebuloso. Dessa forma, é necessário efetuar uma interpretação de modo a fazer a tradução para um valor que seja determinístico. Utiliza-se o método de determinação do centro de gravidade (COG) ou centro de área (COA), cujo valor da abscissa é o valor de saída do SIN.(RAPELLO, 2009)

1.3.4 Aplicações

A Lógica Nebulosa já é utilizada em diversos seguimentos tais como:

- Controle econômico de sistemas de condicionamento de temperatura.
- Controle de freios ABS.
- Sistemas de transmissão automática em veículos.

- Controle de máquina de lavar.
- Controle de secadora de roupa.
- Sistemas de tratamento de água.
- Controle de tráfego urbano e rodoviário.
- Carga rápida de baterias.
- Sistemas de reconhecimento de voz e imagem.
- Estabilização de imagens em filmadoras.
- Controle integrado de grupos de elevadores.
- Controle de anestesia.
- Controle de ventilação em túneis.

1.4 MapServer

1.4.1 Introdução

Mapserver é uma ferramenta *OpenSource* (código aberto) para o desenvolvimento de aplicações que utilizam dados geográficos, em outras palavras, usam dados para descrevem os aspectos terrestres através do uso de um referenciamento a um sistema de coordenadas através de aplicações Intranet/Internet.. Ele funciona como um servidor de mapas utilizado para a construção de aplicativos espaciais.

A ferramenta MapServer não é um SIG, na verdade ela permite visualizar os dados de um SIG se destacando na apresentação de dados espaciais (mapas, imagens e dados vetoriais). O sistema MapServer foi desenvolvido utilizando-se também de outros sólidos projetos de softwares livre/abertos tais como *FreeType*, *LibTiff*, *LibJPEG* entre outros. Sua plataforma compreende o ambiente Windows além de boa parte dos ambientes Unix, por exemplo: Linux, *FreeBSD*, sendo que no seu desenvolvimento foi permitido suportar as seguintes linguagens de programação: PHP, PYTHON, PERL, RUBY, JAVA e C#.

1.4.2 Histórico

O desenvolvimento do MapServer começou em 1996 através do projeto ForNet (patrocinado pela NASA) que visava prover as equipes da área florestal com produtos obtidos por imagens de sensoriamento remoto. Dentre os requisitos do projeto tinha-se a necessidade de entregar dados geográficos via internet.

Em 1997, surge o MapServer 1.0 desenvolvido em C por Stephen Lime para uso no projeto ForNet. Nesse ponto foi usada a biblioteca ShapeLib (para manipular ShapeFiles) e a biblioteca GD (para geração das imagens).

No ano de 1998, surge o MapServer 2.0 que possuía suporte a projeção cartográfica de dados com a inclusão da biblioteca PROJ4 e neste mesmo ano aconteceu o primeiro uso do MapServer fora do projeto ForNet na Australian Environment Resource Information Network.

Em 2000, também patrocinado pela NASA surge o projeto TerraSIP continuando o desenvolvimento do MapServer, Daniel Morissette (da DM Solutions) adere ao desenvolvimento do MapServer. que também passa a contar com suporte a dados matriciais através da biblioteca LibTIFF e fontes TrueType pela biblioteca FreeType. Neste mesmo ano, surge o *website* oficial do MapServer que assim passa a ser um projeto *OpenSource* para conhecimento público.

Chegado o ano de 2001, MapScript: a DM Solutions fornece a API do MapServer para a linguagem PHP com a extensão PHP/MapScript e a Univali começa a desenvolver o driver que conecta com o Oracle Spatial. Em 2002, todos os mecanismos internos do MapServer são reescritos permitindo o uso de dados de bancos de dados espaciais.

Já em 2003, surge o MapServer 4.0 com suporte a formatos 24 bits (entrada/saída), suporte a saída em formatos pdf e swf (flash). Nesta altura a equipe que desenvolve a ferramenta já conta com 10 integrantes e já existem 800 usuários na lista de discussão oficial, assim como acontece o primeiro encontro de usuários de MapServer em Minnessota (EUA) com a presença de 110 visitantes. Também nesse mesmo ano surge o primeiro fórum em português o Fórum ptMapServer.

Em 2004, já são contabilizados 1.200 usuários inscritos na lista de discussão oficial além do 1º Encontro Nacional de Usuários MapServer reunindo cerca de 100 visitantes na Univali, em Itajaí em Santa Catarina. Após isso em 2005, dois livros de MapServer surgem ao mercado: *Web Mapping Illustrated* de Tyler Mitchell e *MapServer – Open Source GIS Development* de Bill Kropla, além da criação da fundação OSGEO (*Open Source Geospatial Foudation*) para o incentivo do uso e do desenvolvimento de geotecnologias *Open Source*.

Em 2006, a evolução do MapServer atinge seu topo na conferência *Free and Open Source Software for Geoinformatics Conference* em Lausanne (Suíça) que reuniu mais de 500 pessoas e Tyler Mitchell acaba nomeado diretor executivo da OSGEO. Já no ano de 2007 acontece a segunda edição da conferência anterior com mais ou menos 120 apresentações e tendo o patrocínio de grandes empresas como Google, ESRI, *Safe Software* entre outras.

1.4.3 Formatos de Entrada e de Saída

O MapServer pode ler dados tanto nos formatos vetoriais quanto no formatos matriciais e assim poder gerar mapas em diversos formatos de saída. A tabela 2 lista os formatos de entrada e saída suportados pelo MapServer.(SALMASO, 2007)

Formatos de Entrada		Formatos de Saída
Dados Vetoriais	Dados Matriciais	
ShapeFiles	tiff/geotiff	jpeg
ArcSDE	jpeg	gif
Oracle Spatial	gif	wbmp(para wap)
PostGIS	png	swf (flash)
MySQL	eppl7	pdf
Formatos OGR	Formato GDAL	svg
ODBC	ecw	dxg
MapInfo	envi	Formatos GDAL
gml	PCRaster	gif

Tabela 2 – Formatos de Entrada e Saída do MapServer

1.4.4 Funcionalidades

- Indexação espacial para ShapeFiles
- Customização através de arquivos "template" ou MapScript
- Seleção de objetos por ponto, área, valor ou item
- Suporte a fontes TrueType
- Legenda, barra de escala, mapa de referência e controles de navegação
- Desenho de objetos de acordo com a escala
- Mapas temáticos a partir de expressões lógicas, regulares ou constantes *string*
- Sistema anti-colisão para rótulos(*labels*)
- Reprojeção de dados cartográficos em tempo de execução(PROJ.4)
- Configuração de parâmetros via URLs
- Compatibilidade OGC
 - WMS - implementa os modos servidor e cliente
 - WFS - implementa os modos servidor e cliente
 - WCS - implementa o modo servidor
 - WMC
 - SLD
 - GML
 - Filter encoding

1.4.5 Modo de funcionamento

O MapServer pode funcionar basicamente de três modos:

a) MapScript

Esse conceito foi introduzido em 2001 pelo empresa canadense DM Solutions tornou disponível a API do MapServer para a linguagem de programação PHP, numa extensão denominada de PHP/MapScript. (SALMASO, 2007)

Resumidamente, o MapScript é uma forma de disponibilização de recursos do MapServer para linguagens de programação. De modo que, pode-se mesclar os recursos do MapServer com

recursos da sua linguagem de programação favorita, visando a criação de aplicações que tenha um grau de customização maior, eventualmente quando não atingidas pelas aplicações do MapServer em modo CGI. O MapServer MapScript está disponível para as seguintes linguagens de programação:

- PHP
- Python
- Perl
- Ruby
- TCL
- Java
- C#

b) CGI

Esta é a maneira mais simples de se trabalhar com o MapServer. Nesse modo, o seu arquivo executável deve ser colocado em diretório apropriado no servidor *web*. Assim sendo o executável receberá os parâmetros de inicialização da aplicação *webmapping*, processar as requisições solicitadas e retornar ao aplicativo cliente (via navegador) assim como o resultado esperado (imagens do mapa, legenda, barra de escala, mapa de referência, ou mesmo códigos HTML entre outros).

c) WebServices

O MapServer implementa algumas especificações oriundas do *Open Geospatial Consortium*, em particular as especificações WMS, WFS e WCS, que são as que permitem que se desenvolva aplicações para fazer o MapServer operar como um servidor de mapas via *web*. Sendo assim, pode-se usar o MapServer para tornar disponíveis dados ou informações via *web* para serem acessados via aplicações desktop como por exemplo: ArcView, ArcExplorer, ArcGIS, Quantum GIS, JUMP, uDig ou mesmo por outras aplicações *web*.

1.4.6 Estrutura de uma aplicação

A estrutura geral de uma aplicação do MapServer constitui-se de:

a) Mapas

Em primeiro lugar deve-se possuir um mapa no qual se deseja plotar alguma informação como uma aplicação MapServer. Os mapas são dessa forma, os dados de entrada da sua aplicação e devem estar em um formato que possa ser entendido pelo MapServer.

b) MapFile

Um MapFile significa um arquivo com extensão .map, que está em formato texto puro, e é ele quem faz todas as definições e configurações iniciais que são necessárias para pode executar uma aplicação MapServer. Cada vez que o usuário interage com o MapServer este arquivo é lido pelo mesmo e este define as diversas características da aplicação como por exemplo: *que mapas serão disponibilizados? como estes mapas serão apresentados? com que cor? com que símbolo*, resumidamente o MapFile determina como os mapas (dados) serão mostrados ao usuário.

c) Formulário de inicialização

Em aplicações do MapServer por exemplo o modo CGI, é necessário que se tenha a presença de um "formulário de inicialização" da aplicação. Este formulário significa uma declaração em linguagem HTML que enviará ao executável do MapServer os parâmetros básicos para que a aplicação seja inicializada, por exemplo tais como o caminho do MapFile.I.

d) Arquivos Template

Os arquivos Template são os que fazem a definição qual interface ou design da aplicação. Em outras palavras eles definem como os componentes gerados pelo MapServer (por exemplo: mapa, legenda, etc...) serão mostrados ao usuário e de que forma o mesmo vai poder interagir com a aplicação. (SALMASO, 2007)

1.4.7 Etapas de funcionamento

Para o usuário obter a informação final de dados espaciais é preciso que sejam cumpridas algumas etapas, desde a requisição do usuário para visualizar determinada informação (dados) passando pelo processamento que o MapServer executa para transformar um dado espacial em uma imagem.

Primeiramente, precisa-se de um navegador *web* que é o software que interage com o usuário, por exemplo Internet Explorer, FireFox, Opera entre outros nos quais o usuário acessa um endereço onde está a aplicação *web*. Também é necessário um servidor *web*, como o Apache ou *Internet Information Services* (IIS) que tem a função de publicar textos, arquivos HTML, imagens ou *hyperlinks*.

Esse servidor *web* faz a comunicação com o MapServer, que é o componente responsável por realizar a leitura parametrizada de arquivos de dados geográficos (mapas), efetuar uma operação específica (por exemplo: aproximar, afastar, deslocar, classificar, localizar) e fazer a conversão do resultado de uma consulta qualquer em uma imagem de diferentes tipos (por exemplo: GIF, PNG, JPG). Se a aplicação precisar de um grau de customização a mais do padrão fornecido pelo software MapServer, existe a possibilidade de se efetuar a customização de forma mais aprimorada usando-se de certos artifícios como as linguagens de programação.

Os dados geográficos devem ficar guardados em formato que o Mapserver suporte ou, de outra forma, diretamente no banco de dados, caso esse tenha suporte para dados espaciais. Esse banco pode compreender as informações de que interesse aos usuários e precisa ficar estruturado de uma forma que seus dados possam se relacionar aos dados geográficos e como consequência possibilitar ao usuário obter respostas coesas.

1.5 **Veículos Elétricos Híbridos**

1.5.1 Introdução

A forma de transporte mais usada no Brasil é realizada por meio rodoviário, característica essa que influi de maneira muito relevante nos custos dos deslocamentos em meios urbano e rural

devido ao preço dos combustíveis. Desse modo, a introdução comercial no Brasil da tecnologia veicular elétrica híbrida visa permitir a diminuição de gastos de operação, a melhoria da eficiência energética e da qualidade do ar.

1.5.2 Veículos Bi-combustível X Veículo Elétrico Híbrido

Muitas pessoas confundem esses dois termos acima achando se tratar da mesma coisa. Um veículo é bi-combustível quando um mesmo motor a combustão interna funciona com mais de um combustível, por exemplo, gasolina e gás natural. Portanto, este veículo possui somente um tipo de motor, podendo ser movido por mais de um tipo de combustível.

Em geral, chama-se veículo elétrico híbrido aquele que dotado de motor elétrico para tração das suas rodas atua com pelos menos duas fontes de energia de natureza distintas para movê-lo: baterias (que acumulam energia eletroquímica) e um tanque de combustível (que acumula energia química para combustão). Os tipos principais que podem ser classificados como veículo elétrico híbrido são: série, paralelo ou misto.

1.5.3 Veículo Elétrico Híbrido e os Sistemas Ancilares

Os sistemas ancilares podem ser entendidos como serviços auxiliares agregados aos sistemas elétricos visando dotar às instalações e o atendimento aos consumidores adequados. Estes sistemas envolvem diferentes necessidades como o controle da tensão. Neste texto tais serviços estão circunscritos ao suprimento de energia de determinadas cargas que sofreram desligamento intempestivo mediante o uso de veículo dotado de geração de energia elétrica.

Portanto, os VEH podem fazer parte de serviços ancilares, ou seja, são capazes de atender parte da carga em situações de emergência; melhorar sua qualidade; corrigir o fator de potência; apoiar a rede em casos de recomposição e diminuir os efeitos causados por sobrecargas inesperadas em pontos específicos da rede.

Sistemas de gestão desses serviços podem ser programados para operar independentemente ou em conjunto com os VEH. Desta forma estes veículos podem ser enviados por um "call center" que disponha do sistema computacional proposto visando subsidiar o

processo decisório relativo à escolha da ocorrência para o qual é prioritário suprir as necessidades de geração.

1.5.4 Histórico

O veículo elétrico foi introduzido primeiramente de forma comercial no final do século XIX, antes até da construção dos veículos a combustão interna que vieram a ocorrer logo em seguida. Entretanto, veículos elétricos possuíam limitações, como por exemplo: a pouca autonomia e o tempo elevado de recarga das baterias.

Aliado a isso, o preço baixo do petróleo e o crescimento de sua produção se somaram aos fatores citados para que a tecnologia do veículo elétrico fosse desconsiderada praticamente durante todo o século XX em que predominou e continua predominando a combustão interna com o uso intenso de combustíveis fósseis.

Na época em que os primeiros veículos a combustão interna foram fabricados e colocados nas ruas os impactos ao meio ambiente não eram conhecidos nem sequer estudados. Concomitantemente, a presença nos centros urbanos de veículos movidos à tração animal mostrava empecilhos mais perceptíveis do que as emissões atmosféricas que carros e os outros veículos movidos à combustão.

Porém, a partir da metade do século XX, tornou-se fundamental a necessidade de redução das emissões causadas pelos veículos a combustão interna. A constatação das questões relacionadas às emissões de gases do efeito estufa e as mudanças climáticas propiciaram o ressurgimento da tecnologia de veículos elétricos.

1.5.5 Características

A característica principal do VEH é a utilização combinada do motor elétrico para tração e de uma fonte de energia constituída por um Motor a Combustão Interna (MCI) semelhante ao dos veículos à combustão interna, porém, de menor porte. Uma das configurações mais simples possui um grupo motor-gerador e um banco de baterias acoplado que podem fornecer energia para o motor elétrico, de tração das rodas.

Adicionalmente, o VEH apresenta modos de funcionamento ainda pouco explorados, como por exemplo, a produção de energia elétrica a partir do gerador a bordo, quando o veículo estiver estacionado e ainda atuar como co-gerador caso seja aproveitada, também, a energia térmica do motor a combustão interna.

Além disso, com a presença do motor elétrico, o motor a combustão não precisa ser tão grande quanto os motores dos carros atuais. Ele é menor e mais leve, o que ajuda a economizar combustível. Já é comprovado que alguns desses veículos elétricos híbridos conseguem fazer 25 km/l na cidade.

1.5.5.1 Tipos de veículos elétricos híbridos

Existem basicamente dois tipos de veículos híbridos: paralelo e série.

No sistema híbrido paralelo, o motor a combustão interna e o motor elétrico atuam de forma independente no acionamento das rodas do veículo, e o regime de funcionamento destas duas fontes de potência varia em virtude da solicitação de carga do motor. A propulsão do veículo pode ser feita pela atuação exclusiva do motor a combustão interna (que é a fonte principal do sistema) ou pela ação simultânea dos dois motores. Enquanto o motor elétrico estiver carregando as baterias, não poderá ser utilizado para acionar as rodas dos veículos.

Na configuração paralela há maneiras diferentes de acoplar os motores. A configuração mostrada na Figura 17 permite que a energia mecânica do MCI e a do ME sejam transmitidas para as rodas através de engrenagens, não sendo, então, necessária nesta situação a montagem de ambos motores sobre o mesmo eixo e desta forma os motores podem ter disposições variadas.

A energia mecânica do MCI é transmitida para a engrenagem, permitindo, com isso, que este opere próximo à faixa de maior eficiência, tendo como consequência a redução de emissões. A energia mecânica do motor elétrico também é transmitida para as engrenagens. O controlador é que determina a quantidade de energia que cada motor fornecerá às rodas e atuação da frenagem regenerativa que fornece energia à bateria. (PECORELLI, 2007)

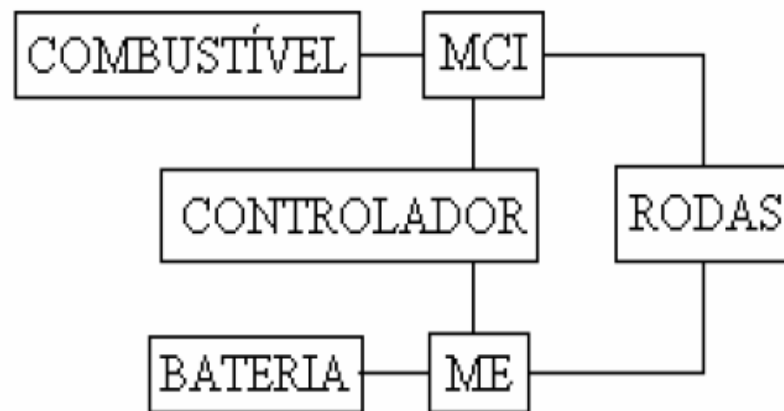


Figura 15 – Configuração do veículo híbrido paralelo (PECORELLI,2007)

No sistema híbrido em série, geralmente utilizado em veículos de grande porte, como caminhões e ônibus, o motor a combustão interna aciona um gerador que carrega as baterias, enviando energia para o motor elétrico. Neste sistema, o motor a combustão interna tem como função gerar a energia necessária para o funcionamento do motor elétrico que conduzirá as rodas do veículo. No tipo série somente o motor elétrico é responsável pela tração do veículo.

A energia mecânica do MCI é transmitida para um gerador elétrico, que transforma a energia mecânica em elétrica. Através de um retificador a tensão de saída passa a ser contínua para que haja a conexão com o banco de baterias. A energia que vem do retificador, ou seja, proveniente do MCI é condicionada pelo controlador que determina a quantidade que irá para o banco de baterias e para o motor elétrico. (PECORELLI, 2007)

Dependendo de situações do trajeto e do esforço de tração exigido poderá ser necessária a energia tanto do banco de baterias como do motor a combustão interna. O motor elétrico transforma a energia elétrica em energia mecânica que irá movimentar as rodas. Quando acontece a frenagem regenerativa o motor elétrico de tração passa a funcionar como um gerador já que durante esse processo a energia mecânica das rodas se transforma em energia elétrica para recarregar as baterias.

Nesta configuração também é possível desligar o MCI em situações nas quais a quantidade de energia requerida é baixa. Com isto, não haverá ruído do MCI que também deixará de consumir combustível reduzindo as emissões. Essa configuração está ilustrada na Figura 18. Uma característica da configuração série é que o MCI opera praticamente com rotação constante, na região de maior eficiência da curva torque versus velocidade do motor. (PECORELLI, 2007)

Assim sendo, o consumo e as emissões são notavelmente reduzidos. É relevante comentar que a ausência de engrenagens reduz a complexidade desta configuração, mas a dupla conversão de energia, de mecânica para elétrica e elétrica para mecânica reduz a eficiência do VEH tipo série.

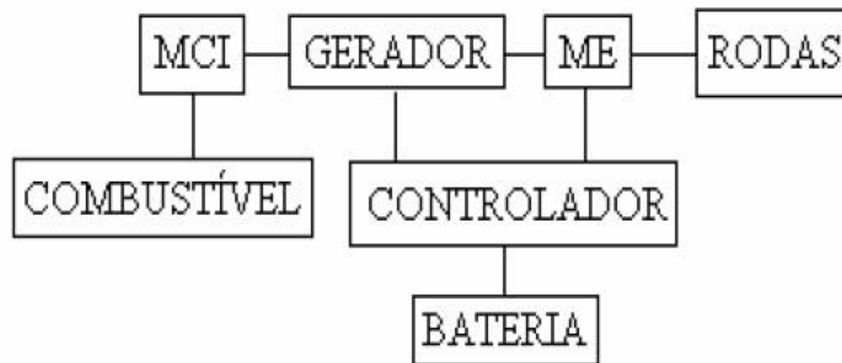


Figura 16 – Configuração do veículo híbrido série (PECORELLI,2007)

A existência do motor-gerador proporciona a obtenção de energia elétrica para outros fins quando o veículo encontra-se estacionado, como por exemplo, funcionar como mini-usinas para abastecimento temporário de energia. Na presente dissertação será utilizada daqui por diante, quando se ler veículo elétrico híbrido, entenda-se que está sendo referido o tipo série.

1.5.6 Desempenho do veículo elétrico híbrido

A maior parte dos automóveis precisa de um motor relativamente grande para produzir potência suficiente para a rápida aceleração do veículo. Em um motor pequeno como é o

caso dos VEH, contudo, a eficiência pode ser melhorada pelo uso de peças menores e mais leves, pela redução do número de cilindros e pela operação do motor mais próximo à sua carga máxima.

Seguem abaixo algumas razões que explicam a eficiência dos motores menores (VEH) em relação aos maiores (MCI):

- O motor maior é mais pesado, de modo que o carro usa energia adicional sempre que acelera ou precisa enfrentar um aclave.
- Os pistões e outros componentes internos são mais pesados, exigindo mais energia sempre que sobem e descem no cilindro.
- O deslocamento dos cilindros é maior, de modo que mais combustível é exigido para cada cilindro.
- Motores maiores, de um modo geral, têm mais cilindros e cada um deles usa combustível sempre que o motor é ativado, mesmo se o carro não está em movimento.

Para poder aproveitar ao máximo cada mililitro de gasolina, um veículo elétrico híbrido pode:

- Recuperar energia e armazená-la na bateria - sempre que pisa no pedal do freio de seu carro, você tira energia do veículo. Quanto maior a velocidade do carro, mais energia cinética ele possui. Os freios de um automóvel removem esta energia e a dissipam na forma de calor. Um carro híbrido pode capturar parte desta energia e armazená-la na bateria, para uso posterior. Isto é feito pelo uso da "frenagem regenerativa", ou seja, em vez de usar os freios para parar o carro, o motor elétrico que movimenta o híbrido também pode reduzir sua velocidade. Assim, o motor elétrico age como um gerador e carrega as baterias enquanto a velocidade do carro é reduzida.
- Desligar o motor, ocasionalmente - um veículo elétrico híbrido não precisa usar o motor à gasolina o tempo inteiro, porque possui uma fonte alternativa de energia - o motor elétrico e as baterias. Então, o veículo elétrico híbrido pode desligar o motor a gasolina ocasionalmente, por exemplo, quando o veículo está parado em um semáforo.
- Usar aerodinâmica avançada para reduzir o arrasto - quando você dirige em uma auto-estrada, a maior parte do trabalho do motor é para deslocar seu carro contra o ar. Esta

força é conhecida como arrasto aerodinâmico. Este arrasto pode ser reduzido de várias maneiras. Um jeito fácil é reduzindo a área frontal do veículo. Pense em um utilitário, que precisa movimentar-se contra o ar com uma área frontal muito maior que a de um automóvel esportivo pequeno.

- Usar materiais leves - Reduzir o peso geral de um veículo é um modo fácil de aumentar seu rendimento em termos de combustível. Um veículo mais leve usa menos energia sempre que aceleramos ou subimos aclives. Materiais compostos, como fibra de carbono ou metais leves como alumínio e magnésio podem ser usados para a redução do peso.

1.5.7 Vantagens e benefícios dos veículos elétricos híbridos

- Frenagem regenerativa: ao frear o veículo ou em descidas, as rodas passam a fornecer energia ao motor elétrico, o qual funciona como um gerador fornecendo energia elétrica às baterias.
- Paragem automática: quando o veículo está imobilizado o motor desliga-se o chamado “consumo zero”, ligando-se automaticamente quando se aciona o acelerador ou engrena uma marcha.
- Auxílio à tração: no caso de maior necessidade de potência como numa ultrapassagem ou subida acentuada, o motor elétrico fornece a potência adicional. Em casos de funcionamento em regimes de baixa velocidade, o motor elétrico fornece toda a energia para movimentar o veículo, uma vez que os motores de combustão interna são menos eficientes nos baixos regimes.
- Economia de 30% a 50% no consumo de combustível.
- Redução na emissão de poluentes na atmosfera.
- Redução do ruído
- Maior autonomia

2 MODELAGEM DO SISTEMA SIGGENELM

Neste capítulo será abordado o desenvolvimento (modelagem) da presente dissertação. Para modelar o sistema foi utilizada a ferramenta Dia em relação aos diagramas. Na seção 3.1, são mostrados os diagramas de casos de uso, além do diagrama de atividades do sistema SIGGENELM, bem como a descrição dos mesmos.

Na seção 3.2, no modelo de inferência do sistema nebuloso, as variáveis lingüísticas são apresentadas e devidamente descritas, bem como os termos dessas variáveis e suas respectivas funções de pertinência. Finalmente na seção 3.3, são mostradas e descritas as tabelas de banco de dados usado na implementação do sistema.

2.1 Modelo de análise

2.1.1 Modelo de casos de uso

A figura 17 representa o diagrama de casos de uso do SIGGENELM:

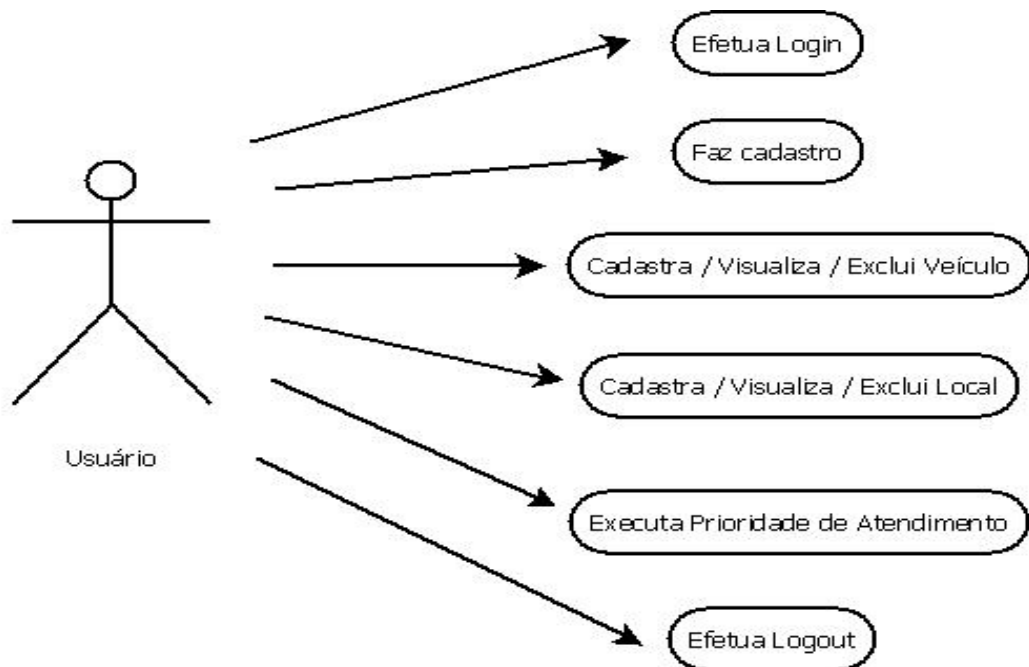


Figura 17 - Diagrama de Casos de Uso do SIGGENELM

2.1.2 Descrição dos Casos de Uso

1 - Nome do caso de uso: Efetua *Login* no sistema

Pré-Condição: Estar cadastrado no sistema

Objetivo: Validar usuários que acessam o sistema

Atores: Usuário e Administrador do sistema

Cenário Principal

1. Usuário informa *login* e senha.
2. Sistema verifica *login* e senha.
3. Sistema exibe a página inicial do SIGGENELM.

Cenário Alternativo 1

Login Inválido – Usuário informa um *login* inválido para acessar o sistema.

1. Usuário informa *login* e senha.
2. Sistema verifica *login* e senha.
3. Sistema emite mensagem:

“Você NÃO entrou no sistema!

Isso aconteceu provavelmente por que:

- 1) Seus dados de login e senha não constam no cadastro.
- 2) Você digitou seu login e/ou sua senha errados.

Clique aqui para logar novamente ou Cadastre-se agora!”.

Cenário Alternativo 2

Senha Inválida – Usuário informa uma senha inválida para acessar o sistema.

1. Usuário informa *login* e senha.
2. Sistema verifica *login* e senha.
3. Sistema emite mensagem

“Você NÃO entrou no sistema!

Isso aconteceu provavelmente por que:

- 1) Seus dados de login e senha não constam no cadastro.
 - 2) Você digitou seu login e/ou sua senha errados.
- Clique aqui para logar novamente ou Cadastre-se agora!”.

Cenário Alternativo 3

Login em branco – Usuário deixa o campo login em branco

1. Usuário informa *login* e senha.
2. Sistema verifica *login* e senha.
3. Sistema emite mensagem

“Você NÃO entrou no sistema!

Isso aconteceu provavelmente por que:

- 1) Seus dados de login e senha não constam no cadastro.
- 2) Você digitou seu login e/ou sua senha errados.

Clique aqui para logar novamente ou Cadastre-se agora!”

Cenário Alternativo 4

Senha em branco – Usuário deixa o campo senha em branco

1. Usuário informa *login* e senha.
2. Sistema verifica *login* e senha.
3. Sistema emite mensagem

“Você NÃO entrou no sistema!

Isso aconteceu provavelmente por que:

- 1) Seus dados de login e senha não constam no cadastro.
- 2) Você digitou seu login e/ou sua senha errados.

Clique aqui para logar novamente ou Cadastre-se agora!”

2 - Nome do caso de uso: Faz cadastro no sistema

Pré-Condição: Nenhuma

Objetivo: Permitir acesso de novos usuários no sistema

Atores: Usuário e Administrador do sistema

Cenário Principal

1. Usuário informa *login*, senha e confirmar senha.
2. Sistema verifica *login*, senha e confirmar senha.
3. Sistema exibe a página de confirmação de cadastro com um botão para a página de login do sistema SIGGENELM.

Cenário Alternativo 1

Login em branco – Usuário deixa o campo login em branco

1. Usuário não informa *login*, informa a senha e confirma a senha.
2. Sistema verifica *login*, senha e confirmar senha.
3. Sistema emite mensagem

“Seu cadastro não foi efetuado devido a um desses fatores:

O nome deve ter pelo menos 4 caracteres!

O nome e a senha devem ser diferentes!

O campo nome, senha e confirmar senha devem ser preenchidos

Tente novamente!”

Cenário Alternativo 2

Senha em branco – Usuário deixa o campo senha em branco

1. Usuário informa *login*, não informa a senha e confirma a senha.
2. Sistema verifica *login*, senha e confirmar senha.
3. Sistema emite mensagem

“Seu cadastro não foi efetuado devido a um desses fatores:

O nome deve ter pelo menos 4 caracteres!

O nome e a senha devem ser diferentes!

O campo nome, senha e confirmar senha devem ser preenchidos

Tente novamente!”

Cenário Alternativo 3

Confirmar Senha em branco – Usuário deixa o campo senha em branco

1. Usuário informa *login*, informa a senha e não confirma a senha.

2. Sistema verifica *login*, senha e confirmar senha.

3. Sistema emite mensagem

“Seu cadastro não foi efetuado devido a um desses fatores:

O nome deve ter pelo menos 4 caracteres!

