



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Engenharia

Leila Souza de Oliveira

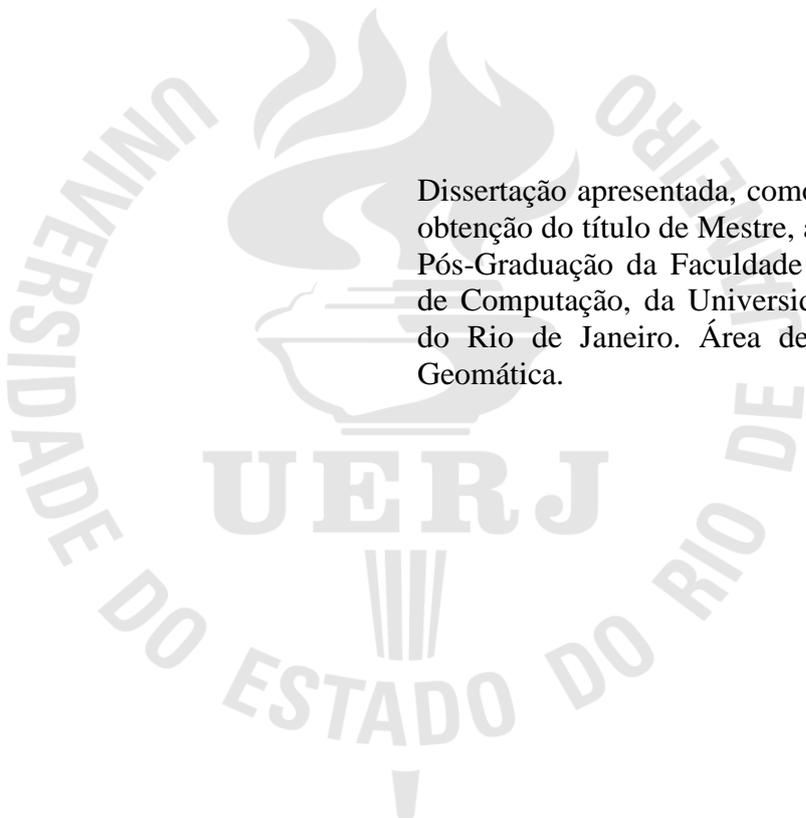
**Metodologia de avaliação do sistema educacional no estado do
Rio de Janeiro baseado em lógica nebulosa**

Rio de Janeiro

2012

Leila Souza de Oliveira

**Metodologia de avaliação do sistema educacional no estado do
Rio de Janeiro baseado em lógica nebulosa**



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

Orientadores: Prof. Dr. Flavio Joaquim de Souza

Prof. Dr. Orlando Bernardo Filho

Rio de Janeiro

2012

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

O48 Oliveira, Leila Souza de.
Metodologia de avaliação do sistema educacional no estado do Rio de Janeiro baseado em lógica nebulosa / Leila Souza de Oliveira. - 2012.
89 f.

Orientadores: Flavio Joaquim de Souza. Orlando Bernardo Filho.
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia.

1. Engenharia de Computação. 2. Análise do sistema educacional (RJ) – Dissertação. 3. Lógica nebulosa — Dissertação. 4. Lógica Fuzzy. 5. Sistema de Informação Geográfica. I. Souza, Flavio Joaquim de. II. Bernardo Filho, Orlando. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. IV. Título.

CDU 004.41:37

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

Assinatura

Data

Leila Souza de Oliveira

Metodologia de avaliação do sistema educacional no estado do
Rio de Janeiro baseado em lógica nebulosa

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

Aprovado em: 29 de agosto de 2012.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Flávio Joaquim de Souza (Orientador)
Faculdade de Engenharia – UERJ

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

Prof^a. Dr^a. Maria Luiza Fernandes Velloso
Faculdade de Engenharia – UERJ

Prof^a. Dr.^a Luiza Maria Oliveira - Silva
Faculdade Ibmecc - RJ

Rio de Janeiro

2012

DEDICATÓRIA

A Deus por me dar forças, guiar e proteger todos os dias e a minha família pela ajuda e compreensão.

AGRADECIMENTOS

À UERJ.

Ao departamento de Engenharia de Sistemas e Computação, pelo padrão do curso.

Aos professores Flávio Joaquim de Souza e Orlando Bernardo Filho, por terem sido orientadores exemplares.

Aos demais professores e amigos do curso de Geomática, que contribuíram de alguma forma para minha formação.

Ao amigo Ailton Furtado, pelo apoio e ajuda.

RESUMO

OLIVEIRA, Leila Souza. **Metodologia de avaliação do sistema educacional no estado do Rio de Janeiro baseado em lógica nebulosa**. 2012. 89f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Computação) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

Este trabalho propõe-se a descrever uma metodologia para avaliação do sistema de educação fundamental do Estado do Rio de Janeiro, que utiliza a teoria dos conjuntos nebulosos como base, no processo de inferência para geração do “Indicador Avaliação do Sistema Educacional” (IASE). A base de dados utilizada para criação do indicador IASE foi extraída de dados obtidos do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Em seguida, os resultados obtidos são apresentados em um Sistema de informação Geográfica (SIG) possibilitando compreender a correlação de valores alfanuméricos e espacial das informações geradas no sistema nebuloso, de modo apoiar a tomada de decisão das ações governamentais no setor.

Palavras-Chave: Lógica Fuzzy; Lógica nebulosa; Sistema de Informações Geográficas; SIG.

ABSTRACT

This study aims to describe a methodology to evaluate the system of primary education in the State of Rio de Janeiro, which uses the theory of fuzzy sets as a basis in the inference process for generating the "Indicator Assessment Educational System" (IASE). The database used to create the indicator IASE was extracted from data obtained from the National Institute of Educational Studies Teixeira (INEP). Then the results are presented in a Geographic Information System (GIS) enabling to understand the correlation of alphanumeric values and spatial information generated in the fuzzy system in order to support the decision making of government actions in the sector.

Keywords: Fuzzy logic; Geographic Information System; GIS.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema de Inferência Nebuloso	16
Figura 2 – Função de Pertinência das notas de Português e Matemática	17
Figura 3 – Representação Linguística das Variáveis do Sistema Nebuloso	19
Figura 4 - Estrutura Geral de Sistemas de Informação Geográfica	22
Figura 5 – Diagrama de Bloco do IASE	24
Figura 6 – Base de Regras Modelo - SIF1	27
Figura 7 – Função de Pertinência – Português	28
Figura 8– Função de Pertinência – Matemática	29
Figura 9 – Funções de Pertinência – Média (SIF1)	30
Figura 10 – Classificação de Regras Modelo Nebuloso - SIF2	32
Figura 11 – Funções de Pertinência – Média (SIF2)	33
Figura 12 – Funções de Pertinência – Aprovação	34
Figura 13 – Funções de Pertinência – IASE	35
Figura 14 – Municípios com Índice de Média – SIF1	36
Figura 15 – Regras Atingidas pelo Município de Cambuci	37
Figura 16 – Regras Atingidas pelo Município de Cantagalo	38
Figura 17 – Regras Atingidas pelo Município de Resende	39
Figura 18 – Regras Atingidas pelo Município do Rio de Janeiro	40
Figura 19 – Municípios com índice de Média – SIF2	41
Figura 20 – Direita Média e Esquerda IASE. Município de Itaboraí	41
Figura 21 – Regras Atingidas pelo Município de Itaboraí	42
Figura 22 – Direita Média e Esquerda IASE. Município de Sapucaia	43
Figura 23 – Regras Atingidas pelo Município de Sapucaia	44
Figura 24 – Direita Média e Esquerda IASE. Município de Sumidouro	44
Figura 25 – Regras Atingidas pelo Município de Sumidouro	45
Figura 26 – Regras Atingidas pelo Município de Valença	46
Figura 27 – Direita Média e Esquerda IASE. Município de Valença	46
Figura 28 – Direita Prova Brasil e Esquerda IASE Município de Campos Goytacazes	47
Figura 29 – Direita Prova Brasil e Esquerda IASE Município do Rio de Janeiro	48
Figura 30 – Direita Prova Brasil e Esquerda IASE Município de Bom Jesus Itabapoana .	48

Figura 31 – Direita Prova Brasil e Esquerda IASE Município de Bom Jardim	49
Figura 32 – Direita IDEB e Esquerda IASE Município de Cambuci	50
Figura 33 – Direita IDEB e Esquerda IASE Município de São Francisco de Itabapoana ..	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Base de Dados IASE Dados INEP	25
Tabela 2 – Classificação Linguística do Modelo Nebuloso (SIF1)	26
Tabela 3 – Classificação Linguística do Modelo Nebuloso (SIF2)	31

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	12
Motivação	13
Justificativa.....	13
Objetivo	13
Apresentação do trabalho	14
1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS	14
1.1 O Sistema de Avaliação da Educação Básica.....	14
1.1.1 Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Educacionais Anísio Teixeira.....	15
1.2 Lógica Nebulosa	15
1.2.1 Conceito de Conjunto nebuloso e função de pertinência	16
1.2.2 Operações com Conjuntos Nebulosos	18
1.2.2.1 Operadores.....	18
1.2.2.2 Variáveis Linguísticas	18
1.2.2.3 Sistema de Inferência Nebuloso	19
1.2.2.4 Fuzzificação.....	19
1.2.2.5 Desfuzzificador.....	19
1.3 Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica.....	20
1.3.1 Conceituação	20
1.3.2 Áreas de Aplicação.....	20
1.3.3 Estrutura Geral de Sistemas de Informação Geográfica.....	21
1.3.4 Histórico na Tecnologia SIG	22
2 LÓGICA NEBULOSA APLICADA A GERAÇÃO DO ÍNDICE IASE	24
2.1 Modelo conceitual do índice IASE.....	24
2.2. Base de Dados	25
2.3 Sistema de Inferência Nebuloso (SIF1).....	25
2.3.1 Variáveis Linguísticas	25
2.3.2 Base de Regras	26
2.4 Sistema de Inferência Nebuloso (SIF2).....	30
2.4.1 Variáveis Linguísticas	31
2.4.2 Base de Regras	31

3 ESTUDO DE CASO	36
3.1 Introdução.....	36
3.2 Análise Individual SIF 1.....	36
3.3 Análise Individual SIF 2.....	40
3.4 Análise Individual IASE e PROVA BRASIL.....	46
3.5 Análise Individual IASE E IDEB.....	49
4 CONCLUSÕES	51
4.1 Trabalhos Futuros.....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
APÊNDICE A	55
APÊNDICE B.....	82
APÊNDICE C.....	84

INTRODUÇÃO

A informação é um elemento fundamental para subsidiar o processo de planejamento e de tomada de decisão, que possibilita uma gestão com eficiência e qualidade. Nesse contexto, num ambiente de crescentes e complexas demandas sociais, a busca das instituições governamentais pela manutenção da credibilidade junto à população tem levado cada vez mais os gestores públicos a buscar instrumentos e ferramentas que assegurem a recuperação da capacidade gerencial.

A busca por padrões de desempenho que atendam as exigências da sociedade também é refletida na educação através de sistemas de avaliação. Essas avaliações são desenvolvidas pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), tem o objetivo de avaliar a qualidade do ensino oferecido pelo sistema educacional brasileiro a partir de testes padronizados e questionários socioeconômicos. O Sistema de Avaliação da Educação Básica é composto de vários exames, dentre eles o sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e o exame complementar Prova Brasil, realizado pelo INEP/MEC, abrangendo estudantes das rede pública e privada do país, localizados em área rural e urbana matriculados na 4ª e 8ª séries (ou 5º e 9º anos) do ensino fundamental e também no 3º ano do ensino médio. São aplicadas provas de Língua Portuguesa e matemática. A avaliação é feita por amostragem. Nesses extratos, os resultados são apresentados para cada unidade da Federação e para o Brasil como um todo, sendo as avaliações realizadas a cada dois anos. (INEP, 2011).

A partir das informações do SAEB e da Prova Brasil, o MEC e as secretarias estaduais e municipais de Educação podem definir ações voltadas ao aprimoramento da qualidade da educação no país e a redução das desigualdades existentes, promovendo, por exemplo, a correção de distorções e debilidades identificadas e direcionando seus recursos técnicos e financeiros para áreas identificadas como prioritária. (MEC, 2011).

As avaliações na área da educação compõe um conjunto complexo de variáveis e o uso de novas tecnologias para a análise da qualidade da educação em larga escala agrega novas possibilidades se comparada a métodos tradicionais, que consideram os limites como rígidos, quando na verdade desempenhos acadêmicos de alunos e índice de aproveitamento não

devem ser expressos de forma booleana, ou seja, falso ou verdadeiro e pertence e não pertence.

Nesta dissertação é apresentada uma metodologia que utiliza a teoria dos conjuntos nebulosos para modelagem das incertezas presentes nos indicadores que irão compor um indicador de Avaliação do Sistema Educacional (IASE) do Estado do Rio de Janeiro. Entrevistas com especialistas do domínio de aplicação do trabalho auxiliaram nas etapas de modelagem do sistema nebuloso proposto. Após a geração do indicador IASE, por unidade territorial, será utilizado um sistema de Informação Geográfica (SIG) para a espacialização e avaliação dos resultados, possibilitando melhor analisar os dados gerados pelo sistema nebuloso de modo apoiar a tomada de decisão do gestor público.

Motivação

O presente trabalho tem como motivação a proposição de uma metodologia como alternativa à construção do Índice Avaliação do Sistema Educacional (IASE) da educação básica, que utiliza a teoria dos conjuntos nebulosos como base, e a espacialização através de um sistema de Informação Geográfica (SIG), possibilitando compreender a correlação de valores alfanuméricos e espacial das informações geradas no sistema nebuloso, de modo a apoiar a tomada de decisão do gestor público.

Justificativa

Complementar esforços no estudo e pesquisa na área educacional visando à aplicação adequada de recursos onde há demanda por melhorias e auxílio a estudos e projetos de sistemas computacionais para representar e simular o raciocínio humano.

Servir como fonte de consulta para outras pesquisas semelhantes. Para isto foram utilizados técnicas de análise espacial associados à Inteligência computacional (lógica nebuloso).

Objetivo

O propósito deste trabalho é descrever uma metodologia para criação de um indicador de desenvolvimento acadêmico do ensino fundamental do Estado do Rio de Janeiro que utilize a teoria dos conjuntos nebulosos como base. Calcular, para cada município do Estado do Rio de Janeiro, com os dados apurados pelo Prova Brasil/INEP e todos pela educação, um indicador nebuloso Avaliação do Sistema Educacional (IASE), aplicar o resultado no sistema de informação geográfica (SIG) procurando melhor analisar os resultados obtidos no sistema nebuloso.

Apresentação do trabalho

A dissertação está estruturada em 5 capítulos, resumidos a seguir.

No Capítulo 1 está a parte introdutória do trabalho, apresentando também sua motivação, justificativa e objetivo. O Capítulo 2 proporciona uma visão geral dos conceitos necessários para o entendimento do escopo do trabalho desenvolvido. O Capítulo 3 apresenta construção do indicador para avaliação do sistema educacional (IASE) baseado em lógica nebulosa. No Capítulo 4 apresenta estudo de caso dos resultados obtidos. Finalmente, o Capítulo 5 apresenta as conclusões do trabalho.

1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Este capítulo será apresentado os conceitos relativos ao sistema de Avaliação da Educação Básica, e do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio de Teixeira (INEP). Serão abordados os conceitos de lógica nebulosa, incluindo o funcionamento de um sistema de inferência nebuloso, a classificação das variáveis linguística e o sistema de defuzificação. Finalmente a arquitetura dos sistemas de informações geográficos (SIG), áreas de aplicação e histórico na tecnologia SIG.

1.1 O Sistema de Avaliação da Educação Básica

O Prova Brasil e o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB) são avaliações para diagnóstico, em larga escala, desenvolvidas pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC). Têm o objetivo de avaliar a

qualidade do ensino oferecido pelo sistema educacional brasileiro a partir de testes padronizados e questionários socioeconômicos. (INEP, 2011)

Nos testes aplicados na quarta e oitava séries (quinto e nono anos) do ensino fundamental e na terceira série do ensino médio, os estudantes respondem a itens (questões) de língua portuguesa, com foco em leitura, e matemática, com foco na resolução de problemas. No questionário socioeconômico, os estudantes fornecem informações sobre fatores de contexto que podem estar associados ao desempenho. (MEC, 2011)

Professores e diretores das turmas e escolas avaliadas também respondem a questionários que coletam dados demográficos, perfil profissional e de condições de trabalho.

A partir das informações do SAEB e da Prova Brasil, o MEC e as secretarias estaduais e municipais de Educação podem definir ações voltadas ao aprimoramento da qualidade da educação no país e a redução das desigualdades existentes, promovendo, por exemplo, a correção de distorções e debilidades identificadas e direcionando seus recursos técnicos e financeiros para áreas identificadas como prioritárias. (INEP, 2011)

As médias de desempenho nessas avaliações também subsidiam o cálculo do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), ao lado das taxas de aprovação nessas esferas.

Além disso, os dados também estão disponíveis a toda a sociedade que, a partir dos resultados, pode acompanhar políticas executadas pelas diferentes esferas de governo. No caso da Prova Brasil, ainda pode ser observado o desempenho específico das escolas.

1.1.1 Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

O Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), tem o objetivo de avaliar a qualidade do ensino oferecido pelo sistema educacional brasileiro a partir de testes padronizados e questionários socioeconômicos. O Sistema de Avaliação da Educação Básica é composto de vários exames, dentre eles o sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e o exame complementar Prova Brasil, realizado pelo INEP. A avaliação é feita por amostragem. Nesses estratos, os resultados são apresentados para cada unidade da Federação e para o Brasil como um todo. (INEP, 2011).

1.2 Lógica Nebulosa

Introduzida por Zadeh em 1965 a lógica Fuzzy, ou lógica nebulosa, ou lógica difusa foi construída a partir dos conceitos da lógica clássica, com o acréscimo de novos operadores. (ARTERO, 2009).

A figura 1 é a representação da estrutura básica de um SIF. Este modelo fornece uma ideia do fluxo da informação.

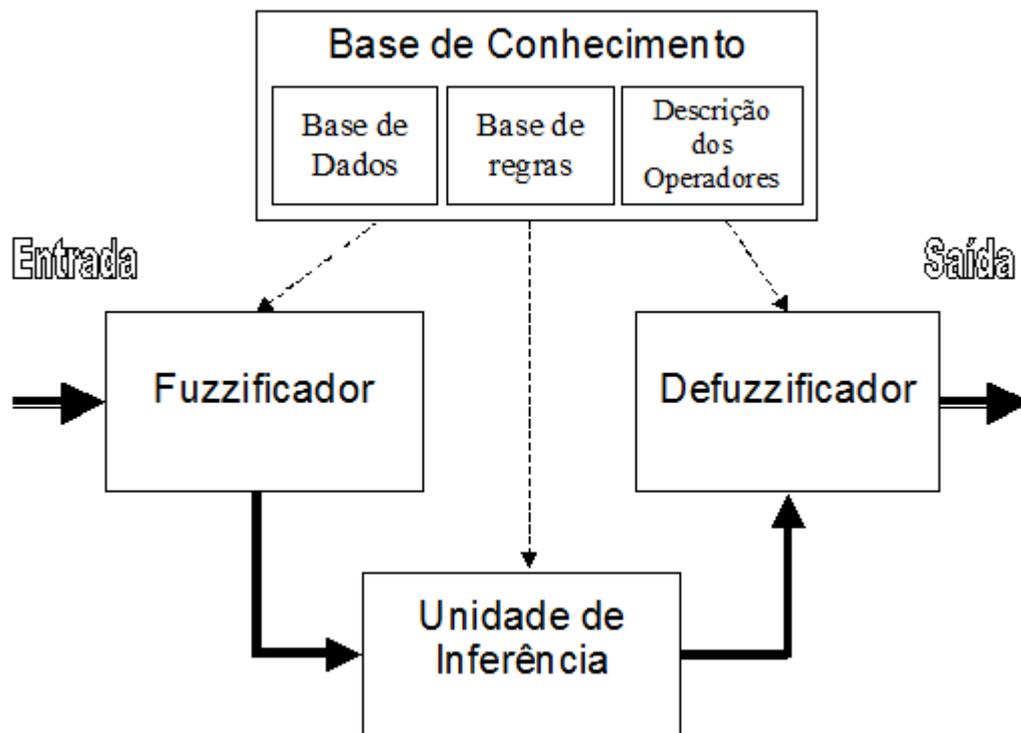


Figura 1 – Sistema de Inferência Nebuloso – fonte: (MARANHÃO, 2009).

