



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

NÉBULA: UM SISTEMA INTEGRADO PARA GERAÇÃO DE INFERÊNCIAS NEBULOSAS APLICÁVEIS A JOGOS PSICOPEDAGÓGICOS

Aluno: Diogo da Silva Magalhães Gomes
diogosmg@ufrj.br

Orientadores:
Prof. Claudia Lage R. Motta, D. Sc
Prof. Adriano Joaquim de O. Cruz, Ph.D

Nébula
Sistema Gerador de
Inferências Nebulosas

Agenda

- Introdução/Contextualização
- Proposta de Solução
- Detalhamento da Proposta
- Validação e Estudos de Caso
- Considerações Finais e Trabalhos Futuros

Introdução

“Tudo é loucura ou sonho no começo. Nada do que o homem fez no mundo teve início de outra maneira — mas já tantos sonhos se realizaram que não temos o direito de duvidar de nenhum.”

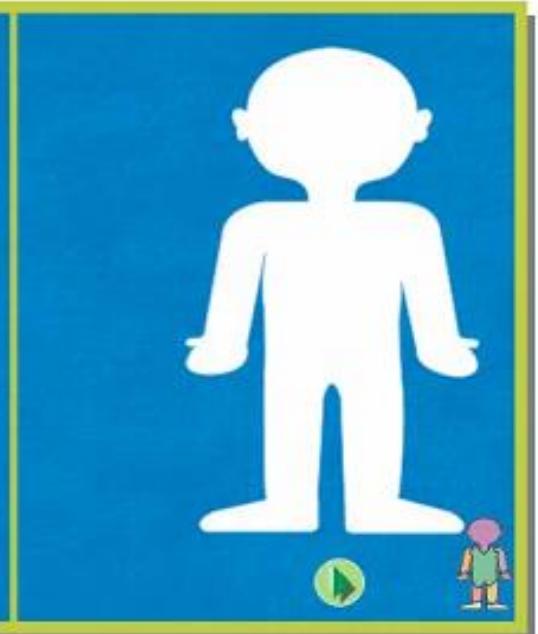
Monteiro Lobato

Introdução - Contexto

- Jogos eletrônicos na área de educação
 - Privilegiam-se de recursos de **inteligência computacional**
- Jogos para ***análise cognitiva***
 - Recursos para auxiliar o psicólogo a localizar, estimular e intervir no processo de cognição
 - Diversas iniciativas e pesquisas em andamento

Introdução - Contexto

- Linha de Pesquisa em **Jogos Psicopedagógicos**
 - Metodologias para intervenção no desenvolvimento cognitivo de crianças
 - Desenvolvidos segundo a teoria de **Carla Marques (Fio Condutor)**
 - Fundamentada nos estudos de **Seminário (Elaboração Dirigida)**
 - Projeto para **virtualização** de Jogos disponíveis em meio físico



Introdução - Contexto

- Cenário Tradicional
 - Avaliação ainda realizada *manualmente* pelo psicólogo
- Desejável incluir recursos de *Inteligência Computacional* nos Jogos Virtualizados
 - Automatizar o processamento de alguns aspectos

Introdução - Contexto

- *Como modelar o conhecimento do especialista?*
- Abordagens experimentadas para modelagem dos algoritmos:
 - Expressões matemáticas complexas
 - Experimentações diversas envolvendo técnicas de **inteligência computacional**:
 - *Redes Neurais*
 - *Lógica Bayesiana*
 - *Logica Fuzzy*
 - ...

Introdução

Lógica Fuzzy

“Quando um monte de areia deixa de ser um monte de areia, caso retiremos um grão de cada vez?”

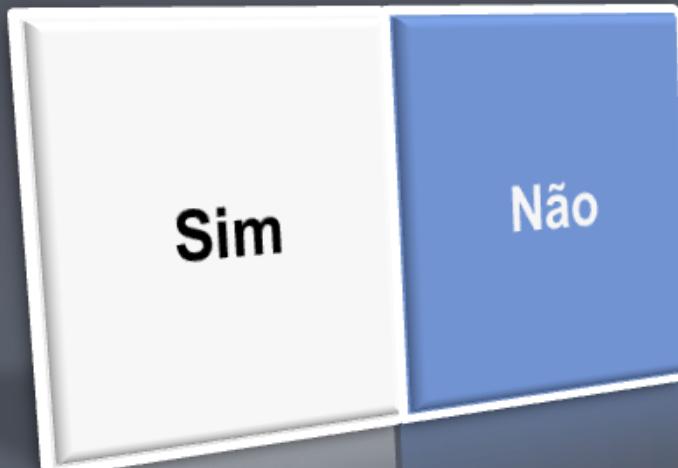
Eubulides de Mileto

Introdução – Lógica Fuzzy

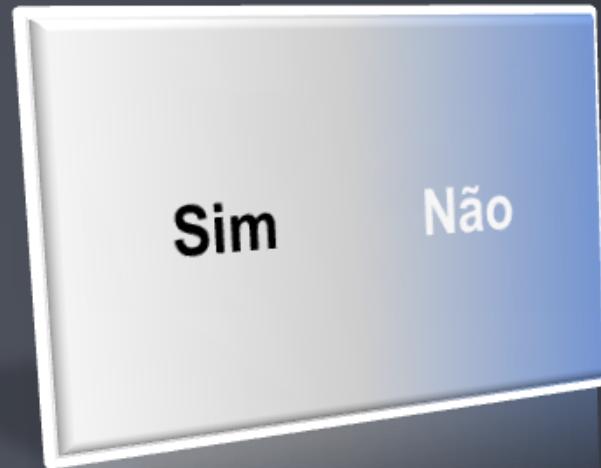
- Lógica Fuzzy em Jogos Didáticos
 - Representação de *incertezas* e *imprecisões* inerentes aos jogos
 - Modelagem do conhecimento do especialista em *sistemas de inferência fuzzy* baseados em regras
 - *Linguagem mais próxima à forma natural de raciocínio humano*