O nome e a senha devem ser diferentes!

O campo nome, senha e confirmar senha devem ser preenchidos

Tente novamente!”

Cenário Alternativo 4

Login com menos de 4 caracteres – Usuário preenche o campo *login* com menos de 4 caracteres

1. Usuário informa *login* com menos de 4 caracteres, informa a senha e confirma a senha.

2. Sistema verifica *login*, senha e confirmar senha.

3. Sistema emite mensagem

“Seu cadastro não foi efetuado devido a um desses fatores:

O nome deve ter pelo menos 4 caracteres!

O nome e a senha devem ser diferentes!

O campo nome, senha e confirmar senha devem ser preenchidos

Tente novamente!”

Cenário Alternativo 5

Login e senha iguais – Usuário preenche o campo *login* e o campo senha com os mesmos caracteres

1. Usuário informa *login*, senha iguais e confirma a senha.

2. Sistema verifica *login*, senha e confirmar senha.

3. Sistema emite mensagem

“Seu cadastro não foi efetuado devido a um desses fatores:

O nome deve ter pelo menos 4 caracteres!

O nome e a senha devem ser diferentes!

O campo nome, senha e confirmar senha devem ser preenchidos

Tente novamente!”

3 - Nome do caso de uso: Faz cadastro de veículo no sistema

Pré-Condição: Estar logado no sistema

Objetivo: Fazer o cadastro de veículos no sistema

Atores: Usuário e Administrador do sistema

Cenário Principal

1. Usuário informa placa, modelo, capacidade e peso.
2. Sistema cadastra veículo.
3. Sistema exibe a página de confirmação de cadastro com um botão para a página de visualização de veículos do sistema SIGGENELM.

Cenário Alternativo 1

Placa em branco – Usuário deixa o campo placa em branco

1. Usuário não informa a placa, informa o modelo, a capacidade e o peso.
2. Sistema verifica placa, modelo, capacidade e peso digitados.
3. Sistema emite mensagem

“Seu cadastro de veículo não foi efetuado devido a um desses fatores:

O campo placa deve conter 8 caracteres incluindo o traço entre as letras e os números.

O campo capacidade e peso só devem conter números.

Os campos placa, capacidade e peso não podem ficar em branco.

Tente novamente!”

Cenário Alternativo 2

Capacidade em branco – Usuário deixa o campo capacidade em branco

1. Usuário não informa a capacidade, informa o modelo, a placa e o peso.
2. Sistema verifica placa, modelo, capacidade e peso digitados.
3. Sistema emite mensagem

“Seu cadastro de veículo não foi efetuado devido a um desses fatores:

O campo placa deve conter 8 caracteres incluindo o traço entre as letras e os números.

O campo capacidade e peso só devem conter números.

Os campos placa, capacidade e peso não podem ficar em branco.

Tente novamente!”

Cenário Alternativo 3

Peso em branco – Usuário deixa o campo peso em branco

1. Usuário não informa o peso, informa a placa, o modelo e a capacidade.
2. Sistema verifica placa, modelo, capacidade e peso digitados.
3. Sistema emite mensagem

“Seu cadastro de veículo não foi efetuado devido a um desses fatores:

O campo placa deve conter 8 caracteres incluindo o traço entre as letras e os números.

O campo capacidade e peso só devem conter números.

Os campos placa, capacidade e peso não podem ficar em branco.

Tente novamente!”

Cenário Alternativo 4

Capacidade contendo letras – Usuário preenche o campo capacidade com letras

1. Usuário informa placa, informa o modelo, a capacidade e o peso.
2. Sistema verifica placa, modelo, capacidade e peso digitados.
3. Sistema emite mensagem

“Seu cadastro de veículo não foi efetuado devido a um desses fatores:

O campo placa deve conter 8 caracteres incluindo o traço entre as letras e os números.

O campo capacidade e peso só devem conter números.

Os campos placa, capacidade e peso não podem ficar em branco.

Tente novamente!”

Cenário Alternativo 5

Peso contendo letras – Usuário preenche o campo peso com letras

1. Usuário informa placa, informa o modelo, a capacidade e o peso.
2. Sistema verifica placa, modelo, capacidade e peso digitados.
3. Sistema emite mensagem

“Seu cadastro de veículo não foi efetuado devido a um desses fatores:

O campo placa deve conter 8 caracteres incluindo o traço entre as letras e os números.

O campo capacidade e peso só devem conter números.

Os campos placa, capacidade e peso não podem ficar em branco.

Tente novamente!”

Cenário Alternativo 6

Placa com menos de 8 caracteres e não possuindo o traço – Usuário preenche o campo placa com menos de 8 caracteres e sem o traço entre as letras e os números

1. Usuário informa placa, informa o modelo, a capacidade e o peso.
2. Sistema verifica placa, modelo, capacidade e peso digitados.
3. Sistema emite mensagem

“Seu cadastro de veículo não foi efetuado devido a um desses fatores:

O campo placa deve conter 8 caracteres incluindo o traço entre as letras e os números.

O campo capacidade e peso só devem conter números.

Os campos placa, capacidade e peso não podem ficar em branco.

Tente novamente!”

4 - Nome do caso de uso: Faz visualização de veículo no sistema

Pré-Condição: Estar logado no sistema

Objetivo: Fazer visualização de veículo no sistema

Atores: Usuário e Administrador do sistema

Cenário Principal

1. Usuário clica em visualizar na página de veículos.
2. Sistema mostra os veículos.
3. Sistema exhibe a página de visualização de veículos do sistema SIGGENELM.

5 - Nome do caso de uso: Faz exclusão de veículo no sistema

Pré-Condição: Estar logado no sistema

Objetivo: Fazer exclusão de veículo no sistema

Atores: Usuário e Administrador do sistema

Cenário Principal

1. Usuário digita o código do veículo que deseja excluir na página de visualização de veículos.
2. Sistema exclui o veículo cujo código foi digitado.
3. Sistema exibe a página de visualização de veículos do sistema SIGGENELM.

Cenário Alternativo 1

Código em branco – Usuário deixa o campo código para exclusão em branco

1. Usuário não informa o código do veículo a ser excluído.
2. Sistema verifica se o código digitado está em branco
3. Sistema emite mensagem

“Sua exclusão não foi efetuada devido a um desses fatores:

Você deve digitar um número de código para realizar a exclusão.

Você deve digitar somente números de códigos que aparecem na visualização!

Tente novamente!”

Cenário Alternativo 2

Código inexistente – Usuário insere um código inexistente para exclusão

1. Usuário informa um código inexistente de veículo.
2. Sistema verifica se o código digitado existe
3. Sistema emite mensagem

“Sua exclusão não foi efetuada devido a um desses fatores:

Você deve digitar um número de código para realizar a exclusão.

Você deve digitar somente números de códigos que aparecem na visualização!

Tente novamente!”

6 - Nome do caso de uso: Faz cadastro de local no sistema

Pré-Condição: Estar logado no sistema

Objetivo: Fazer o cadastro de locais no sistema

Atores: Usuário e Administrador do sistema

Cenário Principal

1. Usuário informa nome, importância, quantidade de clientes, latitude, longitude, necessidade, tempo de restabelecimento e status.
2. Sistema cadastra local.
3. Sistema exibe a página de confirmação de cadastro com um botão para a página de visualização de locais do sistema SIGGENELM.

Cenário Alternativo 1

Nome em branco – Usuário deixa o campo nome em branco

1. Usuário preenche todos os campos exceto o nome
2. Sistema verifica todos os campos
3. Sistema emite mensagem

Seu cadastro de local não foi efetuado devido a um desses fatores:

Nenhum campo pode ficar em branco.

Os campos qtde de clientes, latitude, longitude, necessidade e tempo de restabelecimento só devem conter números.

Tente novamente!

Cenário Alternativo 2

Importância em branco – Usuário deixa o campo importância em branco

1. Usuário preenche todos os campos exceto importância
2. Sistema verifica todos os campos
3. Sistema emite mensagem

Seu cadastro de local não foi efetuado devido a um desses fatores:

Nenhum campo pode ficar em branco.

Os campos qtde de clientes, latitude, longitude, necessidade e tempo de restabelecimento só devem conter números.

Tente novamente!

Cenário Alternativo 3

Qtde de clientes em branco – Usuário deixa o campo qtde de clientes em branco

1. Usuário preenche todos os campos exceto qtde de clientes
2. Sistema verifica todos os campos
3. Sistema emite mensagem

Seu cadastro de local não foi efetuado devido a um desses fatores:

Nenhum campo pode ficar em branco.

Os campos qtde de clientes, latitude, longitude, necessidade e tempo de restabelecimento só devem conter números.

Tente novamente!

Cenário Alternativo 4

Latitude em branco – Usuário deixa o campo latitude em branco

1. Usuário preenche todos os campos exceto latitude
2. Sistema verifica todos os campos
3. Sistema emite mensagem

Seu cadastro de local não foi efetuado devido a um desses fatores:

Nenhum campo pode ficar em branco.

Os campos qtde de clientes, latitude, longitude, necessidade e tempo de restabelecimento só devem conter números.

Tente novamente!

Cenário Alternativo 5

Longitude em branco – Usuário deixa o campo longitude em branco

1. Usuário preenche todos os campos exceto longitude
2. Sistema verifica todos os campos
3. Sistema emite mensagem

Seu cadastro de local não foi efetuado devido a um desses fatores:

Nenhum campo pode ficar em branco.

Os campos qtde de clientes, latitude, longitude, necessidade e tempo de restabelecimento só

devem conter números.

Tente novamente!

Cenário Alternativo 6

Necessidade em branco – Usuário deixa o campo necessidade em branco

1. Usuário preenche todos os campos exceto necessidade
2. Sistema verifica todos os campos
3. Sistema emite mensagem

Seu cadastro de local não foi efetuado devido a um desses fatores:

Nenhum campo pode ficar em branco.

Os campos qtde de clientes, latitude, longitude, necessidade e tempo de restabelecimento só devem conter números.

Tente novamente!

Cenário Alternativo 7

Tempo de restabelecimento em branco – Usuário deixa o campo qtde de clientes em branco

1. Usuário preenche todos os campos exceto tempo de restabelecimento
2. Sistema verifica todos os campos
3. Sistema emite mensagem

Seu cadastro de local não foi efetuado devido a um desses fatores:

Nenhum campo pode ficar em branco.

Os campos qtde de clientes, latitude, longitude, necessidade e tempo de restabelecimento só devem conter números.

Tente novamente!

Cenário Alternativo 8

Status em branco – Usuário deixa o campo status em branco

1. Usuário preenche todos os campos exceto status
2. Sistema verifica todos os campos
3. Sistema emite mensagem

Seu cadastro de local não foi efetuado devido a um desses fatores:

Nenhum campo pode ficar em branco.

Os campos qtde de clientes, latitude, longitude, necessidade e tempo de restabelecimento só devem conter números.

Tente novamente!

Cenário Alternativo 9

Qtde de clientes com letras – Usuário preenche o campo qtde de clientes com letras ou outros caracteres que não sejam números

1. Usuário preenche o campo qtde de clientes com letras e/ou outros símbolos
2. Sistema verifica todos os campos
3. Sistema emite mensagem

Seu cadastro de local não foi efetuado devido a um desses fatores:

Nenhum campo pode ficar em branco.

Os campos qtde de clientes, latitude, longitude, necessidade e tempo de restabelecimento só devem conter números.

Tente novamente!

Cenário Alternativo 10

Latitude com letras – Usuário preenche o campo latitude com letras ou outros caracteres que não sejam números

1. Usuário preenche o campo latitude com letras e/ou outros símbolos
2. Sistema verifica todos os campos
3. Sistema emite mensagem

Seu cadastro de local não foi efetuado devido a um desses fatores:

Nenhum campo pode ficar em branco.

Os campos qtde de clientes, latitude, longitude, necessidade e tempo de restabelecimento só devem conter números.

Tente novamente!

Cenário Alternativo 11

Longitude com letras – Usuário preenche o campo longitude com letras ou outros caracteres que não sejam números

1. Usuário preenche o campo longitude com letras e/ou outros símbolos
2. Sistema verifica todos os campos
3. Sistema emite mensagem

Seu cadastro de local não foi efetuado devido a um desses fatores:

Nenhum campo pode ficar em branco.

Os campos qtde de clientes, latitude, longitude, necessidade e tempo de restabelecimento só devem conter números.

Tente novamente!

Cenário Alternativo 12

Necessidade com letras – Usuário preenche o campo necessidade com letras ou outros caracteres que não sejam números

1. Usuário preenche o campo necessidade com letras e/ou outros símbolos
2. Sistema verifica todos os campos
3. Sistema emite mensagem

Seu cadastro de local não foi efetuado devido a um desses fatores:

Nenhum campo pode ficar em branco.

Os campos qtde de clientes, latitude, longitude, necessidade e tempo de restabelecimento só devem conter números.

Tente novamente!

Cenário Alternativo 13

Tempo de restabelecimento com letras – Usuário preenche o campo tempo de restabelecimento com letras ou outros caracteres que não sejam números

1. Usuário preenche o campo qtde de clientes com letras e/ou outros símbolos
2. Sistema verifica todos os campos
3. Sistema emite mensagem

Seu cadastro de local não foi efetuado devido a um desses fatores:

Nenhum campo pode ficar em branco.

Os campos qtde de clientes, latitude, longitude, necessidade e tempo de restabelecimento só devem conter números.

Tente novamente!

7 - Nome do caso de uso: Faz visualização de local no sistema

Pré-Condição: Estar logado no sistema

Objetivo: Fazer visualização de local no sistema

Atores: Usuário e Administrador do sistema

Cenário Principal

1. Usuário clica em visualizar na página de locais.
2. Sistema mostra os locais.
3. Sistema exibe a página de visualização de locais do sistema SIGGENELM.

8 - Nome do caso de uso: Faz alteração de status do local no sistema

Pré-Condição: Estar logado no sistema

Objetivo: Fazer alteração do status de locais no sistema

Atores: Usuário e Administrador do sistema

Cenário Principal

1. Usuário digita o código do local que deseja alterar na página de visualização de locais.
2. Sistema mostra o local e seu status de acordo com o código digitado.
3. Sistema exibe o local e seu status para ser alterado.

9 - Nome do caso de uso: Confirma alteração de status do local no sistema

Pré-Condição: Estar logado no sistema

Objetivo: Fazer alteração do status de locais no sistema

Atores: Usuário e Administrador do sistema

Cenário Principal

1. Usuário digita o código do local e o novo status na página de alteração de locais.
2. Sistema altera o status do local de acordo com o código digitado.
3. Sistema exibe o local e seu status para ser alterado.

Cenário Alternativo 1

Código em branco – Usuário deixa o campo código para exclusão em branco

1. Usuário não informa o código do local a ser alterado.
2. Sistema verifica se o código digitado está em branco
3. Sistema emite mensagem

Sua alteração não foi efetuada devido a um desses fatores:

Você não pode deixar o campo código em branco.

Você só pode colocar números (0 ou 1) no campo status.

Tente novamente!”

Cenário Alternativo 2

Status com caracteres diferente de 0 ou 1 – Usuário coloca caractere diferente de 0 ou 1 no campo status

1. Usuário informa um valor de status diferente de 0 ou 1.
2. Sistema verifica se o status digitado está correto
3. Sistema emite mensagem

Sua alteração não foi efetuada devido a um desses fatores:

Você não pode deixar o campo código em branco.

Você só pode colocar números (0 ou 1) no campo status.

Tente novamente!”

10 - Nome do caso de uso: Faz exclusão de local no sistema

Pré-Condição: Estar logado no sistema

Objetivo: Fazer exclusão de locais no sistema

Atores: Usuário e Administrador do sistema

Cenário Principal

1. Usuário digita o código do local que deseja excluir na página de visualização de locais.
2. Sistema exclui o local cujo código foi digitado.
3. Sistema exibe a página de visualização de local do sistema SIGGENELM.

Cenário Alternativo 1

Código em branco – Usuário deixa o campo código para exclusão em branco

1. Usuário não informa o código do local a ser excluído.
2. Sistema verifica se o código digitado está em branco
3. Sistema emite mensagem

“Sua exclusão não foi efetuada devido a um desses fatores:

Você deve digitar um número de código para realizar a exclusão.

Você deve digitar somente números de códigos que aparecem na visualização!

Tente novamente!”

Cenário Alternativo 2

Código inexistente – Usuário insere um código inexistente para exclusão

1. Usuário informa um código inexistente de local.
2. Sistema verifica se o código digitado existe
3. Sistema emite mensagem

“Sua exclusão não foi efetuada devido a um desses fatores:

Você deve digitar um número de código para realizar a exclusão.

Você deve digitar somente números de códigos que aparecem na visualização!

Tente novamente!”

11 - Nome do caso de uso: Faz execução de prioridade de atendimento do sistema

Pré-Condição: Estar logado no sistema

Objetivo: Fazer a prioridade de atendimento no sistema

Atores: Usuário e Administrador do sistema

Cenário Principal

1. Usuário clica no botão Gerar Prioridade.

2. Sistema executa prioridade de atendimento.
3. Sistema exibe a página de prioridade de atendimento do sistema SIGGENELM.

12 - Nome do caso de uso: Faz logout do sistema

Pré-Condição: Estar logado no sistema

Objetivo: Fazer o logout no sistema

Atores: Usuário e Administrador do sistema

Cenário Principal

1. Usuário clica no botão sair do sistema.
2. Sistema executa a saída do usuário do sistema.
3. Sistema exibe a página inicial de *login* do sistema SIGGENELM.

2.1.3 Diagrama de atividades

A figura 20 mostra o diagrama de atividades do SIGGENELM. A partir da entrada (topo da figura) um usuário pode entrar no sistema se for cadastrado ou, caso não o seja, efetuar um cadastramento para o uso do sistema. Após, efetuar o seu *login* o usuário é levado à tela inicial do sistema no qual possui uma série de opções em um menu.

Nesse menu, ele pode gerenciar (cadastrar, visualizar, excluir) veículo, gerenciar (cadastrar, visualizar, excluir, alterar) local, gerar prioridade de atendimento para os locais cadastrados no sistema, ou simplesmente sair do sistema efetuando um *logout* (saída).

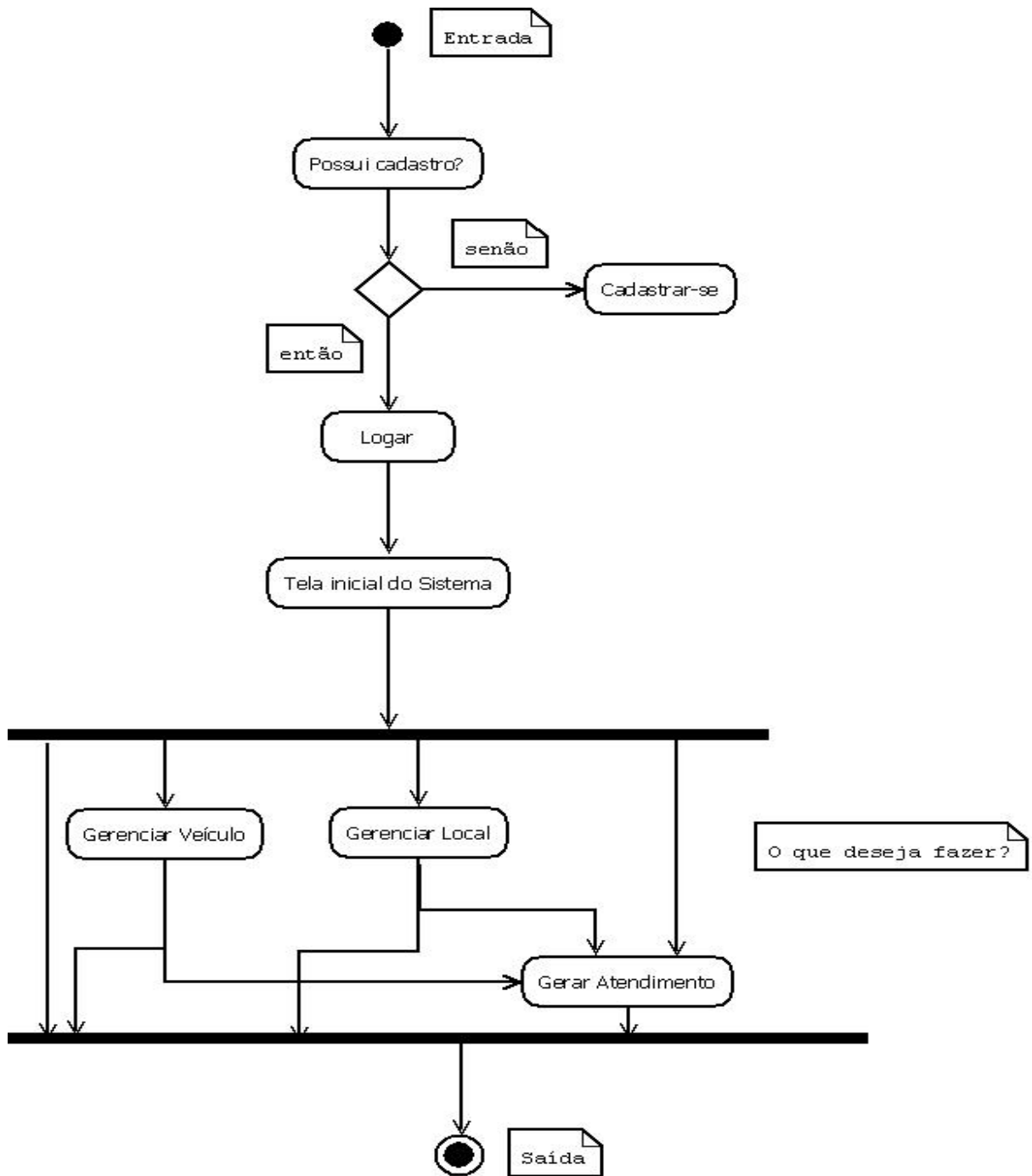


Figura 18 – Diagrama de atividades no SIGGENELM

2.2 Modelo do sistema de inferência nebuloso

O início do processo de montagem do sistema de inferência do SIGGENELM teve início escolhendo-se as variáveis lingüísticas do Sistema de Inferência Nebuloso (SIN), termo que será utilizado neste texto, e definindo seus respectivos termos. O SIN que indicará a prioridade de atendimento possuirá 54 regras de inferência divididas pelos 4 sistemas de inferência nebulosos, distribuídos da forma mostrada na figura 19.

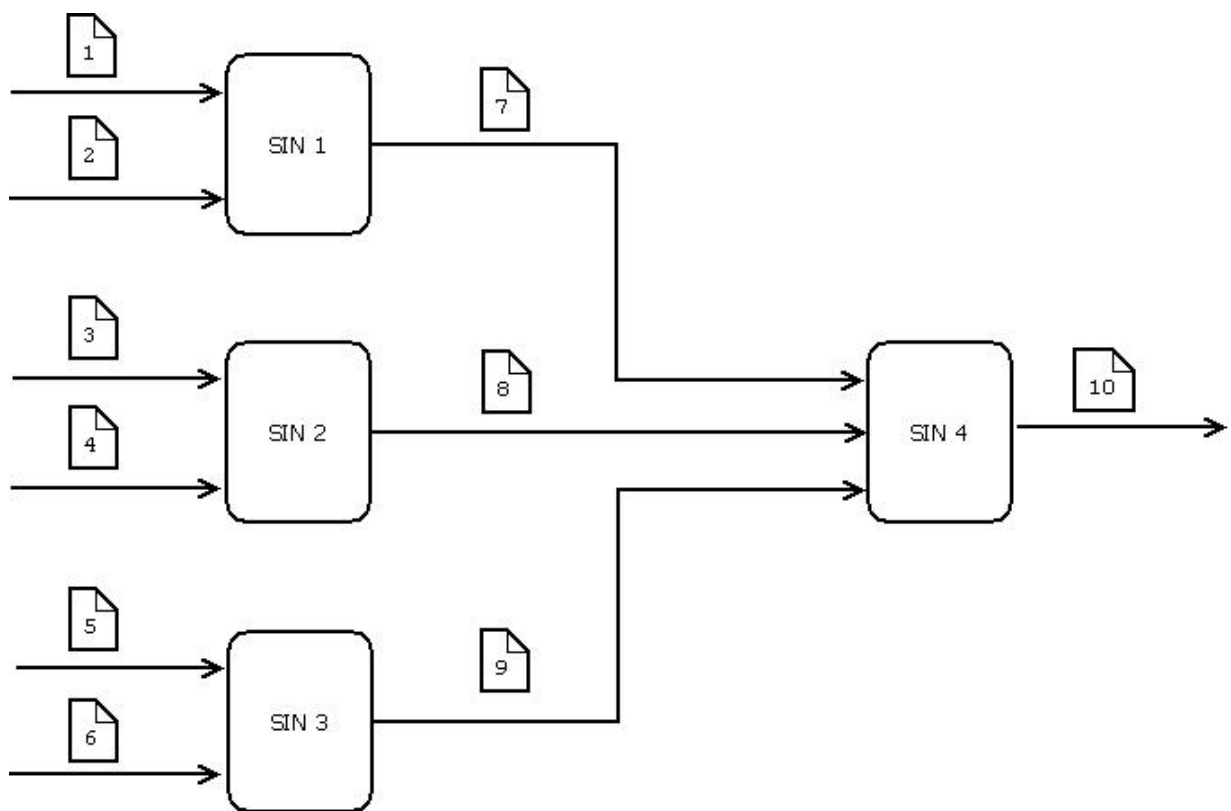


Figura 19 – Representação dos 4 sistemas de inferência nebulosos (SIN)

As regras dos 3 primeiros sistemas possuem dois antecedentes e um conseqüente, num total de 27 regras. O quarto sistema possui 3 entradas que são as saídas dos 3 primeiros sistemas e possui uma saída, ou seja, são três antecedentes e um conseqüente, somando as 27 regras restantes.

SIN 1:

Antecedente 1: Importância

Antecedente 2: Quantidade de clientes

Conseqüente 1: Fator Cliente

SIN 2:

Antecedente 1: Tempo de percurso

Antecedente 2: Tempo de restabelecimento

Conseqüente 1: Fator Tempo

SIN 3:

Antecedente 1: Potência Local

Antecedente 2: Potência Veículo

Conseqüente 1: Fator Potência

SIN 4:

Antecedente 1: Fator Cliente

Antecedente 2: Fator Tempo

Antecedente 3: Fator Potência

Conseqüente 1: Prioridade

Nesse sistema todos os termos que constituem as variáveis lingüísticas têm suas funções de pertinência estruturadas com segmentos de reta, definindo funções lineares. Desse modo, deve-se calcular o coeficiente angular para cada parte de cada função de pertinência.

Uma função de reta qualquer é definida pela fórmula:

$$y = Ax + B$$

Onde: A é o coeficiente angular e B é o coeficiente linear.

Portanto, poderemos obter os valores de x e y de forma direta sobre o gráfico, bastando apenas calcular o coeficiente angular A pela fórmula:

$$A = \frac{y - B}{x}$$

Se já calculamos os coeficientes angulares e lineares para todas as funções de pertinência, as mesmas já podem ser inseridas no banco de dados para que caso seja necessário qualquer alteração ou mesmo exclusão de uma parte da função de pertinência a alteração será feita diretamente no banco evitando assim, que se tenha que modificar o código interno do sistema.

Abaixo, são apresentadas as variáveis lingüísticas de acordo com sua definição com (quad ou quint) , entretanto a gramática não será usada neste caso:

2.2.1 Descrição das variáveis lingüísticas

2.2.1.1 Sistema de Inferência Nebuloso 1 (SIN1)

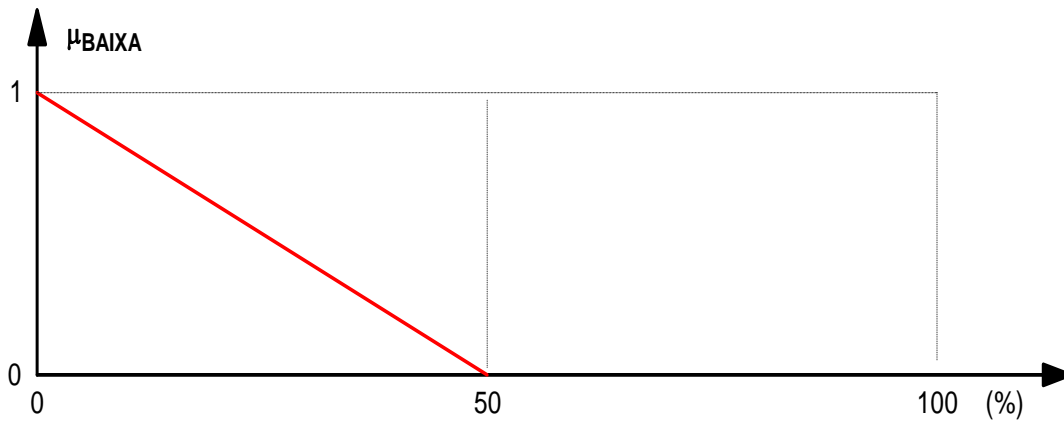
2.2.1.1.1 Variável Lingüística: Importância (Entrada SIN 1)

X	Importância
T(x)	{Baixa, Média, Alta}
U	[0,100%]
M:	M (Baixa) M (Média) M (Alta)

Tabela 3 – Descrição da variável lingüística Importância

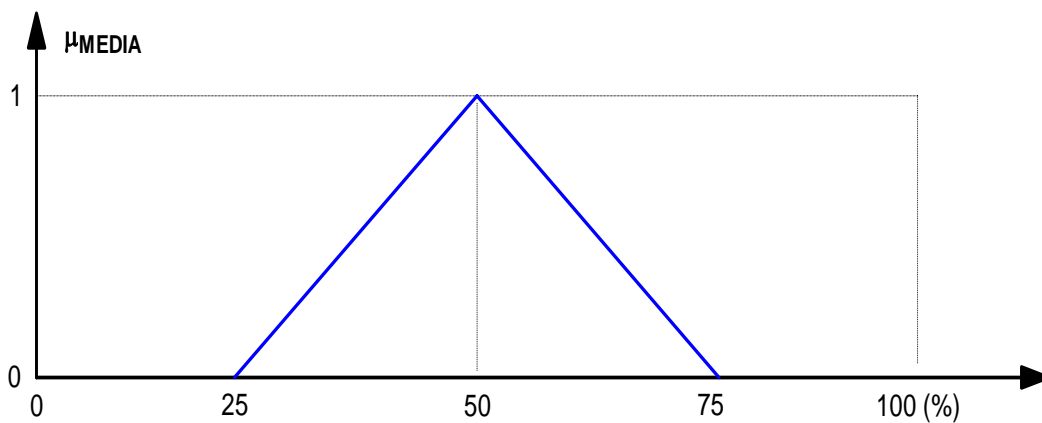
a) Baixa

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	50	-0,02	1	1	0
2	50	100	0	0	0	0



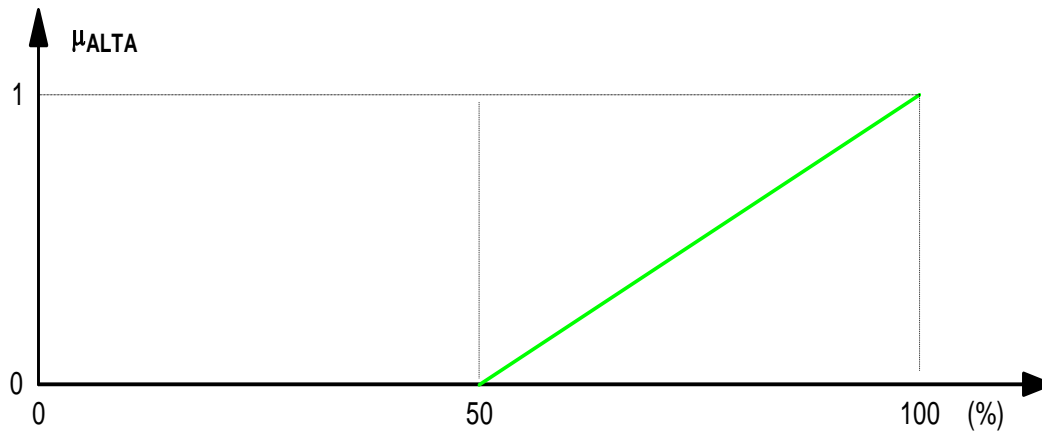
b) Média

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	25	0	0	0	0
2	25	50	0,04	-1	0	1
3	50	75	-0,04	3	1	0
4	75	100	0	0	0	0



c) Alta

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	50	0	0	0	0
2	50	100	0,02	-1	0	1