1.2.1 Conceito de Conjunto nebuloso e função de pertinência

Na teoria clássica dos conjuntos, ou o elemento pertence ao conjunto, ou não pertence. Pode-se definir este conjunto por meio da chamada relação de pertinência, mapeada por:

$$\mu_A(x): U \rightarrow \{0,1\}$$

Definindo o grau de pertinência da seguinte forma:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{se } X \in A \\ 0 & \text{se } X \notin A \end{cases}$$

Assim, $\mu_A(x)$ significa o grau de pertinência do valor x no conjunto A .

Na lógica nebulosa infinitos valores podem ser usados, ao invés de pertence ou não pertence a um conjunto, o elemento tem um grau de pertinência ao conjunto, definido pela seguinte função de pertinência.

$$\mu_A(x): U \rightarrow [0,1]$$

A forma que cada ponto de entrada é mapeado em um valor de pertinência no intervalo $[0,1]$ é a função de pertinência na teoria dos conjuntos nebulosos, (RAPELLO, 2009).

Por exemplo, figura 2 representa o conjunto nebuloso da média das notas de português e matemática. Para classificá-las pelo sistema nebuloso, optou-se por normalizar os valores de modo que em todos os casos seus valores estejam compreendidos entre 0 e 100.

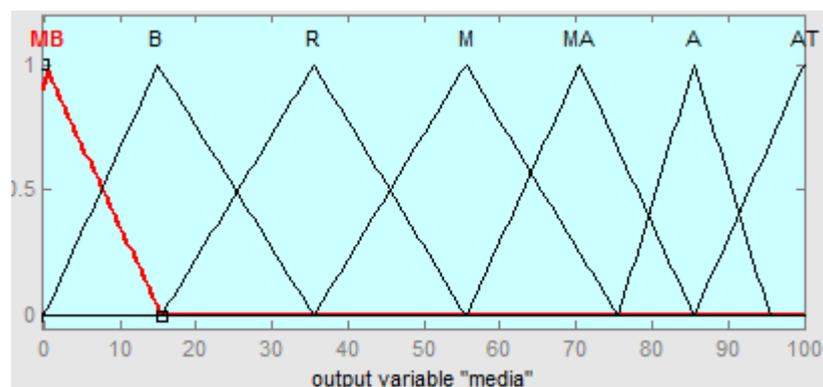


Figura 2: Função de Pertinência das notas de Português e Matemática.

A classificação linguística da média é Muito Baixa (MB), Baixa (B), Regular (R), Média (M) Média, Alta (MA) e Altíssima (AT).

1.2.2 Operações com Conjuntos Nebulosos

As operações dos conjuntos nebulosos A e B é similar às operações usadas nos conjuntos convencionais da lógica clássica. Os operadores propostos por Zadeh são apresentados a seguir.

1.2.2.1 Operadores

Complemento ou Negação, dado um valor nebuloso $\mu_A(x)$ é representado pela equação.

$$\neg \mu_A(x) = 1 - \mu_A(x)$$

União ou Disjunção (OU lógico), dados dois conjuntos nebulosos A e B é representado pela equação.

$$\mu_{A \oplus B}(x) = \text{máximo} \{ \mu_A(x), \mu_B(x) \}$$

Inserção ou conjunção (E lógico), dados dois conjuntos nebulosos A e B, é dada por:

$$\mu_{A \cdot B}(x) = \text{mínimo} \{ \mu_A(x), \mu_B(x) \}$$

1.2.2.2 Variáveis Linguísticas

Segundo (REZENDE, 2005), uma variável linguística é definida como uma entidade utilizada para representar de modo impreciso e, portanto, linguístico, um conceito ou uma variável de um dado problema. “Ela admite como valores apenas expressões linguísticas, como “Alto”, Muito Alto” dentre outros. Estes valores contrastam com os valores assumidos por uma variável numérica, que admite valores precisos (ou seja, numéricos).

Por exemplo, a figura 3 representa a classificação das variáveis do sistema nebuloso após consulta aos especialistas da área. As variáveis são classificadas linguisticamente da seguinte forma: Baixa (B), Regular (R), Média (M), e Alta (A).

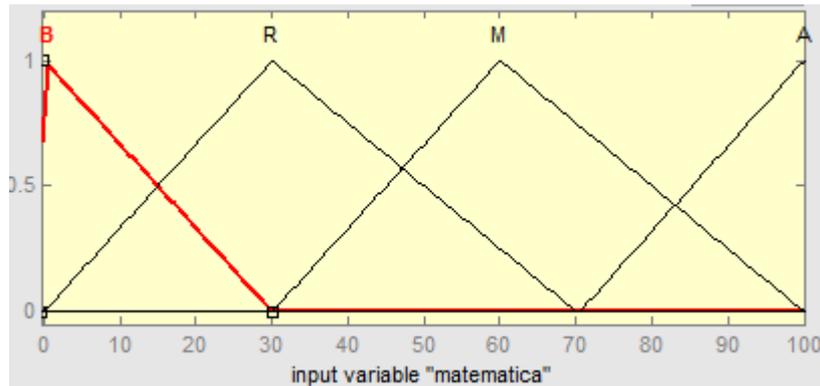


Figura 3: Representação Linguística das Variáveis do Sistema Nebuloso.

Definidas as variáveis de entrada do sistema nebuloso, é estabelecido o conjunto de regras nebulosas para que possa ocorrer o processamento e na sequência após a defuzzificação gera o índice.

1.2.2.3 Sistema de Inferência Nebuloso

A inferência é realizada usando regras de produção nas quais o antecedente e o conseqüente são conjuntos nebulosos. Estas regras devem ser construídas com a ajuda de especialistas da área do problema a ser resolvido, e representam o conhecimento necessário à tomada das decisões. (TANSCHKEIT,1999).

If <antecedentes> then <consequente>

1.2.2.4 Fuzzificação

Segundo (SANDRI,1999), para que valores absolutos possam ser processados em um sistema usando lógica nebulosa, é preciso que eles sejam convertidos em valores nebulosos. Este processo de transformar um valor real na sua representação nebulosa, com o objetivo de expressá-lo como uma medida de imprecisão, chama-se fuzzificação.

1.2.2.5 Desfuzzificador

Segundo (ARTERO,2009), o processo contrário à fuzzificação é chamado defuzzificação, e transforma um valor nebuloso em um valor real, que é a resposta desejada em sistemas reais. Novamente, os especialistas da área do problema a ser resolvido, devem ajudar na construção das curvas de saídas.

1.3 Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica

1.3.1 Conceituação

Segundo CÂMARA, DAVIS e MONTEIRO (2000) o termo Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e regatam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial; oferecem ao administrador (urbanista, geógrafo, cartógrafo) uma visão inédita de seu ambiente de trabalho, em que todas as informações disponíveis sobre um determinado assunto estão ao seu alcance, interrelacionadas com base no que lhes é fundamentalmente comum – a localização geográfica. Para que isto seja possível, a geometria e os atributos dos dados num SIG devem estar georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica.

O requisito de armazenar a geometria dos objetos geográficos e de seus atributos representa uma dualidade básica para SIGs. Para cada objeto geográfico, o SIG necessita armazenar seus atributos e as várias representações gráficas associadas. Há pelo menos três grandes maneiras de utilizar um SIG:

- Como ferramenta para produção de mapas;
- Como suporte para análise espacial de fenômenos;
- Como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial.

1.3.2 Áreas de Aplicação

Segundo (OLIVEIRA, 1997) apresenta uma relação mais específica das diversas áreas de aplicação de SIG, divididas em cinco grupos principais:

Ocupação Humana: redes de infraestrutura; planejamento e supervisão de limpeza urbana; cadastramento territorial urbano; mapeamento eleitoral; rede hospitalar; rede de ensino; controle epidemiológico; roteamento de veículos; planejamento urbano; sistema de informações turísticas; controle de tráfego aéreo; sistemas de cartografia náutica; serviços de atendimentos emergenciais.

Uso da Terra: planejamento agropecuário; estocagem e escoamento da produção agrícola; classificação de solos; gerenciamento de bacias hidrográficas; planejamento de barragens; cadastramento de propriedades rurais; levantamento topográfico e planimétrico; mapeamento do uso da terra.

Uso de Recursos Naturais: controle do extrativismo vegetal e mineral; classificação de poços petrolíferos; planejamento de gasodutos e oleodutos; distribuição de energia elétrica; identificação de mananciais; gerenciamento costeiro e marítimo.

Meio Ambiente: controle de queimadas; estudos de modificações climáticas; acompanhamento de emissão e ação de poluentes; gerenciamento florestal de desmatamento e reflorestamento.

Atividades Econômicas: planejamento de marketing; pesquisas socioeconômicas; distribuição de produtos e serviços; transporte em geral.

1.3.3 Estrutura Geral de Sistemas de Informação Geográfica

Pode-se indicar que um SIG tem os seguintes componentes:

- Interface com usuário;
- Entrada e integração de dados;
- Funções de consulta e análise espacial;
- Visualização e plotagem;
- Armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de um banco de dados geográficos).

Estes componentes se relacionam de forma hierárquica. No nível mais próximo ao usuário, a interface homem-máquina define como o sistema é operado e controlado. No nível intermediário, um SIG deve ter mecanismos de processamento de dados espaciais (entrada, edição, análise, visualização e saída).

No nível mais interno do sistema, um sistema de gerência de bancos de dados geográficos oferece armazenamento e recuperação dos dados espaciais e seus atributos.

De uma forma geral, as funções de processamento de um SIG operam sobre dados em uma área de trabalho em memória principal. A ligação entre os dados geográficos e as funções de processamento do SIG é feita por mecanismos de seleção e consulta que definem restrições sobre o conjunto de dados.

A Figura 4 indica o relacionamento dos principais componentes ou subsistemas de um SIG. Cada sistema, em função de seus objetivos e necessidades, implementa estes componentes de forma distinta, mas todos os subsistemas citados devem estar presentes num SIG.

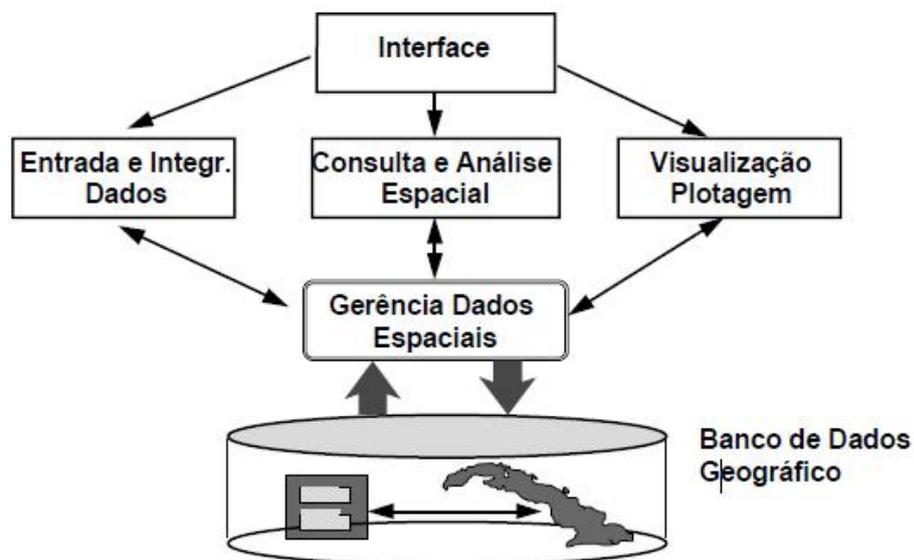


Figura 4 - Estrutura Geral de Sistemas de Informação Geográfica

1.3.4 Histórico na Tecnologia SIG

Ainda baseado na fundamentação de Gilberto Câmara, o conceito SIG atualmente está relacionado com diferentes alternativas. Existe uma grande diversificação de oferta de SIG, onde quatro tecnologias complementares predominam:

GIS Desktop – (Interfaces amigáveis e com ampla funcionalidade)

Os GIS desktop compreendem sistemas descendentes dos costumes cartográficos. Seus recursos envolvendo trabalhos em bancos de dados são limitados e o foco principal de trabalho e resultado é o mapa. Os GIS desktop foram desenvolvidos no início dos anos 80 para ambientes da classe VAX, e a partir da metade daquela década, desenvolvido para sistemas PC/DOS. Esta classe de sistemas é largamente utilizada em projetos específicos, onde não há preocupação na geração de arquivos digitais de dados.

Gerenciadores de Dados Geográficos – (Armazena os dados espaciais em ambiente multiusuário)

Os bancos de dados geográficos se constituem como a 2ª geração de SIG, e está em voga a cerca de 20 anos. Esta tecnologia complementar se caracteriza por ser concebida na utilização de ambientes cliente-servidor, acoplado a gerenciadores de bancos de dados relacionais e com pacotes adicionais para processamento de imagens. Esta geração é entendida como sendo a de sistemas para suporte às instituições.

Componentes GIS – (Ambientes de programação que fornecem insumos para que o usuário crie seu próprio aplicativo geográfico)

Servidores Web de Dados Geográficos (SIG-WEB) – (Utilizados para publicação e acesso a dados geográficos via Internet)

Esta geração de SIG é entendida pelo gerenciamento de grandes bases de dados geográficos, sendo o seu acesso por meio de redes locais e remotas, com interface WWW. Em suma, é uma biblioteca geográfica digital onde um banco de dados geográfico é compartilhado por um conjunto de instituições. Tal biblioteca geográfica precisa estar acessível remotamente e armazenar, além dos dados geográficos, descrições acerca dos metadados e documentos multimídia associados (texto, fotos, áudio e vídeo).

2 LÓGICA NEBULOSA APLICADA A GERAÇÃO DO ÍNDICE IASE

2.1 Modelo conceitual do índice IASE

Serão apresentadas as etapas da metodologia para a construção Índice de Avaliação do Sistema Educacional (IASE), o modelo proposto engloba dois índices nebuloso, um secundário e outro principal, sendo projetados dois SIFs: um para calcular o índice de eficácia, indica a habilidade da escola em ensinar aos alunos os conteúdos programáticos requeridos nas disciplinas português e matemática, e outro para calcular o índice principal, ou seja, o índice IASE que determinará a eficiência, indica a habilidade da administração em transformar em resultados os recursos disponíveis.

O modelo proposto na figura 5, para geração do índice IASE mostra que o índice originou-se de dois Sistemas de Inferência nebuloso, denominados SIF1 e SIF2 respectivamente, sendo que a saída do primeiro sistema de inferência nebuloso (SIF1) constitui uma das entradas do segundo sistema de inferência nebuloso (SIF2).

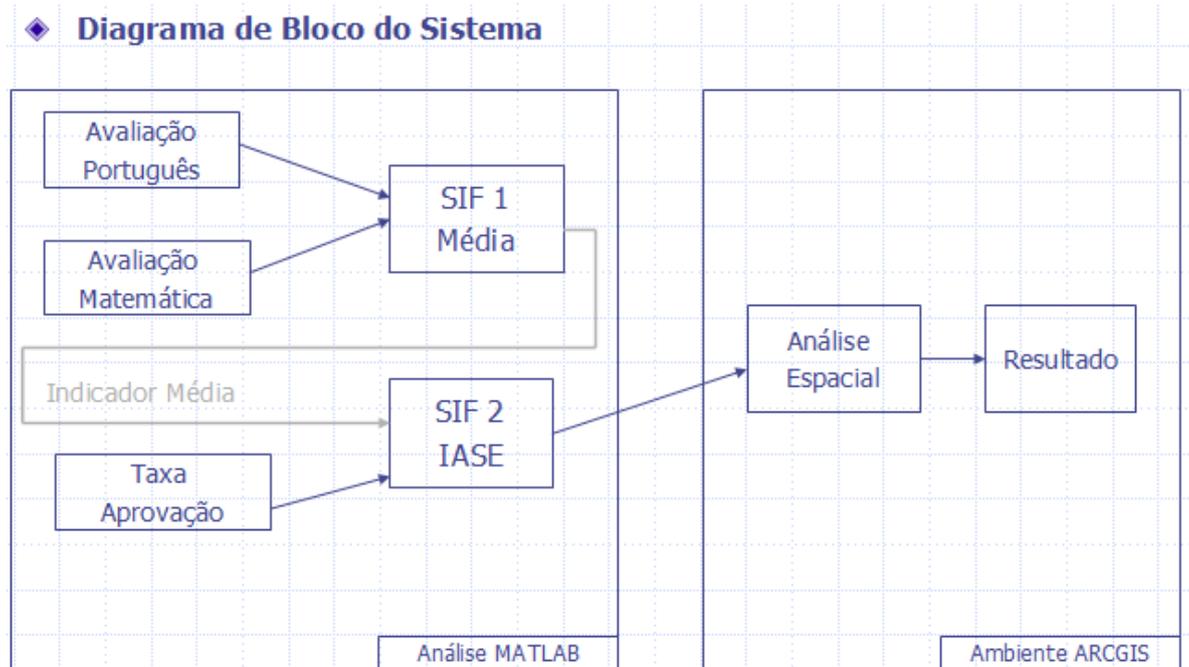


Figura 5: Diagrama de Bloco do IASE

2.2. Base de Dados

O material a ser usado consta das informações do INEP extraídas da Tabela 1.

Ensino Fundamental Regular - Séries Finais (5ª a 8ª série)												
Taxa de Aprovação, Prova Brasil, IDEB e Projeções por Município e Rede 2005, 2007 e 2009												
Sigla da UF	Código do Município	Nome do Município	Rede	Taxa de Aprovação -2009						Nota Prova Brasil - 2009		
				5ª a 8ª	5ª	6ª	7ª	8ª	Indicador de Rendimento (P)	Matemática	Língua Portuguesa	Nota Média Padronizada (N)
RJ	3300100	ANGRA DOS REIS	PÚBLICA	65,7	63,7	63,4	67,9	69,2	0,66	236,97	238,00	4,58
RJ	3300159	APERIBE	PÚBLICA	81,0	79,1	80,7	80,0	85,6	0,81	243,02	239,56	4,71
RJ	3300209	ARARUAMA	PÚBLICA	72,5	65,0	73,1	78,9	79,0	0,74	247,32	246,66	4,90
RJ	3300225	AREAL	PÚBLICA	68,7	62,0	70,3	72,6	71,8	0,69	230,90	240,49	4,52
RJ	3300233	ARMAÇÃO DOS BUZIOS	PÚBLICA	72,4	66,3	71,7	75,8	82,3	0,74	244,24	245,30	4,83
RJ	3300258	ARRAIAL DO CABO	PÚBLICA	65,0	60,9	62,9	69,1	71,4	0,66	243,46	235,56	4,65
RJ	3300308	BARRA DO PIRAI	PÚBLICA	75,3	71,6	73,0	78,8	80,5	0,76	259,68	259,51	5,32
RJ	3300407	BARRA MANSA	PÚBLICA	74,4	71,8	70,5	78,8	77,7	0,75	257,78	254,05	5,20
RJ	3300456	BELFORD ROXO	PÚBLICA	68,0	64,5	66,6	70,3	73,2	0,68	230,51	231,38	4,36
RJ	3300506	BOM JARDIM	PÚBLICA	63,7	56,7	60,2	64,1	83,4	0,65	274,18	273,90	5,80
RJ	3300605	BOM JESUS DO ITABAPOANA	PÚBLICA	82,8	82,1	81,3	84,4	83,9	0,83	261,28	254,62	5,27
RJ	3300704	CABO FRIO	PÚBLICA	73,0	66,3	72,0	76,8	81,3	0,74	253,38	253,80	5,12
RJ	3300803	CACHOIRAS DE MACACU	PÚBLICA	72,9	68,4	71,4	75,3	80,8	0,74	246,01	239,72	4,76
RJ	3300902	CAMBUCI	PÚBLICA	86,6	83,3	80,4	90,9	94,6	0,87	322,34	286,75	6,82
RJ	3300936	CARAPEBUS	PÚBLICA	80,7	81,9	84,2	73,0	83,3	0,80	230,36	223,01	4,22
RJ	3300951	COMENDADOR LEVY GASPARIAN	PÚBLICA	68,8	67,0	66,9	67,5	78,1	0,70	244,50	247,07	4,86
RJ	3301009	CAMPOS DOS GOYTACAZES	PÚBLICA	64,2	60,5	63,6	64,9	69,5	0,64	235,19	230,62	4,43
RJ	3301108	CANTAGALO	PÚBLICA	79,1	70,6	79,6	82,5	86,2	0,79	236,08	225,09	4,35
RJ	3301157	CARDOSO MOREIRA	PÚBLICA	82,0	75,4	82,0	87,0	87,4	0,83	253,76	244,68	4,97
RJ	3301207	CARMO	PÚBLICA	80,4	77,6	79,9	85,8	79,6	0,81	262,98	260,12	5,39
RJ	3301306	CASIMIRO DE ABREU	PÚBLICA	75,0	70,8	72,6	75,3	83,5	0,75	246,00	235,45	4,69
RJ	3301405	CONCEIÇÃO DE MACABU	PÚBLICA	82,2	78,7	79,6	85,7	85,9	0,82	232,44	236,85	4,49
RJ	3301504	CORDEIRO	PÚBLICA	76,4	66,6	77,7	77,4	91,7	0,77	245,95	245,80	4,86
RJ	3301603	DUAS BARRAS	PÚBLICA	70,9	63,2	69,8	75,3	80,9	0,72	264,23	266,22	5,51
RJ	3301702	DUQUE DE CAXIAS	PÚBLICA	65,2	63,3	60,8	71,8	67,7	0,66	227,04	222,03	4,15
RJ	3301801	ENGENHEIRO PAULO DE FRONTIN	PÚBLICA	93,0	90,2	90,1	97,3	94,7	0,93	255,34	252,93	5,14
RJ	3301850	GUAPIMIRIM	PÚBLICA	75,9	71,4	77,8	76,4	80,4	0,76	235,58	237,49	4,55
RJ	3301876	IGUABA GRANDE	PÚBLICA	76,3	74,0	75,2	73,4	85,2	0,77	243,21	244,70	4,80
RJ	3301900	ITABORAI	PÚBLICA	74,9	71,7	73,2	75,4	82,9	0,76	237,37	237,09	4,57

Tabela 1: Base de Dados IASE Dados INEP.