Lógica Fuzzy

LÓGICA CLÁSSICA

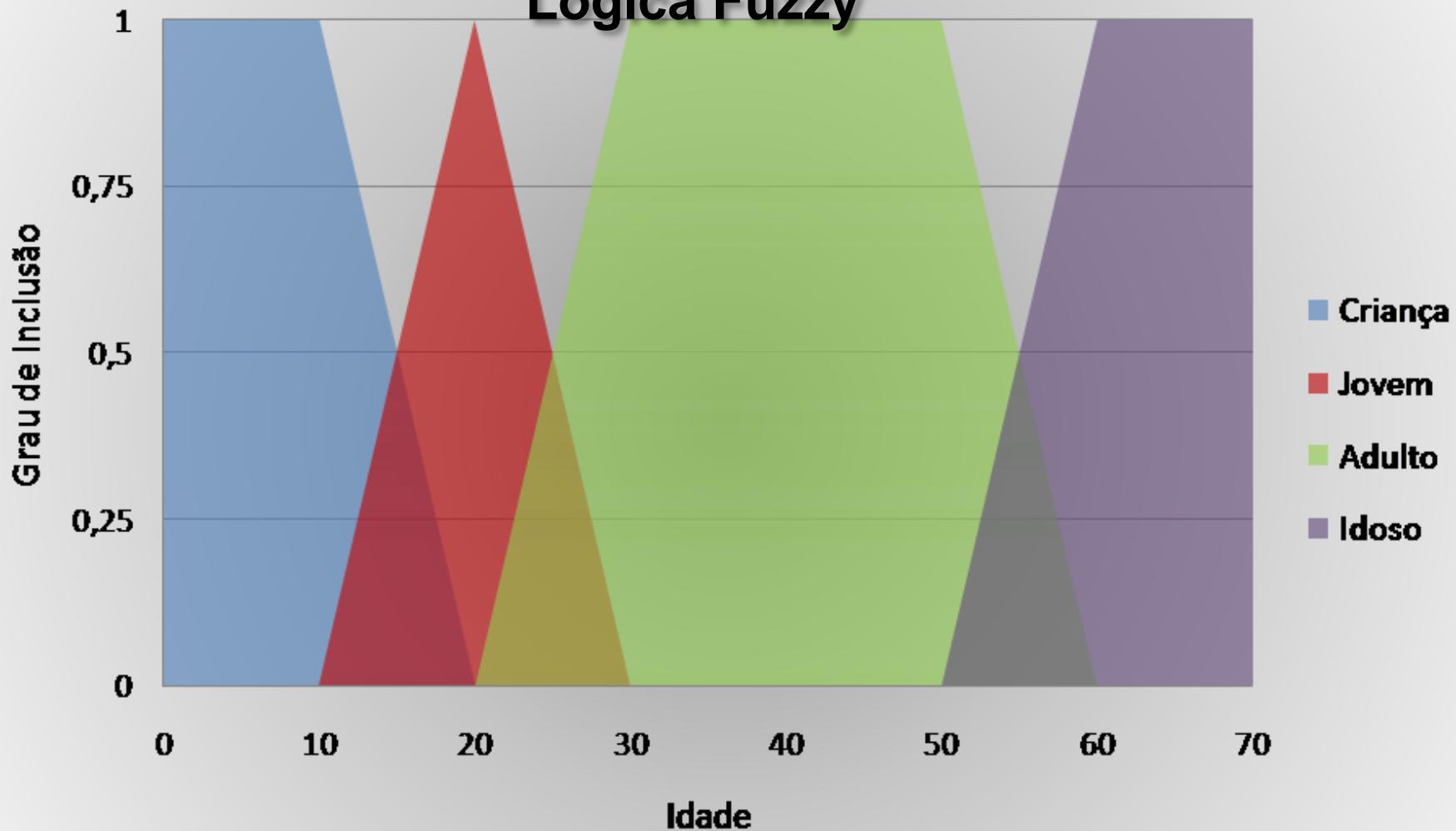


LÓGICA NEBULOSA



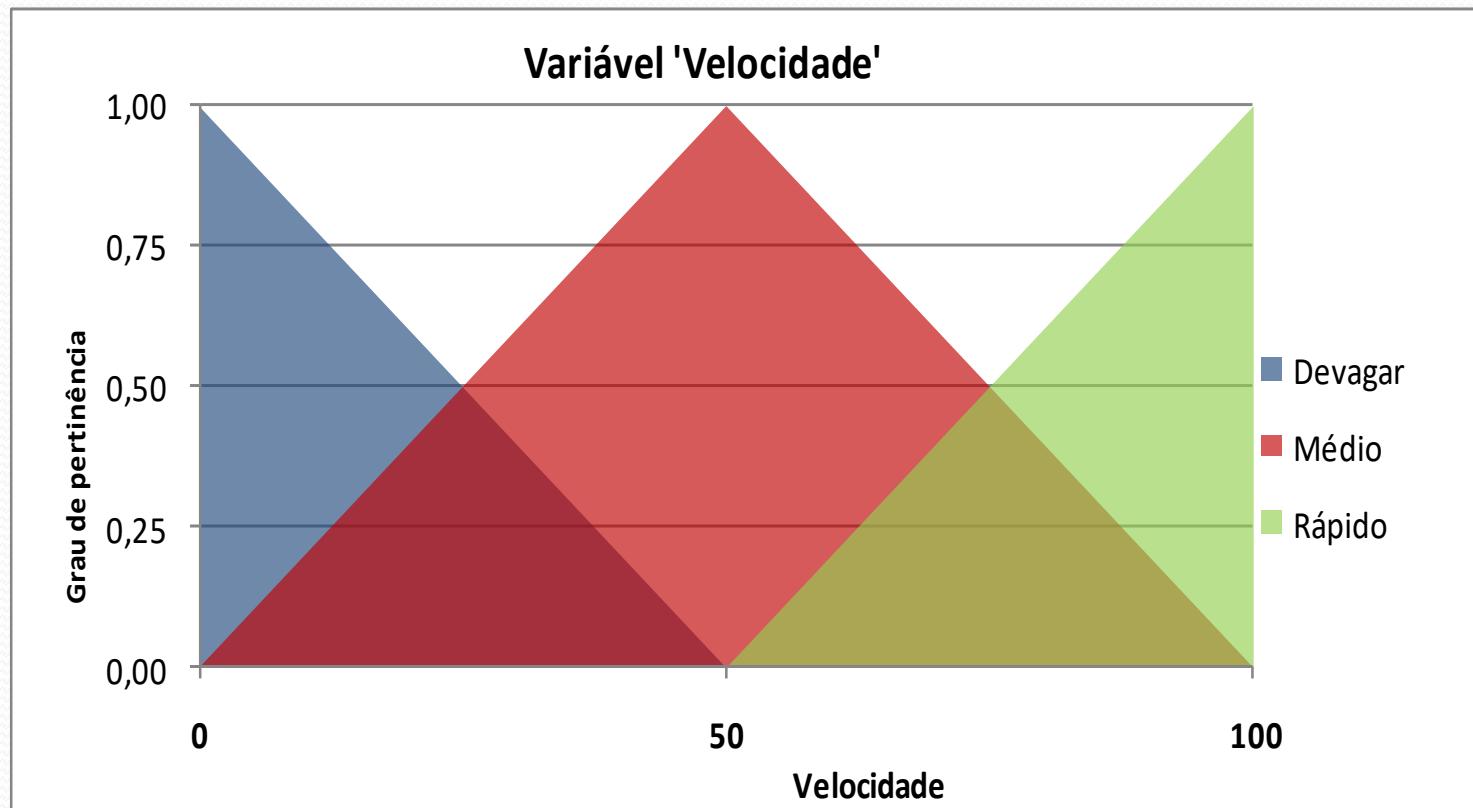
*Representação conceitual da pertinência em conjuntos clássicos
e as infinitas possibilidades consideradas pela lógica nebulosa*

Lógica Fuzzy



Sistemas de Inferência Fuzzy

- SE *velocidade=RÁPIDO* E *distância do muro=PERTO*
ENTÃO “*aceleração=FREAR FORTE*”



Dificuldades

- Interação complexa em *equipes multidisciplinares*
 - Especialistas em informática precisam traduzir os algoritmos descritos pelos neurocientistas e psicólogos
- Ferramentas disponíveis são orientadas a perfis profissionais de exatas
 - *Matlab* ou linguagens de programação (Java, C++...)
- Lógica matemática é *pré-determinada* e *acoplada* ao código de um jogo específico
 - Processo de construção *longo* e *complexo*
 - Sucessivas etapas até poder observar e avaliar os resultados

Motivação

- Viabilizar o uso de *recursos de inteligência computacional* nos jogos psicopedagógicos
- *Integrar* o processo de modelagem dos algoritmos, envolvendo a participação dos diferentes perfis especialistas das *equipes multidisciplinares*
 - *Integrar, ao invés de segmentar*

Problema

- Como viabilizar a definição dos **algoritmos nebulosos**, de forma dinâmica e **desacoplada** da codificação dos jogos psicopedagógicos, de maneira **simplificada** e permitindo a participação das **equipes multidisciplinares** envolvidas?

Objetivos

- ***Simplificar*** o processo de construção de algoritmos
 - Integrar os ***perfis especialistas*** das equipes multidisciplinares no processo de modelagem dos algoritmos
- ***Desacoplar*** o algoritmo da codificação dos jogos
 - Fornecer uma ***interface simples***, para que os algoritmos possam ser **configurados, testados e sintonizados** em um mesmo ***ambiente***

Hipótese

- H₁: É possível utilizar uma mesma *ferramenta integrada* para permitir a construção, testes e ajustes nos algoritmos de inferência nebulosos, *simplificando* seu processo de construção e *desacoplando-o* da codificação dos jogos?