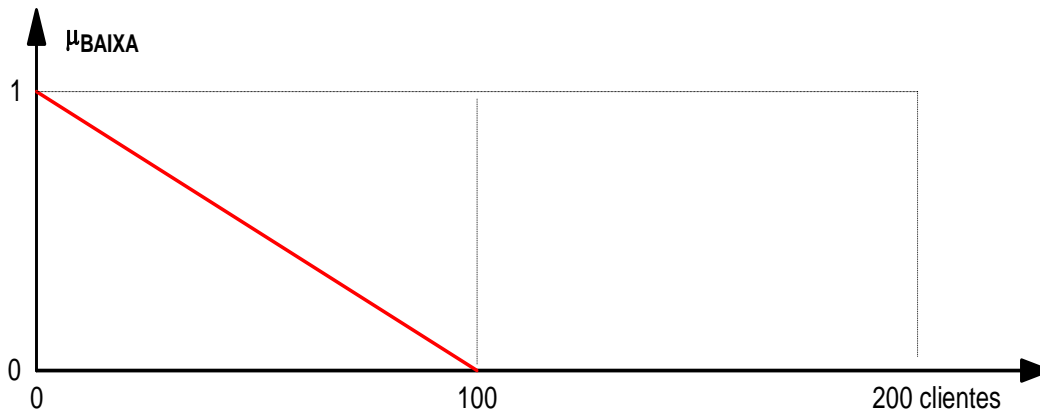
2.2.1.1.2 Variável Lingüística: Quantidade de clientes (Entrada SIN 1)

X	Quantidade de clientes
T(x)	{Baixa, Média, Alta}
U	[0,200]
M:	M (Baixa) M (Média) M (Alta)

Tabela 4 – Descrição da variável lingüística Quantidade de clientes

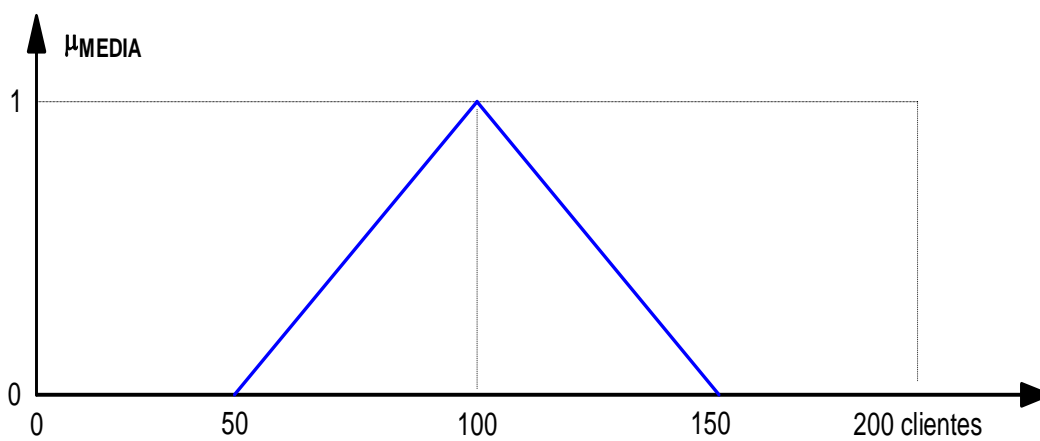
a) Baixa

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	100	-0,01	1	1	0
2	100	200	0	0	0	0



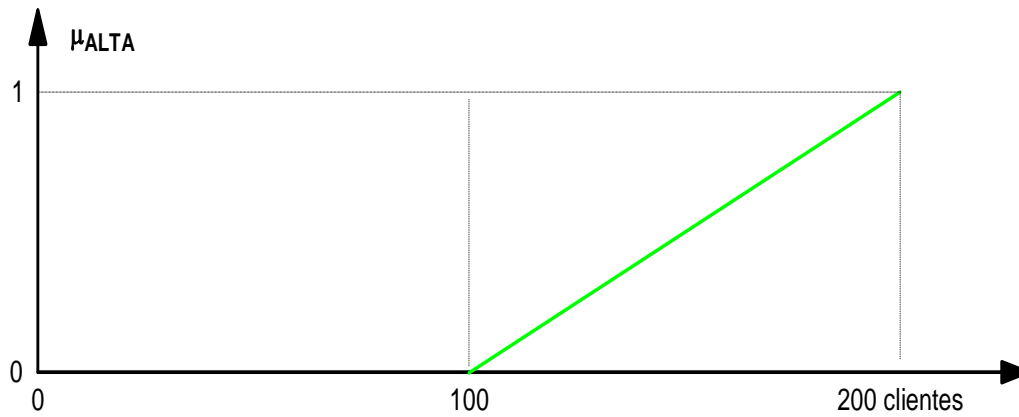
b) Média

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	50	0	0	0	0
2	50	100	0,02	-1	0	1
3	100	150	-0,02	1	1	0
4	150	200	0	0	0	0



c) Alta

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	100	0	0	0	0
2	100	200	0,01	-1	0	1



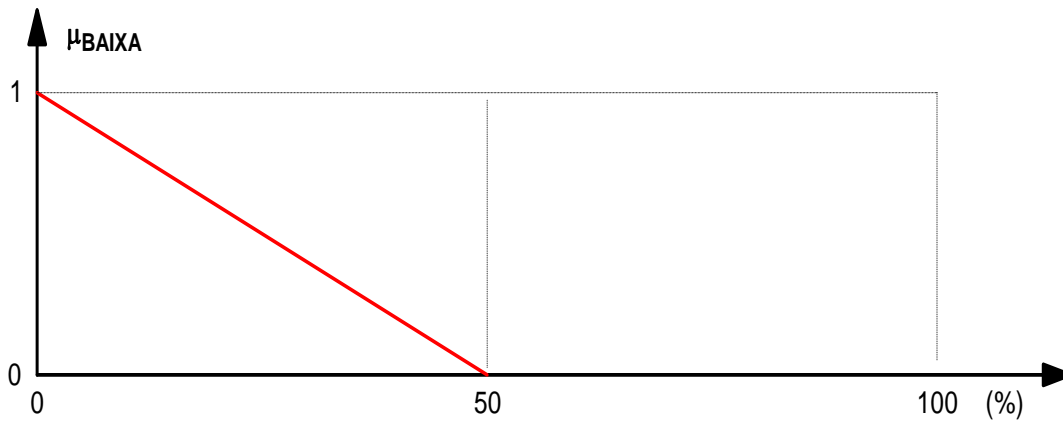
2.2.1.1.3 Variável Lingüística: Fator Cliente (Saída SIN 1)

X	Fator Cliente
T(x)	{Baixa, Média, Alta}
U	[0,100%]
M:	M (Baixa) M (Média) M (Alta)

Tabela 5 – Descrição da variável lingüística Fator Cliente

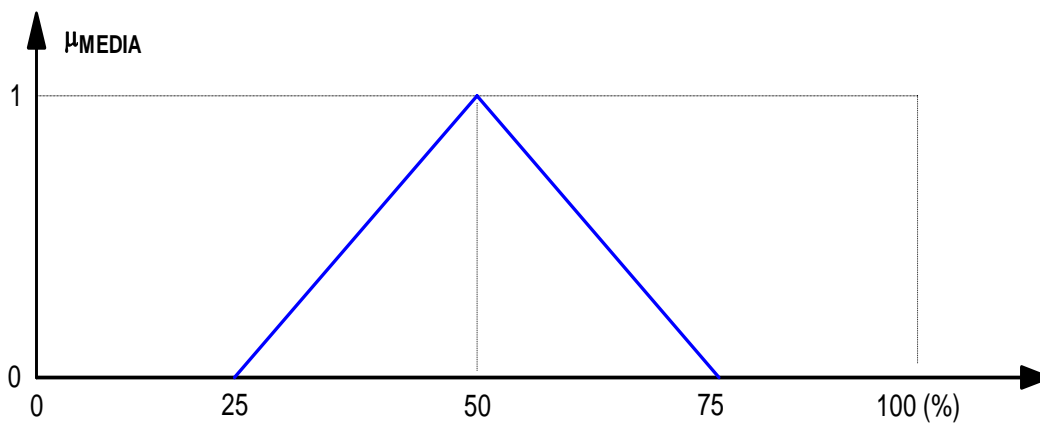
a) Baixa

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	50	-0,02	1	1	0
2	50	100	0	0	0	0



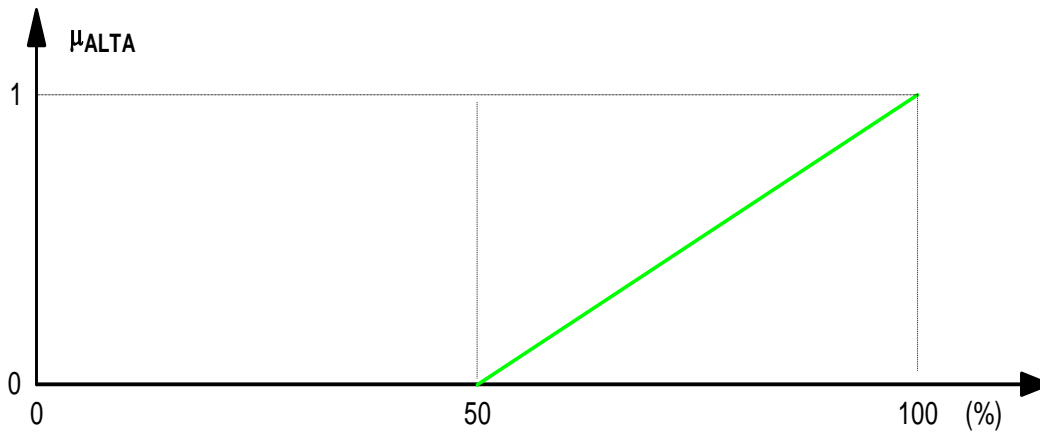
b) Média

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	25	0	0	0	0
2	25	50	0,04	-1	0	1
3	50	75	-0,04	3	1	0
4	75	100	0	0	0	0



c) Alta

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	50	0	0	0	0
2	50	100	0,02	-1	0	1



2.2.1.2 Sistema de Inferência Nebuloso 2 (SIN2)

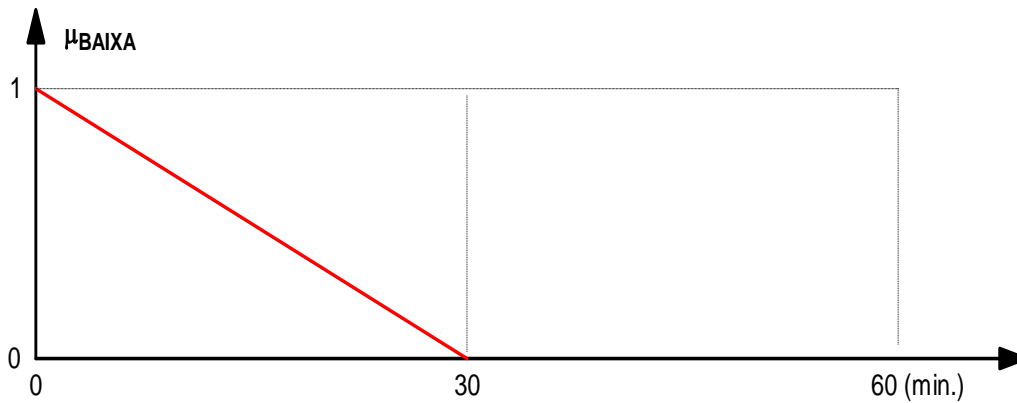
2.2.1.2.1 Variável Lingüística: Tempo de percurso (Entrada SIN 2)

X	Tempo de percurso
T(x)	{Baixa, Média, Alta}
U	[0, 60]
M:	M (Baixa) M (Média) M (Alta)

Tabela 6 – Descrição da variável lingüística Tempo de percurso

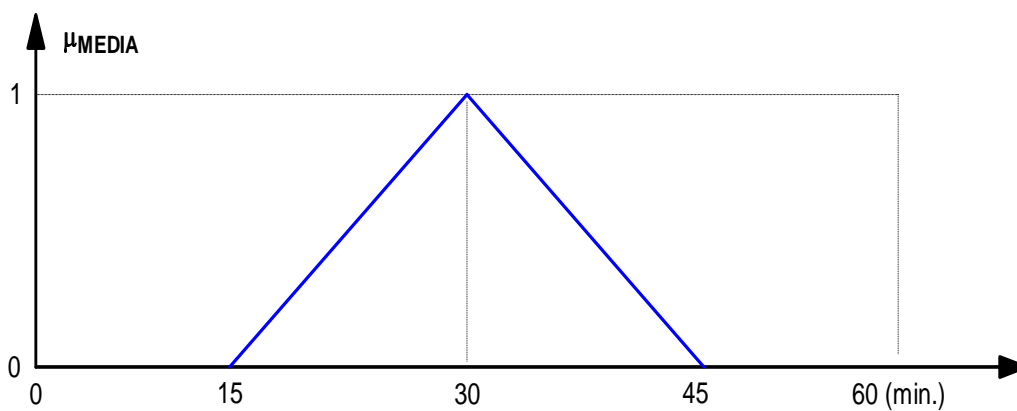
a) Baixa

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	30	-0,03	1	1	0
2	30	60	0	0	0	0



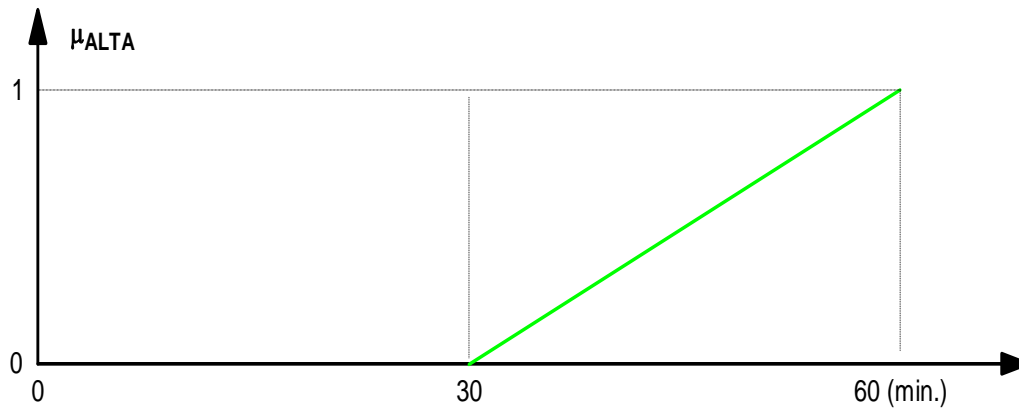
b) Média

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	15	0	0	0	0
2	15	30	0,06	-1	0	1
3	30	45	-0,06	1	1	0
4	45	60	0	0	0	0



c) Alta

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	30	0	0	0	0
2	30	60	0,03	-1	0	1



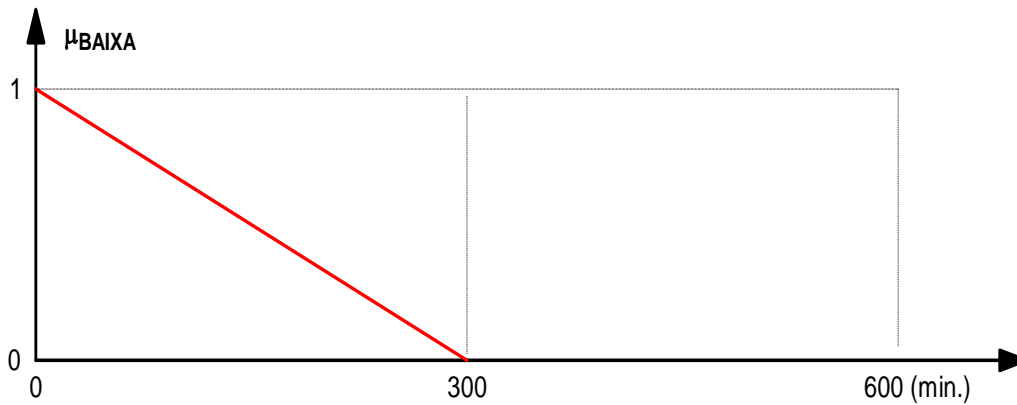
2.2.1.2.2 Variável Lingüística: Tempo de restabelecimento (Entrada SIN 2)

X	Tempo de restabelecimento
T(x)	{Baixa, Média, Alta}
U	[0, 600]
M:	M (Baixa) M (Média) M (Alta)

Tabela 7 – Descrição da variável lingüística Tempo de restabelecimento

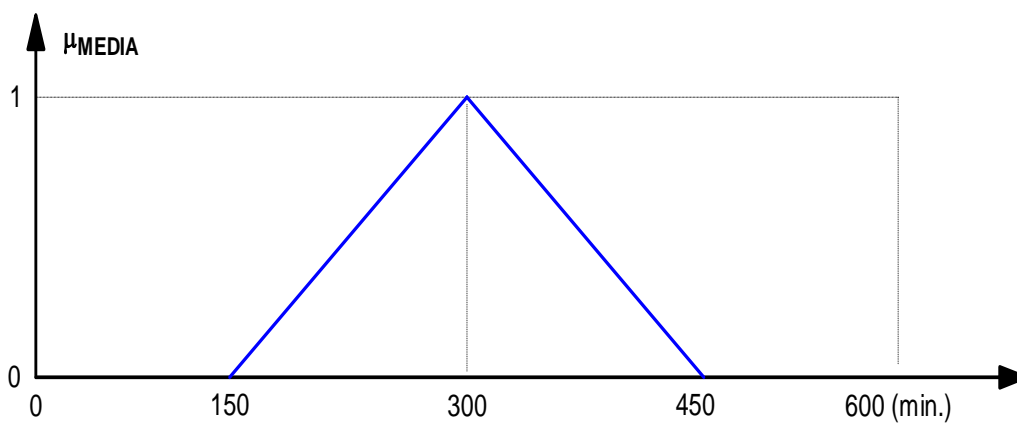
a) Baixa

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	300	-0,003	1	1	0
2	300	600	0	0	0	0



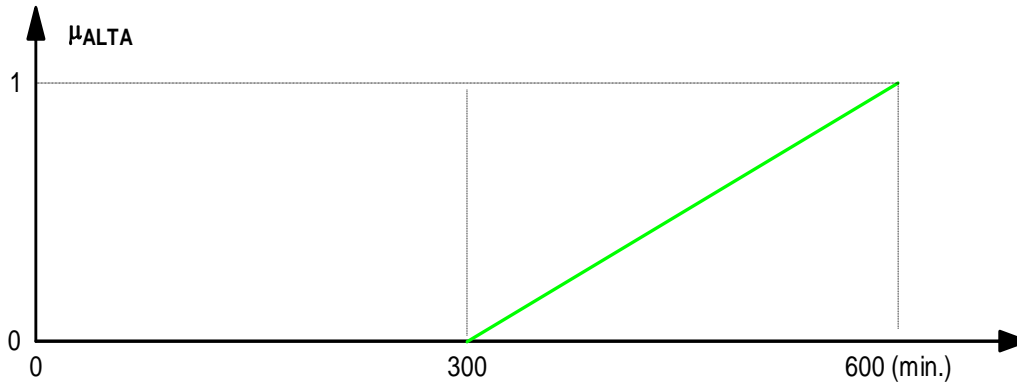
b) Média

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	150	0	0	0	0
2	150	300	0,006	-1	0	1
3	300	450	-0,006	1	1	0
4	450	600	0	0	0	0



c) Alta

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	300	0	0	0	0
2	300	600	0,003	-1	0	1



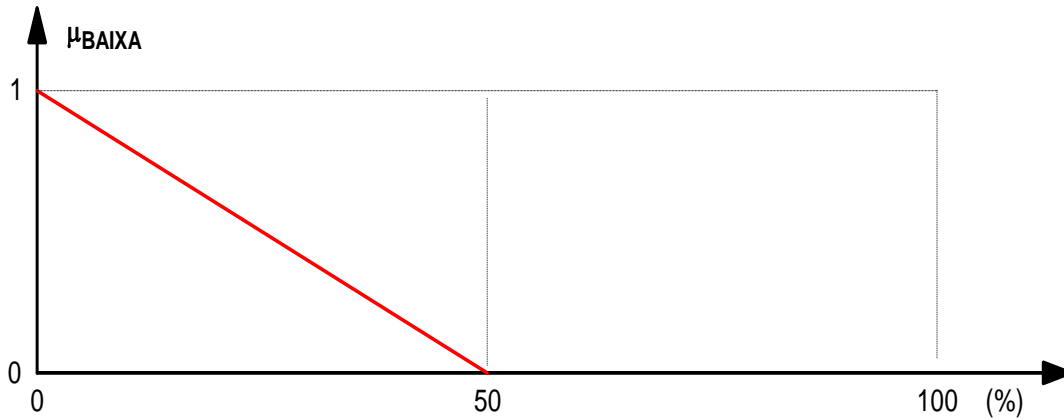
2.2.1.2.3 Variável Linguística: Fator tempo (Saída SIN 2)

X	Fator tempo
T(x)	{Baixa, Média, Alta}
U	[0,100%]
M:	M (Baixa) M (Média) M (Alta)

Tabela 8 – Descrição da variável linguística Fator tempo

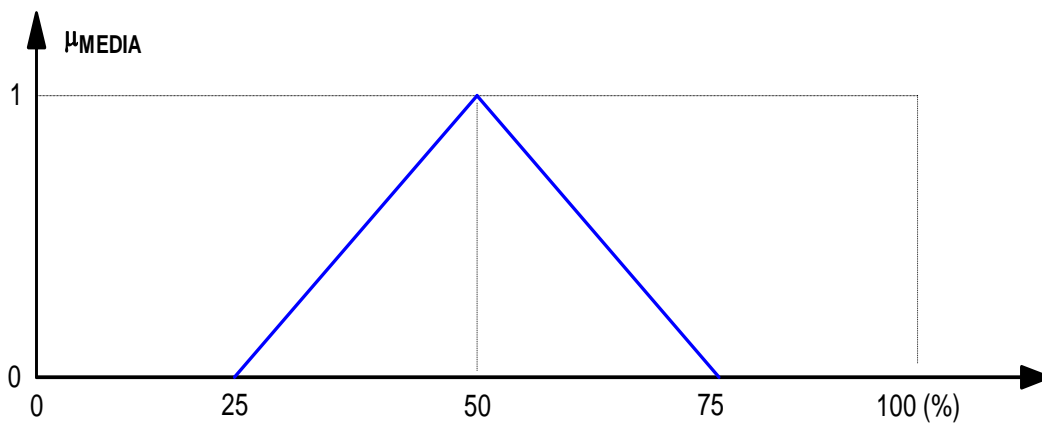
a) Baixa

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	50	-0,02	1	1	0
2	50	100	0	0	0	0



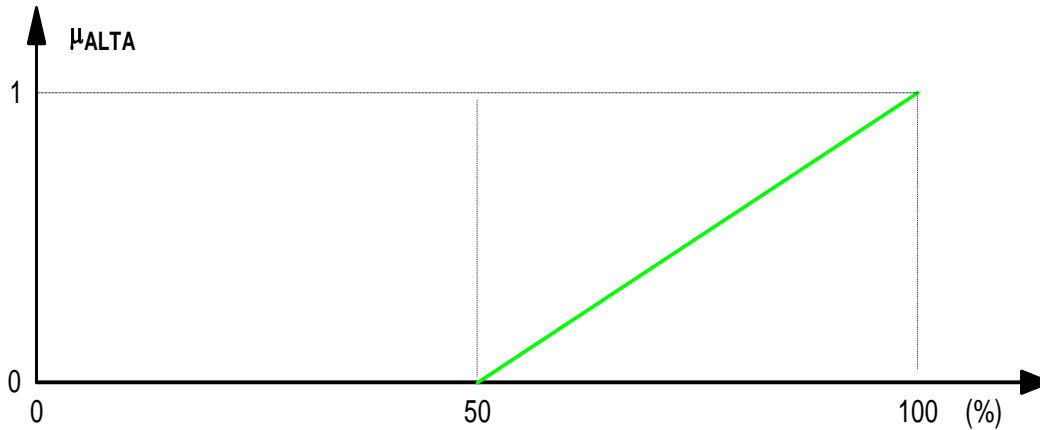
b) Média

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	25	0	0	0	0
2	25	50	0,04	-1	0	1
3	50	75	-0,04	3	1	0
4	75	100	0	0	0	0



c) Alta

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	50	0	0	0	0
2	50	100	0,02	-1	0	1



2.2.1.3 Sistema de Inferência Nebuloso 3 (SIN3)

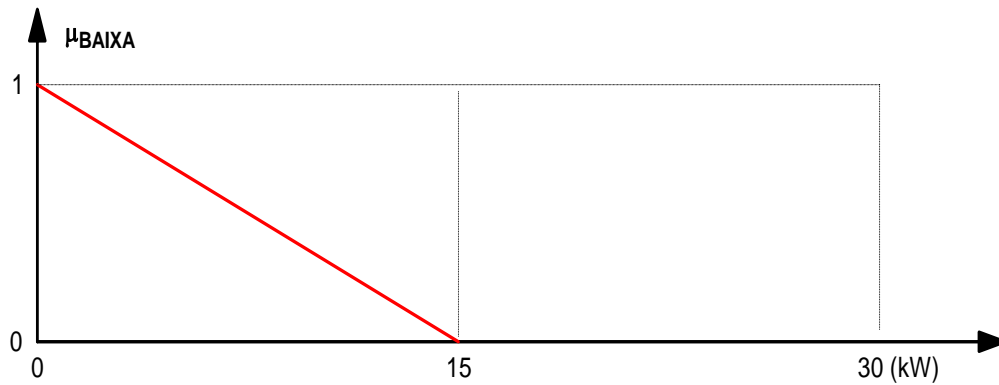
2.2.1.3.1 Variável Lingüística: Potência local (Entrada SIN 3)

X	Potência local
T(x)	{Baixa, Média, Alta}
U	[0, 30]
M:	M (Baixa) M (Média) M (Alta)

Tabela 9 – Descrição da variável lingüística Potência Local

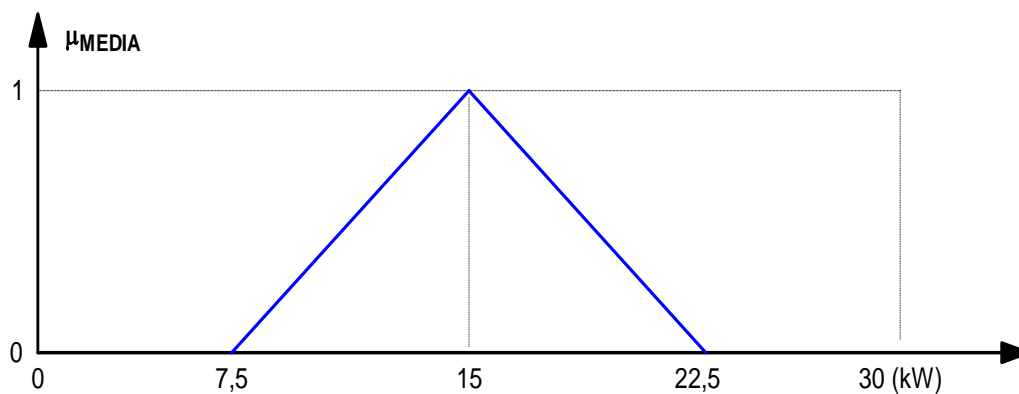
a) Baixa

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	15	-0,06	1	1	0
2	15	30	0	0	0	0



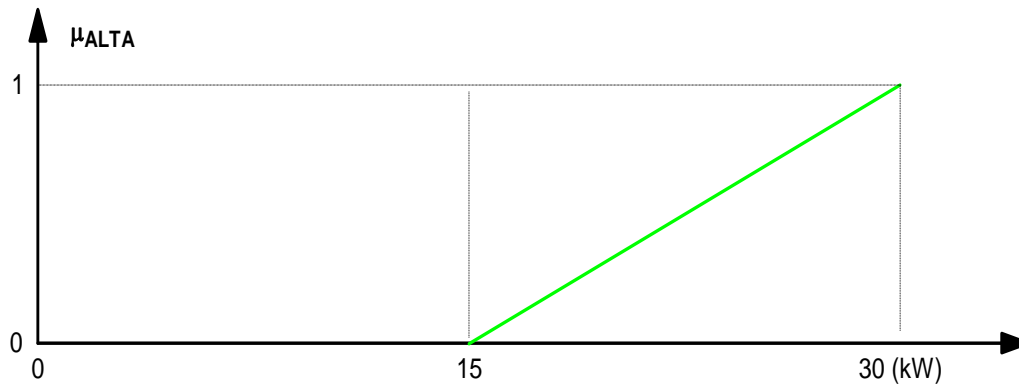
b) Média

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	7,5	0	0	0	0
2	7,5	15	0,13	-1	0	1
3	15	22,5	-0,13	1	1	0
4	22,5	30	0	0	0	0



c) Alta

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	15	0	0	0	0
2	15	30	0,06	-1	0	1



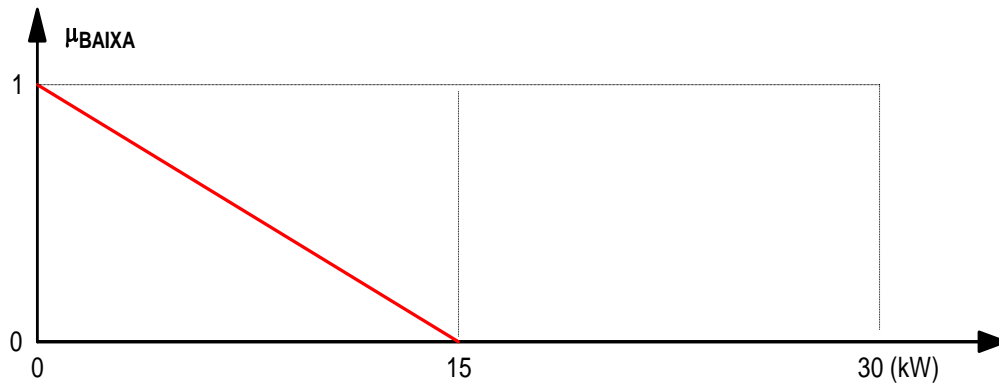
2.2.1.3.2 Variável Lingüística: Potência Veículo (Entrada SIN 3)

X	Potência Veículo
T(x)	{Baixa, Média, Alta}
U	[0, 30]
M:	M (Baixa) M (Média) M (Alta)

Tabela 10 – Descrição da variável lingüística Potência Veículo

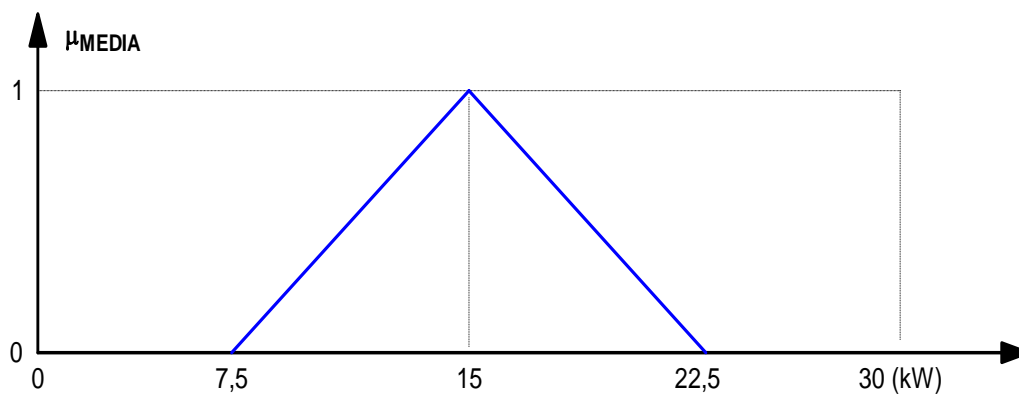
a) Baixa

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	15	-0,06	1	1	0
2	15	30	0	0	0	0