2.3 Sistema de Inferência Nebuloso (SIF1)

O sistema de inferência nebuloso (SIF1), que tem como variáveis de entrada as notas de matemática e português respectivamente, obtidas no site do INEP, tem como saída o índice de eficácia em relação às notas obtidas, que é utilizada como entrada no segundo SIF2 além da taxa de aprovação da 5ª a 8ª série no ano de 2009, obtendo-se a saída o índice (IASE).

2.3.1 Variáveis Linguísticas

A classificação das variáveis do sistema nebuloso após consulta aos especialistas da área consta da Tabela 2, sendo as funções de pertinência triangular utilizada em ambas as

variáveis. As variáveis são classificadas linguisticamente da seguinte forma: Muito Alta (MA), Alta (A), Regular (R), Médio (M), Baixa (B) e Muito Baixa (MB).

Matemática	Português			
	BAIXO	REGULAR	MEDIO	ALTO
BAIXO	MB	B	R	R
REGULAR	B	R	M	MA
MEDIO	R	M	M	A
ALTO	R	MA	A	AT

Tabela 2: Classificação Linguística do modelo - SIF1

2.3.2 Base de Regras

O conjunto de regras nebulosas definidas no SIF1, composta por uma coleção de proposições nebulosa, apresentadas de forma “se-então” como mostra a Figura 6.

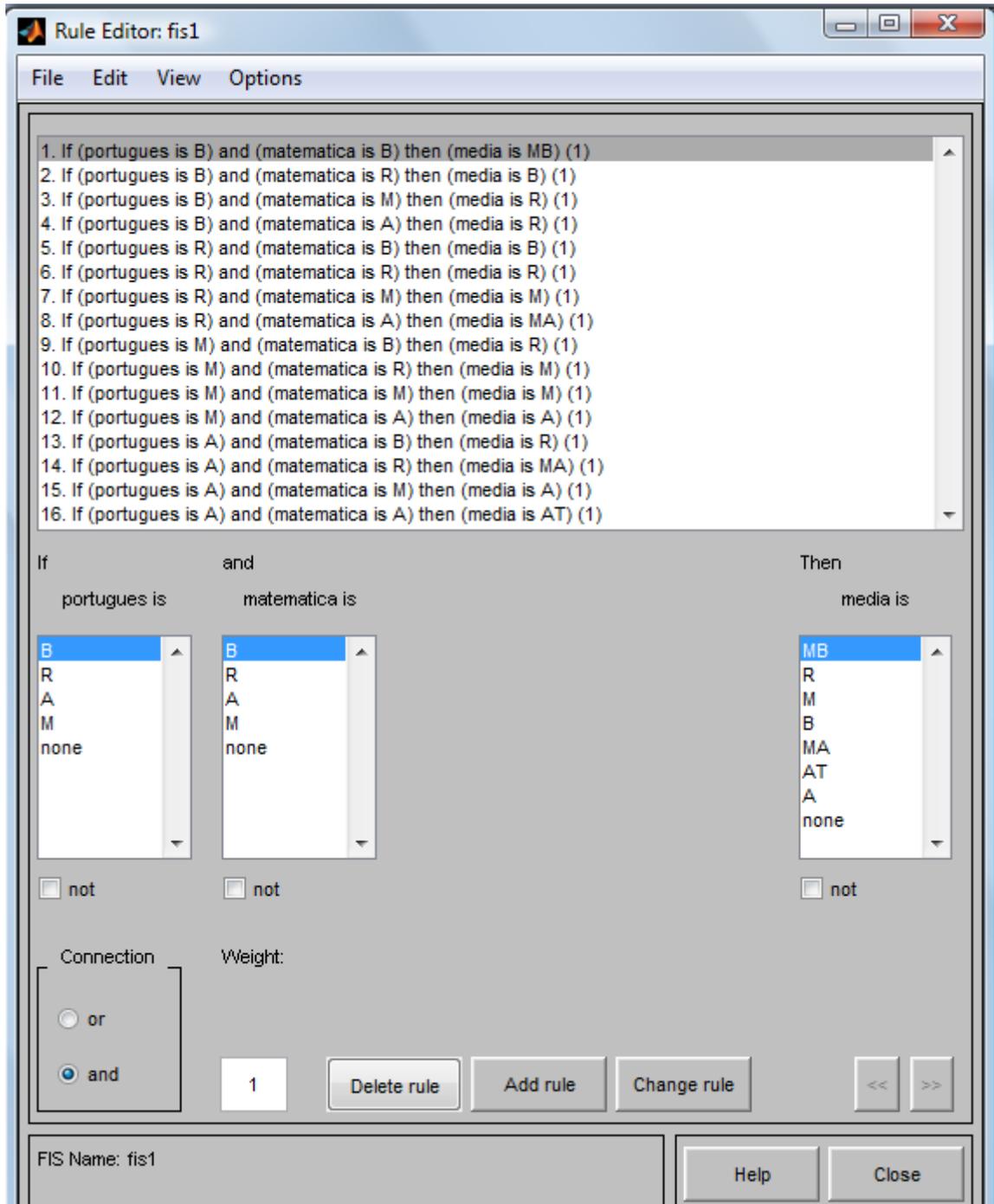


Figura 6: Base de Regras Modelo - SIF1

Tendo como base as faixas de valores compreendidas pelas funções de pertinência triangular mostradas na Figura 7, as notas de português são classificadas linguisticamente como Baixa (B), Regular (R), Media (M) e Alta (A).

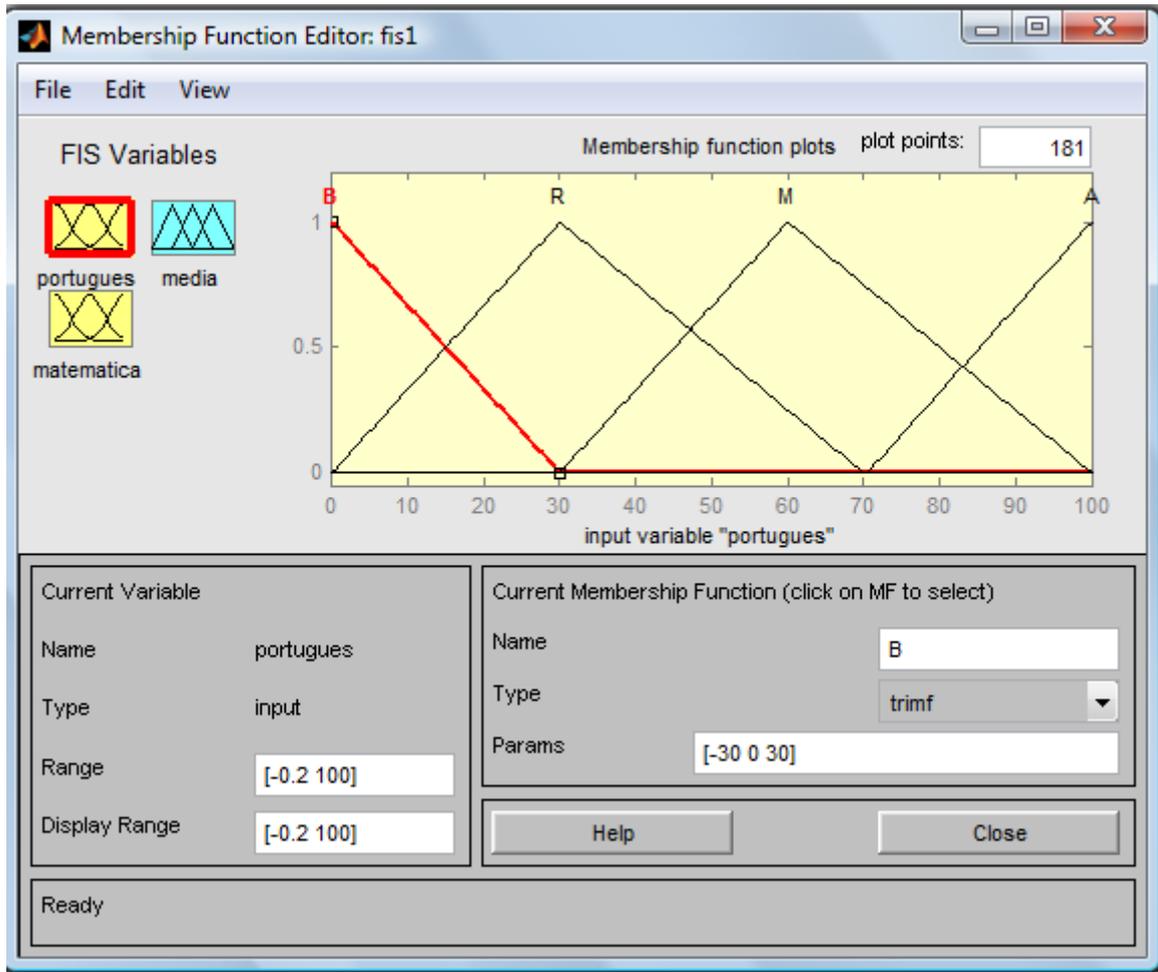


Figura 7: Função de Pertinência - Português

A Figura 8 apresenta a classificação linguística das notas de matemática classificadas como Baixa (B), Regular (R), Media (M) e Alta (A).

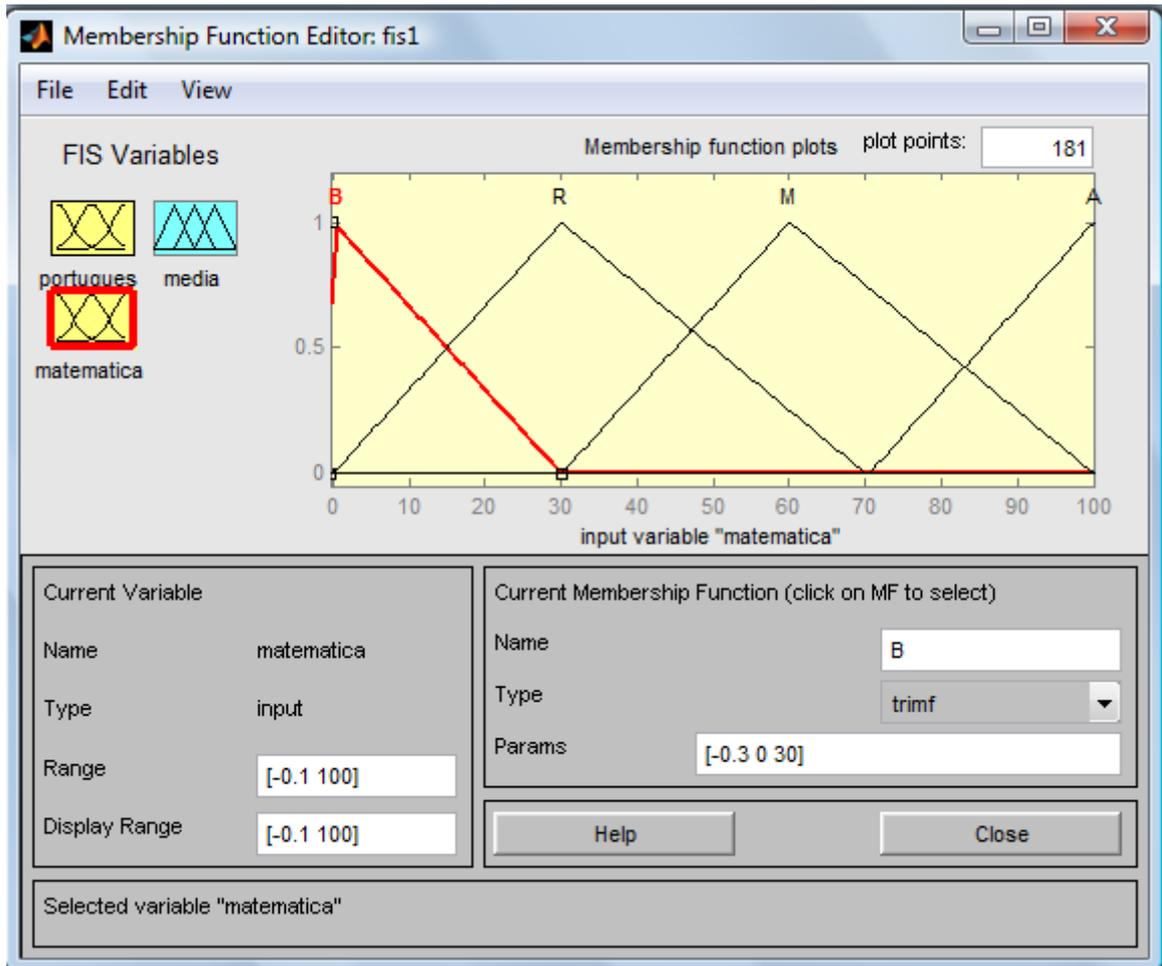


Figura 8: Funções de Pertinência - Matemática

Para classificá-las pelo sistema nebuloso, optou-se por normalizar os valores de modo que em todos os casos seus valores estejam compreendidos entre 0 e 100.

Após a definição das entradas do sistema nebuloso, é estabelecido o conjunto de regras nebulosas ocorrendo o processamento e depois de defuzificada gera o índice média das notas de português e matemática, destacando-se que tais regras contemplam o conhecimento do especialista.

A base para o conjunto de regras nebulosas estabelecidas para o desenvolvimento do índice nebuloso que determina a média, que indica a habilidade da escola em ensinar aos alunos o conteúdo programático requerido nas disciplinas português e matemática.

A Figura 9 ilustra as funções de pertinência triangular que caracterizam as faixas escolhidas para a representação da variável de saída nebulosa (Índice média). A classificação

linguística da média é Muito Baixa (MB), Baixa (B), Regular (R), Média (M), Média Alta (MA) e Altíssima (AT).

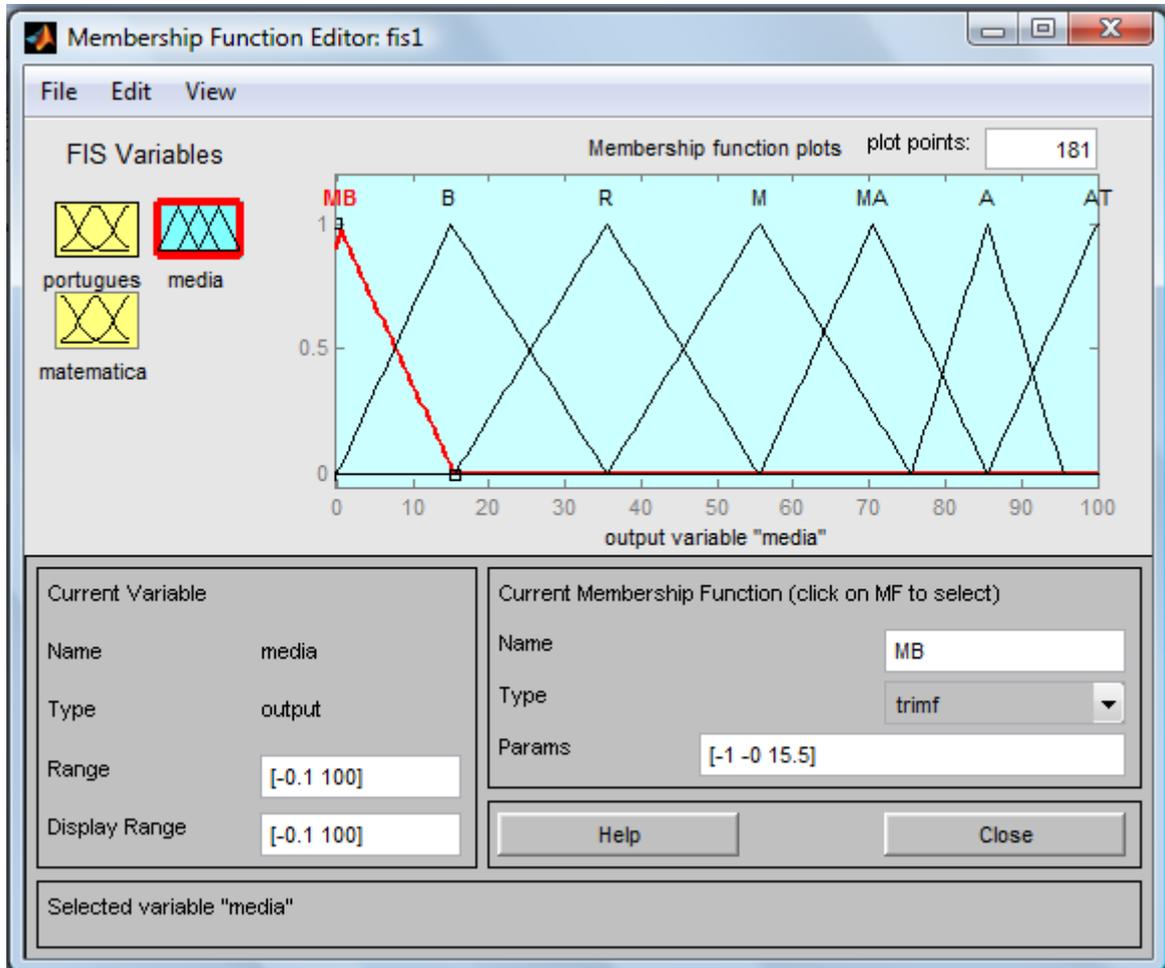


Figura 9: Funções de Pertinência – Média – SIF 1

2.4 Sistema de Inferência Nebuloso (SIF2)

Serão apresentadas: as funções de pertinência utilizadas na classificação linguística das variáveis; as regras nebulosas; o tipo de sistema de inferência utilizado; o método utilizado na defuzzificação; o índice IASE que indica a eficiência da administração em relação a educação.

2.4.1 Variáveis Linguísticas

A classificação das variáveis que consta na Tabela 3, sendo as funções de pertinência triangular utilizada em ambas as variáveis. As variáveis são classificadas linguisticamente da seguinte forma: Muito Alta (MA), Alta (A), Média (M), Média Baixa (MB), Baixa (B) e Muito Baixa (MB).

Taxa de aprovação	Média			
	BAIXO	REGULAR	MEDIO	ALTO
BAIXO	MB	MB	B	B
REGULAR	MB	B	M	M
MEDIO	MB	B	M	A
ALTO	MB	M	A	MA

Tabela 3: Classificação Linguística do modelo nebuloso – SIF2

2.4.2 Base de Regras

Para então ser aplicado o conjunto de regras nebulosas definidas no SIF, composta por uma coleção de proposições nebulosas, apresentadas de forma “se-então”. Para o Sistema de Inferência Nebuloso, denominados SIF2 aplicado um conjunto de regras nebulosas como mostra a Figura 10.

