

**UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO**

**ALAN OLIVEIRA FRIGÉRIO**

**PROTÓTIPO DE UMA FERRAMENTA  
INTELIGENTE DE AUXÍLIO À TOMADA DE DECISÃO  
PARA PÔQUER**

BAURU  
2016

**ALAN OLIVEIRA FRIGÉRIO**

**PROTÓTIPO DE UMA FERRAMENTA  
INTELIGENTE DE AUXÍLIO À TOMADA DE DECISÃO  
PARA PÔQUER**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas da Universidade do Sagrado Coração, como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Ciência da Computação, sob a orientação do Prof. Me. Patrick Pedreira Silva.

BAURU  
2016

Frigerio, Alan Oliveira

F9127p

Protótipo de uma ferramenta inteligente de auxílio à tomada de decisão para pôquer / Alan Oliveira Frigerio. -- 2016.

53f. : il.

Orientador: Prof. M.e Patrick Pedreira Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) – Universidade do Sagrado Coração – Bauru – SP.

1. Lógica Fuzzy. 2. Pôquer. 3. Inteligência Artificial. I. Silva, Patrick Pedreira. II. Título.

**ALAN OLIVEIRA FRIGÉRIO**

**PROTÓTIPO DE UMA FERRAMENTA INTELIGENTE DE  
AUXÍLIO À TOMADA DE DECISÃO PARA PÔQUER**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação, sob a orientação do Prof. Me. Patrick Pedreira Silva.

Banca examinadora:

---

Prof. Me. Patrick Pedreira Silva  
Universidade do Sagrado Coração

---

Prof. Dr. Elvio Gilberto da Silva  
Universidade do Sagrado Coração

---

Prof. Me. Henrique Pachioni Martins  
Universidade do Sagrado Coração

Bauru, 06 de Dezembro de 2016.

Dedico este trabalho aos meus pais e toda minha família e a todos que me apoiaram nesta longa caminhada pela universidade.

“Há uma certa responsabilidade que se acumulou sobre mim quando obtive esta posição inesperada.” (GATES, 2011, p. 51).

## RESUMO

O Pôquer, um jogo de cartas comunitárias com apostas e recompensas, é destaque hoje em vários países e vem ganhando espaço e muitos adeptos a cada ano que passa. Trata-se de um jogo que move milhões e milhões de dólares todo ano com torneios, cassinos e apostas informais. Basicamente o jogo funciona com cartas que podem ser combinadas, formando as chamadas “mãos”, que orientam as decisões dos jogadores. Neste cenário é possível vislumbrar o uso de técnicas de informática que auxiliem o processo de tomadas de decisão. Por exemplo, existem várias soluções passíveis de automatização que ajudam a calcular a probabilidade de jogadas no pôquer e muito mais, para que jogadores tenham melhor controle de jogadas. Uma das áreas de Computação que podem contribuir com o processo de tomada de decisão neste jogo é a Inteligência Artificial (IA) que se propõe a elaborar dispositivos que simulem a capacidade de raciocinar, perceber, tomar decisões e resolver problemas, enfim, a capacidade de ser inteligente. A complexidade envolvida no pôquer devido ao grande número de combinações de jogadas e cartas, aliada à falta de experiência, faz com que jogadores iniciantes tenham grande dificuldade nas tomadas de decisões e, principalmente, no aprendizado do jogo. Diante deste contexto o objetivo desta pesquisa é modelar um agente inteligente de tomada de decisões essenciais para o jogo de Pôquer, usando técnicas de Inteligência Artificial, especificamente a Lógica Fuzzy. A Lógica Fuzzy é uma extensão da lógica booleana que admite valores lógicos intermediários, permitindo o tratamento computacional de incertezas, algo bastante presente em cenários envolvendo jogos. Deste modo, esta pesquisa objetivou o desenvolvimento de uma plataforma que auxilie a tomada de decisão referente às jogadas de Pôquer.

O trabalho foi analisar a lógica fuzzy no pôquer. Foi escolhido variáveis de entrada como, tamanho do pote, tamanho das fichas do jogador, tamanho da aposta do oponente e força da mão. Com isso, foi criado um sistema fuzzy para comparar duas técnicas de defuzzificação, centroide e mais significado dos máximos, em que a mais significativa consegue ter um resultado satisfatório para decidir entre correr, continuar e aumentar.