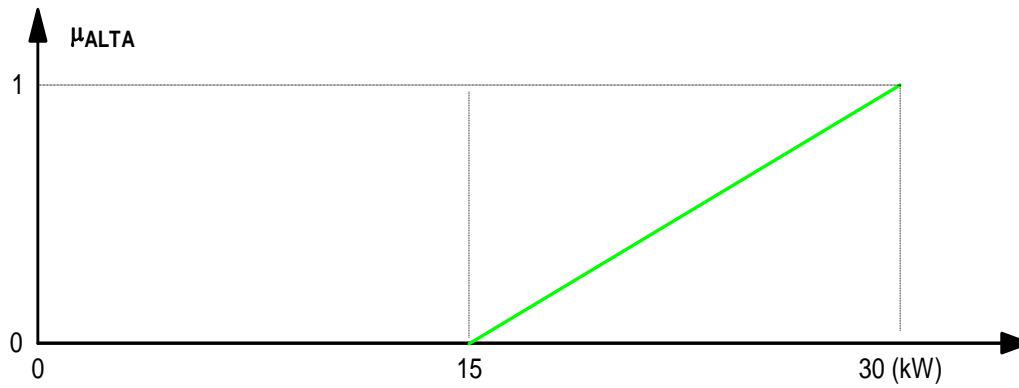
b) Média

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	7,5	0	0	0	0
2	7,5	15	0,13	-1	0	1
3	15	22,5	-0,13	1	1	0
4	22,5	30	0	0	0	0



c) Alta

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	15	0	0	0	0
2	15	30	0,06	-1	0	1



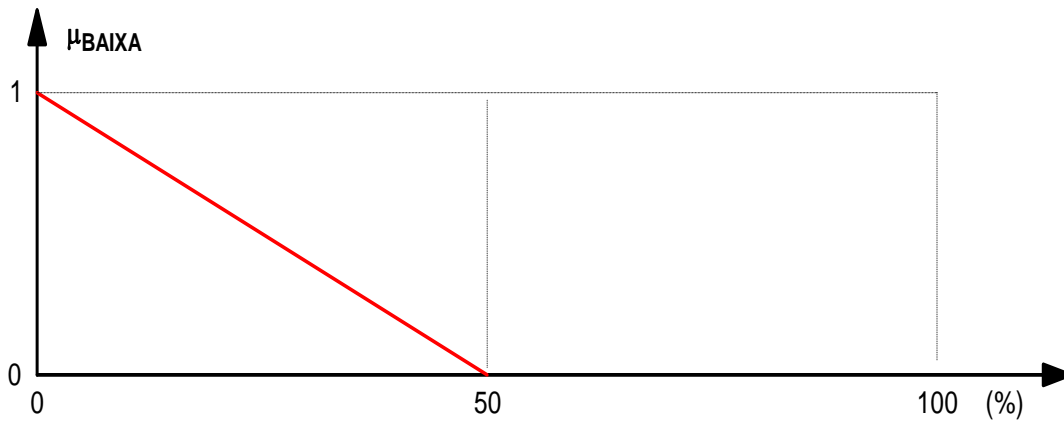
2.2.1.3.3 Variável Lingüística: Fator Potência (Saída SIN 3)

X	Fator Potência
T(x)	{Baixa, Média, Alta}
U	[0,100%]
M:	M (Baixa) M (Média) M (Alta)

Tabela 11 – Descrição da variável lingüística Fator Potência

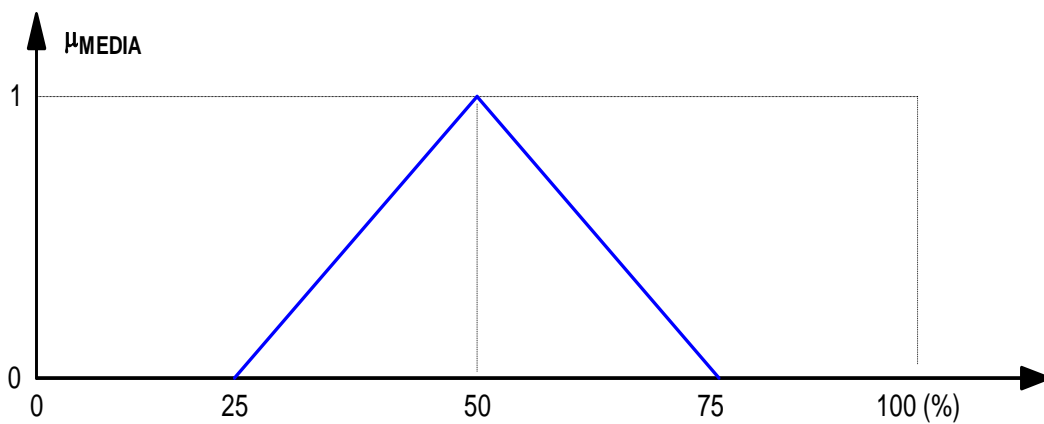
a) Baixa

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	50	-0,02	1	1	0
2	50	100	0	0	0	0



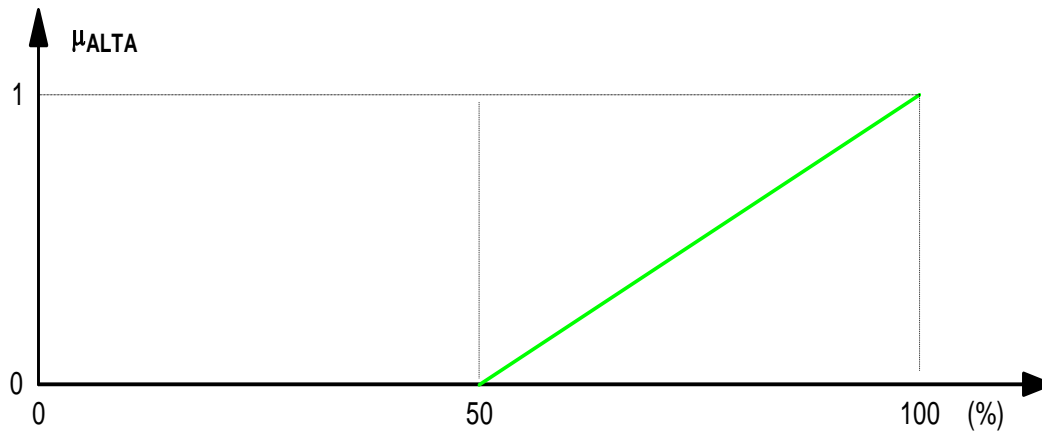
b) Média

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	25	0	0	0	0
2	25	50	0,04	-1	0	1
3	50	75	-0,04	3	1	0
4	75	100	0	0	0	0



c) Alta

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	50	0	0	0	0
2	50	100	0,02	-1	0	1



2.2.1.4 Sistema de Inferência Nebuloso 4 (SIN4)

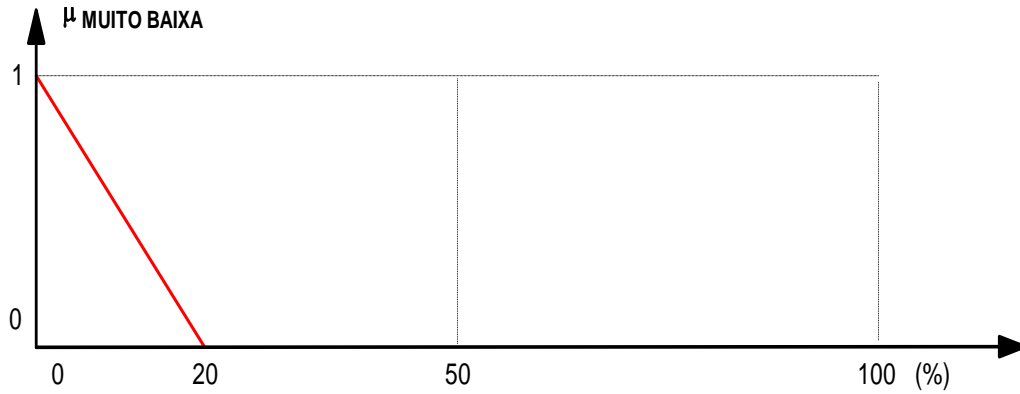
2.2.1.4.1 Variável Lingüística: Prioridade (Saída SIN 4)

X	Prioridade
T(x)	{Muito Baixa, Baixa, Média, Alta, Muito Alta}
U	[0,100%]
M:	M (Muito Baixa) M (Baixa) M (Média) M (Alta) M (Muito Alta)

Tabela 12 – Descrição da variável lingüística Prioridade

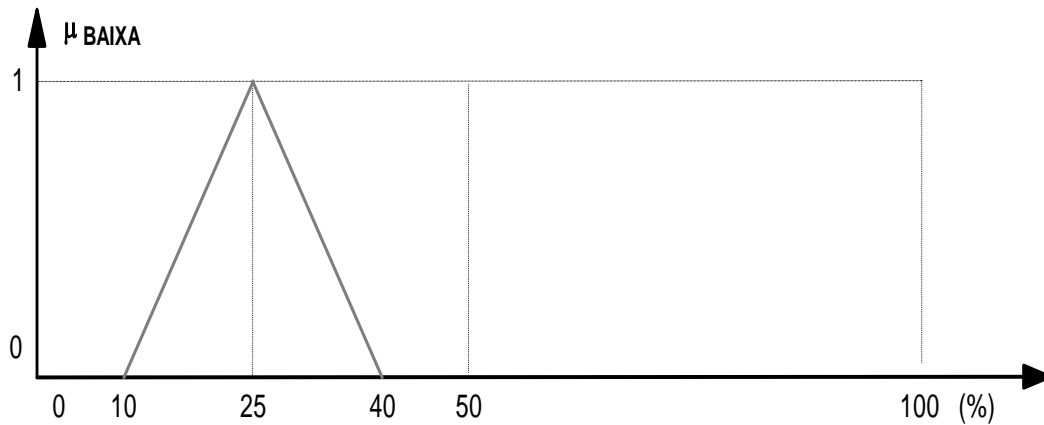
a) Muito Baixa

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	20	-0,05	1	1	0
2	20	100	0	0	0	0



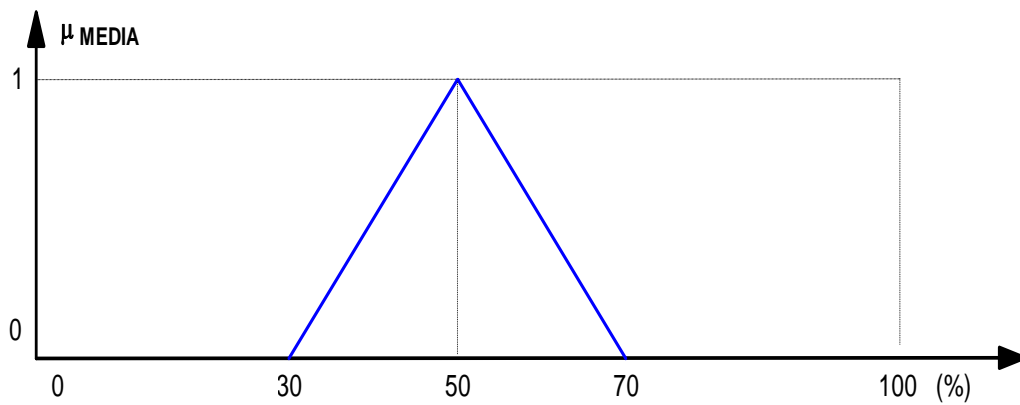
b) Baixa

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	10	0	0	0	0
2	10	25	0,06	-1	0	1
3	25	40	-0,06	1	1	0
4	40	100	0	0	0	0



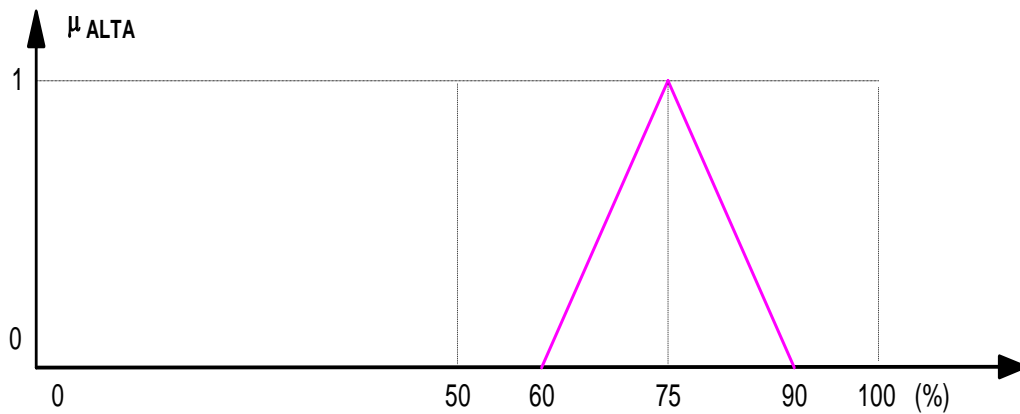
c) Média

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	30	0	0	0	0
2	30	50	0,05	-1	0	1
3	50	70	-0,05	1	1	0
4	70	100	0	0	0	0



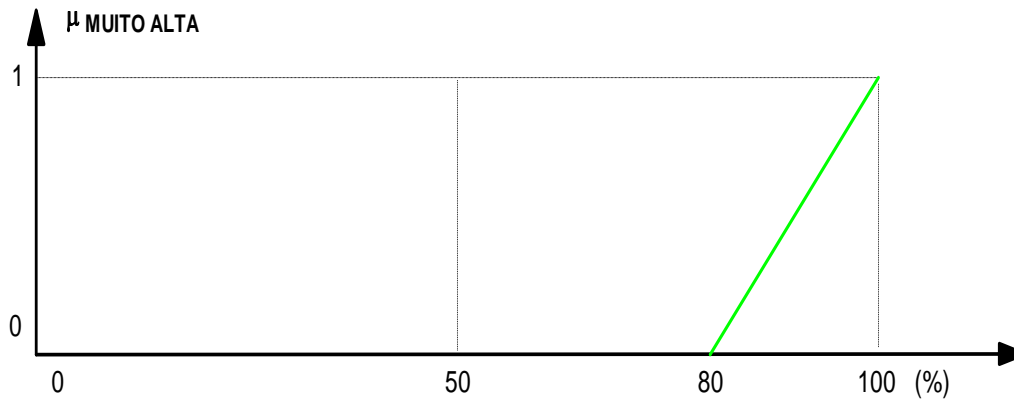
d) Alta

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	60	0	0	0	0
2	60	75	0,06	-1	0	1
3	75	90	-0,06	1	1	0
4	90	100	0	0	0	0



e) Muito Alta

Parte	Interv. Inic.	Interv. Final	Coef. Ang.	Coef. Lin.	μ_E	μ_D
1	0	80	0,05	-1	1	0
2	80	100	0	0	0	0



2.2.2 Definição das regras de inferência nebulosa

O SIGGENELM se baseia na combinação de todas as regras nebulosas para inferir e gerar uma resposta com uma grande precisão, no caso a prioridade de atendimento. Sendo assim, pode-se conseguir o total de regras do sistema, através da multiplicação da quantidade de termos encontrados em cada uma das variáveis lingüísticas.

Abaixo são listadas todas as 54 regras de inferência nebulosa do SIGGENELM:

SIN1:

Entradas: Importância e Quantidade de Clientes
Saída: Fator Cliente

REGRAS	Importância	Qtde de Clientes	Fator Cliente
01	B	B	B
02	B	M	B
03	B	A	M
04	M	B	B
05	M	M	M
06	M	A	A
07	A	B	M
08	A	M	M
09	A	A	A

Tabela 13 – Lista de regras do Sistema de Inferência Nebuloso 1 (SIN1)

Regra 01: SE Importância é Baixa E Qtde de Clientes é Baixa
ENTÃO Fator Cliente é Baixo.

Regra 02: SE Importância é Baixa E Qtde de Clientes é Média
ENTÃO Fator Cliente é Baixo.

Regra 03: SE Importância é Baixa E Qtde de Clientes é Alta
ENTÃO Fator Cliente é Médio.

Regra 04: SE Importância é Média E Qtde de Clientes é Baixa
ENTÃO Fator Cliente é Baixo.

Regra 05: SE Importância é Média E Qtde de Clientes é Média
ENTÃO Fator Cliente é Médio.

Regra 06: SE Importância é Média E Qtde de Clientes é Alta
ENTÃO Fator Cliente é Alto.

Regra 07: SE Importância é Alta E Qtde de Clientes é Baixa
ENTÃO Fator Cliente é Médio.

Regra 08: SE Importância é Alta E Qtde de Clientes é Média
ENTÃO Fator Cliente é Médio.

Regra 09: SE Importância é Alta E Qtde de Clientes é Alta
ENTÃO Fator Cliente é Alto.

SIN2:

Entradas: Tempo de Percurso e Tempo de Restabelecimento

Saída: Fator Tempo

REGRAS	Tempo de Percurso	Tempo de Restab.	Fator Tempo
10	B	B	B
11	B	M	B
12	B	A	M
13	M	B	B
14	M	M	M
15	M	A	A
16	A	B	M
17	A	M	M
18	A	A	A

Tabela 14 – Lista de regras do Sistema de Inferência Nebuloso 2 (SIN2)

Regra 10: SE Tempo de Percurso é Baixa E Tempo de restabelecimento é Baixa ENTÃO Fator Tempo é Baixo.

Regra 11: SE Tempo de Percurso é Baixa E Tempo de restabelecimento é Média ENTÃO Fator Tempo é Baixo.

Regra 12: SE Tempo de Percurso é Baixa E Tempo de restabelecimento é Alta ENTÃO Fator Tempo é Médio.

Regra 13: SE Tempo de Percurso é Média E Tempo de restabelecimento é Baixa ENTÃO Fator Tempo é Baixo.

Regra 14: SE Tempo de Percurso é Média E Tempo de restabelecimento é Média ENTÃO Fator Tempo é Médio.

Regra 15: SE Tempo de Percurso é Média E Tempo de restabelecimento é Alta ENTÃO Fator Tempo é Alto.

Regra 16: SE Tempo de Percurso é Alta E Tempo de restabelecimento é Baixa ENTÃO Fator Tempo é Médio.

Regra 17: SE Tempo de Percurso é Alta E Tempo de restabelecimento é Média ENTÃO Fator Tempo é Médio.

Regra 18: SE Tempo de Percurso é Alta E Tempo de restabelecimento é Alta ENTÃO Fator Tempo é Alto.

SIN3:

Entradas: Potência Local e Potência Veículo

Saída: Fator Potência

REGRAS	Potência Local	Potência Veículo	Fator Potência
19	B	B	B
20	B	M	B
21	B	A	M
22	M	B	B
23	M	M	M
24	M	A	A
25	A	B	M
26	A	M	M
27	A	A	A

Tabela 15 – Lista de regras do Sistema de Inferência Nebuloso 3 (SIN3)

Regra 19: SE Potência Local é Baixa E Potência Veículo é Baixa
ENTÃO Fator Potência é Baixo.

Regra 20: SE Potência Local é Baixa E Potência Veículo é Média
ENTÃO Fator Potência é Baixo.

Regra 21: SE Potência Local é Baixa E Potência Veículo é Alta
ENTÃO Fator Potência é Médio.

Regra 22: SE Potência Local é Média E Potência Veículo é Baixa
ENTÃO Fator Potência é Baixo.

Regra 23: SE Potência Local é Média E Potência Veículo é Média
ENTÃO Fator Potência é Médio.

Regra 24: SE Potência Local é Média E Potência Veículo é Alta
ENTÃO Fator Potência é Alto.

Regra 25: SE Potência Local é Alta E Potência Veículo é Baixa
ENTÃO Fator Potência é Médio.

Regra 26: SE Potência Local é Alta E Potência Veículo é Média
ENTÃO Fator Potência é Médio.

Regra 27: SE Potência Local é Alta E Potência Veículo é Alta
ENTÃO Fator Potência é Alto.

SIN4:

Entradas: Fator Cliente, Fator Tempo e Fator Potência

Saída: Prioridade

REGRAS	Fator Cliente	Fator Tempo	Fator Potência	Prioridade
28	B	B	B	MB
29	B	B	M	MB
30	B	B	A	B
31	B	M	B	B
32	B	M	M	B
33	B	M	A	M
34	B	A	B	B
35	B	A	M	B
36	B	A	A	M
37	M	B	B	B
38	M	B	M	M
39	M	B	A	M
40	M	M	B	M
41	M	M	M	M
42	M	M	A	M
43	M	A	B	M
44	M	A	M	M
45	M	A	A	A
46	A	B	B	M
47	A	B	M	M
48	A	B	A	A
49	A	M	B	A
50	A	M	M	A
51	A	M	A	A
52	A	A	B	A
53	A	A	M	MA
54	A	A	A	MA

Tabela 16 – Lista de regras do Sistema de Inferência Nebuloso 4 (SIN4)

Regra 28: SE Fator Cliente é Baixo E Fator Tempo é Baixo E Fator Potência é Baixo ENTÃO a Prioridade é Muito Baixa.

Regra 29: SE Fator Cliente é Baixo E Fator Tempo é Baixo E Fator Potência é Médio ENTÃO a Prioridade é Muito Baixa.

Regra 30: SE Fator Cliente é Baixo E Fator Tempo é Baixo E Fator Potência é Alto ENTÃO a Prioridade é Baixa.

Regra 31: SE Fator Cliente é Baixo E Fator Tempo é Médio E Fator Potência é Baixo ENTÃO a Prioridade é Baixa.

Regra 32: SE Fator Cliente é Baixo E Fator Tempo é Médio E Fator Potência é Médio ENTÃO a Prioridade é Baixa.

Regra 33: SE Fator Cliente é Baixo E Fator Tempo é Médio E Fator Potência é Alto ENTÃO a Prioridade é Média.

Regra 34: SE Fator Cliente é Baixo E Fator Tempo é Alto E Fator Potência é Baixo ENTÃO a Prioridade é Baixa.

Regra 35: SE Fator Cliente é Baixo E Fator Tempo é Alto E Fator Potência é Médio ENTÃO a Prioridade é Baixa.

Regra 36: SE Fator Cliente é Baixo E Fator Tempo é Alto E Fator Potência é Alto ENTÃO a Prioridade é Média.

Regra 37: SE Fator Cliente é Médio E Fator Tempo é Baixo E Fator Potência é Baixo ENTÃO a Prioridade é Baixa.

Regra 38: SE Fator Cliente é Médio E Fator Tempo é Baixo E Fator Potência é Médio ENTÃO a Prioridade é Média.

Regra 39: SE Fator Cliente é Médio E Fator Tempo é Baixo E Fator Potência é Alto ENTÃO a Prioridade é Médio.

Regra 40: SE Fator Cliente é Médio E Fator Tempo é Médio E Fator Potência é Baixo ENTÃO a Prioridade é Média.

Regra 41: SE Fator Cliente é Médio E Fator Tempo é Médio E Fator Potência é Médio ENTÃO a Prioridade é Média.

Regra 42: SE Fator Cliente é Médio E Fator Tempo é Médio E Fator Potência é Alto ENTÃO a Prioridade é Média.

Regra 43: SE Fator Cliente é Médio E Fator Tempo é Alto E Fator Potência é Baixo ENTÃO a Prioridade é Média.

Regra 44: SE Fator Cliente é Médio E Fator Tempo é Alto E Fator Potência é Médio ENTÃO a Prioridade é Média.

Regra 45: SE Fator Cliente é Médio E Fator Tempo é Alto E Fator Potência é Alto ENTÃO a Prioridade é Alta.

Regra 46: SE Fator Cliente é Alto E Fator Tempo é Baixo E Fator Potência é Baixo

ENTÃO a Prioridade é Muito Média.

Regra 47: SE Fator Cliente é Alto E Fator Tempo é Baixo E Fator Potência é Médio ENTÃO a Prioridade é Média.

Regra 48: SE Fator Cliente é Alto E Fator Tempo é Baixo E Fator Potência é Alto ENTÃO a Prioridade é Alta.

Regra 49: SE Fator Cliente é Alto E Fator Tempo é Médio E Fator Potência é Baixo ENTÃO a Prioridade é Alta.

Regra 50: SE Fator Cliente é Alto E Fator Tempo é Médio E Fator Potência é Médio ENTÃO a Prioridade é Alta.

Regra 51: SE Fator Cliente é Alto E Fator Tempo é Médio E Fator Potência é Alto ENTÃO a Prioridade é Alta.

Regra 52: SE Fator Cliente é Alto E Fator Tempo é Alto E Fator Potência é Baixo ENTÃO a Prioridade é Alta.

Regra 53: SE Fator Cliente é Alto E Fator Tempo é Alto E Fator Potência é Médio ENTÃO a Prioridade é Muito Alta.

Regra 54: SE Fator Cliente é Alto E Fator Tempo é Alto E Fator Potência é Alto ENTÃO a Prioridade é Muito Alta.

2.3 **Modelo de banco de dados do SIGGENELM**

Nesta seção será mostrado como foi estruturado o banco de dados que dá suporte ao SIGGENELM. Durante o funcionamento do sistema irão ocorrer várias consultas à base de dados seja para um simples cadastro de usuário até o estabelecimento da prioridade do sistema. O Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) escolhido foi o MySQL versão 5.1. Qualquer outro poderia ter sido escolhido mas a escolha deste se deveu ao fato de satisfazer bem ao sistema além de ser gratuito.

2.3.1 Descrição das tabelas dos bancos

Para o sistema SIGGENELM atender o que foi proposto no início dessa dissertação foram usadas duas bases para este sistema: a primeira chamada siggenelm possui as seguintes tabelas, em ordem alfabética:

- locais;
- usuarios;
- veiculos;

A tabela 17 mostra a descrição das tabelas do siggenelm.

Tabelas siggenelm	
Locais	Tabela que armazena os locais atendidos pelo sistema
Usuários	Tabela que armazena os usuários cadastrados no sistema
Veículos	Tabela que armazena os veículos cadastrados no sistema

Tabela 17 – Tabelas da base de dados siggenelm

A outra base foi feita para tratar da parte de lógica nebulosa do sistema, listadas abaixo em ordem alfabética:

- antecedente;
- regra;
- segmento;
- sistema;
- termo;
- variável_linguistica;

A tabela 18 mostra a descrição das tabelas lnebulosaf.

Tabelas lnebulosaf	
Antecedente	Tabela que contém informações dos termos antecedentes associados às suas respectivas regras do sistema nebuloso.
Regra	Tabela que contém informações sobre as regras.
Segmento	Tabela que contém informações dos segmentos.
Sistema	Tabela que contém informações sobre os 4 sistemas de inferência nebulosa
Termo	Tabela que contém informações dos termos antecedentes e consequentes do sistema nebuloso.
Variável_linguística	Tabela que contém informações das variáveis lingüísticas

Tabela 18 – Tabelas da base de dados lnebulosaf

2.3.2 Estrutura das tabelas

A tabela 19 contém a estrutura da tabela locais da base siggenelm. Essa tabela possui como campos código, nome, importância, qtde_clientes, latitude, longitude, necessidade, tempo_restabel e status.

Tabela LOCAIS			
Campo	Tipo dado	Opção Null	Comentário
código	Int(10)	Não	Identificador do local
nome	Varchar(15)	Não	Nome do local
importancia	Varchar(50)	Não	Grau de importância do local
qtde_clientes	Int(10)	Não	Quantidade de clientes do local
latitude	Float	Não	Latitude do local
longitude	Float	Não	Longitude de local
necessidade	Int(11)	Não	Necessidade em kva do local
tempo_restabel		Não	Tempo para restabelecimento de energia
status	Int(2)	Não	Indicador se já foi atendido o local

Tabela 19 – Tabela de locais

A tabela 20 contém a estrutura da tabela usuarios da base siggenelm. Essa tabela possui como campos código, nome, senha e senha2.

Tabela USUARIOS			
Campo	Tipo dado	Opção Null	Comentário
código	Int (11)	Não	Código do usuário
nome	Varchar(10)	Não	Nome do usuário
senha	Varchar(10)	Não	Senha do usuário
senha2	Varchar(10)	Não	Repetição da senha do usuário

Tabela 20 – Tabela de usuarios

A tabela 21 contém a estrutura da tabela veiculos da base siggenelm. Essa tabela possui como campos codigo, placa, modelo, capacidade e peso.

Tabela VEÍCULOS			
Campo	Tipo dado	Opção Null	Comentário
codigo	Int (11)	Não	Código do veículo
placa	Varchar(8)	Não	Placa do veículo
modelo	Varchar(15)	Não	Modelo do veículo
capacidade	Int (11)	Não	Capacidade em kva do veículo
peso	Int (11)	Não	Peso do veículo

Tabela 21 – Tabela veículos

A tabela 22 contém a estrutura da tabela antecedente da base lebulosaf. Essa tabela possui como campos Cod_regra e Cod_termo.

Tabela ANTECEDENTE			
Código	Tipo dado	Opção Null	Comentário
Cod_regra	Int(10)unsigned	Não	Código da regra
Cod_termo	Int(10)unsigned	Não	Código do termo

Tabela 22 – Tabela antecedente

A tabela 23 contém a estrutura da tabela regra da base lebulosaf. Essa tabela possui como campos Cod_regra e Cód_termo_cons.

Tabela REGRA			
Código	Tipo dado	Opção Null	Comentário
Cod_Regra	Int(10)unsigned	Não	Código da regra
Cod_Termo_Cons.	Int(10)unsigned	Não	Código termo conseqüente

Tabela 23 – Tabela regra

A tabela 24 contém a estrutura da tabela segmento da base lebulosaf. Essa tabela possui como campos Cod_Termo, Cod_Segmento, Intervalo_Esquerdo, Intervalo_Direito, Coef_Angular, Coef_Linear, Mi_Esquerdo e Mi_Direito.

Tabela SEGMENTO			
Código	Tipo dado	Opção Null	Comentário
Cod_Termo	Int(10)unsigned	Não	Código do termo
Cod_Segmento	Int(10)unsigned	Não	Código do segmento
Intervalo_Esquerdo	Decimal (10,5)	Não	Intervalo Esquerdo
Intervalo_Direito	Decimal (10,5)	Não	Intervalo Direito
Coef_Angular	Decimal (18,4)	Não	Coefficiente Angular
Coef_Linear	Decimal (18,4)	Não	Coefficiente Linear
Mi_Esquerdo	Int(10)unsigned	Não	Mi Esquerdo
Mi_Direito	Int(10)unsigned	Não	Mi Direito

Tabela 24 – Tabela segmento

A tabela 25 contém a estrutura da tabela sistema da base lebulosaf. Essa tabela possui como campos cod_sistema e nom_sistema.

Tabela SISTEMA			
Código	Tipo dado	Opção Null	Comentário
cod_sistema	Int(3)unsigned	Não	Código do sistema
nom_sistema	Varchar (5)	Não	Nome do sistema

Tabela 25 – Tabela sistema

A tabela 26 contém a estrutura da tabela termo da base lebulosaf. Essa tabela possui como campos Cod_Termo, Cod_Variavel e Nom_Termo.

Código	Tipo dado	Opção Null	Comentário
Cod_Termo	Int(11)	Não	Código do termo
Cod_Variavel	Int(11)	Não	Código da variável
Nom_Termo	Varchar (50)	Não	Nome do termo

Tabela 26 – Tabela termo

A tabela 27 contém a estrutura da tabela variável_linguistica da base lebulosaf. Essa tabela possui como campos Cod_variavel, nom_variavel, ini_universo, fim_universo, cod_sistema e flag_antecedente.

Tabela VARIÁVEL LINGUISTICA			
Código	Tipo dado	Opção Null	Comentário
Cod_variavel	Int (3)unsigned	Não	Código da variável
nom_variavel	Varchar (50)	Não	Nome da variável
ini_universo	Int(10)unsigned	Não	Início do universo de discurso
fim_universo	Int(10)unsigned	Não	Fim do universo de discurso
cod_sistema	Int (3)unsigned	Não	Código do sistema
flag_antecedente	Char (1)	Não	Flag antecedente

Tabela 27 – Tabela variável_linguistica

2.3.3 Algoritmo de Inferência Nebulosa

A base de dados lnebulosaf que teve suas tabelas descritas acima será a responsável pelo cálculo da prioridade de atendimento do sistema SIGGENELM. Para chegar nessas tabelas foi necessário o estudo de um algoritmo que com a devida ligação entre as tabelas dessa base em conjunto com as tabelas locais e veículos da outra base de dados dará como saída qual o local terá

prioridade para ser atendido. As descrições do algoritmo bem como suas funções no sistema serão descritas em seguida.

2.3.3.1 Classe DeFuzzyBean

A classe `DefuzzyBean` é responsável por fazer a comunicação entre a página `atendimento0.php` e a classe `Defuzzy`. Esta classe possui métodos para atribuir valores às variáveis privadas da classe. Em seguida é feita uma explicação dos métodos da classe `DeFuzzy` e seu métodos sendo que no Apêndice, pode-se observar o seu código em PHP.

2.3.3.1.1 Método `setResultadoFinal`

Este método é responsável por instanciar um objeto da classe `DeFuzzy` e começar a calcular a Prioridade de atendimento.