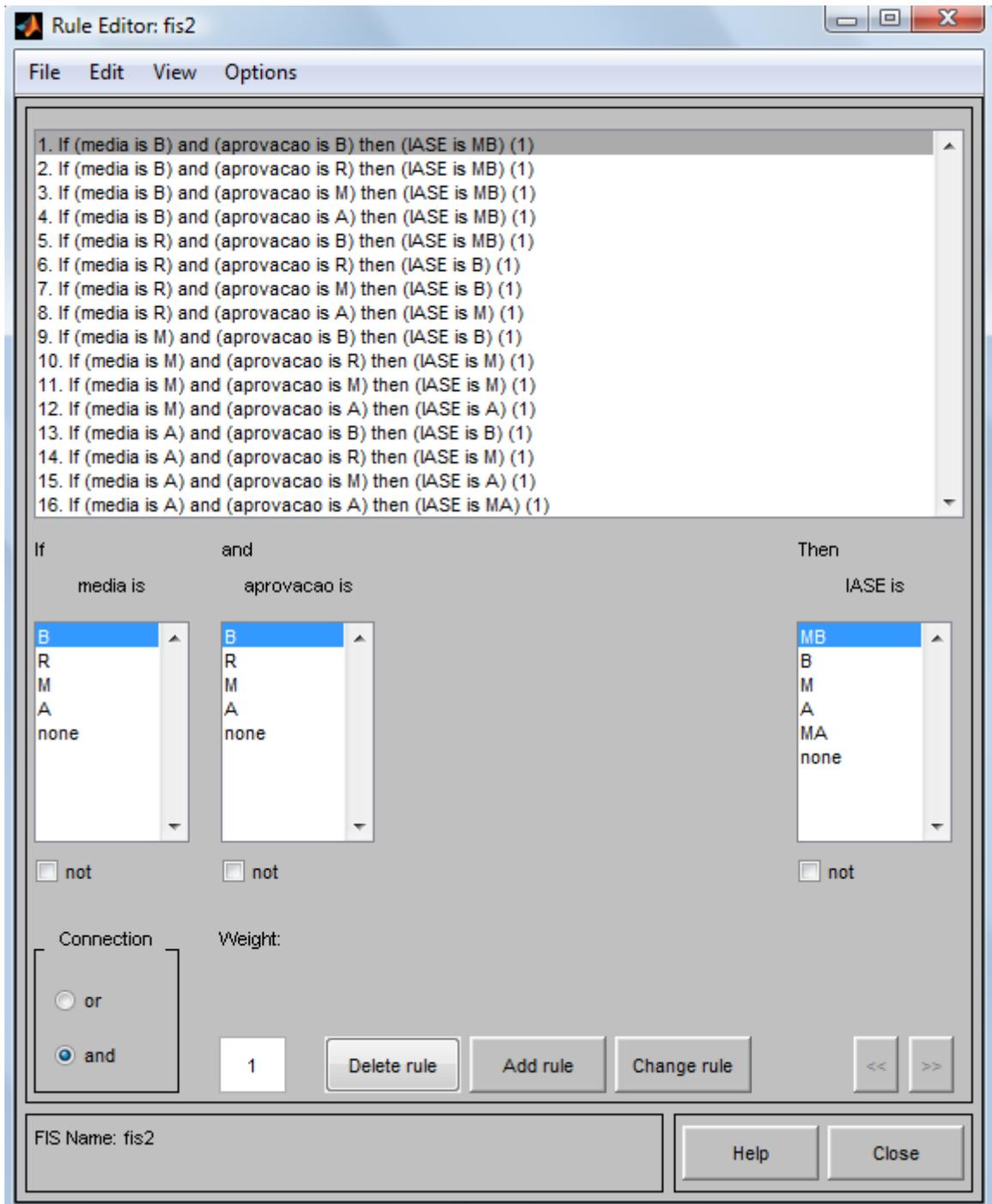


Figura 10: Classificação de Regras Modelo Nebuloso - SIF2

Tendo como base as faixas de valores compreendidas pelas funções de pertinência triangular mostradas na Figura 11, a variável média é classificada linguisticamente como Baixa (B), Regular (R), Média (M) ou Alta (A).

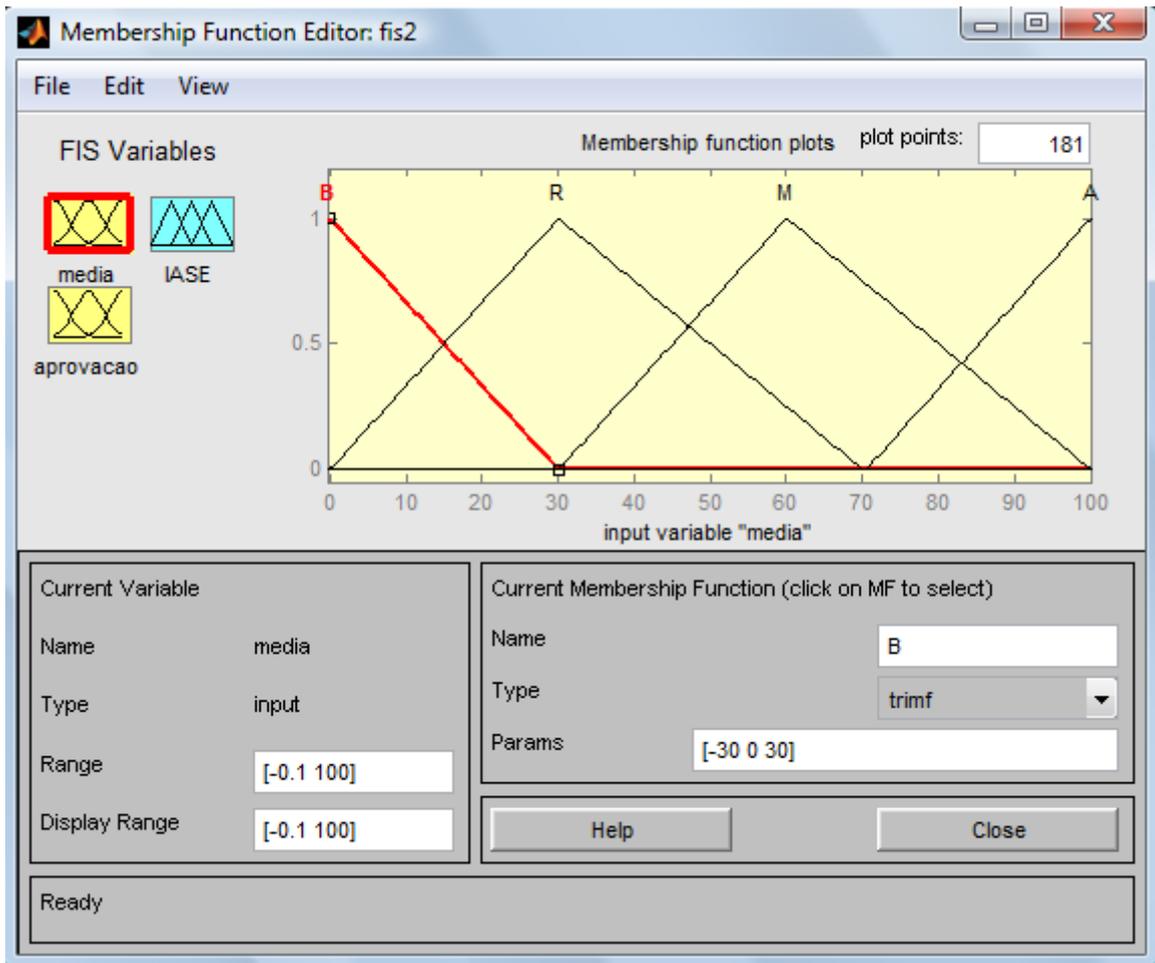


Figura 11: Funções de Pertinência – Média – SIF2

A Figura 12 apresenta a classificação linguística da aprovação.

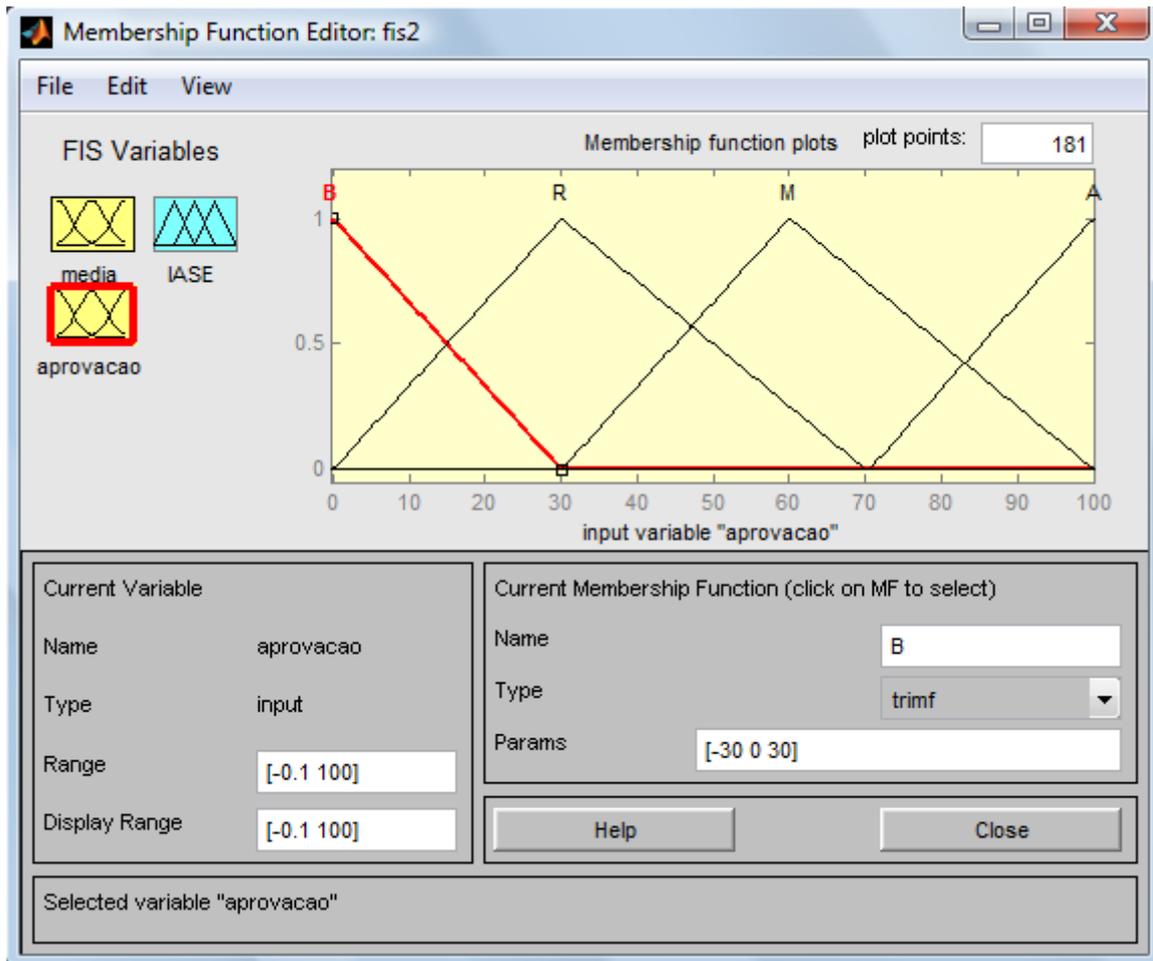


Figura 12: Funções de Pertinência - Aprovação

Para classificá-las pelo sistema nebuloso, optou-se por normalizar estes valores de modo que em todos os casos seus valores estejam compreendidos entre 0 e 100.

A base para o conjunto de regras nebulosas estabelecidas para o desenvolvimento do índice nebuloso que determina o IASE indica a eficiência, a habilidade da administração em transformar em resultado os recursos disponíveis.

Definidas as variáveis de entrada do sistema nebuloso, é estabelecido o conjunto de regras nebulosas ocorrendo o processamento na sequência após a defuzzificação gera o índice IASE.

A Figura 13 ilustra as funções de pertinência triangular que caracterizam as faixas escolhidas para a representação da variável de saída nebulosa (Índice IASE).

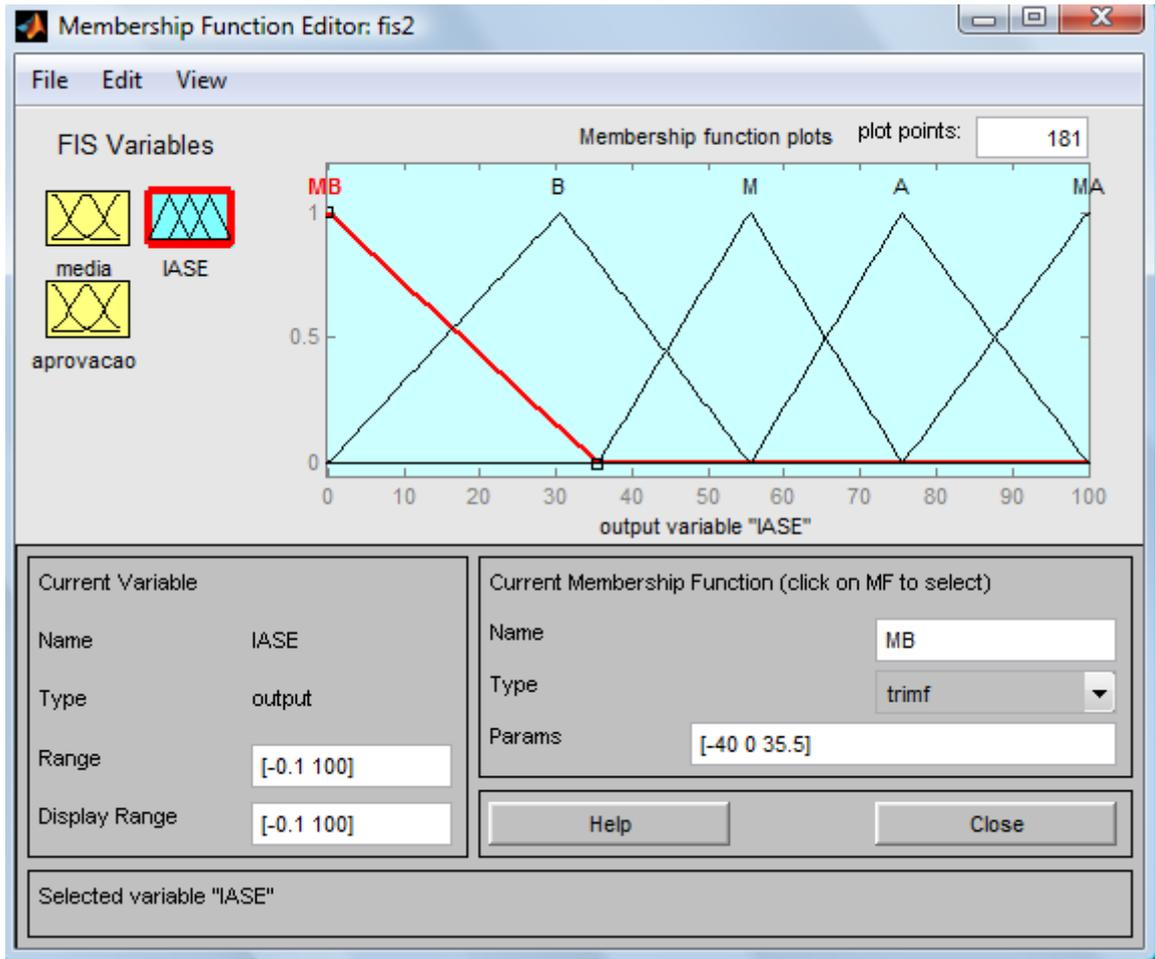


Figura 13: Funções de Pertinência - IASE

disciplinas, o município apresenta a variável nota de português com o valor **92,10** e para variável matemática o valor de **81,90**, após passar por um processo de validação caracterizado por diversas condições lógicas, sendo essas variáveis de entrada para gerar a media o município atingiu o valor de **74,6** gerando um índice de média “**Alto**”, mostrando que o município conseguiu gerir os recursos disponíveis para o ensino das disciplinas.

Na análise desse resultado, temos que das 16 regras que compõe o sistema de regras do SIF 1 o município de Cambuci atingiu **04 regras**, a regra 11 que é “Se português é médio e Matemática é médio então media é médio.”, a regra 12 “Se português e médio e matemática é alta então média é alta”, a regra 15 “Se português é alta e matemática é médio então media e alta” e a regra 16 “Se português é alto e matemática é alto então média e altíssima”.

Esse resultado e os subsequentes foram obtidos com a utilização do método de COA (Centroid) que é um dos métodos mais utilizados para calcular o centro de gravidade do conjunto nebuloso, (SOUZA, 2010). O resultado da figura 15 mostra que o município conseguiu gerir satisfatoriamente os recursos disponíveis para o ensino das disciplinas.

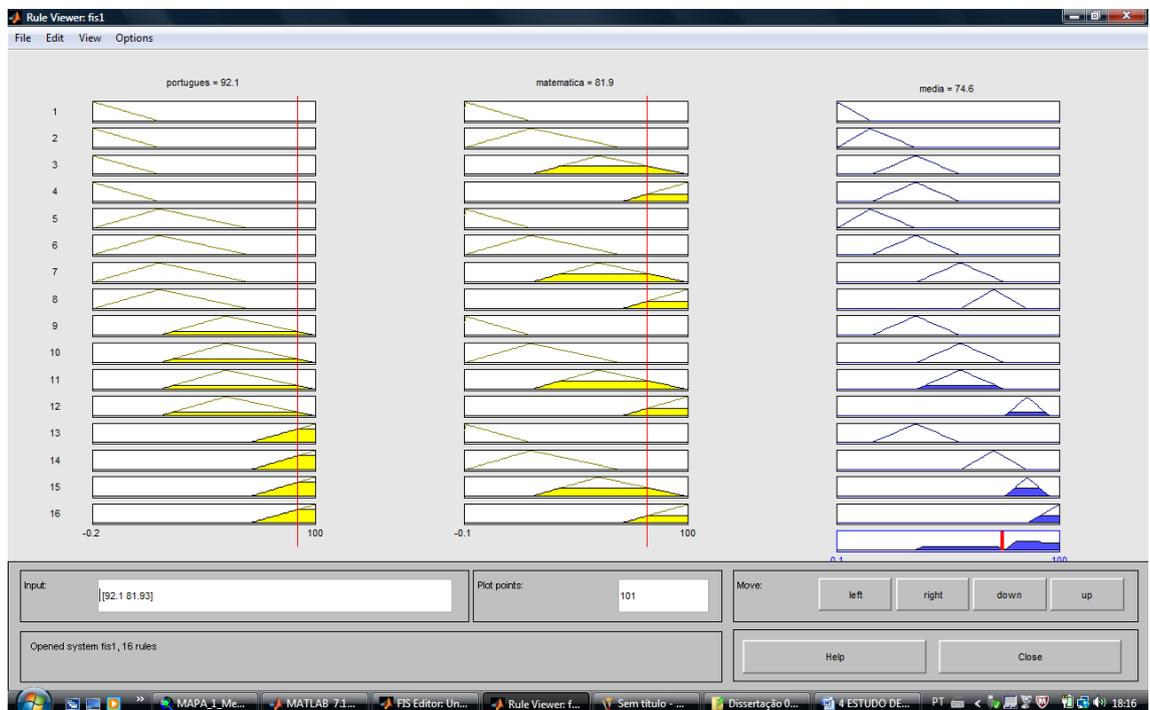


Figura 15: Regras Atingidas pelo Município de Cambuci

Na sequência selecionamos para análise o município **Cantagalo**, o município apresenta a variável nota de português com o valor **67,45** e para variável matemática o valor de **64,31**, após passar por um processo de validação, o município atingiu o valor de média **45.53** gerando um índice de média “**Baixo**”, mostrando que o município não conseguiu gerir os recursos disponíveis para o ensino das disciplinas.

Analisando esse resultado, temos que das 16 regras que compõe o sistema de regras do SIF 1 o município Campos dos Goytacazes atingiu **2 regras**, a regra 10 que é “Se português é médio e matemática é regular então media é médio” e a regra 11 que é “Se português é médio e matemática é médio então media é media” na análise do método COA da figura 16.