Proposta de Solução



Nébula

Sistema Gerador de
Inferências Nebulosas

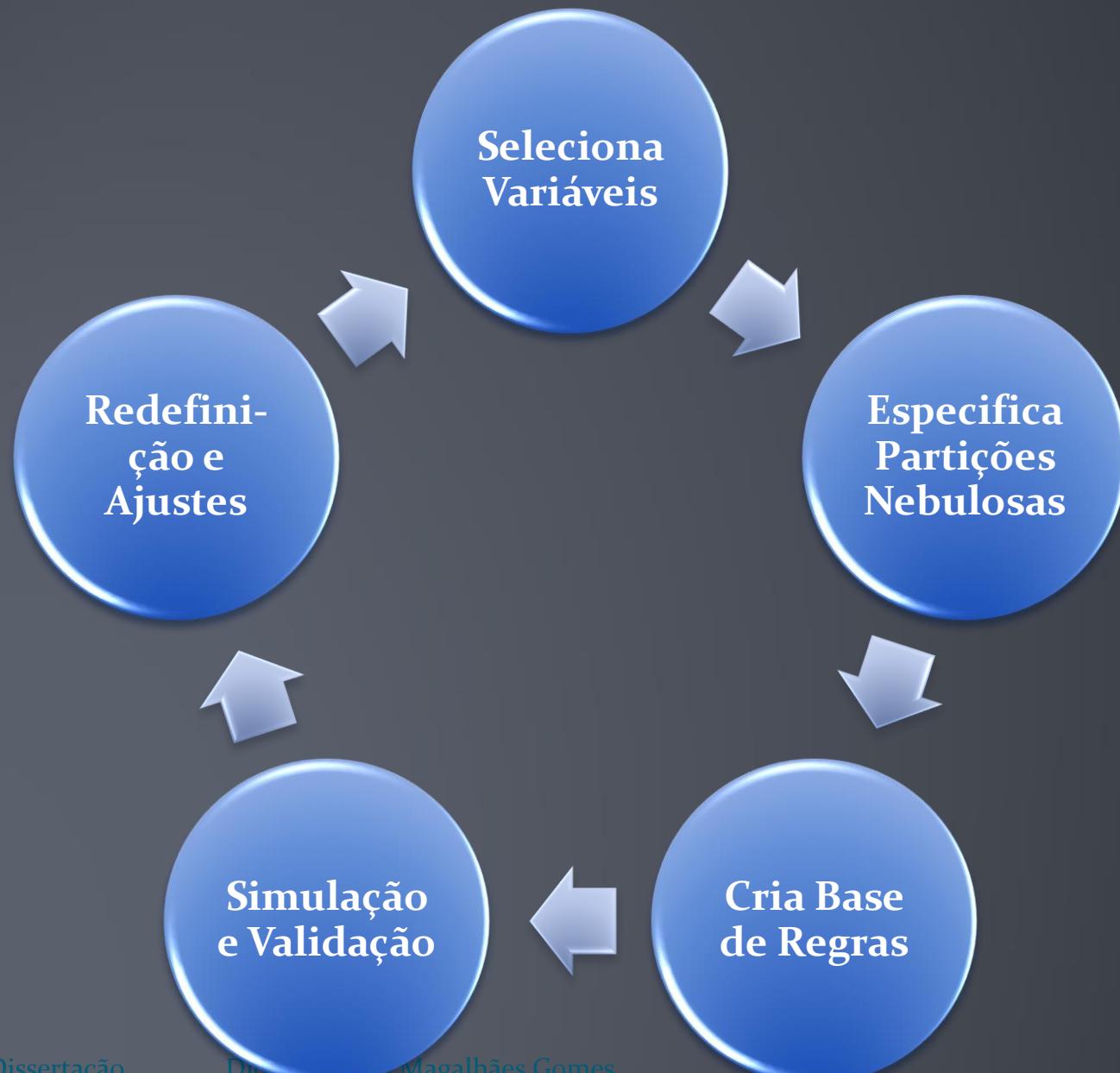
*“Não se imagina como tudo é vago, até que
se tente fazê-lo de maneira precisa.”*