Início do Método `setResultadoFinal`

```
Des ← novo objeto DeFuzzy (cód_variavel1, valo_var1, cód_variavel2, valor_var2)
```

```
resFinal ← des.percorrerRegras
```

```
ResultadoFinal ← resFinal
```

Fim do Método `setResultadoFinal`

2.3.3.2 Classe `DeFuzzy`

Esta classe é responsável pelo cálculo do conseqüente do sistema de inferência nebuloso e possui a declaração de variáveis globais que são necessárias aos métodos. O processo se inicia com o método `PercorrerRegras` que acionará todos os outros métodos da classe.

2.3.3.2.1 Método PercorrerRegras

Este método é responsável por acessar a tabela de regras e transferi-las para o vetor de regras (rs). Cada regra é montada a partir da tabela de regras no vetor rs. Este método é importante para aumentar a performance do sistema e permitir que novas regras sejam adicionadas, retiradas ou alteradas, bastando que para isso seja feita uma manutenção na tabelas de regras, pois essas são sempre carregadas quando do momento do processamento.

Além de buscar as regras na tabela de regras, este método é responsável por calcular o conseqüente dos 3 primeiros sistemas que serão a entrada do último sistema de inferência nebulosa, que dará a prioridade de atendimento.

Descrição do método PercorrerRegras

```

Rs← regras da tabela de Regras
ENQUANTO (existe registro em rs)
Centroide←0
DenominadorRegra←0
Cod_Regra←rs(cód_regra)
Cod_Termo1←VerificarTermoRegra(cod_regra, cod_variavel1)
Alfa1←AvaliarMi(cod_termo1, valor_var1)
cod_termo2←VerificarTermoRegra(cod_regra, cod_variavel2)
Alfa2←AvaliarMi(cod_termo2, valor_var2)
SE Alfa1 <= Alfa2 ENTÃO
Menor_Alfa←Alfa1
SENÃO
Menor_Alfa←Alfa2
FIM DO SE
cod_termo_cons←VerificarTermoConsRegra ( cod_regra)
centroideRegra←CalculaCentroideRegra(cod_termo_cons,MenorAlfa)
NumeradorGeral←NumeradorGeral + (centroideRegra * DenominadorRegra)
DenominadorGeral←DenominadorGeral + DenominadorRegra
FIM ENQUANTO

```

ValorFinal ← NumeradorGeral / DenominadorGeral

RETORNA ValorFinal

2.3.3.2.2 Método VerificarTermoRegra

Este método recebe como parâmetros as variáveis de entrada e as regras do sistema de inferência nebulosa e retorna o código do termo que atende a cada regra e a cada variável de entrada.

Descrição do método VerificarTermoRegra(cod_regra, cód_variavel)

Cod_termo ← 0

Rs ← cod_termo da tabela de Termo, regra, antecedente ONDE

termo.cod_termo = antecedente.cod_termo OU termo.cod_termo = Regra.cod_termo_cons) E

80

Regra.cod_regra = antecedente.cod_regra E Regra.cod_regra = cod_regra E

termo.cod_variavel = cod_variavel

SE rs possui registro ENTÃO

Cod_termos.cod_termo

FIM DO SE

RETORNA cod_termo

2.3.3.2.3 Método AvaliarMi

Este método retorna o grau de pertinência do valor de entrada do antecedente referente ao conjunto do termo encontrado no método “VerificarTermoRegra”.

Descrição do método AvaliarMi(cod_termo, valor_var)

Alfa ← 0

Rs ← cod_segmento, coef_angular, coef_linear da tabela de Segmento ONDE

segmento.cod_termo = cod_termo E (intervalo_esquerdo ≤ valor_var) E

(intervalo_direito ≥ valor_var) E (mi_esquerdo <> 0 OU mi_direito <> 0)

```

SE Rs possui registro ENTÃO
Codsegmentos_termo=rs.cod_segmento
Coef_linear=rs.coef_linear
Coef_angular=rs.coef_angular
Alfa=CalculaAlfa(Coef_Linear, coef_Angular, Valor_var)
RETORNA Alfa
FIM DO SE

```

2.3.3.2.4 Método CalculaAlfa

Este método calcula o grau de pertinência.

```

Descrição do Método CalculaAlfa(coef_Linear,Coef_Angular,Valor_var)
Alfa← (coef_angular * valor_var) + coef_linear
RETORNA Alfa

```

2.3.3.2.5 Método VerificarTermoConsRegra

```

Descrição do Método VerificartermoConsRegra(cod_regra)
Cód_termo←0
Rs←cod_termo_cons da tabela de regra ONDE regra.cod_regra=cod_regra
RETORNA rs. cod_termo_cons

```

2.3.3.2.6 Método CalculaCentroideRegra

Este método transforma a saída nebulosa em um valor determinístico, ou seja, ocorre a decodificação. A decodificação pode ser feita através de vários métodos, entre eles pode-se citar: a Média do Conjunto Suporte; o Centróide; a Média dos Centróides e a Média dos Máximos.

Foi utilizado o método da Média dos Centróides, onde se obtém a saída determinística calculando-se a média do centro de gravidade da função de pertinência de cada conseqüente atenuado pelo grau de ativação de cada regra e, em seguida, faz uma média ponderada desses centróides, empregando a área dessas funções de pertinência como peso.

Descrição do Método calculaCentroideRegra(cód_termo_cons, MenorAlfa)

CentroideRegra ← 0

NumeradorRegra ← 0

Denominadorregra ← 0

Rs ← cod_segmento, intervalo_esquerdo, intervalo_direito, mi_esquerdo, mi_direito ONDE
 cód_termo = cód_termo_cons E (mi_esquerdo <> 0 OU mi_direito <> 0)

ENQUANTO existe registro em Rs

Cód_segmento rs.cod_segmento

Intesq ← rs.intervalo_esquerdo

Intdir ← rs.intervalo_direito

Miesq ← rs.mi_esquerdo

Midir ← rs.mi_direito

Numeradorsegmento ← 0

Denominadorsegmento ← 0

SE miEsq = 1 ENTÃO

miEsq = MenorAlfa

FIM DO SE

SE miDir = 1 ENTÃO

miDir = MenorAlfa

FIM DO SE

CoefAng = (miEsq - miDir) / (intEsq - IntDir)

CoefLinear = miEsq - (intEsq * coefAng)

NumeradorSegmento = calculacentroide(intesq, IntDir, coefAng, CoefLinear)

DenominadorSegmento = calculaarea(intesq, intDir, coefAng, coefLinear)

NumeradorRegra = NumeradorRegra + numeradorSegmento

DenominadorRegra = DenominadorRegra + denominadorSegmento

FIM ENQUANTO

CentroideRegra = Numeradorregra / DenominadorRegra

RETORNA CentroideRegra

2.3.3.2.7 Método CalculaCentroide

Descrição do Método CalculaCentroide(intesq,IntDir,coefAng,CoefLinear)

Potencia1 ← (intDir)³

Potencia2 ← (intDir)²

Potencia3 ← (intEsq)³

Potencia4 ← (intEsq)²

Potencia4 ← (intEsq)²

Aux1 ← (potencia1 * coefang) / 3

Aux2 ← (potencia2 * coeflinear) / 2

Aux3 ← (potencia3 * coefang) / 3

Aux4 ← (potencia4 * coeflinear) / 2

Centroide ← (aux1+aux2-aux3-aux4)

RETORNA Centroide

2.3.3.2.8 Método CalculaArea

Descrição do Método CalculaArea(intesq,IntDir,coefAng,CoefLinear)

Potencia1 ← (intDir)²

Potencia3 ← (intEsq)²

Aux1 ← (potencia1 * coefang) / 2

Aux2 ← (intDir * coeflinear)

Aux3 ← (potencia3 * coefang) / 2

Aux4 ← (intEsq * coeflinear)

Area ← (aux1+aux2-aux3-aux4)

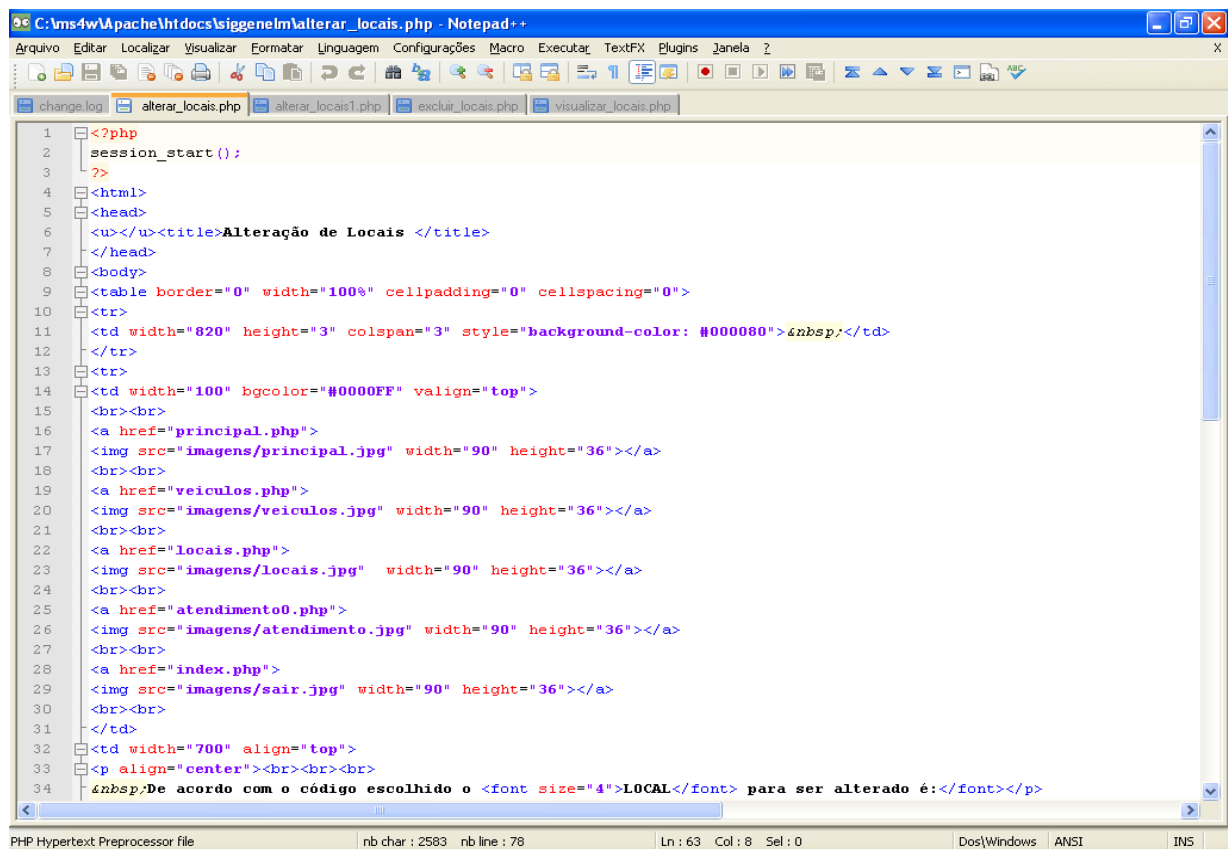
RETORNA Área

3 IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA SIGGENELM

O presente capítulo abordará como foi a implementação do sistema SIGGENELM. Na seção 4.1, serão mostradas as ferramentas já citadas no Capítulo 2, só que agora com uma breve descrição de suas interações dentro deste sistema. Na seção 4.2, será mostrada como as tabelas estão dispostas dentro MySQL. Na seção 4.3, é descrito o funcionamento lógico do SIGGENELM, sendo mostradas as telas de interface com o usuário bem como a descrição das mesmas.

3.1 Ferramentas utilizadas

Este sistema foi pensado para usar os múltiplos recursos da linguagem HTML em conjunto com a linguagem PHP, sendo esta que usa a API do MapServer que está disponível para esta linguagem, na forma PHP/Mapscript. Para edição dos códigos de programação foi usada a ferramenta Notepad++, como mostra a figura 20.



```

1  <?php
2  session_start();
3  ?>
4  <html>
5  <head>
6  <u></u><title>Alteração de Locais </title>
7  </head>
8  <body>
9  <table border="0" width="100%" cellpadding="0" cellspacing="0">
10 <tr>
11 <td width="820" height="3" colspan="3" style="background-color: #000080">&nbsp;&nbsp;&nbsp;</td>
12 </tr>
13 <tr>
14 <td width="100" bgcolor="#0000FF" valign="top">
15 <br><br>
16 <a href="principal.php">
17 </a>
18 <br><br>
19 <a href="veiculos.php">
20 </a>
21 <br><br>
22 <a href="locais.php">
23 </a>
24 <br><br>
25 <a href="atendimento0.php">
26 </a>
27 <br><br>
28 <a href="index.php">
29 </a>
30 <br><br>
31 </td>
32 <td width="700" align="top">
33 <p align="center"><br><br><br>
34 &nbsp;&nbsp;&nbsp;<De acordo com o código escolhido o <font size="4">LOCAL</font> para ser alterado é:</font></p>

```

Figura 20 – Interface da ferramenta Notepad++

As tabelas inseridas no sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) MySQL são vistas de uma forma mais clara na ferramenta gráfica HeidiSQL mostrada na figura 21.

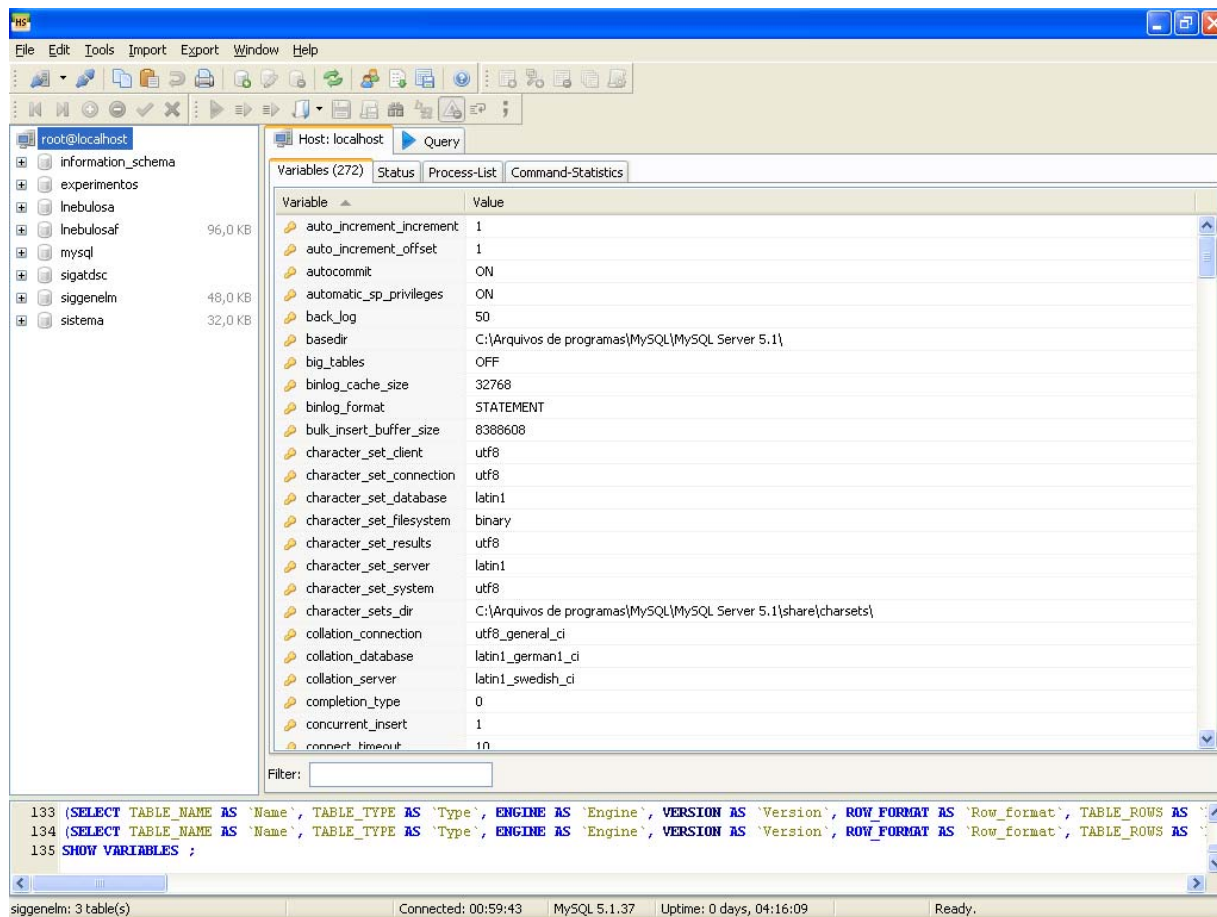


Figura 21 – Interface da ferramenta HeidiSQL

3.2 Tabelas do banco de dados

As tabelas que compõem o banco de dados do SIGGENELM estão no servidor de banco de dados MySQL e pode ser visualizadas pelo software HeidiSQL. O sistema possui basicamente duas tabelas que são a Inebulosaf e a siggenelm, que podem ser vistas nas figuras 22 e 23 respectivamente.

The screenshot displays the MySQL Workbench interface. On the left, a tree view shows the database structure, with 'inebulosaf' selected. The main window shows a table listing the tables in the database. The table has columns for Name, Rows, Size, Created, Updated, Engine, Comment, and Type. The tables listed are: antecedente (135 rows, 16,0 KB, created 2009-11-20 08:40:24), regra (54 rows, 16,0 KB, created 2009-11-20 08:44:56), segmento (112 rows, 16,0 KB, created 2009-11-20 08:53:22), sistema (4 rows, 16,0 KB, created 2009-11-28 07:59:05), termo (41 rows, 16,0 KB, created 2009-11-20 09:00:29), and variavel_linguistica (13 rows, 16,0 KB, created 2009-11-20 09:05:35). All tables are of type 'BASE TABLE' and use the 'InnoDB' engine.

Name	Rows	Size	Created	Updated	Engine	Comment	Type
antecedente	135	16,0 KB	2009-11-20 08:40:24		InnoDB		BASE TABLE
regra	54	16,0 KB	2009-11-20 08:44:56		InnoDB		BASE TABLE
segmento	112	16,0 KB	2009-11-20 08:53:22		InnoDB		BASE TABLE
sistema	4	16,0 KB	2009-11-28 07:59:05		InnoDB		BASE TABLE
termo	41	16,0 KB	2009-11-20 09:00:29		InnoDB		BASE TABLE
variavel_linguistica	13	16,0 KB	2009-11-20 09:05:35		InnoDB		BASE TABLE

The query editor at the bottom shows the following SQL commands:

```

11 (SELECT TABLE_NAME AS `Name`, TABLE_TYPE AS `Type`, ENGINE AS `Engine`, VERSION AS `Version`, ROW_FORMAT AS `Row_format`, TABLE_ROWS AS `R
12 SHOW /*!32332 FULL */ COLUMNS FROM `antecedente` ;
13 SHOW KEYS FROM `antecedente` ;

```

The status bar at the bottom indicates: Inebulosaf: 6 table(s) Connected: 00:32:49 MySQL 5.1.37 Uptime: 0 days, 00:43:50 Ready.

Figura 22 – Tabelas da base Inebulosaf

The screenshot displays a MySQL database management interface. The left sidebar shows a tree view of databases and tables. The right pane shows a table listing the tables in the 'siggenelm' database. The status bar at the bottom indicates 'Connected: 00:58:14 MySQL 5.1.37 Uptime: 0 days, 04:14:40 Ready.'

Name	Rows	Size	Created	Updated	Engine	Comment	Type
locais	5	16,0 KB	2010-03-18 04:36:21		InnoDB		BASE TABLE
usuarios	1	16,0 KB	2010-03-18 04:49:13		InnoDB		BASE TABLE
veiculos	5	16,0 KB	2010-03-18 04:52:35		InnoDB		BASE TABLE

132 (SELECT TABLE_NAME AS `Name`, TABLE_TYPE AS `Type`, ENGINE AS `Engine`, VERSION AS `Version`, ROW_FORMAT AS `Row_format`, TABLE_ROWS AS
 133 (SELECT TABLE_NAME AS `Name`, TABLE_TYPE AS `Type`, ENGINE AS `Engine`, VERSION AS `Version`, ROW_FORMAT AS `Row_format`, TABLE_ROWS AS
 134 (SELECT TABLE_NAME AS `Name`, TABLE_TYPE AS `Type`, ENGINE AS `Engine`, VERSION AS `Version`, ROW_FORMAT AS `Row_format`, TABLE_ROWS AS

siggenelm: 3 table(s) Connected: 00:58:14 MySQL 5.1.37 Uptime: 0 days, 04:14:40 Ready.

Figura 23 – Tabelas da base siggenelm

3.3 Funcionamento lógico do sistema

3.3.1 Tela inicial do SIGGENELM

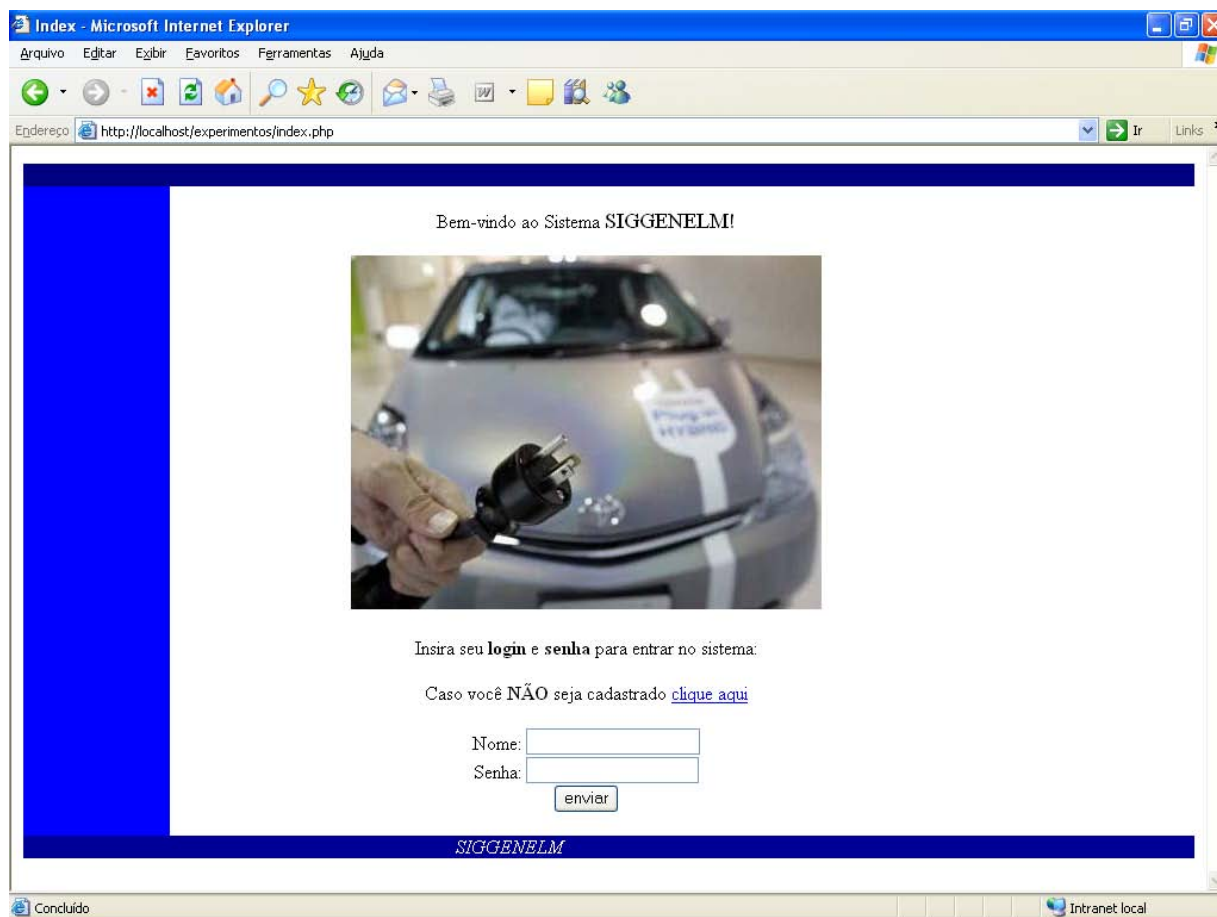
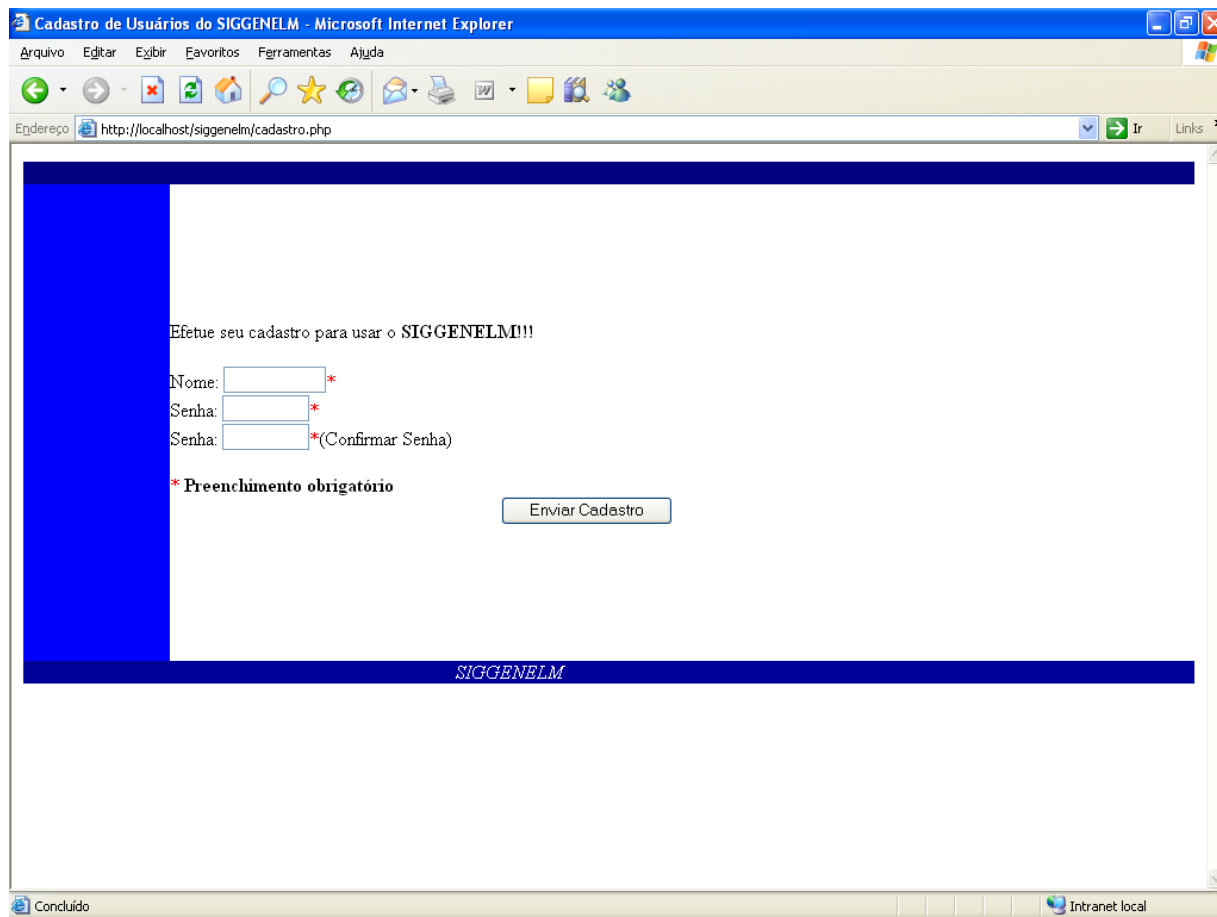


Figura 24 – Tela inicial do sistema antes do *login*

A figura 24 mostra a tela inicial do sistema no qual um usuário, se estiver previamente cadastrado, insere seu nome de *login* e sua senha para acessar a página principal do sistema. Caso o usuário não esteja cadastrado o mesmo será levado para a página de cadastro de usuários mostrada na figura 25 abaixo.

3.3.2 Páginas antes de o usuário efetuar seu *login* no sistema SIGGENELM



The screenshot shows a web browser window titled "Cadastro de Usuários do SIGGENELM - Microsoft Internet Explorer". The address bar shows the URL "http://localhost/siggenelm/cadastro.php". The page content includes a blue header bar at the top, a blue vertical bar on the left, and a white registration form area. The form contains the following text and fields:

Efetue seu cadastro para usar o SIGGENELM!!!

Nome: *

Senha: *

Senha: *(Confirmar Senha)

* **Preenchimento obrigatório**

A blue footer bar at the bottom of the page contains the text "SIGGENELM". The browser's status bar at the bottom shows "Concluído" and "Intranet local".

Figura 25 - Tela de cadastro de usuários do sistema

3.3.3 Páginas após *login* de usuário do SIGGENELM

A figura 26 mostra a tela inicial do sistema após *login*. Além da mensagem de boas-vindas, ao usuário aparece um menu com as opções que o mesmo pode usar do sistema, que são:

- 1) Principal: botão que leva a página inicial do sistema após o *login*;
- 2) Veículos: botão que leva a página de veículos do sistema;
- 3) Locais: botão que leva a página de locais do sistema;
- 4) Atendimento: botão que leva a página de atendimento do sistema;
- 5) Sair: botão que leva o usuário a sair do sistema retornando a tela antes do *login*

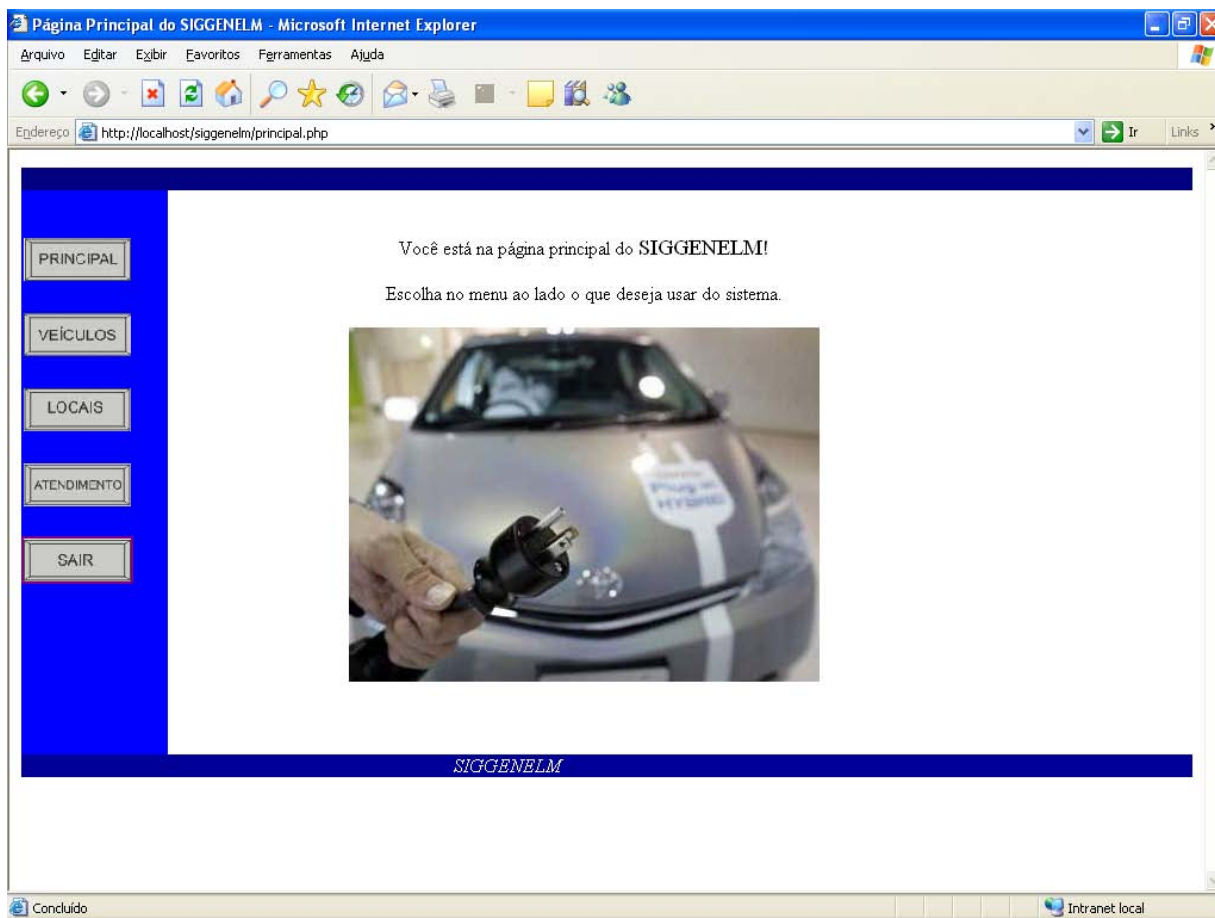


Figura 26 - Tela após login do usuário

A figura 27 mostra a página de veículos do sistema, nela o usuário poderá cadastrar um novo veículo ou visualizar os veículos disponíveis no momento.