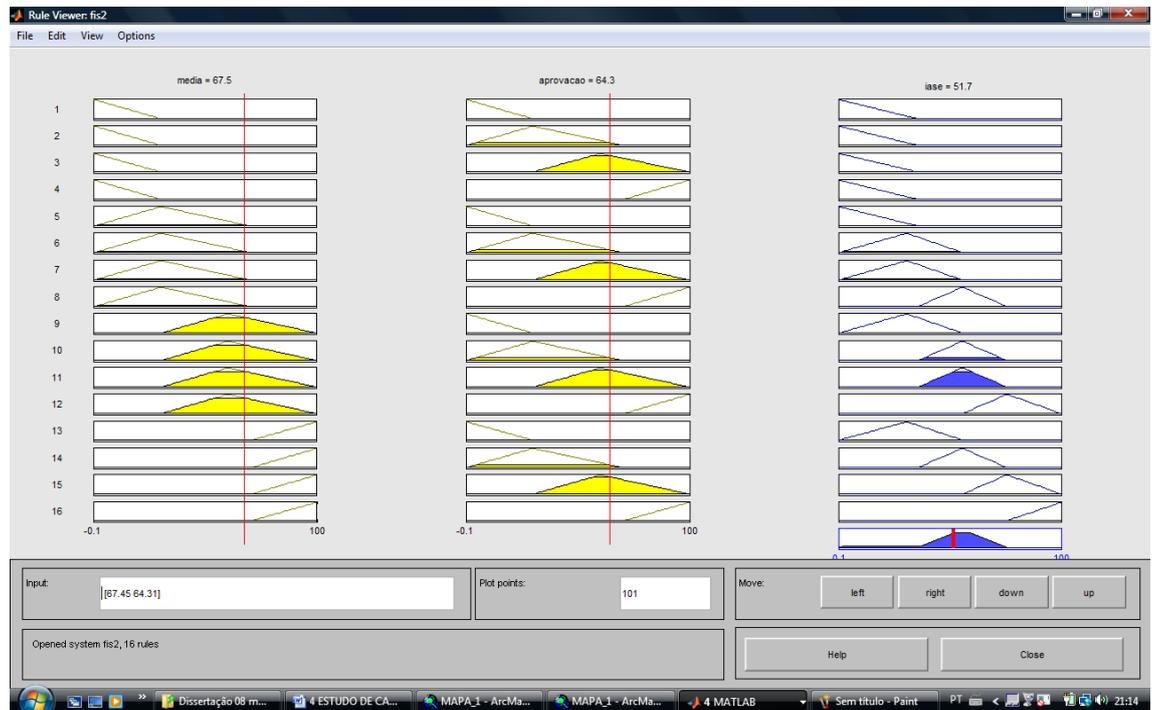


Figura 16: Regras Atingidas pelo Município de Cantagalo

Em seguida analisou-se o município **Resende**, o município apresenta a variável nota de português com o valor **74,36** e para variável matemática o valor de **73,09**, o município atingiu o valor de média **47,09**, após passar por um processo de validação caracterizado por diversas condições lógicas, gerando um índice de média “**Médio**”, mostrando que o município teve bom desempenho no ensino das disciplinas.

Analisando esse resultado temos que das 16 regras que compõe o sistema de regras do SIF 1 o município Resende atingiu 03 regras, a regras 11 que é “Se português é média e matemática é media então média é média”, a regras 12 que é “Se português é média e matemática é alta então média é alta” e a regra 15 que é “Se português é alta e matemática é média então média é alta” (Figura 17).

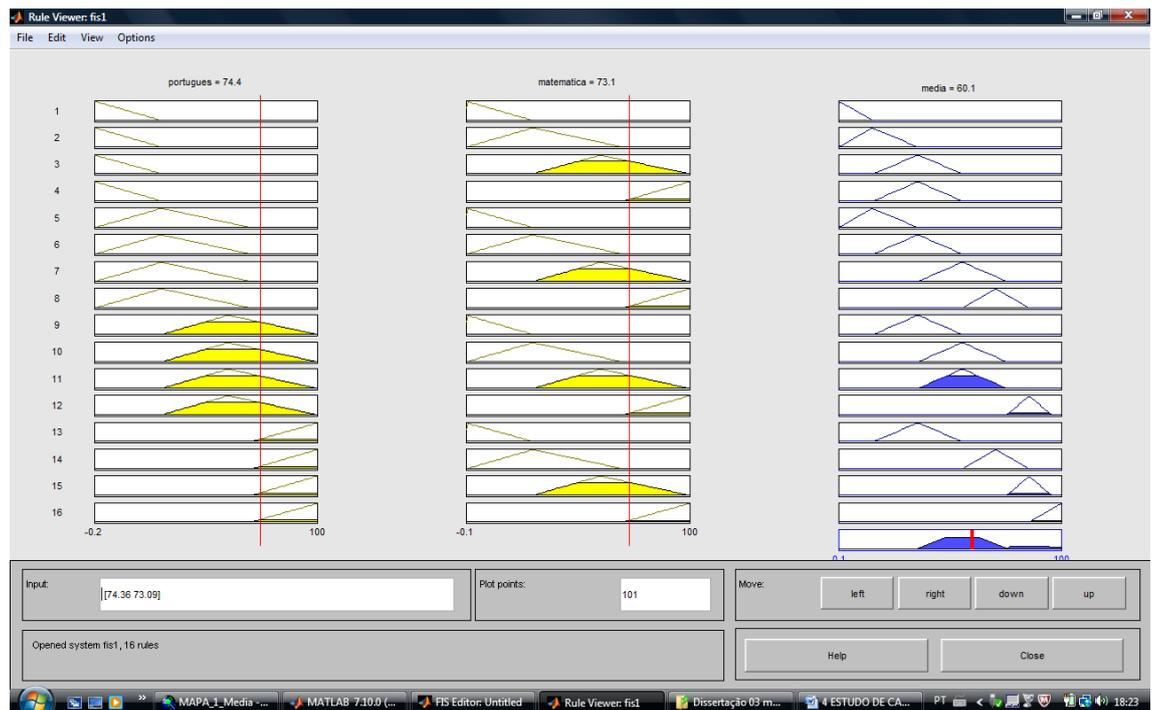


Figura 17: Regras Atingidas pelo Município de Resende

Na análise do município do **Rio de Janeiro**, o município apresenta a variável nota de português com o valor **70,35** e para variável matemática o valor de **70,31**, o município atingiu o valor de **46,23** gerando um índice de média “**Médio**”, mostrando o desempenho no ensino das disciplinas de português e matemática.

Finalmente, ao analisar esse resultado, temos que das 16 regras que compõe o sistema de regras do SIF 1 o município do Rio de Janeiro atingiu somente a regra 11 que é “Se português é média e matemática é media então media é media”. Conforme figura 18 ao analisar pelo método COA.

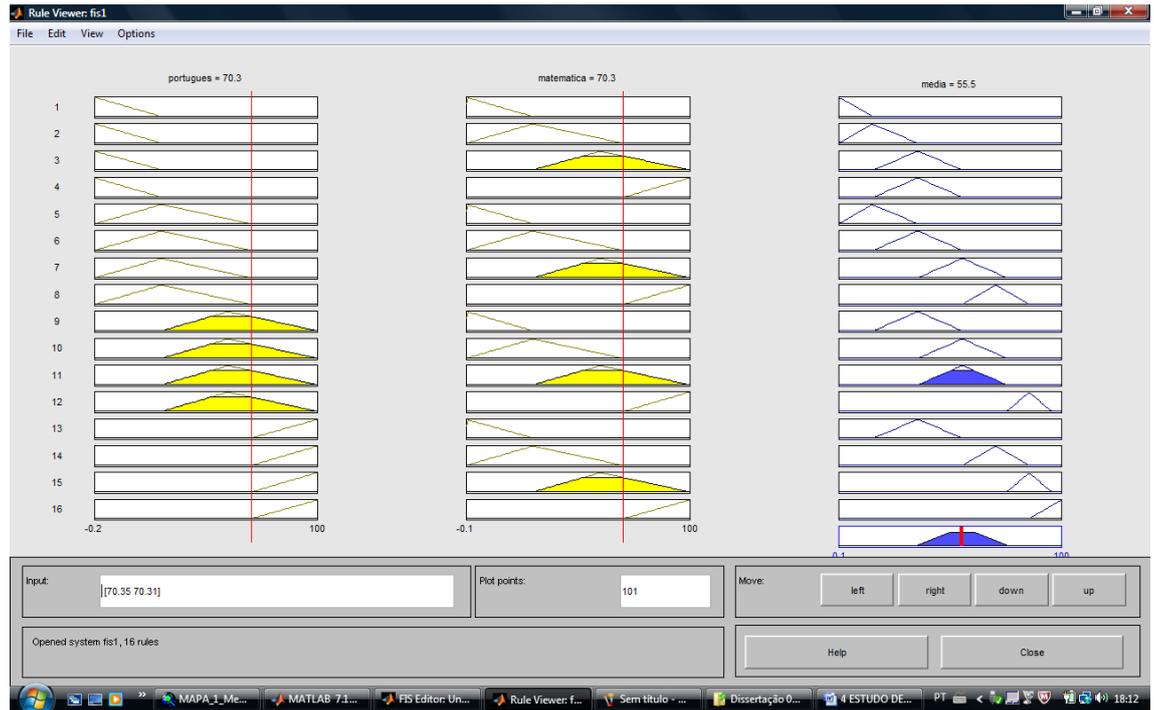


Figura 18: Regras Atingidas pelo Município do Rio de Janeiro

3.3 Análise Individual SIF 2

O Segundo caso de estudo estabelecido para demonstração dos resultados será a análise de quatro municípios, escolhidos aleatoriamente, os municípios selecionados foram Itaboraí, Sapucaí, Sumidouro e Valença.

Os municípios acima construíram o seguinte cenário, figura 19, em relação ao indicador IASE.

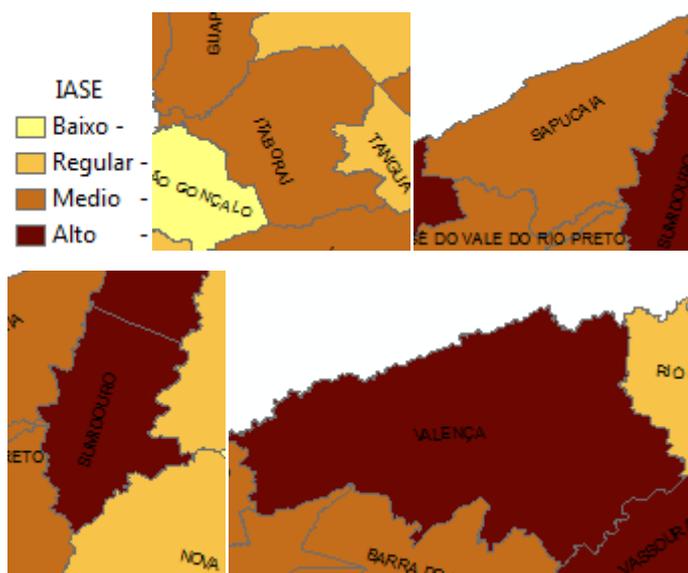


Figura 19 – Municípios com Indicador IASE– SIF 2

O município de **Itaboraí** apresenta a variável média com valor de **45,61** e a variável taxa de aprovação tem o valor de **72,2**. Sendo essas variáveis de entrada para gerar o índice IASE, após passar por um processo de validação caracterizado por diversas condições lógicas, Itaboraí atingiu o indicador “**Médio**” no valor de **61,42**, mostrando que o município conseguiu gerir os recursos disponíveis para o ensino das disciplinas.

A seleção do município construiu seguinte cenário, figura 20, a direita resultado da média e a esquerda apresenta o indicador IASE.

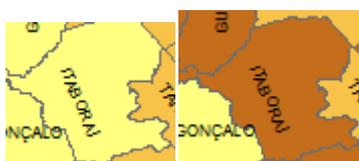


Figura 20: Direita Média e Esquerda IASE Município de Itaboraí

Quando se considera o município, observando a taxa de aprovação, nota-se que alguns obtiveram ganhos significativos, que refletiu positivamente no indicador IASE.

Ao analisar esse resultado, temos que das 16 regras que compõe o sistema de regras do SIF 2 o município de Itaboraí atingiu 2 regras, a regra 7 que é “Se média é regular e

aprovação é média então IASE é baixo” e a regra 11 que é “Se média é média e aprovação é média então IASE é média”.

A figura 21 mostra o resultado do SIF2 obtidos com a utilização do método de COA (Centroid).

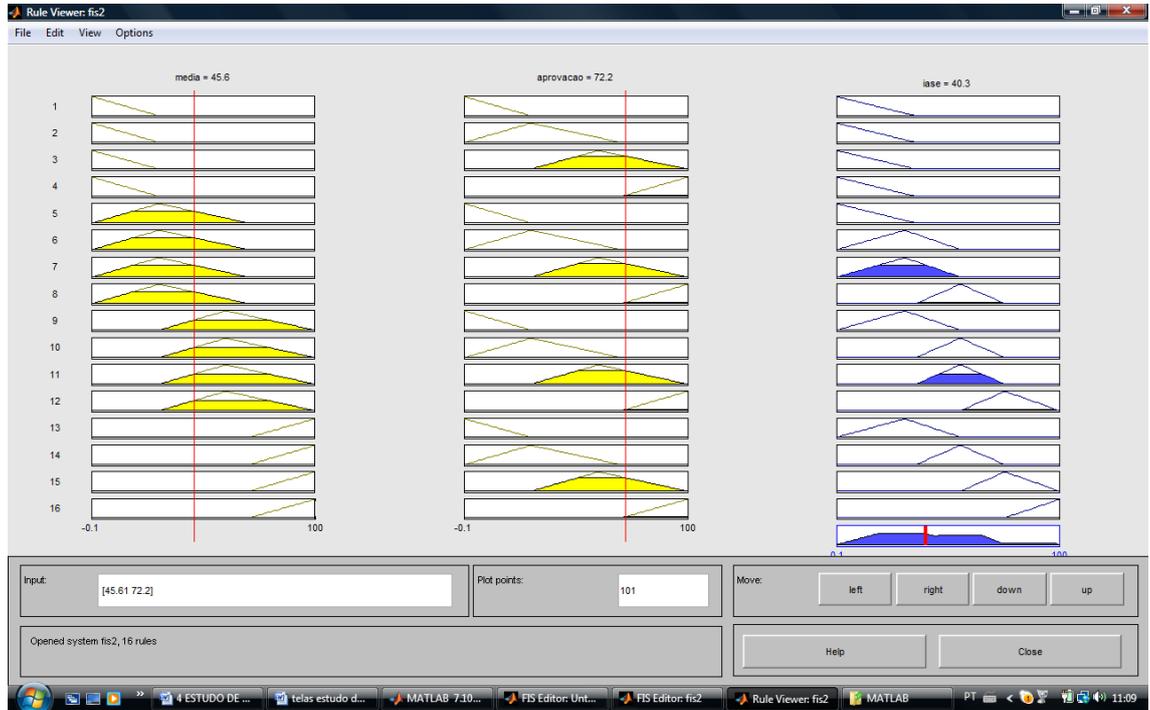


Figura 21: Regras Atingidas pelo Município de Itaboraí

A próxima análise do Sistema de Inferência - SIF2 será do município de **Sapucaí** que apresenta a variável média com valor de **46,76** e a variável taxa de aprovação tem o valor de **80,1** que atingiu o valor de **64,46** no indicador IASE “**Médio**”, mostrando que o município conseguiu gerir os recursos disponíveis para o ensino das disciplinas. A seleção do município construiu seguinte cenário, figura 22, a direita resultado da média e a esquerda apresenta o indicador IASE.

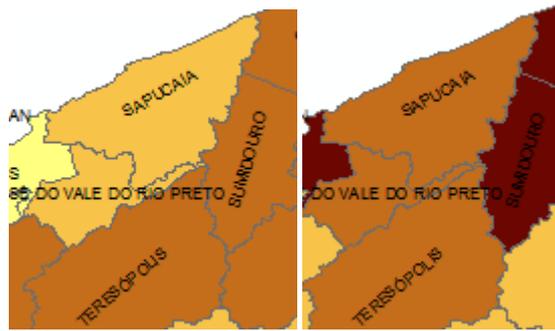


Figura 22: Direita Média e Esquerda IASE Município de Sapucaí

Ao observar a taxa de aprovação, nota-se que ocorreram ganhos significativos, que refletiu positivamente no indicador IASE.

Ao analisar esse resultado, temos que das 16 regras que compõe o sistema de regras do SIF 2 o município de Sapucaia atingiu 4 regras, a regra 7 que é “Se média é regular e aprovação é média então IASE é baixo”, a regra 8 que é “Se média é regular e aprovação é alta então IASE é médio”, a regra 11 que é “Se média é média e aprovação é regular então IASE é médio” e a regra 12 que é “Se média é média e aprovação é alta então IASE é alta” . A Figura 23 mostra os resultados do SIF2 obtidos com a utilização do método de COA (Centroid).

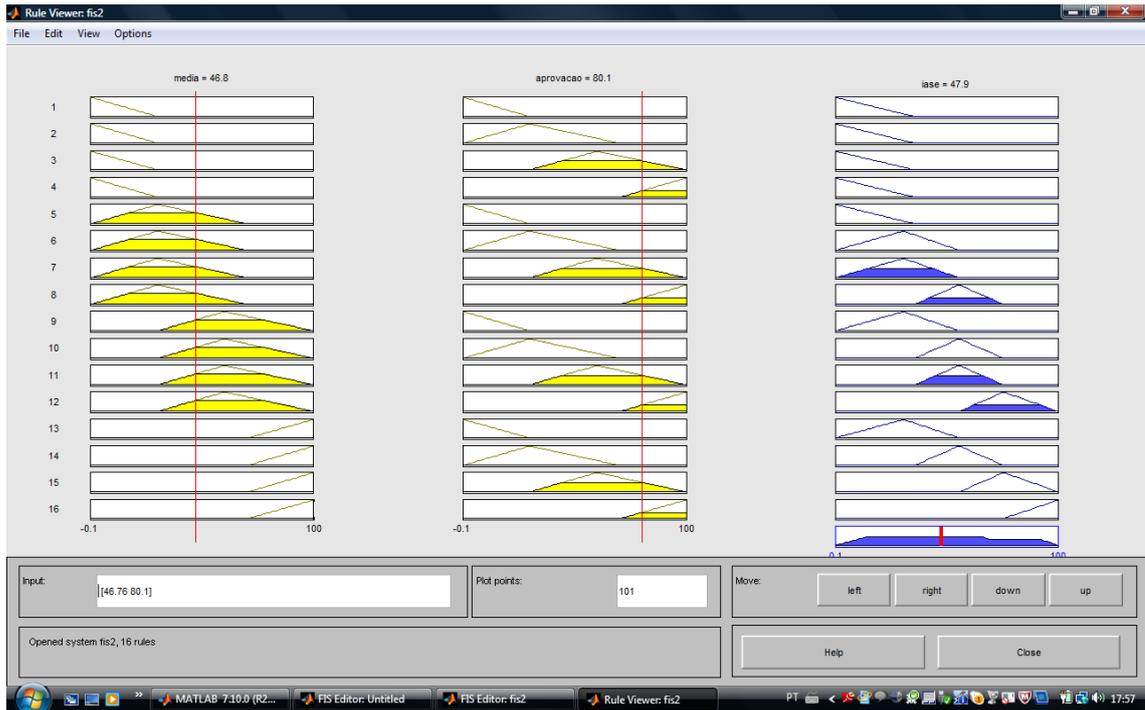


Figura 23: Regras Atingidas pelo Município de Sapucaia

Ao analisar o próximo município de Sumidouro, os valores correspondem a média, valor **48,01** e a variável taxa de aprovação no valor **82,6**, isso fez o indicador IASE atingir o valor **66.30** um índice “Alto” demonstrando que o município está conseguindo gerir os recursos com a satisfação necessária. A seleção do município construiu seguinte cenário, figura 24, a direita resultado da média e a esquerda apresenta o indicador IASE.

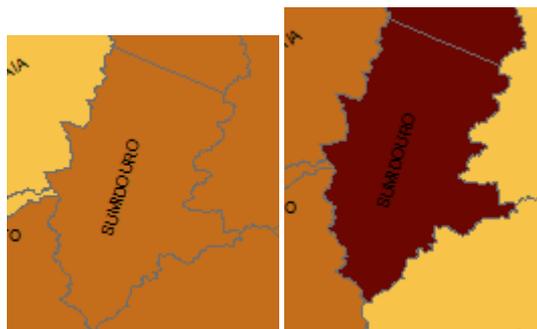


Figura 24: Direita Média e Esquerda IASE Município de Sumidouro

Na análise do município, ao observar a taxa de aprovação, nota-se que obtivesse ganhos significativos, que refletiu positivamente no indicador IASE.

Na análise desse resultado temos que de um universo de 16 regras que compõe o sistema de regras do SIF 2 atingiu 4 regras, a regra 7 que é “Se média é regular e aprovação é média então IASE é baixo”, a regra 8 que é “Se média é regular e aprovação é alta então IASE é médio”, a regra 11 que é “Se média é média e aprovação é regular então IASE é médio” e a regra 12 que é “Se média é média e aprovação é média então IASE é média” gerando um índice “**Alto**” (figura 25).