Bertrand Russel

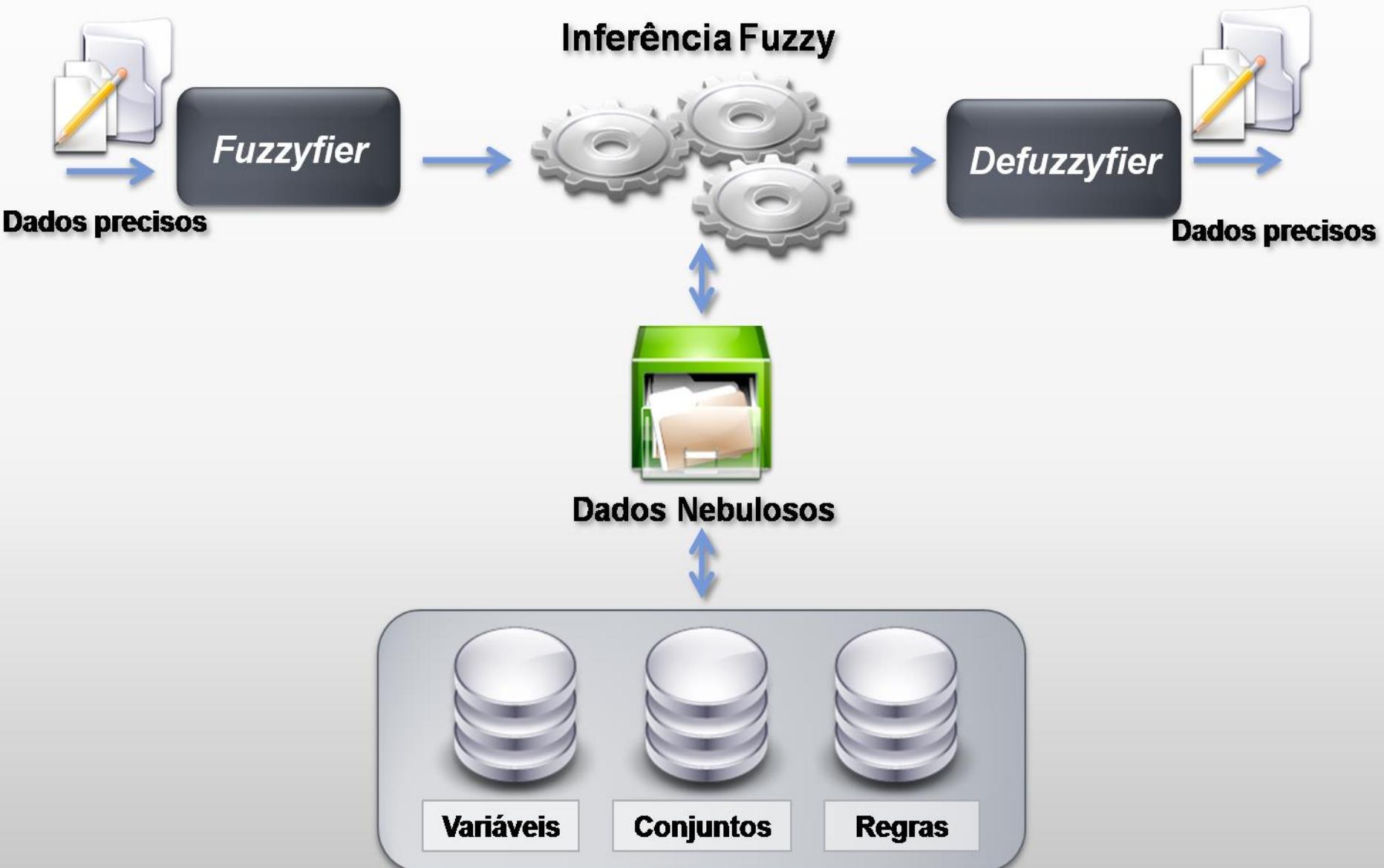
Proposta de Solução

- **Nébula**: Sistema integrado para construção de inferências nebulosas
 - Permite a criação de *instâncias de inferências*, referenciadas pelos jogos
 - Orienta a sequência de passos e fornece representações *gráficas simplificadas*
 - *Configuração, simulação e ajustes* dos parâmetros, com *reflexo imediato* nos jogos em execução

Método para Construção das Inferências



Arquitetura de um sistema de Inferência Fuzzy



Modelo Arquitetural





- Controlador de Velo...
- Estacionamento Veic...
- Simulação da Inferênci...