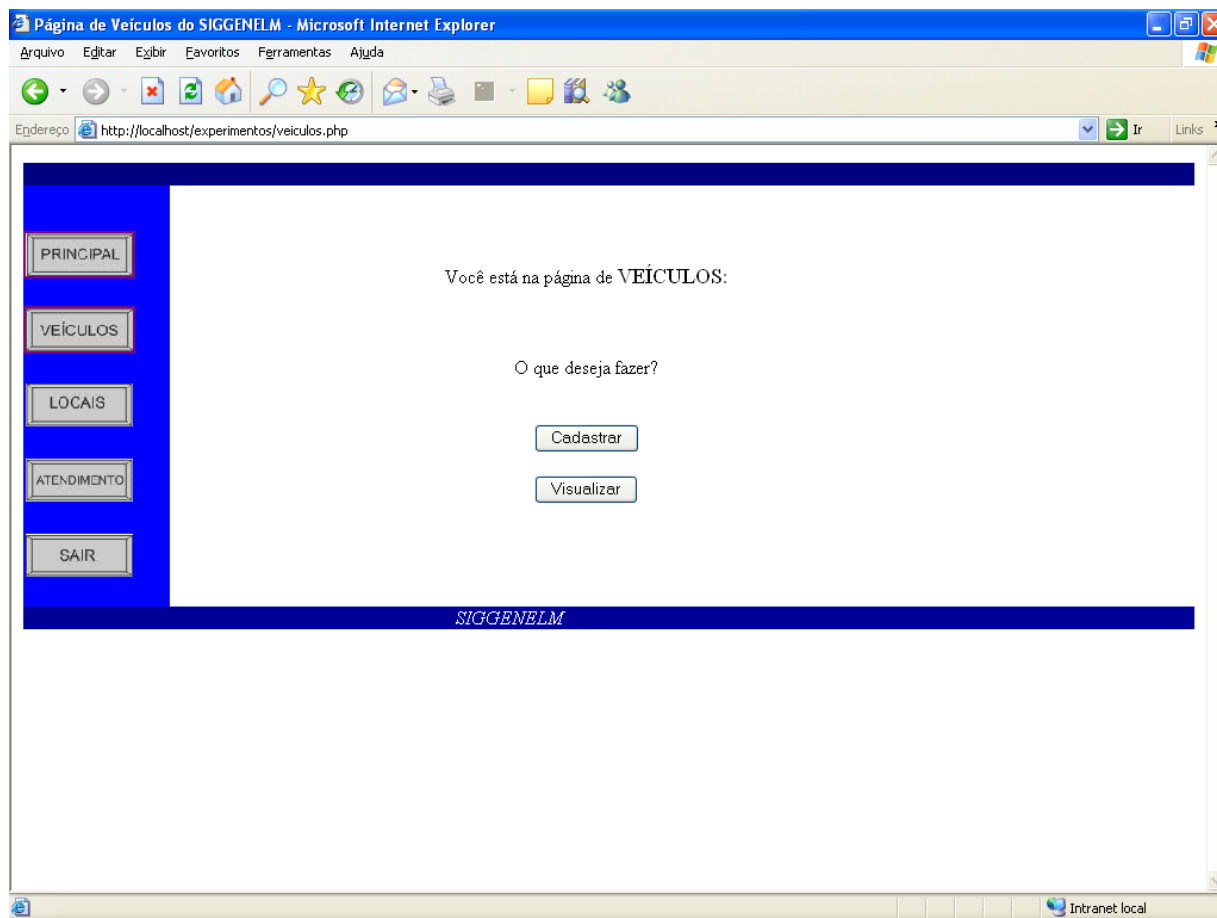


Figura 27 – Página de veículos do SIGGENELM

A figura 28 mostra a página de cadastro de veículos do sistema, nela o usuário poderá cadastrar um novo veículo.

The image shows a screenshot of a web browser window titled "Página de Cadastro de Veículos - Microsoft Internet Explorer". The address bar shows the URL "http://localhost/siggenelm/cadastrar_veiculo.php". The page content includes a navigation menu on the left with buttons for "PRINCIPAL", "VEÍCULOS", "LOCAIS", "ATENDIMENTO", and "SAIR". The main content area features the heading "Cadastre os VEÍCULOS que farão parte do SIGGENELM!!!". Below this, there is a form with the following fields: "Placa:", "Modelo:", "Capacidade (kva):", "Peso (Kg):", "Latitude:", and "Longitude:". Each field has a red asterisk indicating it is mandatory. A note below the fields states "* Preenchimento obrigatório". A button labeled "Enviar Cadastro" is positioned below the form. The footer of the page displays "SIGGENELM". The browser's status bar at the bottom shows "Concluído" and "Intranet local".

Figura 28 – Página de cadastro de veículos do sistema

A figura 29 mostra a página de locais do sistema, nela o usuário poderá cadastrar um novo local ou visualizar os locais que precisam de atendimento no momento.

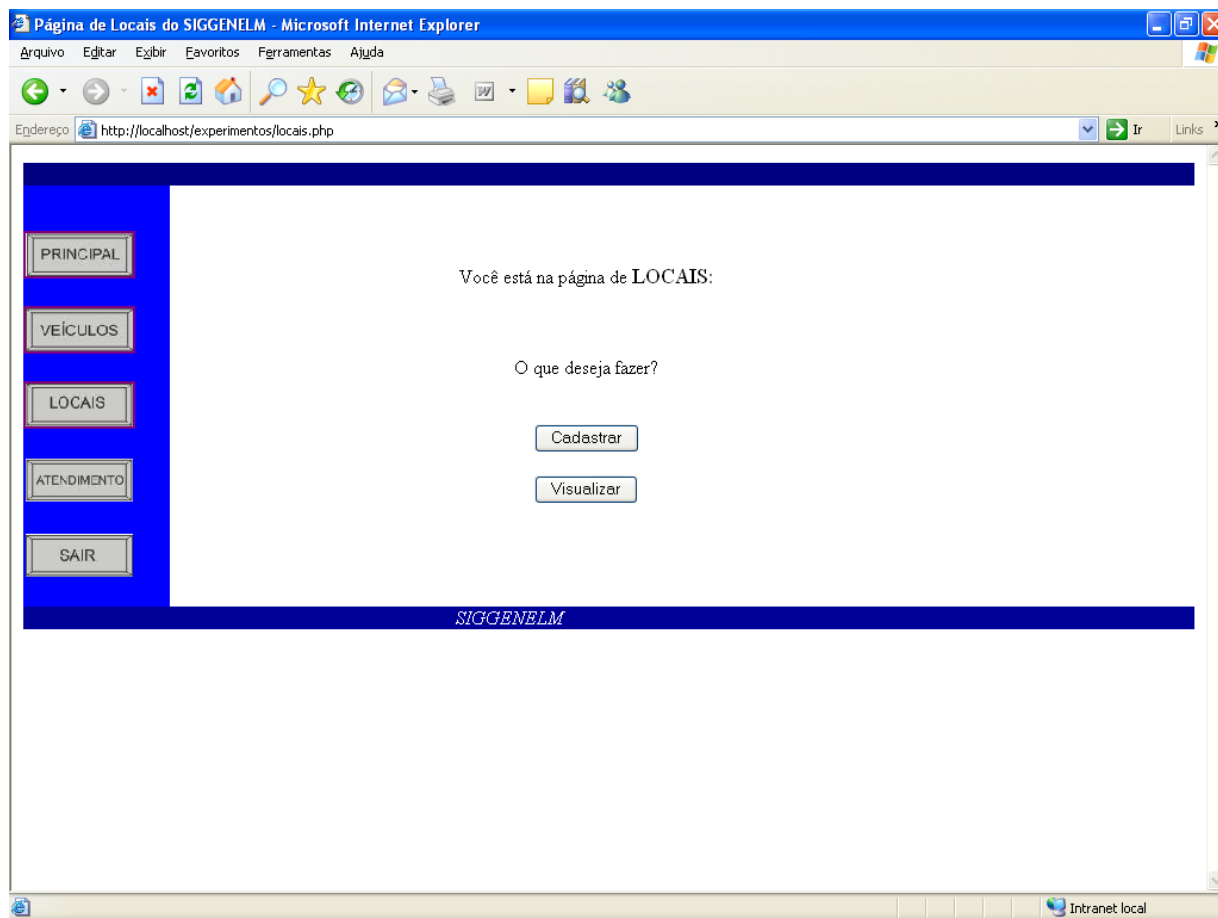


Figura 29 – Página de locais do sistema

A figura 30 mostra a página de cadastro de locais do sistema, nela o usuário poderá cadastrar um novo local.

Página de Cadastro de Locais do SIGGENELM - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço http://localhost/experimentos/cadastrar_locais.php Ir Links

PRINCIPAL

VEÍCULOS

LOCAIS

ATENDIMENTO

SAIR

Cadastre os LOCAIS que farão parte do SIGGENELM!!!

Nome: *

Importância: *

Qtde de clientes: *

Latitude: *

Longitude: *

Necessidade (kva): *

Tempo de restabelecimento (h): *

Status: *

* Preenchimento obrigatório

Enviar Cadastro

SIGGENELM

Concluído Intranet local

Figura 30 – Página de cadastro de locais do sistema

O sistema permite que o usuário altere o status do local (se for 0 o local ainda não foi atendido e se for 1 o local já recebeu atendimento) além de permitir que se exclua quantos locais e veículos forem precisos do sistema. As figuras 31, 32 e 33 mostram essas situações respectivamente.

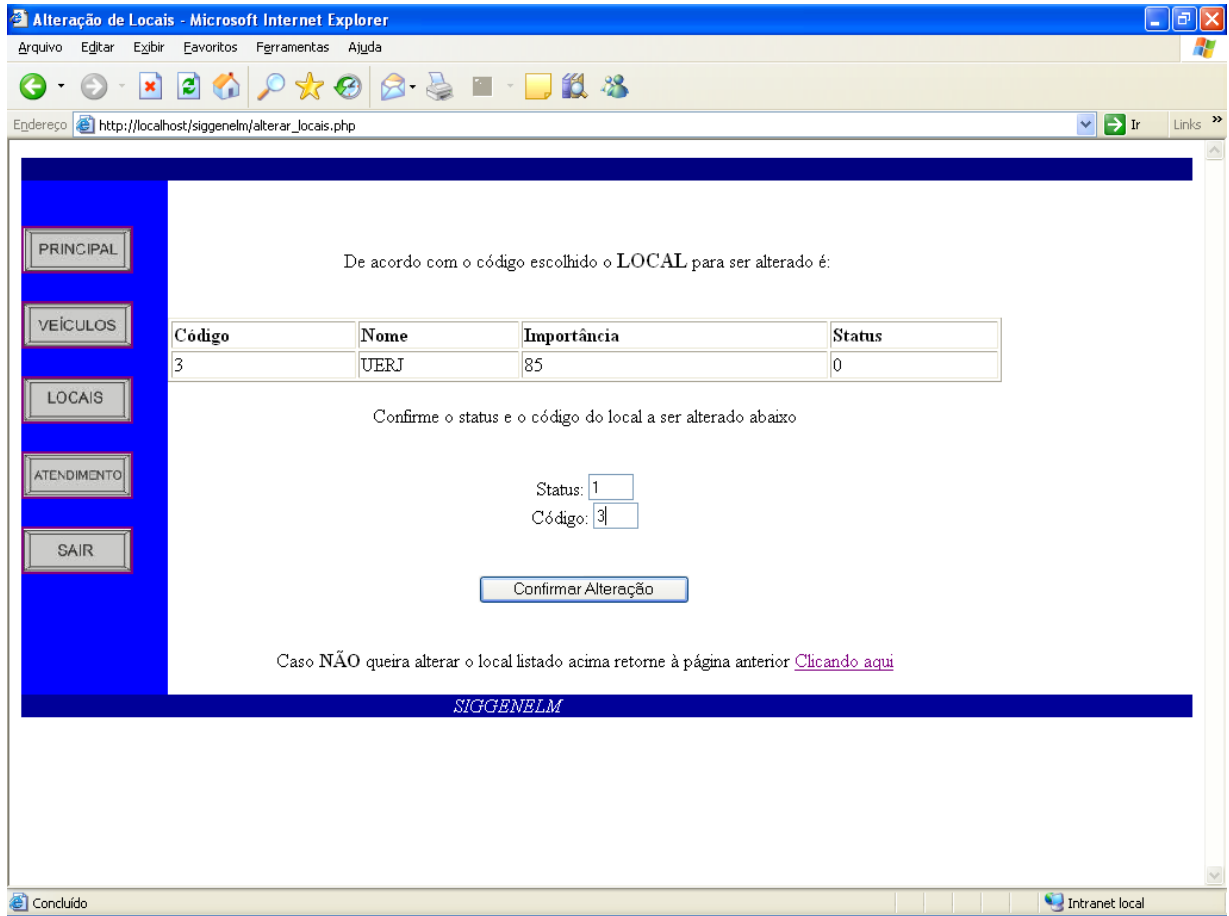


Figura 31 – Alterar status dos locais

Visualização de Locais necessitados - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço http://localhost/siggenelm/visualizar_locais.php

Os LOCALS necessitados neste momento são:

Código	Nome	Importância	Qtde_clientes	Latitude	Longitude	Necessidade	Tempo_restabelecimento	Status
3	UERJ	85	100	7.464e+006	631888	18	1	0
4	ED01	20	15	7.47623e+006	680699	8	45	0
5	HO02	90	87	7.45924e+006	676140	10	5	0
6	ED15	10	4	7.4543e+006	648800	4	100	0
7	ED03	15	8	7.459e+006	648810	12	16	0

Caso deseje **ALTERAR** o Status de algum dos locais listados acima, digite seu Código abaixo:

Alterar Local

Caso deseje **EXCLUIR** algum dos locais listados acima, digite seu Código abaixo:

Excluir Local

Caso esteja satisfeito com os locais listados acima retorne à página anterior [Clicando aqui](#)

Concluído Intranet local

Figura 32 – Excluir um local do sistema

Visualização de Veículos disponíveis - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço http://localhost/siggenelm/visualizar_veiculos.php

Os VEÍCULOS disponíveis neste momento são:

Código	Placa	Modelo	Capacidade(kva)	Latitude	Longitude	Peso
1	LEU-1000	Ford	20	7.453e+006	656000	1500
2	LGE-9076	VW	10	7.46e+006	678000	1000
3	LBN-4058	VW	5	7.46489e+006	642257	2000
4	KKK-9020	MERCEDEZ	28	7.47623e+006	673342	2000
5	LOU-8760	FIAT	28	7.476e+006	664000	1500

Caso precise ou deseje **EXCLUIR** algum dos veículos listados acima, digite seu Código abaixo:

Caso esteja satisfeito com os veículos listados acima retorne à página anterior [Clicando aqui](#)

SIGGENELM

Concluído Intranet local

Figura 33 – Excluir um veículo do sistema

A figura 34 mostra a tela de atendimento do sistema, nela o usuário poderá obter qual o local terá prioridade de atendimento do sistema.

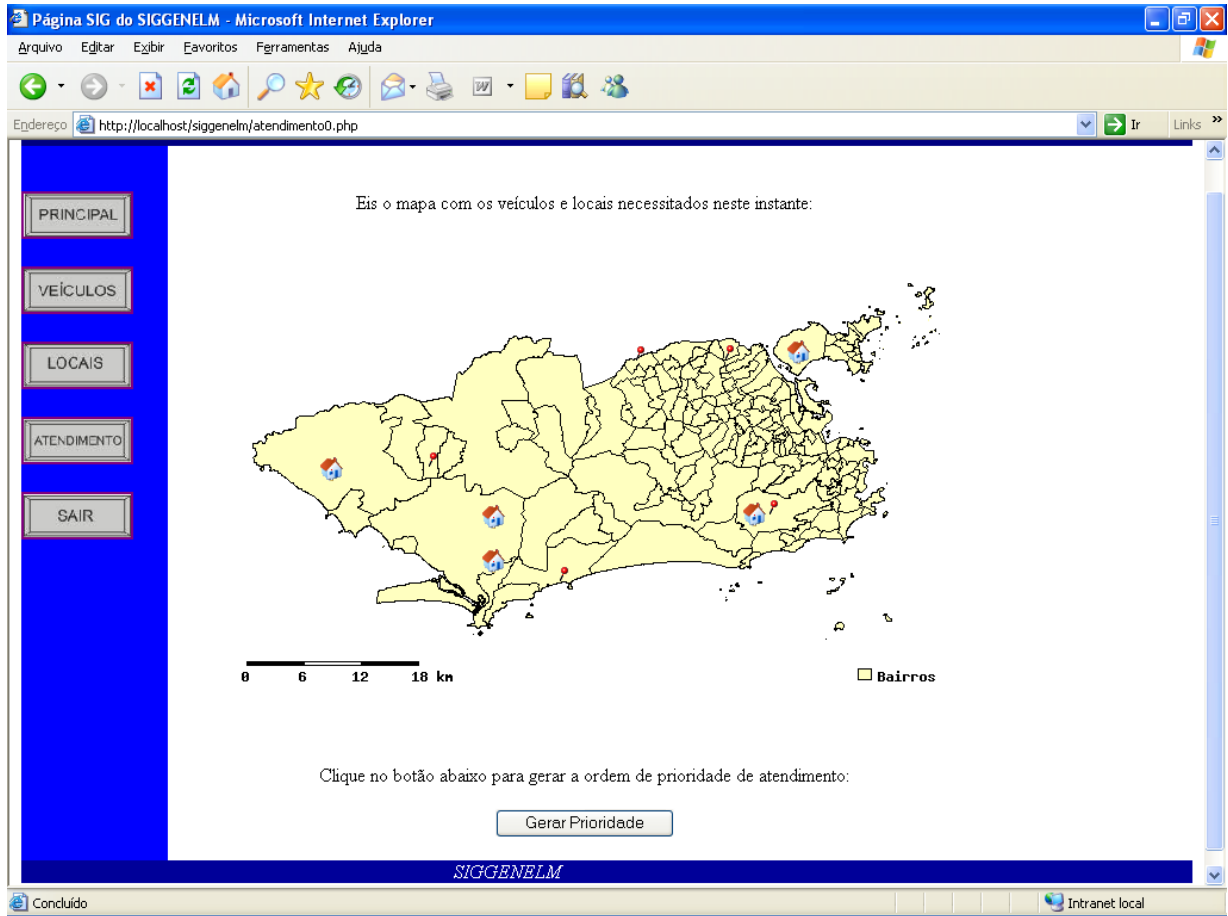


Figura 34 – Tela de atendimento do sistema

Finalmente, quando o usuário quiser sair do sistema ele clica em SAIR no menu a esquerda da tela e então o mesmo é levado à tela inicial do sistema mostrado na figura 35.

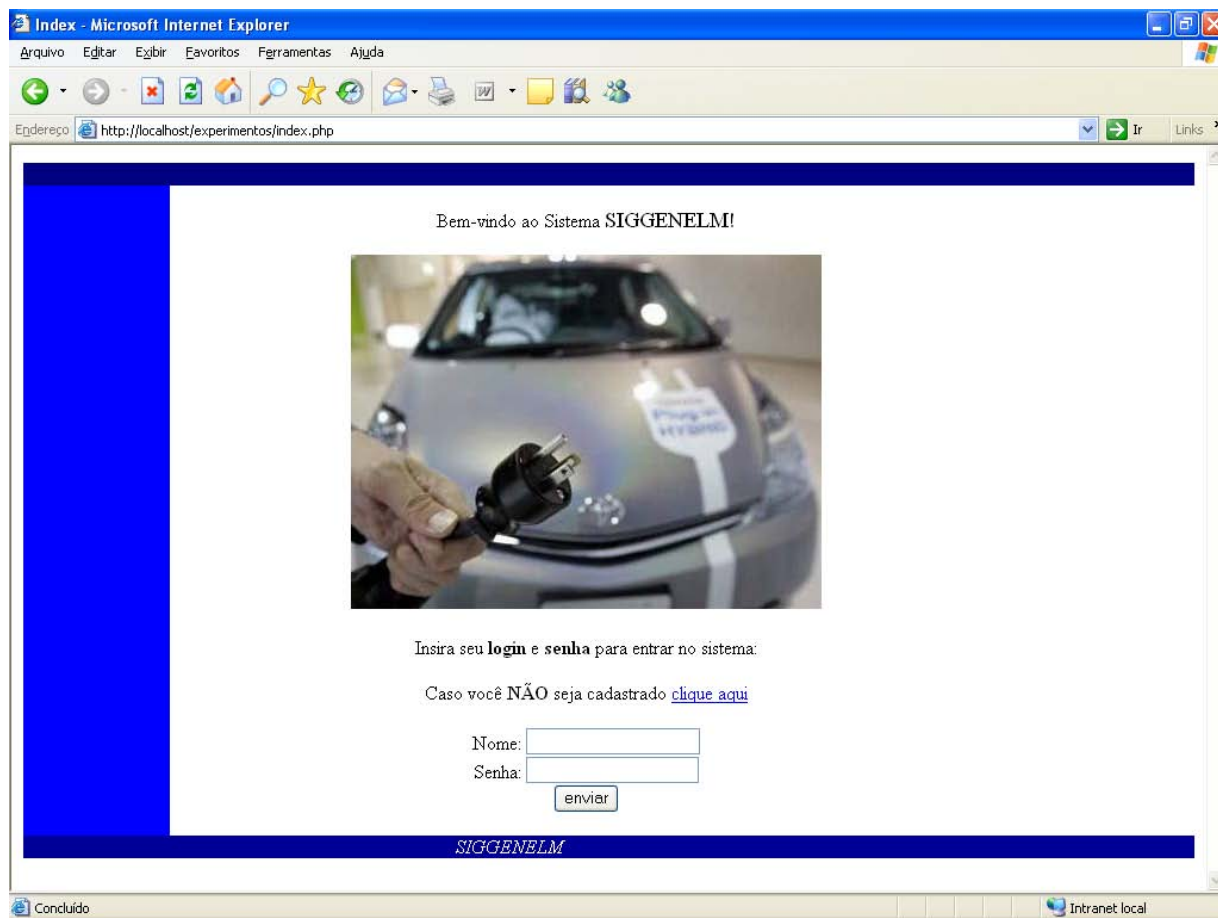


Figura 35 – Retorno à tela inicial após o procedimento de logout do sistema

4 TESTES E RESULTADOS

Este capítulo será dedicado aos testes e resultados do sistema. As telas foram capturadas para entendimento do procedimento de teste de maneira bem intuitiva, sendo que se forem necessárias explicações adicionais, no decorrer do texto as mesmas serão adicionadas. A figura 36 mostra a página inicial do sistema. Nesta tela o usuário Fernando previamente cadastrado insere sua senha para entrar no sistema

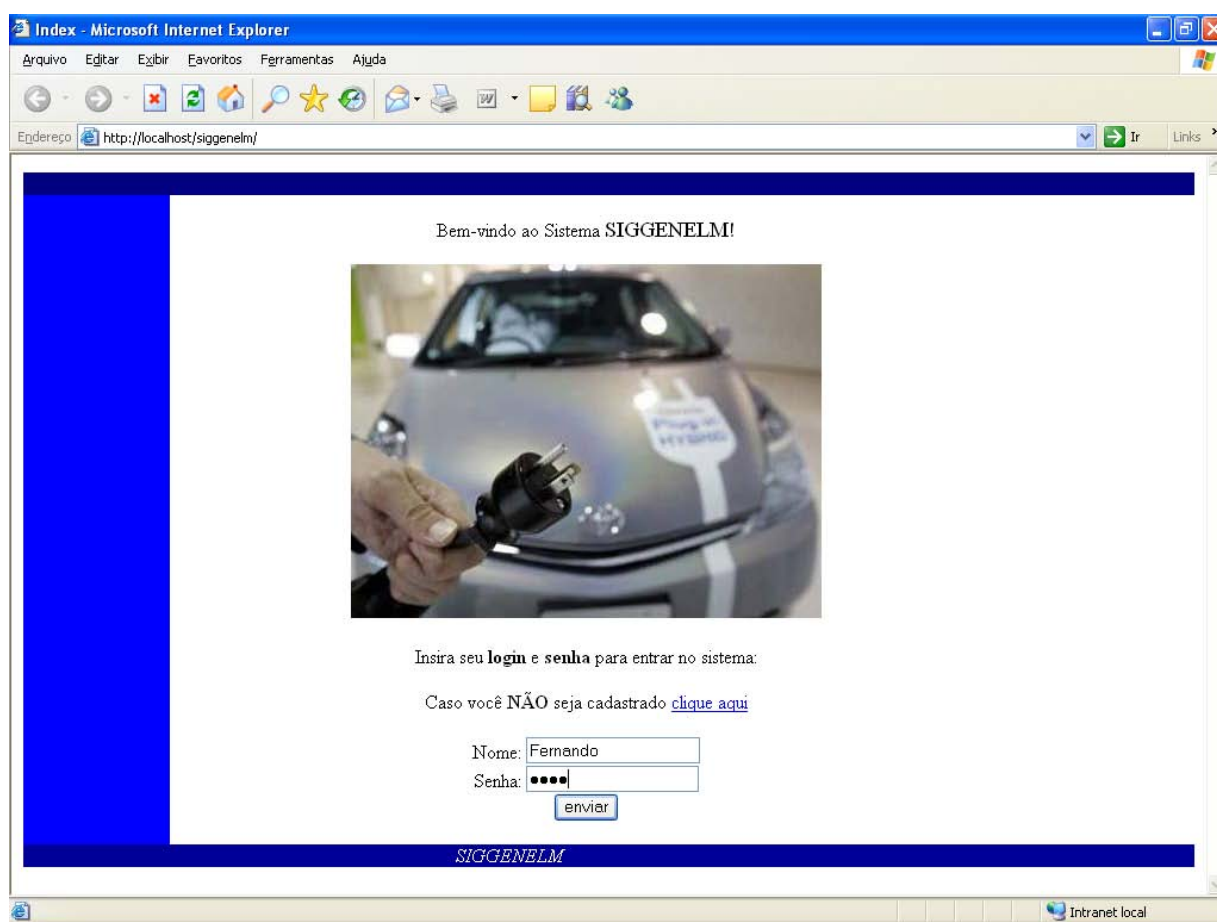


Figura 36 – Página inicial do SIGGENELM que o usuário entra com seu nome e senha

A figura 37 mostra a tela inicial após login do usuário Fernando.

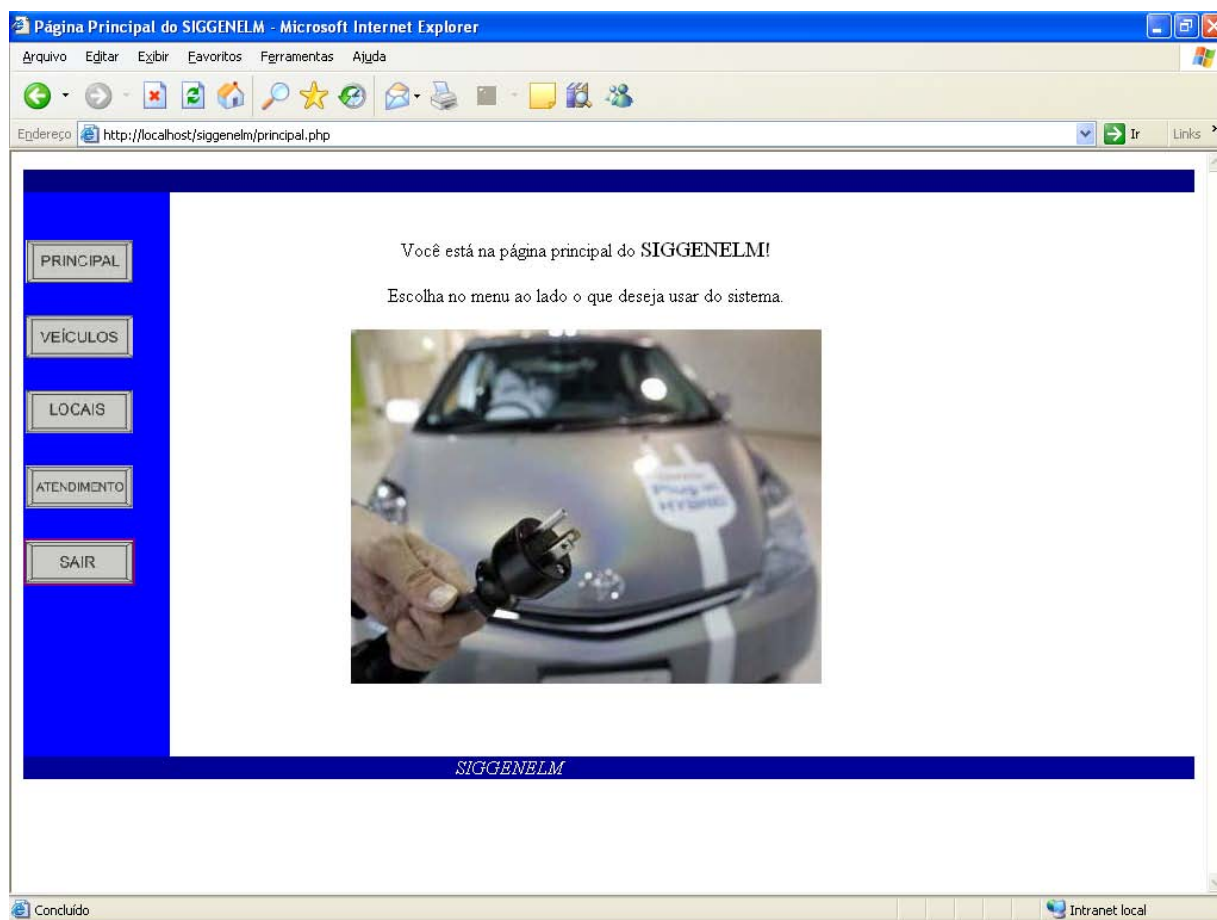


Figura 37 - Página inicial do sistema após o usuário Fernando efetuar *login*

A figura 38 mostra os veículos disponíveis no momento.

Visualização de Veículos disponíveis - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço http://localhost/siggenelm/visualizar_veiculos.php

Os VEÍCULOS disponíveis neste momento são:

Código	Placa	Modelo	Capacidade(kva)	Latitude	Longitude	Peso
1	LEU-1000	Ford	20	7.453e+006	656000	1500
2	LGE-9076	VW	10	7.46e+006	678000	1000
3	LBN-4058	VW	5	7.46489e+006	642257	2000
4	KKK-9020	MERCEDEZ	28	7.47623e+006	673342	2000
5	LOU-8760	FIAT	28	7.476e+006	664000	1500

Caso precise ou deseje **EXCLUIR** algum dos veículos listados acima, digite seu Código abaixo:

Caso esteja satisfeito com os veículos listados acima retorne à página anterior [Clicando aqui](#)

SIGGENELM

Concluído Intranet local

Figura 38 - Página que mostra os veículos disponíveis no momento

A figura 39 mostra os locais que necessitam de atendimento no momento.

Visualização de Locais necessitados - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço http://localhost/siggenelm/visualizar_locais.php

Os **LOCAIS** necessitados neste momento são:

Código	Nome	Importância	Qtde_clientes	Latitude	Longitude	Necessidade	Tempo_restabelecimento	Status
3	UERJ	85	100	7.464e+006	631888	18	1	0
4	ED01	20	15	7.47623e+006	680699	8	45	0
5	HO02	90	87	7.45924e+006	676140	10	5	0
6	ED15	10	4	7.4543e+006	648800	4	100	0
7	ED03	15	8	7.459e+006	648810	12	16	0

Caso deseje **ALTERAR** o Status de algum dos locais listados acima, digite seu Código abaixo:

Alterar Local

Caso deseje **EXCLUIR** algum dos locais listados acima, digite seu Código abaixo:

Excluir Local

Concluído Intranet local

Figura 39 - Página que mostra os locais necessitados no momento

A figura 40 mostra a distribuição de veículos e locais no mapa.