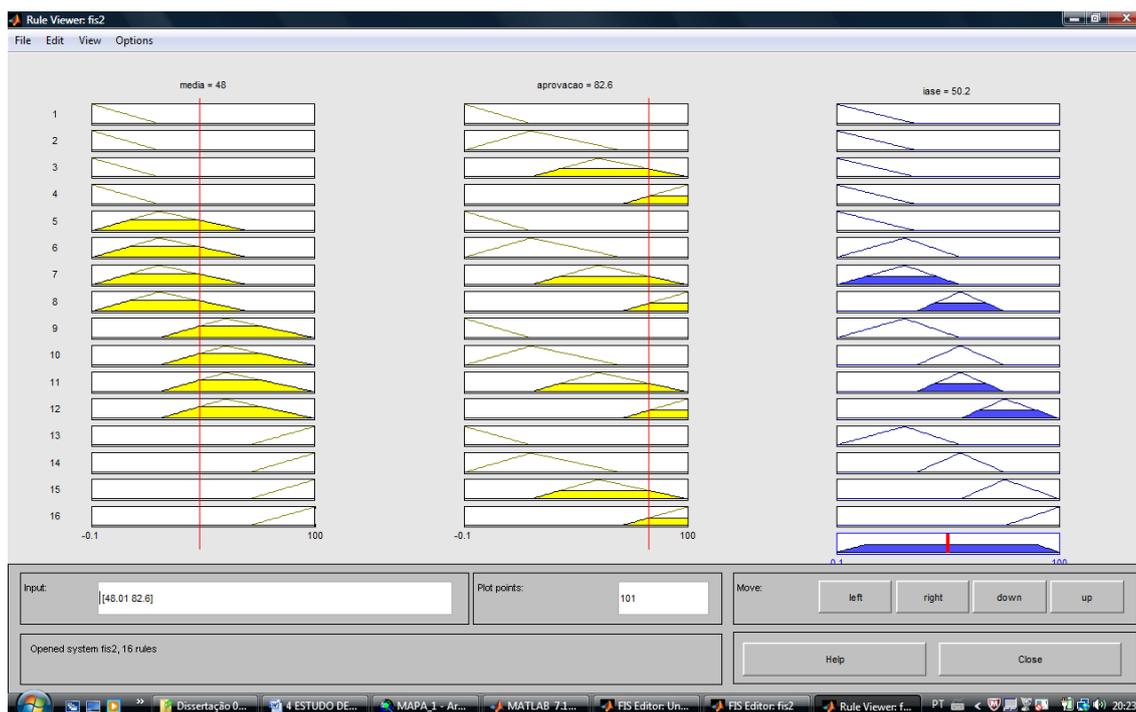


Figura 25: Regras Atingidas pelo Município de Sumidouro

A próxima análise individual do município **Valença** mostra que atingiu o índice IASE “**Alto**”. As variáveis de entrada do SIF 2 correspondem a média no valor de **74,48** e a variável taxa de aprovação no valor **78,4**, isso fez o indicador IASE atingir um índice “**Alto**” demonstrando que o município está conseguindo gerir os recursos com a satisfação necessária.

O motivo que levou o município a atingir tal índice se justifica que de um universo de 16 regras o município de Valença atingiu 2 regras, a regra 11 que é “Se média e media e aprovação e media então IASE é media”, a regra 12 que é “Se média e media e aprovação alta então IASE é alta”. A figura 26 mostra os resultados do SIF2.

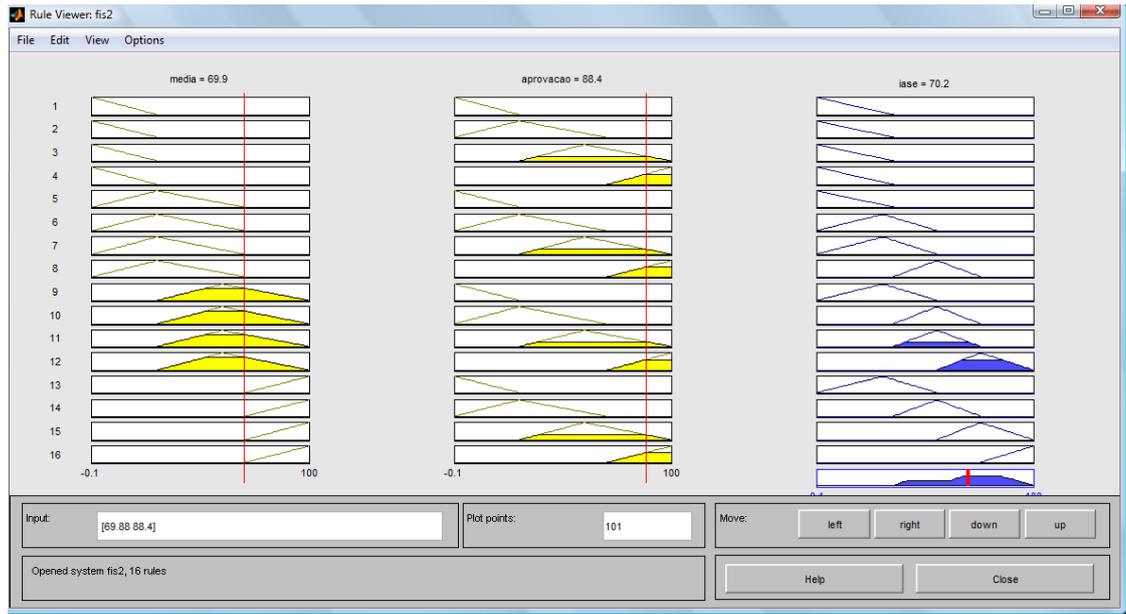


Figura 26: Regras Atingidas pelo Município de Valença

Na construção do cenário da média e do indicador IASE, figura 27 a direita resultado da média e a esquerda apresenta o indicador IASE, nota-se que a taxa de aprovação refletiu positivamente no indicador IASE.

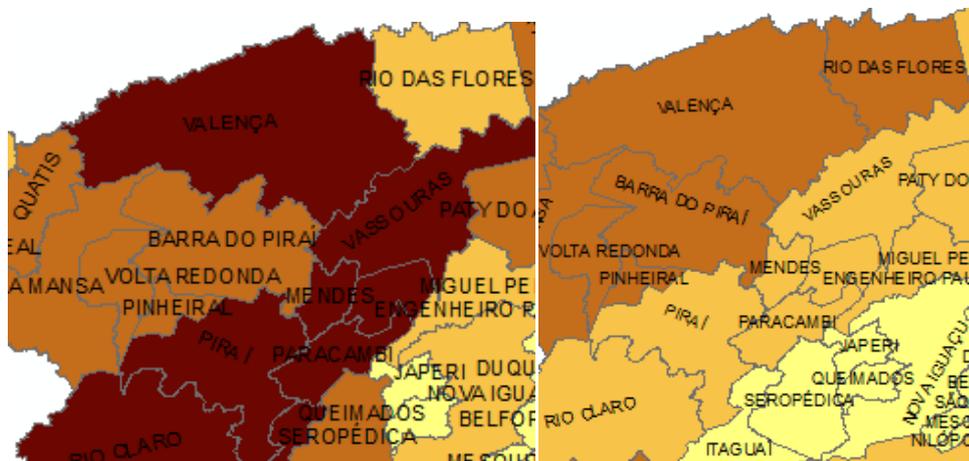


Figura 27: Direita Média e Esquerda IASE Município de Valença

3.4 Análise Individual IASE e PROVA BRASIL

O Terceiro caso de estudo estabelecido para demonstração dos resultados será a análise de dois municípios, escolhidos aleatoriamente, os municípios selecionados foram Rio de Janeiro, Campos de Goytacazes, Bom Jesus de Itabapoana e Bom Jardim. O objetivo desse

No município de **Campos dos Goytacazes** que apresenta o indicador Prova Brasil com valor de **44,30** e o indicador IASE com valor de **48,21**, mostrando que os municípios apesar das diferenças de variáveis de entrada para composição dos indicadores os resultados são parecidos.

O município do **Rio de Janeiro** construiu-se o seguinte cenário, figura 29, em relação ao indicador IASE e Prova Brasil.

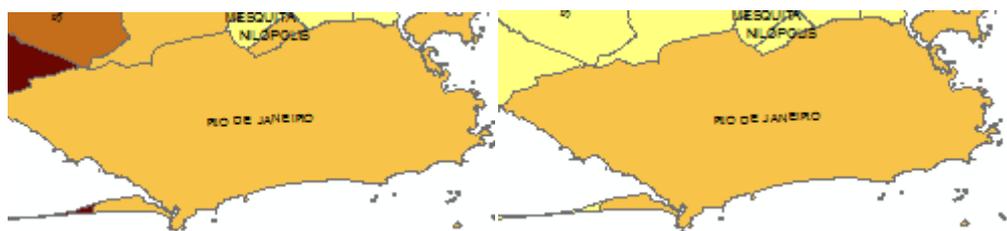


Figura 29: Direita Prova Brasil e Esquerda IASE

No município do **Rio de Janeiro** que apresenta o indicador Prova Brasil com valor de **47,90** e o indicador IASE com valor de **52,80**, mostrando que os municípios apesar das diferenças de variáveis de entrada para composição dos indicadores os resultados são parecidos.

O próximo município do **Bom Jesus do Itabapua** construiu-se o seguinte cenário, figura 30, em relação ao indicador IASE e Prova Brasil.

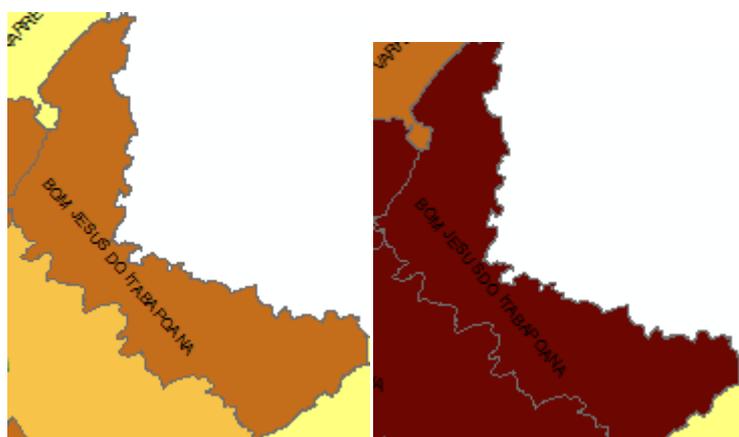


Figura 30: Direita Prova Brasil e Esquerda IASE

No município do **Bom Jesus do Itabapua** que apresenta o indicador Prova Brasil com valor de **52,70** e o indicador IASE com valor de **69,89**, mostrando que os municípios

apesar das diferenças de variáveis de entrada para composição dos indicadores os resultados são diferentes, entretanto continuam próximos.

Na análise do próximo município do **Bom Jardim** temos o seguinte cenário, figura 31, em relação ao indicador IASE e Prova Brasil.

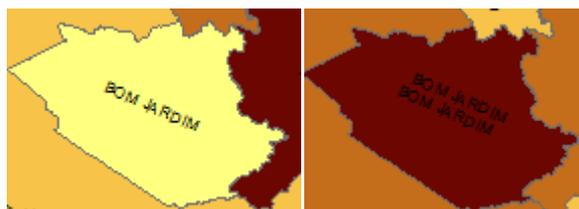


Figura 31: Direita Prova Brasil e Esquerda IASE

No município do **Bom Jardim** que apresenta o indicador Prova Brasil com valor de **58,00** e o indicador IASE com valor de **47,78**, mostrando que os municípios apesar das diferenças de variáveis de entrada para composição dos indicadores os resultados são diferentes, entretanto continuam próximos.

3.5 Análise Individual IASE E IDEB

O quarto caso de estudo estabelecido para demonstração dos resultados será a análise de dois municípios, escolhidos aleatoriamente, os municípios selecionados foram Cambuci e São Francisco de Itabapoana. O objetivo desse estudo de caso é apresentar uma comparação entre o indicador IDEB e o indicador IASE.

Para tanto, em um primeiro momento, faço uma retomada ao conceito do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) é um indicador da qualidade da Educação desenvolvido pelo Ministério da Educação. Seus valores variam de 1 a 10, e o objetivo do MEC é que o Brasil alcance o IDEB 6, no Ensino Fundamental I, até 2022. (MEC, 2012).

O IDEB foi criado pelo INEP em 2007, o indicador é calculado a partir dos dados sobre aprovação escolar, obtidos no Censo Escolar, e médias de desempenho nas avaliações do INEP, o SAEB e a Prova Brasil. (INEP, 2012)

A série histórica de resultados do IDEB se inicia em 2005, a partir de onde foram estabelecidas metas bienais de qualidade a serem atingidas não apenas pelo País, mas também

por escolas, municípios e unidades da Federação. A lógica é a de que cada instância evolua de forma a contribuir, em conjunto, para que o Brasil atinja o patamar educacional da média dos países da OCDE. Em termos numéricos, isso significa progredir da média nacional 3,8, registrada em 2005 na primeira fase do ensino fundamental, para um IDEB igual a 6,0 em 2022, ano do bicentenário da Independência. (INEP, 2012)

Na análise do município de **Cambuci** apresenta o seguinte cenário, figura 32, em relação ao indicador IASE e IDEB.

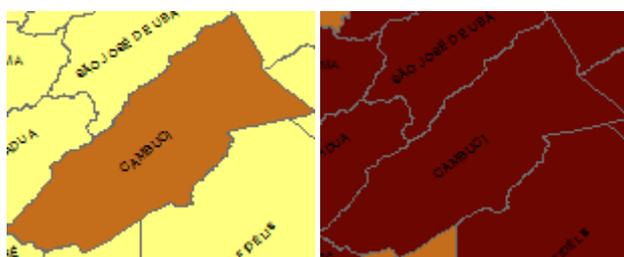


Figura 32: Direita IDEB e Esquerda IASE

No município do **Cambuci**, figura 32, que apresenta o indicador IDEB com valor de **59,00** e o indicador IASE com valor de **72,64**, mostrando que os municípios apesar das diferenças de variáveis de entrada para composição dos indicadores os resultados são diferentes, entretanto continuam próximos.

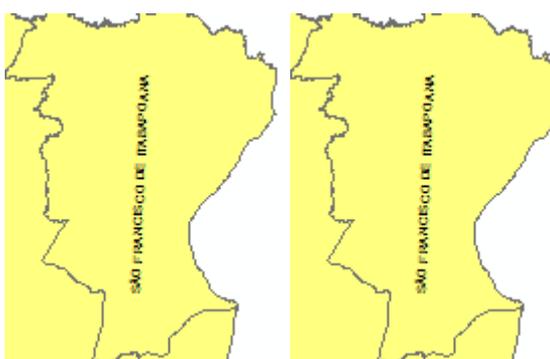


Figura 33: Direita IDEB e Esquerda IASE

A figura 33, o município do **São Francisco de Itabapoana** que apresenta o indicador IDEB com valor de **33,00** e o indicador IASE com valor de **42,80**, mostrando que os municípios apesar das diferenças de variáveis de entrada para composição dos indicadores os resultados são parecidos.

4 CONCLUSÕES

Na área de educação existem diversos mecanismos para avaliar a qualidade do ensino oferecido. O presente trabalho abordou uma metodologia para construir um indicador para avaliar a qualidade do sistema educacional no estado do Rio de Janeiro, combina informação de desempenho do exame Prova Brasil nas provas de proficiência em português e matemática do ensino fundamental e a inclusão da variável taxa de aprovação. A relevância do indicador reside no fato do mesmo refletir a qualidade do sistema educacional e a simplicidade e precisão dos dados possibilita um menor custo e menor tempo de processamento na comparação com os demais indicadores.

O uso da lógica nebulosa foi primordial, mostrando-se uma ferramenta muito importante para auxiliar a automação do raciocínio humano na construção do indicador de desempenho da educação que envolve sentenças complexas. O sistema nebuloso admitiu o uso de valores compreendidos numa faixa de 0 a 100, representando uma variação entre a baixa e alta eficiência da administração em transformar em resultados os recursos disponíveis.

O Sistema de Informações Geográficas (SIG) forneceu a possibilidade de análises combinando valores alfanuméricos e espaciais das informações geradas no sistema nebuloso. Finalmente as visualizações do sistema SIG, tornam possível retratar os resultados obtidos na geração do índice de avaliação do sistema educacional (IASE).

Espera-se que esse trabalho contribua para o desenvolvimento de novos estudos sobre o assunto, aprimorando o uso da lógica nebulosa como mecanismo de construção de indicadores na área de educação.

4.1 Trabalhos Futuros

Como trabalho futuro, uma primeira proposta, seria implementar um sistema de informação para coleta de dados de forma automática para ser utilizado no Matlab assim como no SIG. E como segunda proposta, seria utilizar a variável violência e comparar esse novo indicador com o IASE, Prova Brasil, dentre outros.

REFERÊNCIAS

ARTERO, A. O. Inteligência artificial: teoria e prática. 1.ed^a., São Paulo, Editora Livraria da Física, 2009.

ARONOFF, S. Geographical Information Systems: A Management Perspective. Ottawa, WDL, 1989.

ASSAD, E.D.; SANO, E.E. Sistema de Informações Geográficas. 2^a ed. Brasília, EMBRAPA, 1998.

BITTENCOURT, G. Inteligência Artificial: ferramentas e teorias. 2^a ed., Ed. UFSC, 2001.

CAMARA G., DAVIS C., MONTEIRO A. M. M. - Introdução a Ciência da Geoinformação. São José dos Campos, SP. (<http://www.dpi.inpe/gilberto/livro/introd/>). Acessado 29 Agosto 2010.

CRUZ, I., CAMPOS, V. B. G. Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Análise Espacial em Transportes, Meio Ambiente e Ocupação do Solo, 2008.

FADEL, J. E. Aplicação da Geomática no Auxílio da Matrícula em Escolas da Rede Pública, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia – UERJ, 2003.

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.

FURTADO, Ailton José Lima Martins. Sistemas de classificação da gestão ambiental municipal baseado em lógica nebulosa. Rio de Janeiro, 2011. 99p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de computação - Área de concentração Geomática). Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

INEP. Avaliações do Exame Nacional do Ensino Médio: banco de dados. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/>. Acessado 01 Julho 2010.

MEC. Prova Brasil. Disponível em:

http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=210&Itemid=324. Acessado 10 Janeiro 2010.

MARANHÃO, M.R.A. Modelo de seleção de áreas para atualização do Mapeamento Sistemático baseado em Lógica Nebulosa. Rio de Janeiro, 2005. 102p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de computação - Área de concentração Geomática). Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

MATSUMOTO, E.Y. MATLAB 6.5: Fundamentos de Programação. 2ª ed. São Paulo: Erica, 2002.

MURGEL FILHO, W. Sistema Nebuloso de Apoio à Produção de Plantas de Valores, Faculdade de Engenharia – UERJ, 2005.

OLIVEIRA, M. P. G. Sistema Espacial de Apoio à Decisão: Modelos para análise do adensamento de atividades econômicas no espaço urbano. Dissertação de Mestrado, Escola de Governo de Minas Gerais da Fundação João Pinheiro. 1997.

PEDROZO, R. F. Sistema de Estimativa do Melhor Caminho Multiponto a Multiponto em um Espaço Geográfico, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia – UERJ, 2008.

RAPELLO, C.N. Sistema de Cálculo do Índice de Carência Hospitalar – SICH. Sistema desenvolvido na disciplina de Engenharia de Software do curso de Pós-graduação em Engenharia da Computação da UERJ – Geomática , Rio de Janeiro, 2007

RAPELLO, C. N. ; BERNARDO FILHO, O. ; WERNECK, V. M. B. . Testes de sistemas de informações geográficas com lógica nebulosa. In: XIV SBSR - Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal. Anais do XIV SBSR - Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. São Paulo : Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2009. v. 1. p. 4949-4976.

RESENDE, S.O. (ed.) 2005. Sistemas Inteligentes: fundamentos e aplicações. 2.ed., São Paulo, Editora Manole Ltda, 2005.

SALMASO, F.V.; BERNARDO FILHO, O.; RIBEIRO, J.A. Sistema de Informação Geográfica para Apoio à Tomada de Decisão no Setor de Cobrança – SIGATDSC. Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Cartografia, 2007.

SANDRI, S.; CORREA, C. Lógica Nebulosa. Anais da V Escola de Redes Neurais. São José dos Campos, 1999, pp 073-090.

SANDRI, S. e CORREA, C., 1999, *Lógica Nebulosa* – INPE, <http://www.deti.ufc.br/~guilherme/PAPERS>. Acessado 01 Agosto 2011.

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, 2010.

TANSCHKEIT, R. Fundamentos de Lógica Fuzzy e Controle Fuzzy. Apostila de aula do Departamento de Engenharia Eletrônica da PUC-RJ, Rio de Janeiro, 1999.