→ Simulação da Inferência

Simulação Pontual Matriz de Valores

95.0	92.5
95.0	156.6667
95.0	220.8333
95.0	285.0

Executar Inferência

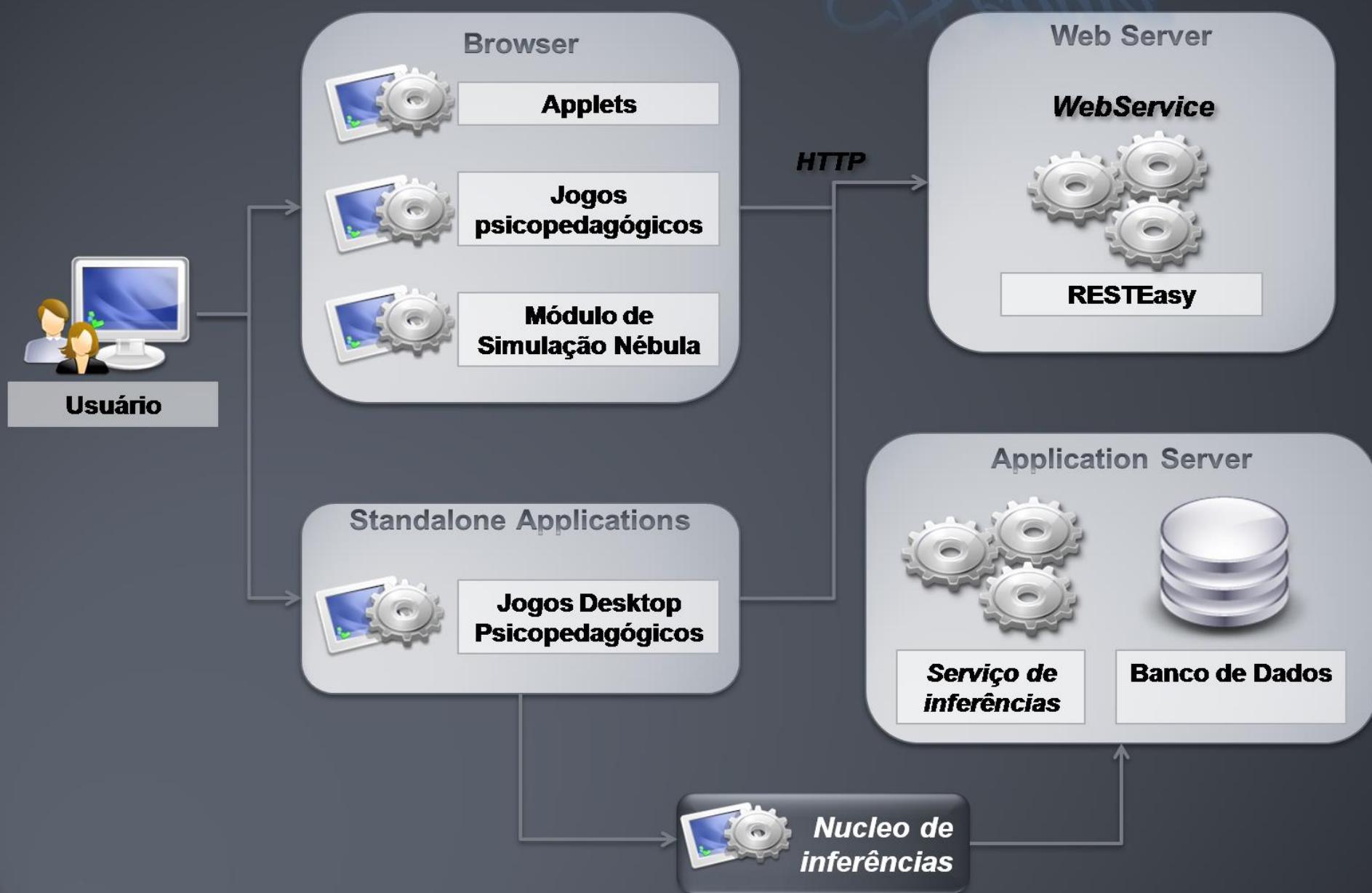
► Saída da Inferência

Posicao x	Angulo veiculo	Angulo Roda (SAÍDA)
5.0	-100.0	5.000195341848206
5.0	-35.8333	5.00009187662895
5.0	28.3333	7.22148869516073E-16
5.0	92.5	-15.74117470754567
5.0	156.6667	-24.886673490476845
5.0	220.8333	-24.958656817779904
5.0	285.0	0.0
15.0	-100.0	5.000195341848206
15.0	-35.8333	5.0001000000000015
15.0	28.3333	9.288576852117822E-16
15.0	92.5	-15.750031705608228



Diagrama de Componentes

Nébula



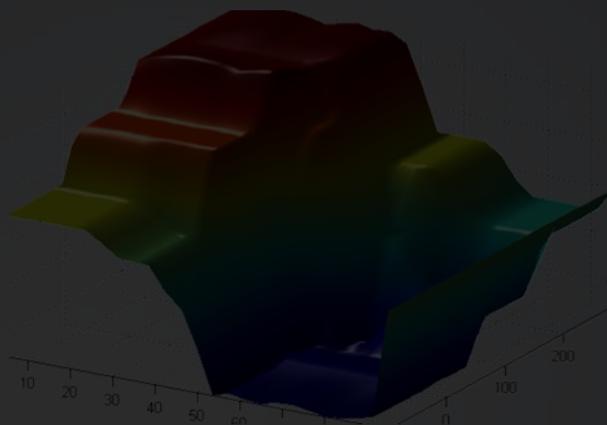
Estudos de Caso

Validação dos
Objetivos e
Hipótese



Simulador de
Estacionamento

Precisão e
Confiabilidade



Estudo de Caso
Comparativo com Matlab

Usabilidade e
Satisfação



Estudo de Caso
Prático Exploratório

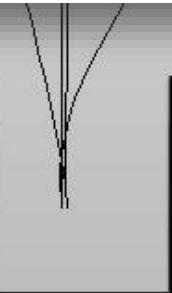
Estacionamento Caminhão

Posição do Caminhao: 378
Ângulo do Caminhao: 61,221
Ângulo do Volante: -0,000



Jogo em execucao...

Tempo decorrido para processamento da inferência: 18 ms
Tempo decorrido para processamento da inferência: 13 ms
Tempo decorrido para processamento da inferência: 10 ms
Tempo decorrido para processamento da inferência: 9 ms
Tempo decorrido para processamento da inferência: 6 ms
Tempo decorrido para processamento da inferência: 7 ms
Tempo decorrido para processamento da inferência: 8 ms
Tempo decorrido para processamento da inferência: 6 ms
Tempo decorrido para processamento da inferência: 7 ms
Tempo decorrido para processamento da inferência: 6 ms
Tempo decorrido para processamento da inferência: 6 ms
Tempo decorrido para processamento da inferência: 7 ms