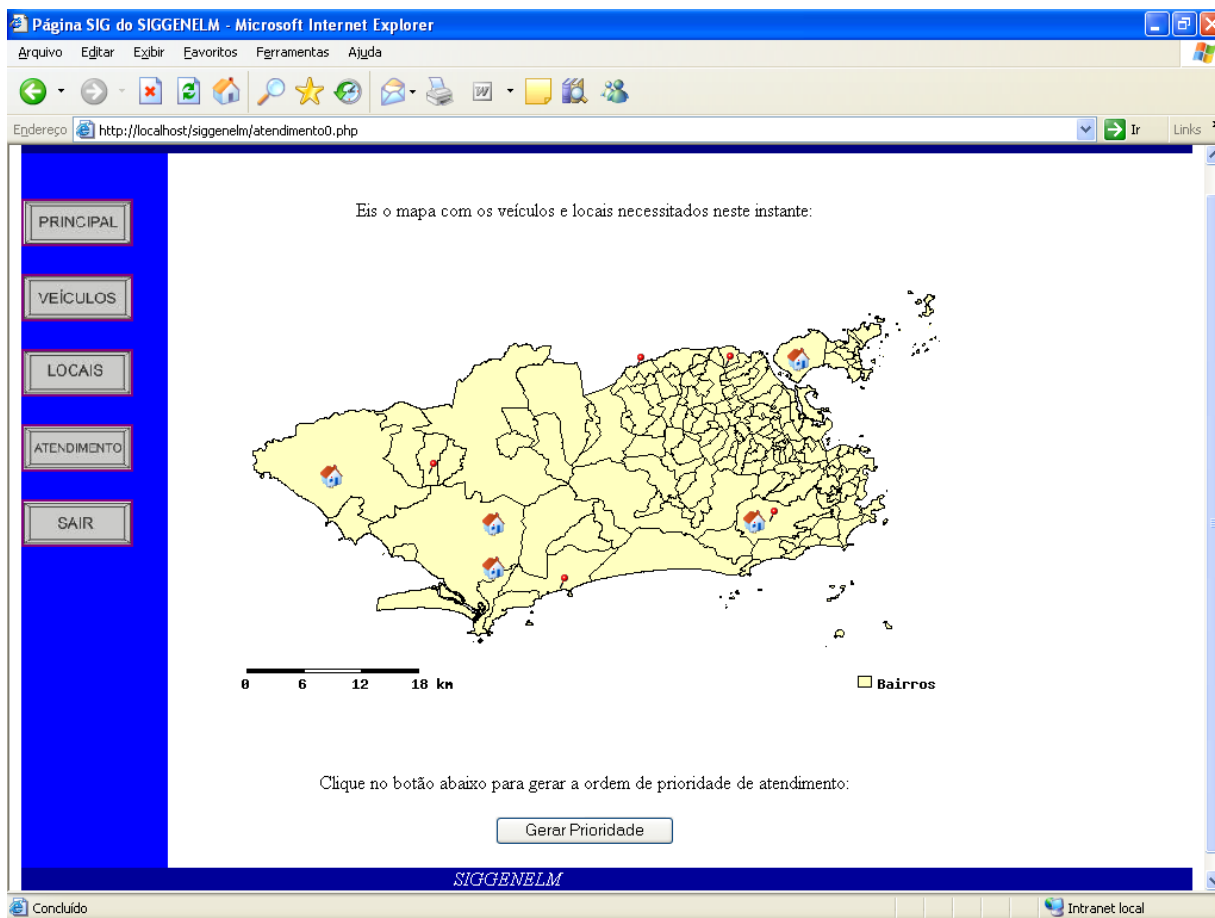


Figura 40 - Página que mostra os veículos e locais distribuídos no mapa

A figura 41 mostra os resultados após o usuário clicar em Gerar Prioridade na figura anterior. A lista mostrada acima mostra os resultados por ordem decrescente de prioridade. Nesse caso o veículo de código 4 será o que irá atender de forma prioritária o local de código 6, que pelos cálculos do sistema era o local mais necessitado no momento.

PRIORIDADES DE ATENDIMENTO DOS VEÍCULOS AOS LOCAIS NO MOMENTO

Código do Local	Código do Veículo	Prioridade
6	4	50
6	5	50
7	5	50
7	4	50
5	2	50
3	1	50
3	4	50
3	5	50
5	1	50
5	5	50
4	1	37.4213836478
5	4	31.6024101267
4	5	31.1265621137
6	2	20.3703703704
6	1	16.6666666667
4	4	16.6666666667
6	3	16.6666666667
7	1	16.6666666667
4	2	16.6666666667

Figura 41 - Página que mostra o resultado do atendimento levando-se em conta os veículos disponíveis e locais necessitados.

5 CONCLUSÕES

Quando é necessária uma tomada de decisão em determinadas situações o uso do geoprocessamento juntamente com os princípios da lógica nebulosa tem se tornado corriqueiro pelo fato de poder fazer análises de forma mais complexa de um processo no qual há uma interação entre bases de dados geográficas ou não.

A presente dissertação procurou desenvolver um sistema para que apoiasse a tomada de decisão de qual veículo seria o mais adequado para atender um local com demanda de energia num determinado instante. Pode-se afirmar que a principal contribuição deste trabalho foi o desenvolvimento de uma ferramenta inexistente até então para auxiliar no atendimento às inúmeras quedas repentinas no fornecimento de energia elétrica valendo-se do uso de veículos elétricos híbridos para tal suprimento.

Os testes do sistema desenvolvido (SIGGENELM) foram feitos no capítulo anterior, e como eram esperados os objetivos da proposta da dissertação foram alcançados, mostrando a eficácia do sistema criado sendo que suas respostas estiveram de acordo com os resultados esperados. No que tange a proposta pode-se afirmar que o sistema é funcional e poderá contar com mais funcionalidades geográficas para agregar mais resultados positivos aos já encontrados.

Como sugestões para trabalhos futuros podem-se citar: acrescentar mais informações geográficas sobre os locais de demanda, criação de um conector do veículo ao ponto de demanda quando o mesmo chegar ao local e expandir o sistema para outras cidades e estados brasileiros.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A.L.; BERNARDO FILHO, O.; SOUZA, S.J.J. **Sistema Georreferenciado de Resgate em Ocorrências Marítimas – SIGROM** Rio de Janeiro, 2004. 112p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de computação - Área de concentração Geomática). Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

BERNARDO FILHO, O. **Verificação de Protocolos de Comunicação com Lógica Nebulosa**. Rio de Janeiro, 1999, COPPE/UFRJ, D.Sc., Engenharia Elétrica, 1999.

BERNARDO FILHO, O.; Pedroza, A.C.P.; Leão, J.L.S. **Uma ferramenta para verificação de sistemas distribuídos com lógica nebulosa: Implementação e experiências**. Artigo do Departamento de Engenharia de Sistemas e Computação/FEN-UERJ, Rio de Janeiro, 2001.

BHON, D. **Sites Dinâmicos com Dreamweaver PHP & MySQL**. Santa Catarina: Ed. Visual Books, 2004. 130p.

BEZERRA, E., **Princípios de Análise e Projetos de Sistemas com UML**. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2003. 290p.

CASANOVA, M.; CÂMARA, G.; DAVIS, C.; VINHAS, L.; QUEIROZ, G.R. **Bancos de Dados Geográficos**. <http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/index.html> (acessado 28 Junho. 2008)

CÂMARA, G.; CASANOVA, M.A.; HEMERLY, A.; MEDEIROS, C.M.B.; MAGALHÃES, G., 1996, **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. SBC, X Escola de Computação, Campinas.

COWEN, D.J., **GIS versus CAD versus DBMS: What are the differences**, Photog. Eng. and Rem. Sen. 54: 1551-4, 1988.

DIUANA, J.C.; FARIAS, O.L.M.; BERNARDO FILHO, **Simulação da Disseminação de Favelas em Ambientes Urbanos Através de Agentes Reativos**. Rio de Janeiro, 2007. 84p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de computação - Área de concentração Geomática). Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

FONSECA, O.L.H. **Aplicação de métodos de análise espacial e da teoria dos conjuntos nebulosos em estudos sobre Pobreza**. 146p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de computação - Área de concentração Geomática). Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

GEOTECNIA L. ufba **Tutorial de MapServer** [online] Disponível <http://www.geotecnia.ufba.br/arquivos/tutorial%20mapserver.pdf> Acesso em: 05.set.2008.

GLOBO; **Falta de luz no Rio de Janeiro pelo Terceiro dia Consecutivo** Notícia [online] Disponível <http://oglobo.globo.com/rio/mat/2010/03/11/falta-de-luz-no-centro-do-rio-pelo-terceiro-dia-consecutivo-916036869.asp> Acesso em: 11 mar.2010

HANIGAN, F. **GIS by any other name is still...** The GIS Forum 1:6, 1988

JACCON. **Autenticação de usuários em php** [online] Disponível <http://jaccon.com.br/2006/06/sistema-de-autenticacao-de-usuarios-em-php-usando-sessoes-e-mysql/> Acesso em: 15.nov.2009.

JARDINI, J.A. **Serviços Ancilares – Avaliação de Benefícios e Custo no Fornecimento de Reativos em Usinas**, Artigo, São Paulo, 2005.

LOBO, E.J.R. **Curso Prático de MySQL**. São Paulo: Ed. Digerati Books, 2008. 130p.

MIYAGUSKU, R. **Curso Prático de SQL**. São Paulo: Ed. Digerati Books, 2008. 96p.

NIEDERAUER, J. **Desenvolvendo Websites com PHP4**. São Paulo: Ed. Novatec, 2001. 256p.

NAZARIO, P. **Aplicações em Logística** [online]. Disponível http://www.fadepe.com.br/restrito/conteudo_pos/4_logis_GIS%20-%20Definicoes%20e%20aplicacoes%20na%20logistica.doc Acesso em: 24.set.2009.

NOVELLI, M. **Tutorial: Sistema Gerenciador de Banco de Dados** [online]. Disponível <http://www.plugmasters.com.br/sys/materias/108/1/SGBD---Sistema-Gerenciador-de-Banco-de-Dados> Acesso em: 30.out.2008.

OLIVEIRA JR., H.A. **Lógica Difusa : Aspectos Práticos e Aplicações**. Rio de Janeiro : Ed. Interciência, 1999. 192p.

OPENGEO, **Definição de MapServer** [online] Disponível <http://www.opengeo.com.br/?q=node/16> Acesso em: 1.fev.2010.

OZEMOY, V. M., EMITH, D. R e SICHERMAN, A., **Evaluating Computerized Geographic Information Systems Using Decision Analysis**, Interfaces 11, pp. 92-98,1981

PHP, **What is PHP?** [online] Disponível <http://www.php.net/>

PALMA, F.P.G., MENDONÇA, D.A.R.; BERNARDO FILHO, O.; AUGUSTO, P.R.,. **Sistema de Pesquisa e Compra via Web**. Rio de Janeiro, 2005. 135p. Monografia (Graduação em Engenharia de Sistemas e Computação). Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

PARENT, P.J., **Geographic Information System: Evolution Academic Involvement and Issues Arising from proliferation of information**, Master Teses University of California,1988.

PECORELLI, L.A.P. **Análise das Possibilidades da Utilização de Veículos Elétricos Híbridos na Geração Distribuída Móvel** Artigo do Décimo Encuentro Latinoamericano de la Cigré, Argentina, 2003.

PECORELLI, L.A.P. **Geração Distribuída Através de Veículos Elétricos Híbridos** Artigo IX Simpósio de Especialistas em Planejamento da Operação e Expansão Elétrica, Rio de Janeiro, 2004.

PECORELLI, L.A.P.; SOUZA, L. M.; **Aplicações da Tecnologia Veicular Híbrida Visando o Maior Acesso ao Transporte e a Energia Elétrica no Meio Rural e Urbano em Prol do Desenvolvimento Sustentável** Artigo Conferência Internacional Engenharia para Energia Sustentável em Países em Desenvolvimento Centro de Convenções Rio Cidade Nova, Rio de Janeiro, 2007.

RAMOS, R. A. **Treinamento Prático em UML**. São Paulo: Ed. Digerati Books, 2006. 144p.

RAPELLO, C.N.; BERNARDO FILHO, O.; WERNECK, V. M. B. . **Testes de sistemas de informações geográficas com lógica nebulosa**. Rio de Janeiro, 2009. 98p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de computação - Área de concentração Geomática). Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009

RICARTE, A.P.J.; SALAZAR, A.O.; OLIVEIRA, F.A.F. **Sistema de Conversão e Gerenciamento de Energia para um Veículo Elétrico Híbrido**, Artigo do COBENGE, Natal, 2001.

SALMASO, F.V.; BERNARDO FILHO, O.; RIBEIRO, J.A. **Sistema de Informação Geográfica para Apoio à Tomada de Decisão no Setor de Cobrança – SIGATDSC**. Rio de Janeiro, 2007. 125p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de computação - Área de concentração Geomática). Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

SOUZA, F.J. **Apostila de aula de Inteligência Artificial do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Computação da UERJ - Área de concentração Geomática**. Rio de Janeiro, 2001.

SOUZA, C. **Conceitos básicos de SIG** [online]. Disponível
[Http://www.dpi.inpe.br/teses/claudio/CAP2.html](http://www.dpi.inpe.br/teses/claudio/CAP2.html) Acesso em: 10.mai.2009.

TITTEL, E., JAMES, S.N. **HTML 4 for Dummies**. EUA: Ed. Campus, 1998. 410p.

USP, A. **Veículo Elétrico Híbrido** Artigo [online] Disponível
<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010170070328>

WOLMAR, M.F.; BERNARDO FILHO, O.; SOUZA, F.J. **Sistema Nebuloso de Apoio à Produção de Plantas de Valores**. Rio de Janeiro, 2005. 135p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de computação - Área de concentração Geomática). Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

ZAD, **Conjuntos Difusos** [online] Disponível http://www.din.uem.br/ia/control/fuz_conj.htm
Acesso em: 10.out.2009.


```

mysql_query($visualizar);
echo "<table border='1'
width='100%'><tr><td><b>Código</b></td><td><b>Nome</b></td><td><b>Importância</b></td>";
echo "<td><b>Status</b></td></td></tr>";
while ($linha = mysql_fetch_array ($visualizar)){
    echo "<tr><td>{$linha['codigo']}</td>";
    echo "<td>{$linha['nome']} </td>";
        echo "<td>{$linha['importancia']}</td>";
        echo "<td>{$linha['status']}</td></tr><br>";
    }
echo "</table>";
?>
<br>
<form action="alterar_locais1.php" name="alterar_locais1" method="post">
<p align="center">
Confirme o status e o código do local a ser alterado abaixo</p><br>
<div align="center"><center>
Status:
<input type="text" name="status" size="2" value=<?php $status?>><br>
<div align="center"><center>
Código:
<input type="text" name="codigo" size="2" value=<?php $codigo?>><br><br><br>
<div align="center"><center>
<input type="submit" value="Confirmar Alteração"><br>
</form>
<form action="visualizar_locais.php" name="principal" method="post">
<p align="center"><br>
Caso <b>NÃO</b> queira alterar o local listado acima retorne à página anterior&nbsp;<a
href=visualizar_locais.php>Clicando aqui</a></p>
</form>
<div align="left"><left>
<tr>
<td width="820" bgcolor="#000099" colspan="3">
<p align="center"><font color="#FFFFFF"><i>SIGGENELM</i></font></td></tr>
</table>
</body>
</html>

```

2 Alterar_locais1.php

```

<?php
$erro=0;

include ("conectar.php");//conexão com o db
$status = $_POST['status'];
$codigo = $_POST['codigo'];

```

```

$confere = mysql_query ("SELECT * FROM locais WHERE (codigo = ' ".$codigo."')") or
die(mysql_error());
$linhas = mysql_num_rows($confere);

if ((empty ($codigo)) || (!is_numeric ($status))){
echo "Sua alteração não foi efetuada devido a um desses fatores:<br>";
echo "Você não pode deixar o campo código em branco.<br>";$erro=1;
echo "Você só pode colocar números (0 ou 1) no campo status.<br>";$erro=1;
echo "<a href=visualizar_locais.php>Tente novamente!</a>";
}
else{
$alterar = mysql_query ("UPDATE locais SET status=' ".$status."' WHERE (codigo=' ".$codigo."')") or
die(mysql_error());
if($alterar)
echo "Alteração de local realizada com sucesso!";
echo "<form action=visualizar_locais.php name=principal method=post>";
echo "<input type=submit value=Visualizar Locais>";
echo "</form>";
}
?>

```

3 Atendimento0.php

```

<?php
include ("conectar.php");//conexão com o db

$locais = mysql_query("SELECT * FROM locais") or die("erro ao selecionar");
$veiculos = mysql_query("SELECT * FROM veiculos") or die("erro ao selecionar");
//$resultado = mysql_query($locais);
$linha_locais = mysql_num_rows ($locais);
$linha_veiculos = mysql_num_rows ($veiculos);
mysql_query($locais);
mysql_query($veiculos);

dl('php_mapscript_48.dll');

// Default values and configuration
$val_zsize=4;
$check_pan='CHECKED';
$map_path='C:/ms4w/Apache/htdocs/siggenelm/mapfiles/mapa_teste.map';
$map = ms_newMapObj($map_path);
$i = 0;
while ($linha_locais = mysql_fetch_array ($locais)){
    $X_locais = $linha_locais['longitude'];
    $Y_locais = $linha_locais['latitude'];
    $this_layer = $map->getLayerByName('locais');
    $poi[$i] = ms_newPointObj();
    $ln[$i] = ms_newLineObj();
}

```

```

    $shp[$i] = ms_newShapeObj(MS_SHAPE_POINT);
    $poi[$i]->setXY($X_locais,$Y_locais);
    $ln[$i]->add($poi[$i]);
    $shp[$i]->add($ln[$i]);
    $shp[$i]->set('index', $linha_locais['codigo']);
    $this_layer->addFeature( $shp[$i] );
    $i++;
}
$i = 0;
while ($linha_veiculos = mysql_fetch_array ($veiculos)){
    $X_veiculos = $linha_veiculos['longitude'];
    $Y_veiculos = $linha_veiculos['latitude'];
    $this_layer = $map->getLayerByName('veiculos');
    $poi[$i] = ms_newPointObj();
    $ln[$i] = ms_newLineObj();
    $shp[$i] = ms_newShapeObj(MS_SHAPE_POINT);
    $poi[$i]->setXY($X_veiculos,$Y_veiculos);
    $ln[$i]->add($poi[$i]);
    $shp[$i]->add($ln[$i]);
    $shp[$i]->set('index', $linha_veiculos['codigo']);
    $this_layer->addFeature( $shp[$i] );
    $i++;
}

/*$this_layer = $map->getLayerByName('locais');
$poi = ms_newPointObj();
$ln = ms_newLineObj();
$shp = ms_newShapeObj(MS_SHAPE_POINT);
$poi->setXY(648008,7458514);
$ln->add($poi);
$shp->add($ln);
$shp->set('index', 20);
$this_layer->addFeature( $shp);
//$poi->draw($map, $this_layer, $image, 1, 'teste');
*/

$image=$map->draw();
$image_url=$image->saveWebImage();
?>

<html>
<head>
<u></u><title>Página SIG do SIGGENELM</title>
</head>
<body>
<table border="0" width="100%" cellpadding="0" cellspacing="0">
<tr>
<td width="820" height="3" colspan="3" style="background-color: #000080">&nbsp;&nbsp;&nbsp;</td>

```



```

</tr>
<tr>
<td width="100" bgcolor="#0000FF" valign="top">
<br><br>
<a href="principal.php">
</a>
<br><br>
<a href="veiculos.php">
</a>
<br><br>
<a href="locais.php">
</a>
<br><br>
<a href="atendimento0.php">
</a>
<br><br>
<a href="index.php">
</a>
<br><br>
</td>
<td width="700" align="top">
<p align="center"><br><br><font size="3">Eis o mapa com os veículos e locais necessitados neste
instante:</font>
<IMG SRC=<?php echo $image_url; ?> >
<p align="center"><br><br><font size="3">Clique no botão abaixo para gerar a ordem de prioridade
de atendimento:</font>

<form action="atendimento2.php" name="atendimento1" method="post">
<input type="submit" value="Gerar Prioridade">
</form>

</td></tr>
<tr>
<td width="820" bgcolor="#000099" colspan="3">
<p align="center"><font color="#FFFFFF"><i>SIGGENELM</i></font></td></tr>
</table>
</body>
</html>

```

4 Atendimento2.php

```

<?php
include("DeFuzzyBean.php");
include("conectar.php");//conexão com o db

$debeanSIN1 = new DeFuzzyBean();
$debeanSIN2 = new DeFuzzyBean();
$debeanSIN3 = new DeFuzzyBean();

```

```

$debeanSIN4 = new DeFuzzyBean();

$locais = mysql_query("SELECT * FROM locais") or die("erro ao selecionar");
$veiculos = mysql_query("SELECT * FROM veiculos") or die("erro ao selecionar");
// $resultado = mysql_query($locais);
$linha_locais = mysql_num_rows ($locais);
$linha_veiculos = mysql_num_rows ($veiculos);
mysql_query($locais);
mysql_query($veiculos);
$ilocal = 0;
while ($linha_locais = mysql_fetch_array ($locais)){
    $codigo_local[$ilocal] = $linha_locais['codigo'];
    $importancia[$ilocal] = $linha_locais['importancia'];
    $qtde_clientes[$ilocal] = $linha_locais['qtde_clientes'];
    $potencia_local[$ilocal] = $linha_locais['necessidade'];
    $tempo_restabel[$ilocal] = $linha_locais['tempo_restabel'];
    $status[$ilocal] = $linha_locais['status'];
    $X_locais[$ilocal] = $linha_locais['longitude'];
    $Y_locais[$ilocal] = $linha_locais['latitude'];
    $ilocal++;
}

$iveiculo = 0;
while ($linha_veiculos = mysql_fetch_array ($veiculos)){
    $codigo_veiculo[$iveiculo] = $linha_veiculos['codigo'];
    $potencia_veiculo[$iveiculo] = $linha_veiculos['capacidade'];
    $X_veiculos[$iveiculo] = $linha_veiculos['longitude'];
    $Y_veiculos[$iveiculo] = $linha_veiculos['latitude'];
    $iveiculo++;
}

echo "<font size='4'><b>PRIORIDADES DE ATENDIMENTO DOS VEÍCULOS AOS LOCAIS NO
MOMENTO</b></font><br><br><br>";
echo "<table border='1'><tr><td><b>Código do Local</b></td><td><b>Código do
Veículo</b></td><td><b>Prioridade</b></td><td></td></tr>";
$i = 0;

for ($jlocal = 0; $jlocal < $ilocal; $jlocal++){

    /**** chama SIN 1 *****/

    $debeanSIN1 -> setCod_variavel1(1);
    $debeanSIN1 -> setCod_variavel2(2);
    $debeanSIN1 -> setValor_var1($importancia[$jlocal]);
    $debeanSIN1 -> setValor_var2($qtde_clientes[$jlocal]);
    $debeanSIN1 -> setCod_sistema (1);
    $debeanSIN1 -> setTotal_entradas (2);
    $debeanSIN1 -> setResultadoFinal();
}

```

```

$fator_cliente = $debeanSIN1 -> getResultadoFinal();
//echo "o fator cliente calculado foi: $fator_cliente <br>";
/*****/

for ($jveiculo = 0; $jveiculo < $iveiculo; $jveiculo++){

    //echo "itaração: veiculo = $codigo_veiculo[$jveiculo] e local =
$codigo_local[$jlocal]<br>";

    $deltaX = $X_locais[$jlocal] - $X_veiculos[$jveiculo];
    $deltaY = $Y_locais[$jlocal] - $Y_veiculos[$jveiculo];
    $distancia = sqrt($deltaX*$deltaX + $deltaY*$deltaY);
    //echo "a distancia calculada foi: $distancia <br>";
    if ($distancia > 25000)
        { $tempo_percurso = 60; }
    else
        { $tempo_percurso = ($distancia/25000)*60; }
    //echo "o tempo calculado foi: $tempo_percurso <br>";
/**** chama SIN 2 *****/

$debeanSIN2 -> setCod_variavel1(4);
$debeanSIN2 -> setCod_variavel2(5);
$debeanSIN2 -> setValor_var1($tempo_percurso);
$debeanSIN2 -> setValor_var2($tempo_restabel[$jlocal]);
$debeanSIN2 -> setCod_sistema (2);
$debeanSIN2 -> setTotal_entradas (2);
$debeanSIN2 -> setResultadoFinal();
$fator_tempo = $debeanSIN2 -> getResultadoFinal();
//echo "o fator tempo calculado foi: $fator_tempo <br>";
/*****/

/**** chama SIN 3 *****/

if (($potencia_veiculo[$jveiculo] >= $potencia_local[$jlocal]) && ($status[$jlocal] == 0))
{
    $debeanSIN3 -> setCod_variavel1(7);
    $debeanSIN3 -> setCod_variavel2(8);
    $debeanSIN3 -> setValor_var1($potencia_local[$jlocal]);
    $debeanSIN3 -> setValor_var2($potencia_veiculo[$jveiculo]);
    $debeanSIN3 -> setCod_sistema (3);
    $debeanSIN3 -> setTotal_entradas (2);
    $debeanSIN3 -> setResultadoFinal();
    $fator_potencia = $debeanSIN3 -> getResultadoFinal();
    //echo "potencia local: $potencia_local <br>";
    //echo "potencia veiculo foi: $potencia_veiculo <br>";
    //echo "o fator potencia calculado foi: $fator_potencia <br>";
/*****/
}

```

```

/**** chama SIN 4 *****/

$debeanSIN4 -> setCod_variavel1(10);
$debeanSIN4 -> setCod_variavel2(11);
$debeanSIN4 -> setCod_variavel3(12);
$debeanSIN4 -> setValor_var1($fator_cliente);
$debeanSIN4 -> setValor_var2($fator_tempo);
$debeanSIN4 -> setValor_var3($fator_potencia);
$debeanSIN4 -> setCod_sistema (4);
$debeanSIN4 -> setTotal_entradas (3);
$debeanSIN4 -> setResultadoFinal();
$prioridade = $debeanSIN4 -> getResultadoFinal();
//echo "A prioridade calculada foi: $prioridade do veiculo
$$codigo_veiculo[$jveiculo] para o local $codigo_local[$jlocal]<br>";
$linha[$i] =
"<tr><td>{$codigo_local[$jlocal]}</td><td>{$codigo_veiculo[$jveiculo]}</td><td>{$prioridade}</td>
</tr>";

    $prioridades[$i] = $prioridade;
    $i++;
}
}
}

for ($j=0; $j <= $i-2; $j++ )
{
    for ($k=0; $k <= $i-2-$j; $k++ )
    {
        if ( $prioridades[$k] < $prioridades[$k+1] )
        {
            $aux = $prioridades[$k];
            $prioridades[$k] = $prioridades[$k+1];
            $prioridades[$k+1] = $aux;
            $linha_aux = $linha[$k];
            $linha[$k] = $linha[$k+1];
            $linha[$k+1] = $linha_aux;
        }
    }
}

for ($j=0; $j < $i; $j++ )
{
    echo "$linha[$j]";
}

echo "</table>";
echo "<form action=atendimento0.php name=principal method=post>";
echo "<input type=submit value='Ver mapa'>";
echo "</form>";
?>

```

5 Cadastrar_locais.php

```

<?php
session_start();
include ("conectar.php");
?>
<html>
<head>
<u></u><title>Página de Cadastro de Locais do SIGGENELM</title>
</head>
<body>
<table border="0" width="100%" cellpadding="0" cellspacing="0">
<tr>
<td width="820" height="3" colspan="3" style="background-color: #000080">&nbsp;</td>
</tr>
<tr>
<td width="100" bgcolor="#0000FF" valign="top">
<br><br>
<a href="principal.php">
</a>
<br><br>
<a href="veiculos.php">
</a>
<br><br>
<a href="locais.php">
</a>
<br><br>
<a href="atendimento0.php">
</a>
<br><br>
<a href="index.php">
</a>
<br><br>
</td>
<td width="700" align="top">
<p align="center"><br><br>Cadastre os <font size="4">LOCAIS</font> que farão parte do <font
size="4">SIGGENELM!!! </p></font><br><br><br>
<form action="cadastrar_locaisl.php" name="cadastrar_local" method="post">
Nome: <input type="text" name="nome" maxlength="10" size="10"><font color="#FF0000">*</font><br>
Importância: <input type="text" name="importancia" maxlength="10" size="10"><font
color="#FF0000">*</font><br>
Qtde de clientes: <input type="text" name="qtde_clientes" maxlength="10" size="10"><font
color="#FF0000">*</font><br>
Latitude: <input type="text" name="latitude" maxlength="10" size="10"><font
color="#FF0000">*</font><br>

```

```

Longitude: <input type="text" name="longitude" maxlength="8" size="8"><font
color="#FF0000">*</font><br>
Necessidade (kva): <input type="text" name="necessidade" maxlength="10" size="10"><font
color="#FF0000">*</font><br>
Tempo de restabelecimento (h): <input type="text" name="tempo_restabel" maxlength="10"
size="5"><font color="#FF0000">*</font><br>
Status: <input type="text" name="status" maxlength="5" size="5"><font
color="#FF0000">*</font><br>
<br><font color="#FF0000">*</font><b> Preenchimento obrigatório</b>
<div align="center"><center>
<input type="submit" value="Enviar Cadastro"><br><br><br><br><br><br>
</form>
<tr>
<td width="820" bgcolor="#000099" colspan="3">
<p align="center"><font color="#FFFFFF"><i>SIGGENELM</i></font></td></tr>
</table>
</body>
</html>

```

6 Cadastrar_locais1.php

```

<?php
$erro=0;
include ("conectar.php");//conexão com o db

//variaveis enviadas pelo método post

$nome = $_POST['nome'];
$importancia = $_POST['importancia'];
$qtde_clientes = $_POST['qtde_clientes'];
$latitude = $_POST['latitude'];
$longitude = $_POST['longitude'];
$necessidade = $_POST['necessidade'];
$tempo_restabel = $_POST['tempo_restabel'];
$status = $_POST['status'];//insere os valores no db

if ((empty ($nome)) || (empty ($importancia)) || (empty ($qtde_clientes)) || (empty ($latitude))
|| (empty ($longitude)) || (empty ($necessidade)) || (empty ($tempo_restabel)) || (empty
($status))
|| (!is_numeric ($qtde_clientes)) || (!is_numeric ($latitude))
|| (!is_numeric ($longitude)) || (!is_numeric ($necessidade)) || (!is_numeric ($tempo_restabel))
){
echo "Seu cadastro de local não foi efetuado devido a um desses fatores:<br>";
echo "Nenhum campo pode ficar em branco.<br>";$erro=1;
echo "Os campos qtde de clientes, latitude, longitude, necessidade e tempo de restabel. só devem
conter números.<br>";$erro=1;
echo "<a href=cadastrar_locais.php>Tente novamente!</a>";
}

```

```

else{
    $insere = mysql_query ("INSERT INTO locais(nome, importancia, qtde_clientes, latitude, longitude,
necessidade, tempo_restabel, status) VALUES
('".$nome."','".$.$importancia."','".$.$qtde_clientes."','".$.$latitude."','".$.$longitude."','".$.$necessi
dade."','".$.$tempo_restabel."','".$.$status.'')") or die(mysql_error());
    if($insere)
        echo "Cadastro de local realizado com sucesso!";
        echo "<form action=visualizar_locais.php name=principal method=post>";
        echo "<input type=submit value=Visualizar>";
        echo "</form>";
    }
    ?>

```

7 Cadastrar_veiculo.php

```

<?php
session_start();
include ("conectar.php");
?>
<html>
<head>
<u></u><title>Página de Cadastro de Veículos</title>
</head>
<body>
<table border="0" width="100%" cellpadding="0" cellspacing="0">
<tr>
<td width="820" height="3" colspan="3" style="background-color: #000080">&nbsp;  </td>
</tr>
<tr>
<td width="100" bgcolor="#0000FF" valign="top">
<br><br>
<a href="principal.php">
</a>
<br><br>
<a href="veiculos.php">
</a>
<br><br>
<a href="locais.php">
</a>
<br><br>
<a href="atendimento0.php">
</a>
<br><br>
<a href="index.php">
</a>
<br><br>
</td>