ZADEH, L. A.; Fuzzy Sets, Information and Control, 1965. Disponível: <http://www-bisc.cs.berkeley.edu/Zadeh-1965.pdf>. Acessado 29 Junho 2010.

ZADEH, L. A.; Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes. (1973) IEEE Trans. on Systems Man & Cybernetics, Vol.3: 28-44. Disponível: <http://www-bisc.eecs.berkeley.edu/Zadeh-1973.pdf>. Acessado 18 Agosto 2010.

APÊNDICE A - Código fonte do Matlab FIS1, FIS2 e Simulink

Código fonte do Matlab FIS1, FIS2 e Simulink.

```
1 fis1
```

```
[System]
```

```
Name='fis1'
```

```
Type='mamdani'
```

```
Version=2.0
```

```
NumInputs=2
```

```
NumOutputs=1
```

```
NumRules=16
```

```
AndMethod='min'
```

```
OrMethod='max'
```

```
ImpMethod='min'
```

```
AggMethod='max'
```

```
DefuzzMethod='centroid'
```

```
[Input1]
```

```
Name='portugues'
```

```
Range=[-0.2 100]
```

```
NumMFs=4
```

```
MF1='B':'trimf',[-30 0 30]
```

```
MF2='R':'trimf',[0 30 70]
```

```
MF3='A':'trimf',[70.5 100 125.5]
```

```
MF4='M':'trimf',[30 60 100]
```

```
[Input2]
```

```
Name='matematica'
```

```
Range=[-0.1 100]
```

```
NumMFs=4
```

```
MF1='B':'trimf',[-0.3 0 30]
```

```
MF2='R':'trimf',[0 30 70]
```

MF3='A':'trimf',[70.5 100 125.5]

MF4='M':'trimf',[30 60 100]

[Output1]

Name='media'

Range=[-0.1 100]

NumMFs=7

MF1='MB':'trimf',[-1 -0 15.5]

MF2='R':'trimf',[15.5 35.5 55.5]

MF3='M':'trimf',[35.5 55.5 75.5]

MF4='B':'trimf',[0 15 35.5]

MF5='MA':'trimf',[55.5 70.5 85.5]

MF6='AT':'trimf',[85.5 100 115.5]

MF7='A':'trimf',[75.5 85.5 95.5]

[Rules]

1 1, 1 (1) : 1

1 2, 4 (1) : 1

1 4, 2 (1) : 1

1 3, 2 (1) : 1

2 1, 4 (1) : 1

2 2, 2 (1) : 1

2 4, 3 (1) : 1

2 3, 5 (1) : 1

4 1, 2 (1) : 1

4 2, 3 (1) : 1

4 4, 3 (1) : 1

4 3, 7 (1) : 1

3 1, 2 (1) : 1

3 2, 5 (1) : 1

3 4, 7 (1) : 1

3 3, 6 (1) : 1

2 fis2

[System]

Name='fis2'

Type='mamdani'

Version=2.0

NumInputs=2

NumOutputs=1

NumRules=16

AndMethod='min'

OrMethod='max'

ImpMethod='min'

AggMethod='max'

DefuzzMethod='centroid'

[Input1]

Name='media'

Range=[-0.1 100]

NumMFs=4

MF1='B': 'trimf', [-30 0 30]

MF2='R': 'trimf', [0 30 70]

MF3='M': 'trimf', [30 60 100]

MF4='A': 'trimf', [70.5 100 125.5]

[Input2]

Name='aprovacao'

Range=[-0.1 100]

NumMFs=4

MF1='B': 'trimf', [-30 0 30]

MF2='R': 'trimf', [0 30 70]

MF3='M': 'trimf', [30 60 100]

MF4='A': 'trimf', [70.5 100 125.5]

[Output1]

Name='iase'

Range=[-0.1 100]

NumMFs=5

MF1='MB':'trimf',[-40 0 35.5]

MF2='B':'trimf',[0 30.5 55.5]

MF3='M':'trimf',[35.5 55.5 75.5]

MF4='A':'trimf',[55.5 75.5 100]

MF5='MA':'trimf',[75.5 100 125.5]

[Rules]

1 1, 1 (1) : 1

1 2, 1 (1) : 1

1 3, 1 (1) : 1

1 4, 1 (1) : 1

2 1, 1 (1) : 1

2 2, 2 (1) : 1

2 3, 2 (1) : 1

2 4, 3 (1) : 1

3 1, 2 (1) : 1

3 2, 3 (1) : 1

3 3, 3 (1) : 1

3 4, 4 (1) : 1

4 1, 2 (1) : 1

4 2, 3 (1) : 1

4 3, 4 (1) : 1

4 4, 5 (1) : 1

3 índiceIASE.mdl

Model {

 Name "IndiceIASE4"

 Version 7.5

 MdlSubVersion 0

 GraphicalInterface {

 NumRootInports 0

```
NumRootOutports 0
ParameterArgumentNames ""
ComputedModelVersion "1.20"
NumModelReferences 0
NumTestPointedSignals 0
}
SavedCharacterEncoding "windows-1252"
SaveDefaultBlockParams on
ScopeRefreshTime 0.035000
OverrideScopeRefreshTime on
DisableAllScopes off
DataTypeOverride "UseLocalSettings"
MinMaxOverflowLogging "UseLocalSettings"
MinMaxOverflowArchiveMode "Overwrite"
MaxMDLFileLineLength 120
Created "Mon May 16 15:01:51 2011"
Creator "HP"
UpdateHistory "UpdateHistoryNever"
ModifiedByFormat "%<Auto>"
LastModifiedBy "Leila"
ModifiedDateFormat "%<Auto>"
LastModifiedDate "Sat Mar 24 09:04:23 2012"
RTWModifiedTimeStamp 254479707
ModelVersionFormat "1.%<AutoIncrement:20>"
ConfigurationManager "None"
SampleTimeColors off
SampleTimeAnnotations off
LibraryLinkDisplay "none"
WideLines off
ShowLineDimensions off
ShowPortDataTypes off
ShowLoopsOnError on
IgnoreBidirectionalLines off
ShowStorageClass off
```

ShowTestPointIcons on
ShowSignalResolutionIcons on
ShowViewerIcons on
SortedOrder off
ExecutionContextIcon off
ShowLinearizationAnnotations on
BlockNameDataTip off
BlockParametersDataTip off
BlockDescriptionStringDataTip off
ToolBar on
StatusBar on
BrowserShowLibraryLinks off
BrowserLookUnderMasks off
SimulationMode "normal"
LinearizationMsg "none"
Profile off
ParamWorkspaceSource "MATLABWorkspace"
AccelSystemTargetFile "accel.tlc"
AccelTemplateMakefile "accel_default_tmf"
AccelMakeCommand "make_rtw"
TryForcingSFcnDF off
RecordCoverage off
CovPath "/"
CovSaveName "covdata"
CovMetricSettings "dw"
CovNameIncrementing off
CovHtmlReporting on
CovForceBlockReductionOff on
covSaveCumulativeToWorkspaceVar on
CovSaveSingleToWorkspaceVar on
CovCumulativeVarName "covCumulativeData"
CovCumulativeReport off
CovReportOnPause on
CovModelRefEnable "Off"

```

CovExternalEMLEnable off
ExtModeBatchMode off
ExtModeEnableFloating on
ExtModeTrigType "manual"
ExtModeTrigMode "normal"
ExtModeTrigPort "1"
ExtModeTrigElement "any"
ExtModeTrigDuration 1000
ExtModeTrigDurationFloating "auto"
ExtModeTrigHoldOff 0
ExtModeTrigDelay 0
ExtModeTrigDirection "rising"
ExtModeTrigLevel 0
ExtModeArchiveMode "off"
ExtModeAutoIncOneShot off
ExtModeIncDirWhenArm off
ExtModeAddSuffixToVar off
ExtModeWriteAllDataToWs off
ExtModeArmWhenConnect on
ExtModeSkipDownloadWhenConnect off
ExtModeLogAll on
ExtModeAutoUpdateStatusClock on
BufferReuse on
ShowModelReferenceBlockVersion off
ShowModelReferenceBlockIO off
Array {
  Type "Handle"
  Dimension 1
  Simulink.ConfigSet {
    $ObjectID 1
    Version "1.10.0"
    Array {
      Type "Handle"
      Dimension 8
    }
  }
}

```

```

Simulink.SolverCC {
  $ObjectID    2
  Version      "1.10.0"
  StartTime    "1"
  StopTime     "92"
  AbsTol       "auto"
  FixedStep    "1"
  InitialStep  "auto"
  MaxNumMinSteps "-1"
  MaxOrder     5
  ZcThreshold  "auto"
  ConsecutiveZCsStepRelTol "10*128*eps"
  MaxConsecutiveZCs "1000"
  ExtrapolationOrder 4
  NumberNewtonIterations 1
  MaxStep      "auto"
  MinStep      "auto"
  MaxConsecutiveMinStep "1"
  RelTol       "1e-3"
  SolverMode   "Auto"
  Solver       "FixedStepDiscrete"
  SolverName   "FixedStepDiscrete"
  SolverJacobianMethodControl "auto"
  ShapePreserveControl "DisableAll"
  ZeroCrossControl "UseLocalSettings"
  ZeroCrossAlgorithm "Nonadaptive"
  AlgebraicLoopSolver "TrustRegion"
  SolverResetMethod "Fast"
  PositivePriorityOrder off
  AutoInsertRateTranBlk off
  SampleTimeConstraint "Unconstrained"
  InsertRTBMode "Whenever possible"
}
Simulink.DataIOCC {

```

```

$ObjectID    3
Version      "1.10.0"
Decimation   "1"
ExternalInput "[t, u]"
FinalStateName "xFinal"
InitialState  "xInitial"
LimitDataPoints on
MaxDataPoints "1000"
LoadExternalInput off
LoadInitialState off
SaveFinalState off
SaveCompleteFinalSimState off
SaveFormat    "Array"
SaveOutput     on
SaveState     off
SignalLogging  on
DSMLogging    on
InspectSignalLogs off
SaveTime      on
ReturnWorkspaceOutputs off
StateSaveName "xout"
TimeSaveName  "tout"
OutputSaveName "yout"
SignalLoggingName "logout"
DSMLoggingName  "dsmout"
OutputOption   "RefineOutputTimes"
OutputTimes    "[]"
ReturnWorkspaceOutputsName "out"
Refine         "1"
}
Simulink.OptimizationCC {
$ObjectID    4
Version      "1.10.0"
Array {

```

```

Type      "Cell"
Dimension  4
Cell      "ZeroExternalMemoryAtStartup"
Cell      "ZeroInternalMemoryAtStartup"
Cell      "NoFixptDivByZeroProtection"
Cell      "OptimizeModelRefInitCode"
PropName  "DisabledProps"
}
BlockReduction  on
BooleanDataType  on
ConditionallyExecuteInputs on
InlineParams    off
UseIntDivNetSlope off
InlineInvariantSignals off
OptimizeBlockIOStorage on
BufferReuse     on
EnhancedBackFolding off
StrengthReduction off
EnforceIntegerDowncast on
ExpressionFolding on
BooleansAsBitfields off
BitfieldContainerType "uint_T"
EnableMemcpy     on
MemcpyThreshold  64
PassReuseOutputArgsAs "Structure reference"
ExpressionDepthLimit 2147483647
FoldNonRolledExpr on
LocalBlockOutputs on
RollThreshold     5
SystemCodeInlineAuto off
StateBitsets     off
DataBitsets      off
UseTempVars      off
ZeroExternalMemoryAtStartup on

```

```

ZeroInternalMemoryAtStartup on
InitFltsAndDblsToZero on
NoFixptDivByZeroProtection off
EfficientFloat2IntCast off
EfficientMapNaN2IntZero on
OptimizeModelRefInitCode off
LifeSpan "inf"
MaxStackSize "Inherit from target"
BufferReusableBoundary on
SimCompilerOptimization "Off"
AccelVerboseBuild off
}
Simulink.DebuggingCC {
  $ObjectID 5
  Version "1.10.0"
  RTPrefix "error"
  ConsistencyChecking "none"
  ArrayBoundsChecking "none"
  SignalInfNanChecking "none"
  SignalRangeChecking "none"
  ReadBeforeWriteMsg "UseLocalSettings"
  WriteAfterWriteMsg "UseLocalSettings"
  WriteAfterReadMsg "UseLocalSettings"
  AlgebraicLoopMsg "warning"
  ArtificialAlgebraicLoopMsg "warning"
  SaveWithDisabledLinksMsg "warning"
  SaveWithParameterizedLinksMsg "none"
  CheckSSInitialOutputMsg on
  UnderspecifiedInitializationDetection "Classic"
  MergeDetectMultiDrivingBlocksExec "none"
  CheckExecutionContextPreStartOutputMsg off
  CheckExecutionContextRuntimeOutputMsg off
  SignalResolutionControl "UseLocalSettings"
  BlockPriorityViolationMsg "warning"

```

MinStepSizeMsg "warning"
TimeAdjustmentMsg "none"
MaxConsecutiveZCsMsg "error"
SolverPrmCheckMsg "warning"
InheritedTsInSrcMsg "warning"
DiscreteInheritContinuousMsg "warning"
MultiTaskDSMMsg "error"
MultiTaskCondExecSysMsg "error"
MultiTaskRateTransMsg "error"
SingleTaskRateTransMsg "none"
TasksWithSamePriorityMsg "warning"
SigSpecEnsureSampleTimeMsg "warning"
CheckMatrixSingularityMsg "none"
IntegerOverflowMsg "warning"
Int32ToFloatConvMsg "warning"
ParameterDowncastMsg "error"
ParameterOverflowMsg "error"
ParameterUnderflowMsg "none"
ParameterPrecisionLossMsg "warning"
ParameterTunabilityLossMsg "warning"
FixptConstUnderflowMsg "none"
FixptConstOverflowMsg "none"
FixptConstPrecisionLossMsg "none"
UnderSpecifiedDataTypeMsg "none"
UnnecessaryDatatypeConvMsg "none"
VectorMatrixConversionMsg "none"
InvalidFcnCallConnMsg "error"
FcnCallInpInsideContextMsg "Use local settings"
SignalLabelMismatchMsg "none"
UnconnectedInputMsg "warning"
UnconnectedOutputMsg "warning"
UnconnectedLineMsg "warning"
SFcnCompatibilityMsg "none"
UniqueDataStoreMsg "none"

```

BusObjectLabelMismatch "warning"
RootOutputRequireBusObject "warning"
AssertControl "UseLocalSettings"
EnableOverflowDetection off
ModelReferenceIOMsg "none"
ModelReferenceVersionMismatchMessage "none"
ModelReferenceIOMismatchMessage "none"
ModelReferenceCSMismatchMessage "none"
UnknownTsInhSupMsg "warning"
ModelReferenceDataLoggingMessage "warning"
ModelReferenceSymbolNameMessage "warning"
ModelReferenceExtraNoncontSigs "error"
StateNameClashWarn "warning"
SimStateInterfaceChecksumMismatchMsg "warning"
StrictBusMsg "Warning"
BusNameAdapt "WarnAndRepair"
NonBusSignalsTreatedAsBus "none"
LoggingUnavailableSignals "error"
BlockIODiagnostic "none"
}
Simulink.HardwareCC {
  $ObjectID 6
  Version "1.10.0"
  ProdBitPerChar 8
  ProdBitPerShort 16
  ProdBitPerInt 32
  ProdBitPerLong 32
  ProdIntDivRoundTo "Undefined"
  ProdEndianess "Unspecified"
  ProdWordSize 32
  ProdShiftRightIntArith on
  ProdHWDeviceType "32-bit Generic"
  TargetBitPerChar 8
  TargetBitPerShort 16

```

```

TargetBitPerInt 32
TargetBitPerLong 32
TargetShiftRightIntArith on
TargetIntDivRoundTo "Undefined"
TargetEndianess "Unspecified"
TargetWordSize 32
TargetTypeEmulationWarnSuppressLevel 0
TargetPreprocMaxBitsSint 32
TargetPreprocMaxBitsUint 32
TargetHWDeviceType "Specified"
TargetUnknown off
ProdEqTarget on
}
Simulink.ModelReferenceCC {
  $ObjectID 7
  Version "1.10.0"
  UpdateModelReferenceTargets "IfOutOfDateOrStructuralChange"
  CheckModelReferenceTargetMessage "error"
  EnableParallelModelReferenceBuilds off
  ParallelModelReferenceMATLABWorkerInit "None"
  ModelReferenceNumInstancesAllowed "Multi"
  PropagateVarSize "Infer from blocks in model"
  ModelReferencePassRootInputsByReference on
  ModelReferenceMinAlgLoopOccurrences off
  PropagateSignalLabelsOutOfModel off
  SupportModelReferenceSimTargetCustomCode off
}
Simulink.SFSimCC {
  $ObjectID 8
  Version "1.10.0"
  SFSimEnableDebug on
  SFSimOverflowDetection on
  SFSimEcho on
  SimBlas on

```

```

SimCtrlC      on
SimExtrinsic  on
SimIntegrity  on
SimUseLocalCustomCode off
SimBuildMode  "sf_incremental_build"
}
Simulink.RTWCC {
  $BackupClass  "Simulink.RTWCC"
  $ObjectID     9
  Version       "1.10.0"
  Array {
    Type        "Cell"
    Dimension    1
    Cell        "IncludeHyperlinkInReport"
    PropName     "DisabledProps"
  }
  SystemTargetFile "grt.tlc"
  GenCodeOnly      off
  MakeCommand      "make_rtw"
  GenerateMakefile on
  TemplateMakefile "grt_default_tmf"
  GenerateReport   off
  SaveLog          off
  RTWVerbose       on
  RetainRTWFile    off
  ProfileTLC       off
  TLCDebug         off
  TLCCoverage      off
  TLCAssert        off
  ProcessScriptMode "Default"
  ConfigurationMode "Optimized"
  ConfigAtBuild    off
  RTWUseLocalCustomCode off
  RTWUseSimCustomCode off

```

```

IncludeHyperlinkInReport off
LaunchReport    off
TargetLang      "C"
IncludeBusHierarchyInRTWFileBlockHierarchyMap off
IncludeERTFirstTime  off
GenerateTraceInfo  off
GenerateTraceReport  off
GenerateTraceReportSl  off
GenerateTraceReportSf  off
GenerateTraceReportEml  off
GenerateCodeInfo  off
RTWCompilerOptimization "Off"
CheckMdlBeforeBuild  "Off"
CustomRebuildMode  "OnUpdate"
Array {
  Type      "Handle"
  Dimension  2
  Simulink.CodeAppCC {
    $ObjectID  10
    Version    "1.10.0"
    Array {
      Type      "Cell"
      Dimension  16
      Cell      "IgnoreCustomStorageClasses"
      Cell      "InsertBlockDesc"
      Cell      "SFDDataObjDesc"
      Cell      "SimulinkDataObjDesc"
      Cell      "DefineNamingRule"
      Cell      "SignalNamingRule"
      Cell      "ParamNamingRule"
      Cell      "InlinedPrmAccess"
      Cell      "CustomSymbolStr"
      Cell      "CustomSymbolStrGlobalVar"
      Cell      "CustomSymbolStrType"
    }
  }
}

```

```

Cell      "CustomSymbolStrField"
Cell      "CustomSymbolStrFcn"
Cell      "CustomSymbolStrBlkIO"
Cell      "CustomSymbolStrTmpVar"
Cell      "CustomSymbolStrMacro"
PropName  "DisabledProps"
}
ForceParamTrailComments off
GenerateComments    on
IgnoreCustomStorageClasses on
IgnoreTestpoints    off
IncHierarchyInIds    off
MaxIdLength         31
PreserveName        off
PreserveNameWithParent off
ShowEliminatedStatement off
IncAutoGenComments  off
SimulinkDataObjDesc off
SFDataObjDesc       off
IncDataTypeInIds    off
MangleLength        1
CustomSymbolStrGlobalVar "$R$N$M"
CustomSymbolStrType     "$N$R$M"
CustomSymbolStrField    "$N$M"
CustomSymbolStrFcn      "$R$N$M$F"
CustomSymbolStrFcnArg   "rt$I$N$M"
CustomSymbolStrBlkIO    "rtb_-$N$M"
CustomSymbolStrTmpVar   "$N$M"
CustomSymbolStrMacro    "$R$N$M"
DefineNamingRule       "None"
ParamNamingRule        "None"
SignalNamingRule       "None"
InsertBlockDesc        off
SimulinkBlockComments on