Rastro

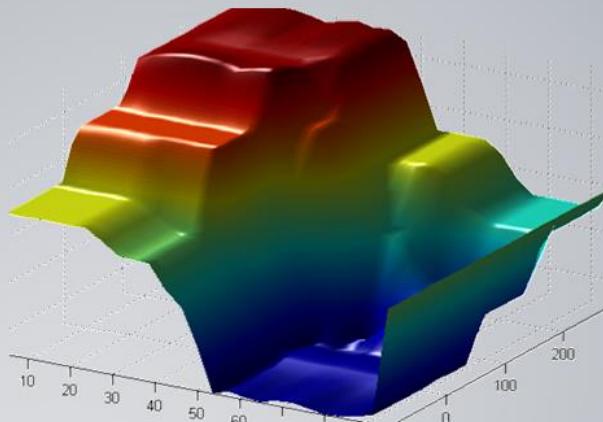
Estudos de Caso

Validação dos
Objetivos e
Hipótese



Simulador de
Estacionamento

Precisão e Confiabilidade



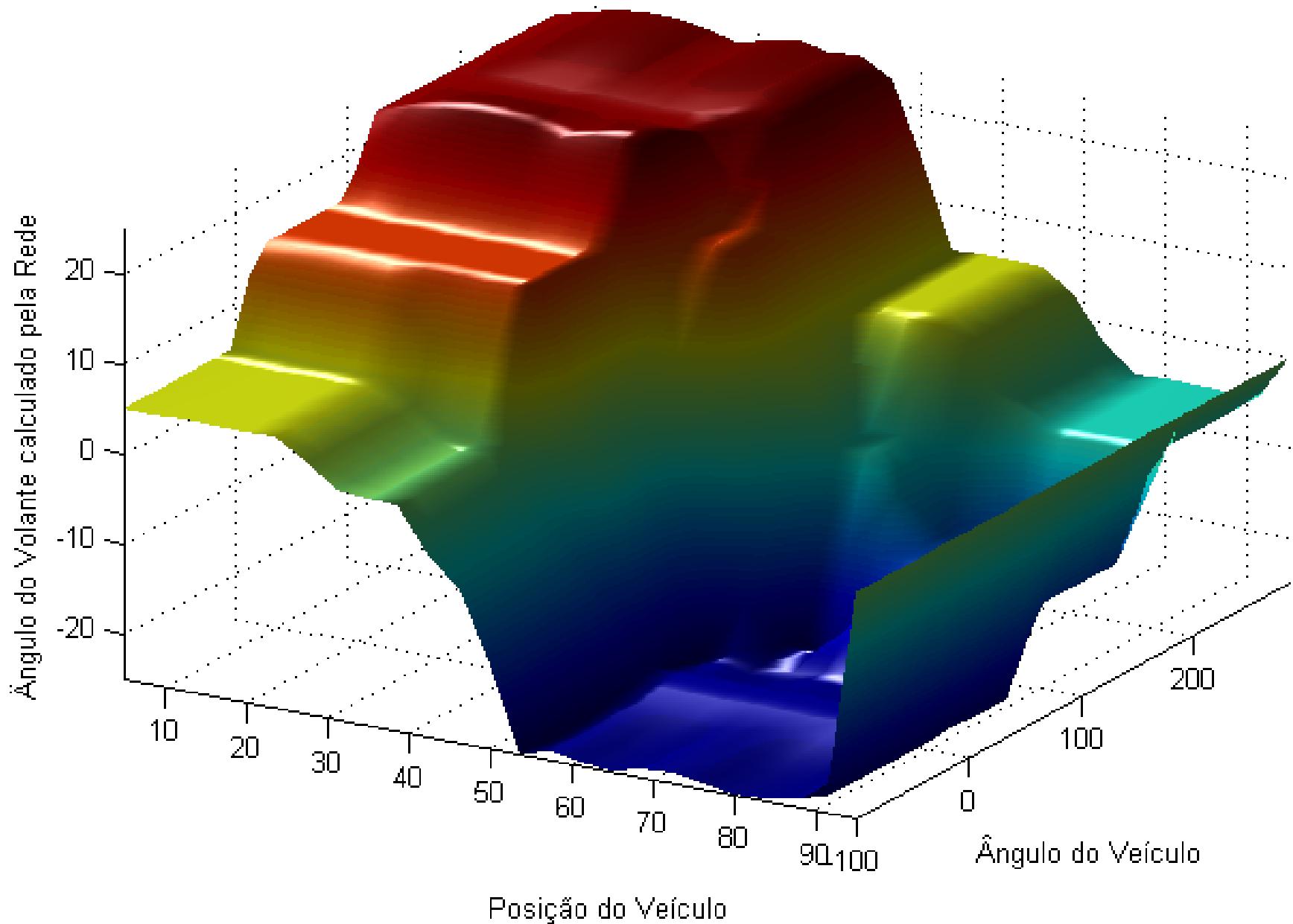
Estudo de Caso
Comparativo com Matlab

Usabilidade e
Satisfação



Estudo de Caso
Prático Exploratório

Superfície da matriz de resultados do algoritmo, considerados para o intervalo válido da posição X e o ângulo do veículo



Precisão e Confiabilidade

- 140 amostras
- EMPA: 140 amostras
- Testes T-Student
- $p=0,51$
- variação da variação
- Testes Estatísticos
- nível de evidência dos resultados

Testes Student Estratificados	
Intervalo amostras	valor p
1 - 14	0,025125681
15 - 28	0,02561006
29 - 42	0,026043808
43 - 56	0,007976581
57 - 70	0,007976581
71 - 84	0,00929573
85 - 98	0,00929573
99 - 112	0,003028157
113 - 126	0,002944197
127 - 140	0,002913838

$$= \frac{\sum_{t=1}^n |ERP_t|}{n}$$

Estudos de Caso

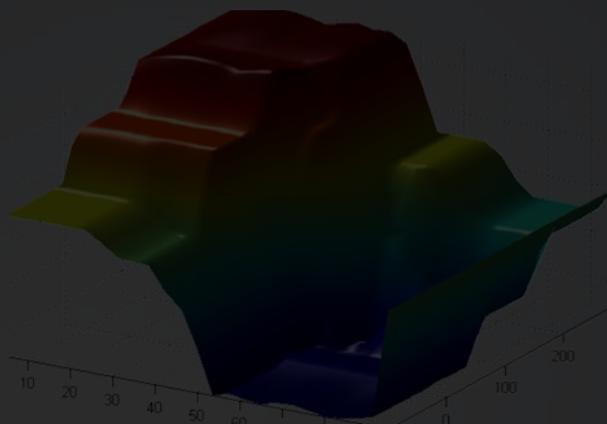
Sébula

Validação dos
Objetivos e
Hipótese



Simulador de
Estacionamento

Precisão e
Confiabilidade



Estudo de Caso
Comparativo com Matlab

Usabilidade e
Satisfação



Estudo de Caso
Prático Exploratório

Estudo de Caso Exploratório

- **Modelagem de um algoritmo por usuários da linha de pesquisa (Jogo de Atenção)**
 - Diferentes perfis: Pedagogia, Letras, Informática
- **Avaliação do critério de usabilidade (ISO-9241)**
 - *Eficácia*
 - *Eficiência*
 - *Satisfação*
- **Questionário de avaliação e observação prática**
 - Resultados evidenciaram *aceitação*