**Palavras-chave:** Lógica Fuzzy. Pôquer. Inteligência Artificial.

## ABSTRACT

Poker, a game of community cards with bets and rewards, is highlighted today in several countries and has been gaining space and many supporters with each passing year. It is a game that moves millions and millions of dollars every year with tournaments, casinos and informal bets. Basically the game works with cards that can be combined, forming the so-called "hands" that guide the decisions of the players. In this scenario it is possible to glimpse the use of computer techniques that aid the process of decision making. For example, there are a number of automated solutions that help you calculate the probability of playing poker and much more so that players have better control of play. One of the areas of Computation that can contribute to the decision-making process in this game is Artificial Intelligence (AI), which proposes to elaborate devices that simulate the ability to reason, perceive, make decisions and solve problems, in short, the ability to Be smart The complexity involved in poker due to the large number of combinations of plays and cards, coupled with the lack of experience, means that beginner players have great difficulty in making decisions and, mainly, in learning the game. In this context, the objective of this research is to model an intelligent decision-making agent essential for the game of Poker, using techniques of Artificial Intelligence, specifically the Fuzzy Logic. The Fuzzy Logic is an extension of Boolean logic that supports intermediate logic values, allowing the computational treatment of uncertainties, something quite present in scenarios involving games. In this way, this research aimed at the development of a platform that assists the decision making concerning the Poker plays.

The work was to analyze the fuzzy logic in poker. Input variables such as pot size, player chip size, opponent's bet size and hand strength were chosen. Thus, a fuzzy system was created to compare two techniques of defuzzification, centroid and more meaning to the left, in which the most significant can achieve a satisfactory result to decide between running, continuing and increasing.

**Keywords:** Fuzzy Logic. Poker. Artificial intelligence.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Disposição dos jogadores na mesa com os botões.....	10
Figura 2 - Conjunto Clássico e Conjunto Fuzzy.....	19
Figura 3 - Conjunto de pessoas baixas e altas .....	20
Figura 4 - Gráfico de pertinência triangular.....	20
Figura 5 - Gráfico de pertinência trapezoidal .....	21
Figura 6 - Sistema Fuzzy .....	22
Figura 7 - Modo geral de regras fuzzy .....	23
Figura 8 – Defuzzificação COA/COG.....	23
Figura 9 - Defuzzificação MOM. ....	24
Figura 10 – Fluxograma do teste .....	25
Figura 11 – PokerTH.....	26
Figura 12 – Ferramenta PokerHelp. ....	27
Figura 13 - Conjunto fuzzy do pote .....	29
Figura 14 - Conjunto fuzzy da aposta .....	29
Figura 15 - Conjunto fuzzy das fichas.....	30
Figura 16 - Conjuntos fuzzy da MAO.....	30
Figura 17 - Conjunto fuzzy da ACAO.....	31
Figura 18 - Gráfico totais de vitórias e derrotas teste 1	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 19 - Totais de decisões do segundo teste .....	34
Figura 20 - Gráfico totais de vitórias e derrotas teste 2.	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 21 - Totais de decisões teste 2.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	7
2	OBJETIVOS .....	9
2.1	OBJETIVO GERAL.....	9
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	9
3	REGRAS DO POKER TEXAS HOLD'EM.....	10
3.1	PRIMEIRA RODA (PRÉ-FLOP).....	10
3.2	SEGUNDA RODADA (FLOP) .....	11
3.3	TERCEIRA RODADA (TURN).....	12
3.4	QUARTA RODADA (RIVER) .....	12
3.5	FIM DE JOGO (SHOWDOWN) .....	12
4	ANÁLISE DO POQUER.....	14
4.1	CÁLCULO DE OUTS.....	14
4.2	CÁLCULO DE ODDS .....	15
4.3	ODDS DO POT (POT ODDS) .....	16
5	INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL .....	16
6	LÓGICA FUZZY .....	18
6.1	Conjuntos Fuzzy .....	18
6.2	Funções de Pertinência .....	20
6.3	Sistema fuzzy .....	21
7	TRABALHOS CORRELATOS .....	24
8	METODOLOGIA.....	25
8.1	Fluxograma.....	25
8.2	Software para os testes .....	26
8.3	Ferramenta desenvolvida .....	26
8.4	Configuração do sistema Fuzzy do PokerTH .....	28
9	TESTES (DESCRIÇÃO E ANÁLISE).....	33
9.1	Primeiro teste (defuzzificação utilizando centro de massa) .....	33
9.2	Segundo teste (defuzzificação utilizando média dos máximos).....	34
10	CONCLUSÃO .....	36
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>37</b>
11	ANEXO .....	39