```

```

EnableCustomComments  off
InlinedPrmAccess      "Literals"
ReqsInCode            off
UseSimReservedNames   off
}
Simulink.GRTTargetCC {
  $BackupClass        "Simulink.TargetCC"
  $ObjectID           11
  Version              "1.10.0"
  Array {
    Type               "Cell"
    Dimension          15
    Cell               "IncludeMdlTerminateFcn"
    Cell               "CombineOutputUpdateFcns"
    Cell               "SuppressErrorStatus"
    Cell               "ERTCustomFileBanners"
    Cell               "GenerateSampleERTMain"
    Cell               "GenerateTestInterfaces"
    Cell               "ModelStepFunctionPrototypeControlCompliant"
    Cell               "MultiInstanceERTCode"
    Cell               "PurelyIntegerCode"
    Cell               "SupportNonFinite"
    Cell               "SupportComplex"
    Cell               "SupportAbsoluteTime"
    Cell               "SupportContinuousTime"
    Cell               "SupportNonInlinedSFcns"
    Cell               "PortableWordSizes"
    PropName           "DisabledProps"
  }
  TargetFcnLib         "ansi_tfl_tmw.mat"
  TargetLibSuffix      ""
  TargetPreCompLibLocation ""
  TargetFunctionLibrary "ANSI_C"
  UtilityFuncGeneration "Auto"

```

ERTMultiwordTypeDef "System defined"
ERTCodeCoverageTool "None"
ERTMultiwordLength 256
MultiwordLength 2048
GenerateFullHeader on
GenerateSampleERTMain off
GenerateTestInterfaces off
IsPILTarget off
ModelReferenceCompliant on
ParMdlRefBuildCompliant on
CompOptLevelCompliant on
IncludeMdlTerminateFcn on
GeneratePreprocessorConditionals "Disable all"
CombineOutputUpdateFcns off
SuppressErrorStatus off
ERTFirstTimeCompliant off
IncludeFileDelimiter "Auto"
ERTCustomFileBanners off
SupportAbsoluteTime on
LogVarNameModifier "rt_"
MatFileLogging on
MultiInstanceERTCode off
SupportNonFinite on
SupportComplex on
PurelyIntegerCode off
SupportContinuousTime on
SupportNonInlinedSFcns on
SupportVariableSizeSignals off
EnableShiftOperators on
ParenthesesLevel "Nominal"
PortableWordSizes off
ModelStepFunctionPrototypeControlCompliant off
CPPClassGenCompliant off
AutosarCompliant off

```

    UseMalloc      off
    ExtMode        off
    ExtModeStaticAlloc  off
    ExtModeTesting  off
    ExtModeStaticAllocSize 1000000
    ExtModeTransport  0
    ExtModeMexFile  "ext_comm"
    ExtModeIntrfLevel  "Level1"
    RTWCAPISignals  off
    RTWCAPIParams  off
    RTWCAPISates  off
    GenerateASAP2  off
  }
  PropName      "Components"
}
}
PropName      "Components"
}
Name          "Configuration"
CurrentDlgPage  "Solver"
ConfigPrmDlgPosition  "[ 200, 85, 1080, 715 ]"
}
PropName      "ConfigurationSets"
}
Simulink.ConfigSet {
  $PropName    "ActiveConfigurationSet"
  $ObjectID    1
}
BlockDefaults {
  ForegroundColor  "black"
  BackgroundColor  "white"
  DropShadow       off
  NamePlacement    "normal"
  FontName         "Arial"

```

```

FontSize      10
FontWeight    "normal"
FontAngle     "normal"
ShowName      on
BlockRotation 0
BlockMirror   off
}
AnnotationDefaults {
  HorizontalAlignment "center"
  VerticalAlignment   "middle"
  ForegroundColor    "black"
  BackgroundColor    "white"
  DropShadow         off
  FontName           "Arial"
  FontSize           10
  FontWeight         "normal"
  FontAngle          "normal"
  UseDisplayTextAsClickCallback off
}
LineDefaults {
  FontName      "Arial"
  FontSize      9
  FontWeight    "normal"
  FontAngle     "normal"
}
BlockParameterDefaults {
  Block {
    BlockType      BusCreator
    Inputs         "4"
    DisplayOption  "none"
    UseBusObject   off
    BusObject      "BusObject"
    NonVirtualBus  off
  }
}

```

```

Block {
  BlockType      FromWorkspace
  VariableName   "simulink_input"
  SampleTime     "-1"
  Interpolate    on
  ZeroCross      off
  OutputAfterFinalValue "Extrapolation"
}

Block {
  BlockType      ToWorkspace
  VariableName   "simulink_output"
  MaxDataPoints  "1000"
  Decimation     "1"
  SampleTime     "0"
  FixptAsFi     off
}

}

System {
  Name           "IndiceIASE4"
  Location       [404, 247, 1085, 685]
  Open           on
  ModelBrowserVisibility off
  ModelBrowserWidth 200
  ScreenColor    "white"
  PaperOrientation "landscape"
  PaperPositionMode "auto"
  PaperType      "usletter"
  PaperUnits     "inches"
  TiledPaperMargins [0.500000, 0.500000, 0.500000, 0.500000]
  TiledPageScale 1
  ShowPageBoundaries off
  ZoomFactor      "100"
  ReportName      "simulink-default.rpt"
  SIDHighWatermark 17
}

```

```

Block {
  BlockType      BusCreator
  Name           "Bus\nCreator"
  SID            1
  Ports          [2, 1]
  Position       [150, 51, 155, 89]
  ShowName       off
  Inputs         "2"
  DisplayOption  "bar"
}
Block {
  BlockType      BusCreator
  Name           "Bus\nCreator1"
  SID            2
  Ports          [2, 1]
  Position       [150, 226, 155, 264]
  ShowName       off
  Inputs         "2"
  DisplayOption  "bar"
}
Block {
  BlockType      ToWorkspace
  Name           "IASE"
  SID            6
  Ports          [1]
  Position       [360, 230, 420, 260]
  VariableName   "indice"
  MaxDataPoints  "inf"
  SampleTime     "-1"
  SaveFormat     "Array"
}
Block {
  BlockType      FromWorkspace
  Name           "aprovacao"

```

```

SID      5
Position [35, 268, 100, 292]
VariableName "aprovacao"
SampleTime "0"
ZeroCross   on
}
Block {
  BlockType Reference
  Name      "fis1"
  SID      3
  Ports    [1, 1]
  Position [220, 46, 280, 94]
  LibraryVersion "1.179"
  SourceBlock "fuzblock/Fuzzy Logic \nController"
  SourceType "FIS"
  ShowPortLabels "FromPortIcon"
  SystemSampleTime "-1"
  FunctionWithSeparateData off
  RTWMemSecFuncInitTerm "Inherit from model"
  RTWMemSecFuncExecute "Inherit from model"
  RTWMemSecDataConstants "Inherit from model"
  RTWMemSecDataInternal "Inherit from model"
  RTWMemSecDataParameters "Inherit from model"
  fis      "fis1"
}
Block {
  BlockType Reference
  Name      "fis2"
  SID      4
  Ports    [1, 1]
  Position [220, 221, 280, 269]
  LibraryVersion "1.179"
  SourceBlock "fuzblock/Fuzzy Logic \nController"
  SourceType "FIS"

```

```

ShowPortLabels      "FromPortIcon"
SystemSampleTime    "-1"
FunctionWithSeparateData off
RTWMemSecFuncInitTerm "Inherit from model"
RTWMemSecFuncExecute "Inherit from model"
RTWMemSecDataConstants "Inherit from model"
RTWMemSecDataInternal "Inherit from model"
RTWMemSecDataParameters "Inherit from model"
fis      "fis2"
}
Block {
  BlockType      FromWorkspace
  Name           "matematica"
  SID            7
  Position       [35, 103, 100, 127]
  VariableName   "matematica"
  SampleTime     "0"
  ZeroCross      on
}
Block {
  BlockType      FromWorkspace
  Name           "media"
  SID            16
  Position       [35, 198, 100, 222]
  VariableName   "media"
  SampleTime     "0"
  ZeroCross      on
}
Block {
  BlockType      FromWorkspace
  Name           "portugues"
  SID            8
  Position       [30, 28, 95, 52]
  VariableName   "portugues"
}

```

```

SampleTime    "0"
ZeroCross     on
}
Block {
  BlockType    ToWorkspace
  Name         "subindice"
  SID         17
  Ports        [1]
  Position     [370, 55, 430, 85]
  VariableName "media"
  MaxDataPoints "inf"
  SampleTime   "-1"
  SaveFormat   "Array"
}
Line {
  SrcBlock     "matematica"
  SrcPort      1
  Points       [15, 0; 0, -35]
  DstBlock     "Bus\nCreator"
  DstPort      2
}
Line {
  SrcBlock     "portugues"
  SrcPort      1
  Points       [15, 0; 0, 20]
  DstBlock     "Bus\nCreator"
  DstPort      1
}
Line {
  SrcBlock     "Bus\nCreator"
  SrcPort      1
  DstBlock     "fis1"
  DstPort      1
}

```

```
Line {
  SrcBlock      "Bus\nCreator1"
  SrcPort       1
  DstBlock      "fis2"
  DstPort       1
}
Line {
  SrcBlock      "aprovacao"
  SrcPort       1
  Points        [30, 0]
  DstBlock      "Bus\nCreator1"
  DstPort       2
}
Line {
  SrcBlock      "media"
  SrcPort       1
  Points        [15, 0; 0, 25]
  DstBlock      "Bus\nCreator1"
  DstPort       1
}
Line {
  SrcBlock      "fis2"
  SrcPort       1
  DstBlock      "IASE"
  DstPort       1
}
Line {
  SrcBlock      "fis1"
  SrcPort       1
  DstBlock      "subindice"
  DstPort       1
}
}
}
```

APÊNDICE B - Regras de Regras do SIF1 e SIF3.

N.º	SIF	Regra
01	1	Se Português é Baixo e Matemática é Baixa Então Média é Muito Baixa
02	1	Se Português é Baixo e Matemática é Regular Então Média é Baixa
03	1	Se Português é Baixo e Matemática é Média Então Média é Regular
04	1	Se Português é Baixo e Matemática é Alta Então Média é Regular
05	1	Se Português é Regular e Matemática é Baixa Então Média é Baixa
06	1	Se Português é Regular e Matemática é Regular Então Média é Regular
07	1	Se Português é Regular e Matemática é Média Então Média é Média
08	1	Se Português é Regular e Matemática é Alta Então Média é Muito Alta
09	1	Se Português é Média e Matemática é Baixa Então Média é Regular
10	1	Se Português é Média e Matemática é Regular Então Média é Média
11	1	Se Português é Média e Matemática é Média Então Média é Média
12	1	Se Português é Média e Matemática é Alta Então Média é Alta
13	1	Se Português é Alta e Matemática é Baixa Então Média é Regular
14	1	Se Português é Alta e Matemática é Regular Então Média é Muito Alta
15	1	Se Português é Alta e Matemática é Média Então Média é Alta
16	1	Se Português é Alta e Matemática é Alta Então Média é Altíssima

N.º	SIF	Regra
01	2	Se Média é Baixa e Aprovação é Baixa Então IASE é Muito Baixa
02	2	Se Média é Baixa e Aprovação é Regular Então IASE é Muito Baixa
03	2	Se Média é Baixa e Aprovação é Média Então IASE é Muito Baixa
04	2	Se Média é Baixa e Aprovação é Alta Então IASE é Muito Baixa
05	2	Se Média é Regular e Aprovação é Baixa Então IASE é Muito Baixa
06	2	Se Média é Regular e Aprovação é Regular Então IASE é Muito Baixa
07	2	Se Média é Regular e Aprovação é Média Então IASE é Baixa
08	2	Se Média é Regular e Aprovação é Alta Então IASE é Média
09	2	Se Média é Média e Aprovação é Baixa Então IASE é Baixa
10	2	Se Média é Média e Aprovação é Regular Então IASE é Média
11	2	Se Média é Média e Aprovação é Média Então IASE é Média
12	2	Se Média é Média e Aprovação é Alta Então IASE é Alta
13	2	Se Média é Alta e Aprovação é Baixa Então IASE é Baixa
14	2	Se Média é Alta e Aprovação é Regular Então IASE é Média
15	2	Se Média é Alta e Aprovação é Média Então IASE é Alta
16	2	Se Média é Alta e Aprovação é Alta Então IASE é Muito Alta

APÊNDICE C - Processamento Simulink

Processamento Simulink

O Simulink permite a construção de sistemas através de diagramas de blocos e integra a família de programas do Matlab. Após ter representado o Sistemas de Inferência *fuzzy* no Matlab exporta-se o arquivo .fis para a Workspace conforme figura 10.

Essa exportação possibilitará a carga no sistema de todas as variáveis de entrada do sistema fuzzy construído.

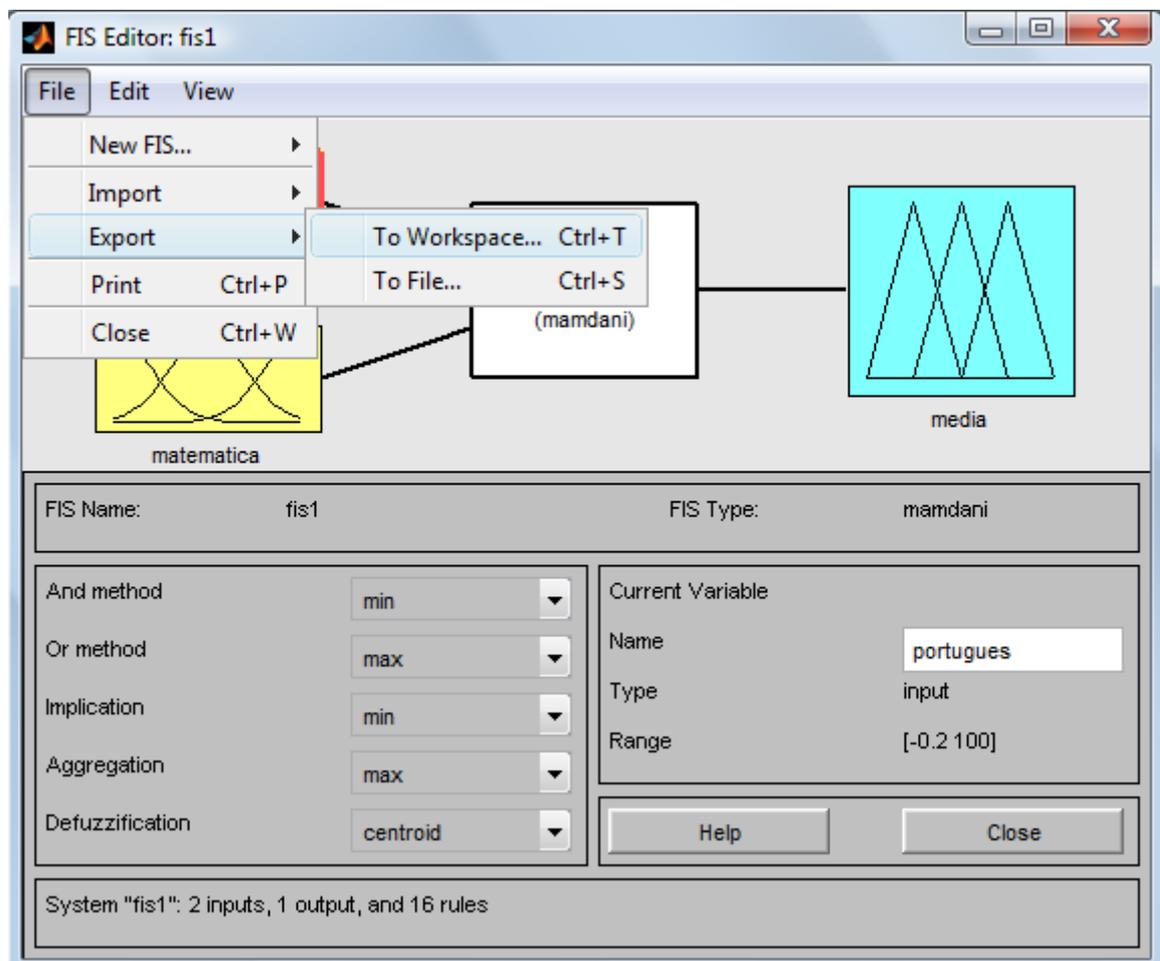


Figura 10: Exporta o arquivo para o Workspace

A Figura 11 ilustra a criação do modelo simulink no menu da janela **Simulink Library Browser**

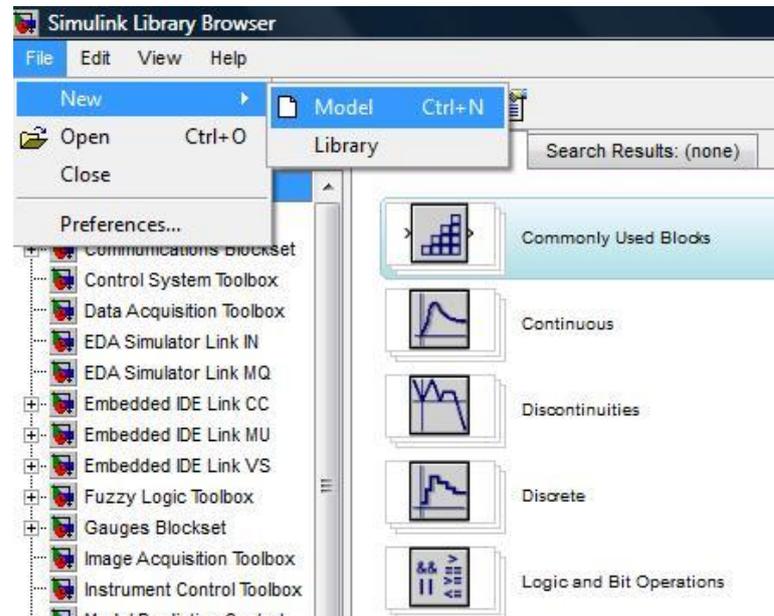


Figura 11: Ambiente Simulink

A figura 12 ilustra o modelo do índice IASE no ambiente simulink para gerar o índice IASE.

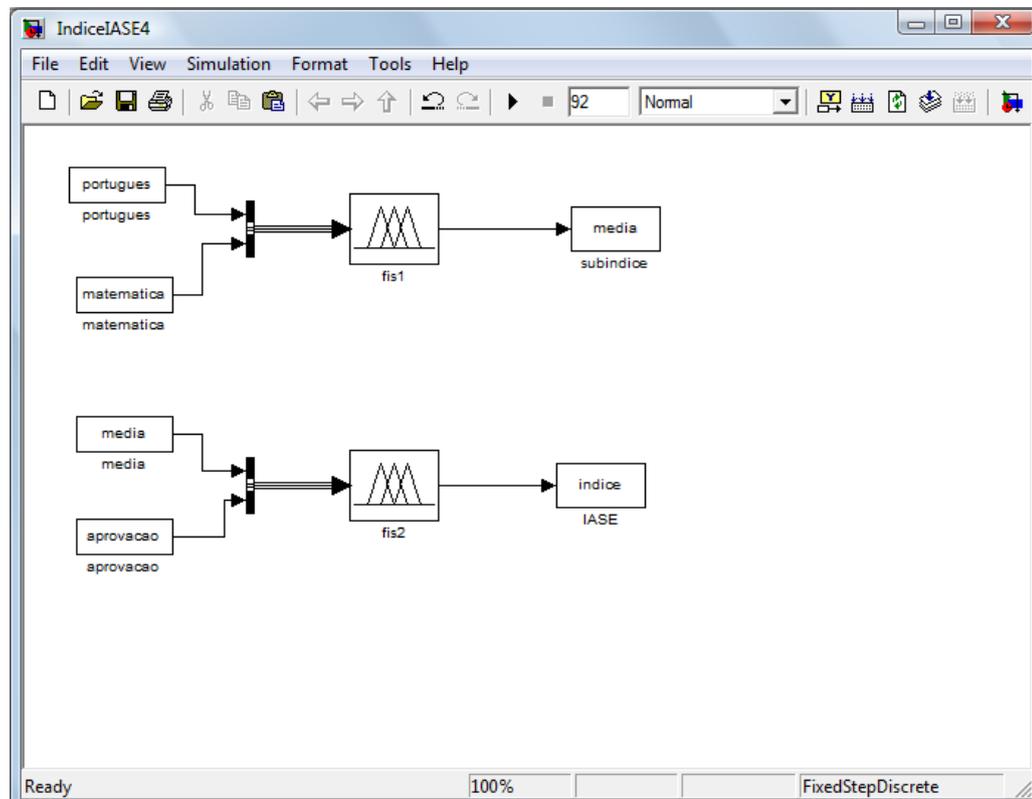


Figura 12: Modelo simulink com blocos adicionados