Partições Nebulosas da Variável rapidez



Partições Nebulosas da Variável precisao



Quantidade de Acertos: 3

Quantidade de Erros: 2

Quantidade Total de Respostas: 5

Número de Perseverações: 1

Índice Precisão: 60,000 %

Índice Erros: 40,000 %

Índice Rapidez (respostas/minuto): 7,110

Escore: 426,611

Saída da inferência: 63,712

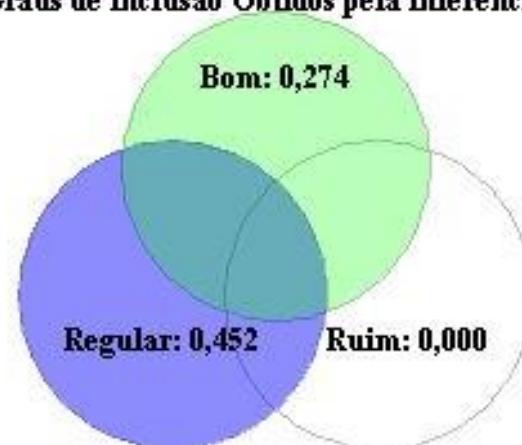
-- Regras Ativadas na Inferência:

```

5(0.2966053266468016)if (precisao IS Media) AND (rapidez IS Normal) then desempenho IS Regular [weight: 1.0]
6(0.2775460050148988)if (precisao IS Media) AND (rapidez IS Rapido) then desempenho IS Bom [weight: 1.0]
8(0.2)if (precisao IS Alta) AND (rapidez IS Normal) then desempenho IS Bom [weight: 1.0]
9(0.2)if (precisao IS Alta) AND (rapidez IS Rapido) then desempenho IS Bom [weight: 1.0]

```

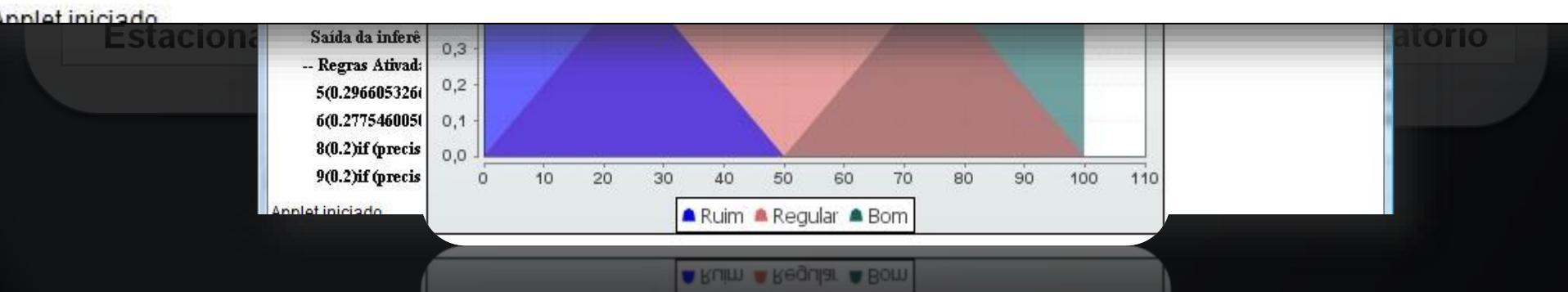
Graus de inclusão Obtidos pela Inferência



Tempo Total: 1m:1s

Tempo de Resposta: 0m:0s

Tempo de Reação: 0m:26s



Demonstração



Arquitetura para Sistemas Psicopedagógicos



Considerações Finais

“Palavra puxa palavra, uma idéia traz outra, e assim se faz um livro, um governo, ou uma revolução; alguns dizem que assim é que a natureza compôs as suas espécies.”

Machado de Assis

Considerações Finais

- Resultados observados evidenciaram a **viabilidade** de uso da ferramenta
 - **Aceitação** pelo público-alvo no estudo exploratório
 - **Simplificação** do processo de modelagem
 - **Desacoplamento** do algoritmo de inferência do código
 - Bom desempenho do processamento (*tempo real*)
- A ferramenta pode ter seu uso **estendido** para outros cenários além de jogos psicopedagógicos

Considerações Finais

• Limitações

- Não pretende substituir o papel do especialista
- Não objetiva que os mecanismos de inferências, por si só, sejam suficientes para representar a análise cognitiva em sua totalidade, mas sim servir como apoio ao especialista
- Objetiva atender aos problemas passíveis de representação por sistemas de inferência fuzzy
- Potencial efeito de “explosão de regras”, à medida que novas variáveis são adicionadas

Trabalhos Futuros

- **Otimização** das inferências geradas
 - Métodos de auto-aprendizado para automatizar os parâmetros (*regras, funções de pertinência*)
- **Módulo supervisor**, para auxiliar na especificação dos parâmetros de configuração, como:
 - *Destacar regiões não cobertas ou inconsistências nas regras*
 - *Sugerir otimizações nos intervalos para os conjuntos fuzzy*
- Análises e **pós-processamentos** nas informações obtidas pelas inferências
 - Estudos por outras áreas de inteligência computacional

Contribuições

Reflexo imediato
Imprecisões
Simplificação
Fuzzy
Algoritmos de inferência
Psicopedadógicos
Ambiente integrado
Interface Rica
Regras
Multidisciplinares
Especialistas
Desacoplamento
Jogos
Incertezas
Nebulosa
Ambiguidade

Publicações

- **RBCA – Revista Brasileira de Computação Aplicada** – Setembro/2010
- Relatório Técnico NCE – Phidias - 2009

Obrigado

diogosmg@ufrj.br

“A ciência será sempre uma busca, jamais uma descoberta. É uma viagem, nunca uma chegada.”

Karl Popper