```

```

<td width="700" align="top">
<p align="center"><br><br>Cadastre os <font size="4">VEÍCULOS</font> que farão parte do <font
size="4">SIGGENELM!!! </p></font><br><br><br>

<form action="cadastrar_veiculo1.php" name="cadastrar_veiculo" method="post">
Placa: <input type="text" name="placa" maxlength="10" size="10"><font
color="#FF0000">*</font><br>
Modelo: <input type="text" name="modelo" maxlength="10" size="10"><font
color="#FF0000">*</font><br>
Capacidade (kva): <input type="text" name="capacidade" maxlength="8" size="8"><font
color="#FF0000">*</font><br>
Peso (Kg): <input type="text" name="peso" maxlength="10" size="10"><font
color="#FF0000">*</font><br>
<br><font color="#FF0000">*</font><b> Preenchimento obrigatório</b>
<div align="center"><center>
<input type="submit" value="Enviar Cadastro"><br><br><br><br><br><br>
</div>
</form>
<tr>
<td width="820" bgcolor="#000099" colspan="3">
<p align="center"><font color="#FFFFFF"><i>SIGGENELM</i></font></td></tr>
</table>
</body>
</html>

```

8 Cadastrar_veiculo1.php

```

<?php
$erro=0;
include ("conectar.php");//conexão com o db

//variaveis enviadas pelo método post

$placa = $_POST['placa'];
$modelo = $_POST['modelo'];
$capacidade = $_POST['capacidade'];
$peso = $_POST['peso'];//insere os valores no db

if ((strlen ($placa)<8) || (!is_numeric ($capacidade)) || (empty ($placa)) ||
(empty ($capacidade)) || (empty ($peso)) ) {
echo "Seu cadastro de veículo não foi efetuado devido a um desses fatores:<br>";
echo "O campo placa deve conter 8 caracteres incluindo o traço entre as letras e os
números.<br>";$erro=1;
echo "O campo capacidade e peso só devem conter números.<br>";$erro=1;
echo "Os campos placa, capacidade e peso não podem ficar em branco.<br>";$erro=1;
echo "<a href=cadastrar_veiculo.php>Tente novamente!</a>";
}
else{

```



```

$inserte = mysql_query ("INSERT INTO veiculos (placa, modelo, capacidade, peso) VALUES
('.$placa.','.$modelo.','.$capacidade.','.$peso.')" or die(mysql_error());
if($inserte)
echo "Cadastro de veículo realizado com sucesso!";
echo "<form action=visualizar_veiculos.php name=principal method=post>";
echo "<input type=submit value=Visualizar>";
echo "</form>";
}
?>

```

9 Cadastro.php

```

<?php
include ("conectar.php");
?>
<html>
<head>
<u></u><title>Cadastro de Usuários do SIGGENELM</title>
</head>
<body>
<table border="0" width="100%" cellpadding="0" cellspacing="0">
<tr>
<td width="820" height="3" colspan="3" style="background-color: #000080">&nbsp;&nbsp;&nbsp;</td>
</tr>
<tr>
<td width="100" bgcolor="#0000FF" valign="top">
</td>
<td width="700" align="center">
<br><br><br><br><br><br>
<div align="left"><left>
<p>Efetue seu cadastro para usar o <b>SIGGENELM!!!</b> </p>
<form action="cadastro1.php" name="cadastro" method="post">
Nome: <input type="text" name="nome" maxlength="10" size="10"><font color="#FF0000">*</font><br>
Senha: <input type="password" name="senha" maxlength="8" size="8"><font
color="#FF0000">*</font><br>
Senha: <input type="password" name="senha2" maxlength="8" size="8"><font
color="#FF0000">*</font>(Confirmar Senha)<br>
<br><font color="#FF0000">*</font><b> Preenchimento obrigatório</b>
<div align="center"><center>
<input type="submit" value="Enviar Cadastro"><br><br><br><br><br><br>
</form>
<tr>
<td width="820" bgcolor="#000099" colspan="3">
<p align="center"><font color="#FFFFFF"><i>SIGGENELM</i></font></td></tr>
</table>
</body>
</html>

```

10 Cadastro1.php

```
<?php
$erro=0;

include ("conectar.php");//conexão com o db

//variaveis enviadas pelo método post
$nome = $_POST['nome'];
$senha = $_POST['senha'];
$senha2 = $_POST['senha2'];//insere os valores no db

if ((strlen ($nome)<4) || ($nome == $senha) || (empty ($nome)) || (empty ($senha)) ) {
echo "Seu cadastro não foi efetuado devido a um desses fatores:<br>";
echo "O nome deve ter pelo menos 4 caracteres!<br>"; $erro=1;
echo "O nome e a senha devem ser diferentes!<br>"; $erro=1;
echo "O campo nome, senha e confirmar senha devem ser preenchidos<br>";$erro=1;
echo "<a href=cadastro.php>Tente novamente!</a>";
}
else{
$inserte = mysql_query ("INSERT INTO usuarios(nome, senha, senha2) VALUES
('".$nome."','".$senha."','".$senha2."')") or die(mysql_error());
if($inserte)
echo "Cadastro de usuário realizado com sucesso!";
echo "<form action=index.php name=principal method=post>";
echo "<input type=submit value=Logar>";
echo "</form>";
}
?>
```

11 Conectar.php

```
<?php
$host = "localhost";
$user = "root";
$senha = "1978";

//conecta ao banco de dados
$db = mysql_connect($host, $user, $senha) or die("Não foi possível conectar-se com o banco de
dados");

//seleciona o banco de dados
mysql_select_db("siggenelm", $db) or die("Não foi possível conectar-se com o banco de dados");
?>
```

12 DeFuzzy.php

```

<?php
class DeFuzzy{
    private $Cod_regra;
    private $Cod_variavel1;
    private $Valor_var1;
    private $Cod_termo1;
    private $Alfa1; // double
    private $Cod_variavel2;
    private $Valor_var2;
    private $Cod_termo2;
    private $Alfa2; // double
    private $Cod_variavel3;
    private $Valor_var3;
    private $Cod_var3;
    private $Alfa3; // double
        private $Cod_sistema;
        private $Total_entradas;
    private $Menor_alfa; // double
    private $Cod_Termo_Cons;
    private $denominadorRegra = 0; // double
    private $numeradorRegra = 0; // double
    private $ValorFinal = 0; // double
    private $regras; // ArrayList
    private $novoAlfa; // ArrayList
// 100% *****
    public function DeFuzzy($cod_variavel1, $valor_var1, $cod_variavel2, $valor_var2,
    $cod_variavel3, $valor_var3,
                                $cod_sistema, $total_entradas) {
        $this->Cod_variavel1 = $cod_variavel1;
        $this->Valor_var1 = $valor_var1;
        $this->Cod_variavel2 = $cod_variavel2;
        $this->Valor_var2 = $valor_var2;
        $this->Cod_variavel3 = $cod_variavel3;
        $this->Valor_var3 = $valor_var3;
            $this->Cod_sistema = $cod_sistema;
            $this->Total_entradas = $total_entradas;
    }
// 100% *****
    public /*double*/ function calculaAlfa (/*double*/ $coef_linear, /*double*/ $coef_angular,
    $valor_var) {
        /*double*/ $alfa = ($coef_angular * $valor_var) + $coef_linear;
        return $alfa;
    }
// 100% *****
    public function ConnectionBean(){
        $hostname_connWeb = "localhost";

```

```

$database_connWeb = "lnebulosaf";
$username_connWeb = "root";
$password_connWeb = "1978";

$con = mysql_connect($hostname_connWeb, $username_connWeb, $password_connWeb);

if (!$con) {
    die('Não foi possível conectar: ' . mysql_error());
};

if ($con) {mysql_select_db($database_connWeb) or die("O banco de dados não foi
selecionado!");}

    return $con;
}
// 100% *****
public function verificarTermoRegra($cod_regra, $cod_variavel) {

    $cod_termo = 0;
    $sql = 'SELECT termo.cod_termo FROM termo, regra, antecedente '
        . 'WHERE (termo.cod_termo = antecedente.cod_termo OR termo.cod_termo
= regra.cod_termo_cons) AND '
        . ' regra.cod_regra = antecedente.cod_regra AND '
        . ' regra.cod_regra = ' . $cod_regra . ' AND '
        . ' termo.Cod_Variavel = ' . $cod_variavel . ' ';

    try
    {
        $con = $this->ConnectionBean();
        $rs = mysql_query($sql);

        if ($row = mysql_fetch_array($rs, MYSQL_ASSOC)){
            $cod_termo = $row['cod_termo'];
        }

        mysql_close($con);
        return $cod_termo;
    }
    catch (Exception $e) {
        echo($e->getMessage());
        return -1;
    }
}
// 100% *****
public function verificarTermoConsRegra($cod_regra){
    $cod_termo = 0;
    $sql = 'SELECT cod_termo_cons FROM regra ' . 'WHERE regra.cod_regra = ' . $cod_regra;

    try{

```

```

$con = $this->ConnectionBean();
$rs = mysql_query($sql);

if ($row = mysql_fetch_array($rs, MYSQL_ASSOC)){
    $cod_termo = $row['cod_termo_cons'];
}

mysql_close($con);
return $cod_termo;
}

catch (Exception $e) {
    echo($e->getMessage());
    return -1;
}
}

// 100% *****
public /*double*/ function avaliarMi($cod_termo, $valor_var) {
    /*double*/ $alfa = 0;
    $sql = 'SELECT cod_segmento, coef_angular, coef_linear FROM segmento WHERE cod_termo = '
.$cod_termo .' AND (intervalo_esquerdo <= ' .$valor_var .' ) AND (intervalo_direito >= '
.$valor_var .' ) AND (mi_esquerdo <> 0 OR mi_direito <> 0 ) ';

    try{
        $con = $this->ConnectionBean();
        $rs = mysql_query($sql);

        if($row = mysql_fetch_array($rs, MYSQL_ASSOC)){
            $CodSegmentos_termo = $row['cod_segmento'];
            /*double*/ $coef_linear = $row['coef_linear'];
            /*double*/ $coef_angular = $row['coef_angular'];
            $alfa = $this->calculaAlfa($coef_linear, $coef_angular,
$valor_var);

            return $alfa;
        }

        mysql_close($con);
        return $alfa;
    }

    catch (Exception $e) {
        echo($e->getMessage());
        return -1;
    }
}

// (15, 20 , 0.2, -3.0)
// 100% *****
public /*double*/ function calculaCentroide(/*double*/ $intEsq, /*double*/ $intDir,
/*double*/ $coefAng, /*double*/ $coefLinear) {

```

```

        /*double*/ $potencial = pow($intDir, 3); // 8000
        /*double*/ $potencia2 = pow($intDir, 2); // 400
        /*double*/ $potencia3 = pow($intEsq, 3); // 3375
        /*double*/ $potencia4 = pow($intEsq, 2); // 225
        /*double*/ $aux1 = ($potencial * $coefAng) / 3; // 533,333
        /*double*/ $aux2 = ($potencia2 * $coefLinear) / 2; // -600
        /*double*/ $aux3 = ($potencia3 * $coefAng) / 3; // 225
        /*double*/ $aux4 = ($potencia4 * $coefLinear) / 2; // -337,5

        /*double*/ $centroide = ($aux1 + $aux2 - $aux3 - $aux4); // 45,833
        return $centroide;
    }
}
// 100% *****
public /*double*/ function calculaArea(/*double*/ $intEsq, /*double*/ $intDir, /*double*/
$coefAng, /*double*/ $coefLinear) {
    /*double*/ $area;
    /*double*/ $potencial = pow($intDir, 2);
    /*double*/ $potencia3 = pow($intEsq, 2);
    /*double*/ $aux1 = ($potencial * $coefAng) / 2;
    /*double*/ $aux2 = ($intDir * $coefLinear);
    /*double*/ $aux3 = ($potencia3 * $coefAng) / 2;
    /*double*/ $aux4 = ($intEsq * $coefLinear);

    $area = ($aux1 + $aux2 - $aux3 - $aux4);
    return $area;
}
// *****

// Mudar o nome para DefineCentroide
// Função precisa de segmentos com cod_termo > 11, verificar o funcionamento da lógica nebulosa e
// se os dados no banco estão realmente adequados
public /*double*/ function gravaTabelaTemp($codTermoCons, $menor_alfa) {
    $this->numeradorRegra = 0;
    $this->denominadorRegra = 0;
    $sql = 'SELECT cod_segmento, intervalo_esquerdo, intervalo_direito, mi_esquerdo,
mi_direito FROM segmento WHERE cod_termo = ' . $codTermoCons . ' AND (mi_esquerdo <> 0 OR
mi_direito <> 0) ';

    try{
        $con = $this->ConnectionBean();
        $rs = mysql_query($sql);

        while($row = mysql_fetch_array($rs, MYSQL_ASSOC)){
            $codSegmento = $row['cod_segmento'];
            /*double*/ $intEsq = $row['intervalo_esquerdo'];
            /*double*/ $intDir = $row['intervalo_direito'];
            /*double*/ $miEsq = $row['mi_esquerdo'];

```

```

        /*double*/ $miDir = $row['mi_direito'];

        $numeradorSegmento = 0;
        $denominadorSegmento = 0;

        if ($miEsq == 1) {
            $miEsq = $menor_alfa;
        }
        if ($miDir == 1) {
            $miDir = $menor_alfa;
        }

//          $coefAng = $this->Angular($miEsq, $miDir, $intEsq, $intDir);
        $coefAng = ($miEsq - $miDir) / ($intEsq - $intDir);

//          $coefLinear = $this->Linear($miEsq, $miDir, $intEsq, $intDir);
        $coefLinear = $miEsq - ($intEsq * $coefAng);

        $numeradorSegmento = $this->calculaCentroide($intEsq, $intDir, $coefAng,
$coefLinear);
        $denominadorSegmento = $this->calculaArea($intEsq, $intDir, $coefAng,
$coefLinear);

        $this->numeradorRegra = $this->numeradorRegra + ($numeradorSegmento);
        $this->denominadorRegra = $this->denominadorRegra + ($denominadorSegmento);
    }
    $CentroideRegra = $this->numeradorRegra / $this->denominadorRegra;
    mysql_close($con);
    return $CentroideRegra;
}
catch (Exception $e) {
    echo($e->getMessage());
    return -1;
}
}

// Está funcional mas os dados não conduzem a resposta com os parametros de teste.php, se não
// houver cod_termo > 11 na tabela 'Segmentos' no BD. Verificar os dados e a lógica
// as funções com 100% estão funcionando corretamente.
public /*double*/ function percorrerRegras(){
    /*double*/ $NumeradorGeral = 0;
    /*double*/ $DenominadorGeral = 0;
    /*double*/ $centroideRegra = 0;

    $sql = 'select regra.Cod_Regra, regra.Cod_Termo_Cons from'
        .' regra,termo,variavel_linguistica where
(variavel_linguistica.cod_sistema=' . $this->Cod_sistema .)';

```

```

        .' and (variavel_linguistica.Cod_variavel = termo.Cod_Variavel) and
        (termo.Cod_Termo = regra.Cod_Termo_Cons)';

    try{
        $con = $this->ConnectionBean();
        $rs = mysql_query($sql);

        while($row = mysql_fetch_array($rs, MYSQL_ASSOC)){
            $centroideRegra = 0;
            $this->denominadorRegra = 0;

            $this->Cod_regra = $row['Cod_Regra'];

            $this->Cod_termo1 = $this->verificarTermoRegra($this->Cod_regra, $this-
>Cod_variavel1);

            if ($this->Cod_termo1 > 0) {

                $this->Alfa1 = $this->avaliarMi($this->Cod_termo1, $this-
>Valor_var1);

                if ($this->Alfa1 < 0) {
                    echo('ERRO DO ALFA 1');
                    return -1;
                }
            }
            else{
                echo('ERRO DO TERMO 1');
                return -1;
            }

            $this->Cod_termo2 = $this->verificarTermoRegra($this->Cod_regra, $this-
>Cod_variavel2);

            if ($this->Cod_termo2 > 0) {
                $this->Alfa2 = $this->avaliarMi($this->Cod_termo2, $this-
>Valor_var2);

                if ($this->Alfa2 < 0) {
                    echo('ERRO DO ALFA 2');
                    return -1;
                }
            }
            else{
                echo('ERRO DO TERMO 2');
                return -1;
            }
        }
    }
}

```



```

        if ($this->Total_entradas == 3) {
            $this->Cod_termo3 = $this->verificarTermoRegra($this-
>Cod_regra, $this->Cod_variavel3);

            if ($this->Cod_termo3 > 0) {
                $this->Alfa3 = $this->avaliarMi($this->Cod_termo3,
$this->Valor_var3);

                if ($this->Alfa3 < 0) {
                    echo('ERRO DO ALFA 3');
                    return -1;
                }
            }
            else{
                echo('ERRO DO TERMO 3');
                return -1;
            }
        }

if ($this->Alfa1 <= $this->Alfa2){
    $this->Menor_alfa = $this->Alfa1;
}
else{
    $this->Menor_alfa = $this->Alfa2;
}

        if ($this->Total_entradas == 3) {
            if($this->Alfa3 < $this->Menor_alfa) $this->Menor_alfa =
$this->Alfa3;
        }

if ($this->Menor_alfa > 0){

    $this->Cod_Termo_Cons = $this->verificarTermoConsRegra($this-
>Cod_regra);

    $centroideRegra = $this->gravaTabelaTemp($this->Cod_Termo_Cons,
$this->Menor_alfa);

    $this->regras[] = $this->Cod_regra;
    $this->novoAlfa[] = $this->Menor_alfa;
//    $this->regras.add(new Integer($this->Cod_regra));
//    $this->novoAlfa.add(new Double($this->Menor_alfa));

    $NumeradorGeral = $NumeradorGeral + ($centroideRegra * $this-
>denominadorRegra);

    $DenominadorGeral = $DenominadorGeral + $this->denominadorRegra;

```

```

        }
    }
    $this->ValorFinal = $NumeradorGeral / $DenominadorGeral;
    mysql_close(); //modificação Fernando dia 18/02/2010

        return $this->ValorFinal;
    }
    catch (Exception $e) {
        echo($e->getMessage());
        return -1;
    }
}
public /*Iterator*/ function getRegras() {
    /*Iterator*/ $Regras = $this->regras;
    return $Regras;
}
public /*Iterator*/ function getNovoAlfa() {
    /*Iterator*/ $Alfas = $this->novoAlfa;
    return $Alfas;
}
}
}
?>

```

13 DeFuzzyBean.php

```

<?php
include("DeFuzzy.php");

class DeFuzzyBean
{
    public $Cod_variavel1;
    public $Cod_variavel2;
    public $Cod_variavel3;
    public $Valor_var1;
    public $Valor_var2;
    public $Valor_var3;
    public $Cod_sistema;
    public $Total_entradas;
    public $ResultadoFinal;

    public function getResultadoFinal()
    {
        return $this->ResultadoFinal;
    }

    public function setResultadoFinal()
    {

```

```

        $des = new DeFuzzy( $this->Cod_variavel1, $this->Valor_var1, $this->Cod_variavel2, $this->Valor_var2,
                                $this->Cod_variavel3, $this->Valor_var3, $this->Cod_sistema,
                                $this->Total_entradas);
        $resFinal = $des->percorrerRegras();
        $this->ResultadoFinal = $resFinal;
    }

    public function setCod_variavel1($cod_variavel1 /* int */)
    { // void
        $this->Cod_variavel1 = $cod_variavel1;
    }

    public function setCod_variavel2($cod_variavel2 /* int */)
    { // void
        $this->Cod_variavel2 = $cod_variavel2;
    }

    public function setCod_variavel3($cod_variavel3 /* int */)
    { // void
        $this->Cod_variavel3 = $cod_variavel3;
    }

    public function setValor_var1($valor_var1 /* int */)
    { // void
        $this->Valor_var1 = $valor_var1;
    }

    public function setValor_var2($valor_var2 /* int */)
    { // void
        $this->Valor_var2 = $valor_var2;
    }

    public function setValor_var3($valor_var3 /* int */)
    { // void
        $this->Valor_var3 = $valor_var3;
    }

    public function setCod_sistema($cod_sistema /* int */)
    { // void
        $this->Cod_sistema = $cod_sistema;
    }

    public function setTotal_entradas($total_entradas /* int */)
    { // void
        $this->Total_entradas = $total_entradas;
    }
}

```

14 Excluir_locais.php

```

<?php
$erro=0;

include ("conectar.php");//conexão com o db

$codigo = $_POST['codigo'];
$confere = mysql_query ("SELECT * FROM locais WHERE (codigo = '". $codigo. "')") or
die(mysql_error());
$linhas = mysql_num_rows($confere);

if ((empty ($codigo)) || ($linhas == 0)){
echo "Sua exclusão não foi efetuada devido a um desses fatores:<br>";
echo "O sistema não possui locais cadastrados no momento.<br>";$erro=1;
echo "Você deve digitar um número de código para realizar a exclusão.<br>";$erro=1;
echo "Você deve digitar somente números de códigos que aparecem na visualização!<br>";$erro=1;
echo "<a href=visualizar_locais.php>Tente novamente!</a>";
}
else{
$excluir = mysql_query ("DELETE FROM locais WHERE (codigo = '". $codigo. "')") or
die(mysql_error());
if($excluir)
echo "Exclusão de local realizada com sucesso!";
echo "<form action=visualizar_locais.php name=principal method=post>";
echo "<input type=submit value=Visualizar Locais>";
echo "</form>";
}
?>

```

15 Excluir_veiculos.php

```

<?php
$erro=0;

include ("conectar.php");//conexão com o db

$codigo = $_POST['codigo'];
$confere = mysql_query ("SELECT * FROM veiculos WHERE (codigo = '". $codigo. "')") or
die(mysql_error());
$linhas = mysql_num_rows($confere);

if ((empty ($codigo)) || ($linhas == 0)){
echo "Sua exclusão não foi efetuada devido a um desses fatores:<br>";
echo "O sistema não possui veículos cadastrados no momento.<br>";$erro=1;
echo "Você deve digitar um número de código para realizar a exclusão.<br>";$erro=1;
echo "Você deve digitar somente números de códigos que aparecem na visualização!<br>";$erro=1;
echo "<a href=visualizar_veiculos.php>Tente novamente!</a>";
}

```

```

}
else{
$excluir = mysql_query ("DELETE FROM veiculos WHERE (codigo = ' ".$codigo."')") or
die(mysql_error());
if($excluir)
echo "Exclusão de veículo realizada com sucesso!";
echo "<form action=visualizar_veiculos.php name=principal method=post>";
echo "<input type=submit value=Visualizar Veiculos>";
echo "</form>";
}
?>

```

16 Index.php

```

<html>
<head>
<u></u><title>Index</title>
</head>
<body>
<table border="0" width="100%" cellpadding="0" cellspacing="0">
<tr>
<td width="820" height="3" colspan="3" style="background-color: #000080">&nbsp;  </td>
</tr>
<tr>
<td width="100" bgcolor="#0000FF" valign="top">
</td>
<td width="700" align="center">
<div align="center"><center>
<br>
<p>Bem-vindo ao Sistema <font size="4">SIGGENELM!</font></p>

<p align="center">Insira seu <b>login</b> e <b>senha</b> para entrar no sistema:<br>
<p>Caso você <b>NÃO</b> seja cadastrado <a href="cadastro.php">clique aqui</a></p>
<form action="login.php" name="login" method="post">
Nome: <input type="text" name="nome"><br>
Senha: <input type="password" name="senha"><br>
<input type="submit" value="enviar">
</form>
</td></tr>
<tr>
<td width="820" bgcolor="#000099" colspan="3">
<p align="center"><font color="#FFFFFF"><i>SIGGENELM</i></font></td></tr>
</table>
</body>
</html>

```

17 Locais.php

```

<html>
<head>
<u></u><title>Página de Locais do SIGGENELM</title>
</head>
<body>
<table border="0" width="100%" cellpadding="0" cellspacing="0">
<tr>
<td width="820" height="3" colspan="3" style="background-color: #000080">&nbsp;  </td>
</tr>
<tr>
<td width="100" bgcolor="#0000FF" valign="top">
<br><br>
<a href="principal.php">
</a>
<br><br>
<a href="veiculos.php">
</a>
<br><br>
<a href="locais.php">
</a>
<br><br>
<a href="atendimento0.php">
</a>
<br><br>
<a href="index.php">
</a>
<br><br>
</td>

<form action="cadastrar_locais.php" name="cadastro" method="post">
<td width="700" align="top">
<p align="center">Você está na página de <font size="4">LOCAIS:</font><br><br>
<br><br>O que deseja fazer?<br><br><br>
<input type="submit" value="Cadastrar"></form>
<form action="visualizar_locais.php" name="visualizar_locais" method="post">
<input type="submit" value="Visualizar"></form>

</td></tr>
<tr>
<td width="820" bgcolor="#000099" colspan="3">
<p align="center"><font color="#FFFFFF"><i>SIGGENELM</i></font></td></tr>
</table>
</body>
</html>

```

18 Login.php

```

<?php
include ("conectar.php"); //conecta com o bd

$nome = $_POST['nome'];
$senha = $_POST['senha'];

//faz a confirmação de nome e senha no db

$logar = mysql_query("SELECT * FROM usuarios WHERE (nome='".$nome.'" AND senha='".$senha."')") or
die("erro ao selecionar");
$linhas = mysql_num_rows ($logar);

if ($linhas == 1){
    session_start();
    $_SESSION['nome'] = '".$nome.'';
    $_SESSION['senha'] = '".$senha.'';

    header("location: principal.php");
    mysql_query($logar);

}
else {

    echo "Você NÃO entrou no sistema!<br>
        Isso aconteceu provavelmente porque: <br>
        1)Seus dados de login e senha não constam no cadastro.<br>
        2)Você digitou seu login e/ou sua senha errados.<br>
        <a href=index.php> Clique aqui</a> para logar novamente ou <a href=cadastro.php>
    Cadastre-se agora!</a>";

}
?>

```

19 Logout.php

```

<?php
    session_start();
    session_destroy();
    header ("location: index.php");
?>

```

20 Principal.php

```

<?php
session_start();
?>
<html>
<head>
<u></u><title>Página Principal do SIGGENELM</title>
</head>
<body>
<table border="0" width="100%" cellpadding="0" cellspacing="0">
<tr>
<td width="820" height="3" colspan="3" style="background-color: #000080">&nbsp;  </td>
</tr>
<tr>
<td width="100" bgcolor="#0000FF" valign="top">
<br><br>
<a href="principal.php">
</a>
<br><br>
<a href="veiculos.php">
</a>
<br><br>
<a href="locais.php">
</a>
<br><br>
<a href="atendimento0.php">
</a>
<br><br>
<a href="index.php">
</a>
<br><br>
</td>
<td width="700" align="top">
<p align="center"><br><br>Você está na página principal do <font
size="4">SIGGENELM!</font><br><br>
Escolha no menu ao lado o que deseja usar do sistema.
<br><br>

<br><br><br><br>
</td></tr>

<tr>
<td width="820" bgcolor="#000099" colspan="3">
<p align="center"><font color="#FFFFFF"><i>SIGGENELM</i></font></td></tr>
</table>
</body>
</html>

```


21 Veiculos.php

```

<?php
session_start();
?>
<html>
<head>
<u></u><title>Página de Veículos do SIGGENELM</title>
</head>
<body>
<table border="0" width="100%" cellpadding="0" cellspacing="0">
<tr>
<td width="820" height="3" colspan="3" style="background-color: #000080">&nbsp;</td>
</tr>
<tr>
<td width="100" bgcolor="#0000FF" valign="top">
<br><br>
<a href="principal.php">
</a>
<br><br>
<a href="veiculos.php">
</a>
<br><br>
<a href="locais.php">
</a>
<br><br>
<a href="atendimento0.php">
</a>
<br><br>
<a href="index.php">
</a>
<br><br>
</td>
<form action="cadastrar_veiculo.php" name="cadastro" method="post">
<td width="700" align="top">
<p align="center">Você está na página de <font size="4">VEÍCULOS:</font><br><br>
<br><br>0 que deseja fazer?<br><br><br>
<input type="submit" value="Cadastrar"></form>
<form action="visualizar_veiculos.php" name="visualizar_veiculo" method="post">
<input type="submit" value="Visualizar"></form>
</td></tr>
<tr>
<td width="820" bgcolor="#000099" colspan="3">
<p align="center"><font color="#FFFFFF"><i>SIGGENELM</i></font></td></tr>
</table>
</body>
</html>

```

22 Visualizar_locais.php

```

<?php
session_start();
?>
<html>
<head>
<u></u><title>Visualização de Locais necessitados</title>
</head>
<body>
<table border="0" width="100%" cellpadding="0" cellspacing="0">
<tr>
<td width="820" height="3" colspan="3" style="background-color: #000080">&nbsp;&nbsp;&nbsp;</td>
</tr>
<tr>
<td width="100" bgcolor="#0000FF" valign="top">
<br><br>
<a href="principal.php">
</a>
<br><br>
<a href="veiculos.php">
</a>
<br><br>
<a href="locais.php">
</a>
<br><br>
<a href="atendimento0.php">
</a>
<br><br>
<a href="index.php">
</a>
<br><br>
</td>
<td width="700" align="top">
<p align="center"><br><br><br>
&nbsp;&nbsp;&nbsp;Os <font size="4">LOCAIS</font> necessitados neste momento são:</font></p>
<?php
include ("conectar.php"); //conecta com o bd

$visualizar = mysql_query("SELECT * FROM locais") or die("erro ao selecionar");
$resultado = mysql_query($visualizar);
$linha = mysql_num_rows ($visualizar);

mysql_query($visualizar);
echo "<table border='1'
width='100%'><tr><td><b>Código</b></td><td><b>Nome</b></td><td><b>Importância</b></td><td><b>Qtde
_clientes</b></td>";

```

```

echo
"<td><b>Latitude</b></td><td><b>Longitude</b></td><td><b>Necessidade</b></td><td><b>Tempo_restabe
lecimento</b><td><b>Status</b></td></tr>";
while ($linha = mysql_fetch_array ($visualizar)){
    echo "<tr><td>{$linha['codigo']}</td>";
    echo "<td>{$linha['nome']}</td>";
        echo "<td>{$linha['importancia']}</td>";
        echo "<td>{$linha['qtde_clientes']}</td>";
    echo "<td>{$linha['latitude']}</td>";
    echo "<td>{$linha['longitude']}</td>";
    echo "<td>{$linha['necessidade']}</td>";
        echo "<td>{$linha['tempo_restabel']}</td>";
        echo "<td>{$linha['status']}</td></tr></br>";
    }
echo "</table>";
?>
<form action="alterar_locais.php" name="alterar_locais" method="post">
<p align="center"><br>
&nbsp;&nbsp;&nbsp;Caso deseje <font size="4"> ALTERAR</font> algum dos locais listados acima, digite seu
Código abaixo:</p>
<div align="center"><center>
<input type="text" name="codigo" size="5"><br><br>
<input type="submit" value="Alterar Local"><br>
</form>

<form action="excluir_locais.php" name="excluir_locais" method="post">
<p align="center"><br>
&nbsp;&nbsp;&nbsp;Caso deseje <font size="4"> EXCLUIR</font> algum dos locais listados acima, digite seu
Código abaixo:</p>
<div align="center"><center>
<input type="text" name="codigo" size="5"><br><br>
<input type="submit" value="Excluir Local"><br>
</form>

</p>
<form action="locais.php" name="principal" method="post">
<p align="center"><br>
Caso esteja satisfeito com os locais listados acima retorne à página anterior&nbsp;&nbsp;&nbsp;<a
href=locais.php>Clicando aqui</a></p>
</form>
<div align="left"><left>
<tr>
<td width="820" bgcolor="#000099" colspan="3">
<p align="center"><font color="#FFFFFF"><i>SIGGENELM</i></font></td></tr>
</table>
</body>
</html>

```

23 Visualizar_veiculos.php

```

<?php
session_start();
?>
<ht<html>
<head>
<u></u><title>Visualização de Veículos disponíveis</title>
</head>
<body>
<table border="0" width="100%" cellpadding="0" cellspacing="0">
<tr>
<td width="820" height="3" colspan="3" style="background-color: #000080">&nbsp;&nbsp;&nbsp;</td>
</tr>
<tr>
<td width="100" bgcolor="#0000FF" valign="top">
<br><br>
<a href="principal.php">
</a>
<br><br>
<a href="veiculos.php">
</a>
<br><br>
<a href="locais.php">
</a>
<br><br>
<a href="atendimento0.php">
</a>
<br><br>
<a href="index.php">
</a>
<br><br>
</td>
<td width="700" align="top">
<p align="center"><br><br><br>
&nbsp;&nbsp;&nbsp;Os <font size="4">VEÍCULOS</font> disponíveis neste momento são:</p>
<?php

include ("conectar.php"); //conecta com o bd

$visualizar = mysql_query("SELECT * FROM veiculos ") or die("erro ao selecionar");
$resultado = mysql_query($visualizar);
$linha = mysql_num_rows ($visualizar);

mysql_query($visualizar);

```