## 1 INTRODUÇÃO

O Pôquer, um jogo de cartas comunitárias com apostas e recompensas, é destaque hoje em vários países e vem ganhando espaço e muitos adeptos a cada ano que passa. De origem desconhecida, tem como sua principal referência o estado do Texas, no Estados Unidos. Trata-se de um jogo que move milhões e milhões de dólares todo ano com torneios, cassinos e apostas informais. Basicamente o jogo funciona com duas cartas ocultas que ficam na mão de um jogador e com até cinco cartas comunitárias. Essas cartas podem ser combinadas com as do jogador, podendo formar o que é chamada de “mãos”. Essas mãos correspondem a pares, trincas, sequências, que definem as chances de vitória dos jogadores. Entretanto, no jogo, estão presentes elementos subjetivos como o blefe, que funciona como uma arma essencial em várias jogadas.

O jogo consiste em apostas, recompensas e combinações. Neste cenário é possível vislumbrar o uso de técnicas de informática que auxiliem o processo de tomadas de decisão. Por exemplo, existem várias soluções passíveis de automatização que ajudam a calcular a probabilidade de jogadas no pôquer e muito mais, para que jogadores tenham melhor controle de jogadas.

Uma das áreas de Computação que podem contribuir com o processo de tomada de decisão neste jogo é a Inteligência Artificial (IA). A IA trata-se de um ramo da Ciência da Computação que se propõe a elaborar dispositivos que simulem a capacidade de raciocinar, perceber, tomar decisões e resolver problemas, enfim, a capacidade de ser inteligente (CIRIACO; DOUGLAS, 2008). Diversos modelos e áreas fazem uso dessas técnicas de IA, para resolver problemas como, por exemplo: reconhecer novos números primos, rotas de sistemas de posições globais (GPS), etc.

Recentemente, o programa de Inteligência Artificial da Google, o DeepMind, desenvolveu o software AlphaGo que ganhou do jogador profissional Lee Se-dol, as últimas cinco rodadas do jogo Go. Go é um jogo de estratégia de origem chinesa de alta complexidade. Alguns dizem que a complexidade se torna ainda maior que o xadrez.

Em resumo, Go, dois jogadores se revezam para colocar pedras de cores diferentes em tabuleiros de dezanove por dezanove linhas. O objetivo é capturar pedras adversárias e cerca-las, aumentando os lugares vazios no centro do tabuleiros com pedras aliadas. Mesmo o AlphaGo tendo cometido vários erros durante a partida, o CEO do DeepMind, Demis Hassabis disse que, mesmo assim, o programa conseguiu contornar a situação e recuperar a partida.

Como disse o professor Howard Yu, professor de gerência de estratégia da IMD, sobre três programas vencedores da ocasião. “As vitórias do AlphaGo são uma conquista significativa no campo da Inteligência Artificial desde que o Deep Blue da IBM derrotou em 1997 o campeão de xadrez Garry Kasparov[...]” (IDGNOW, 2016).

As áreas de grande atuação, como a área de jogos, vem ganhando espaço com o decorrer de pesquisas relacionadas.

Os jogos são na maioria das vezes, programas que tem o objetivo de entreter. Uns com diversão, raciocínio e outras características voltadas para melhorar a interação com o usuário. Mas não deixa de ser uma ferramenta rica em pesquisa já que, com jogos, podem ser solucionados problemas do nosso cotidiano.

Diante deste contexto o objetivo desta pesquisa é modelar um agente inteligente de tomada de decisões essenciais para o jogo de Pôquer, usando técnicas de Inteligência Artificial, especificamente a Lógica Fuzzy. A Lógica Fuzzy é uma extensão da lógica booleana que admite valores lógicos intermediários entre o FALSO e o VERDADEIRO, por exemplo, o valor médio TALVEZ. Tal característica torna a Lógica Fuzzy uma ótima forma de tratar incertezas, algo bastante presente em cenários envolvendo jogos. Deste modo, propõe-se o desenvolvimento de uma plataforma que auxiliará nas jogadas de Pôquer. A plataforma possibilitará cadastrar as cartas, posição, o total de pote para cada um e as jogadas que forem acontecendo, como aumento de aposta, desistência e outros, contemplando situações bastante comuns neste ambiente.

## 2 OBJETIVOS

Apresenta-se nos tópicos a seguir o objetivo geral e os objetivos específicos da pesquisa.

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Modelar um agente inteligente de tomada de decisões essenciais para o jogo de Pôquer, usando técnicas de Inteligência Artificial, especificamente a Lógica Fuzzy.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Levantar regras e estratégias do Pôquer;
- b) Investigar métodos de como melhorar chances de vitórias no Pôquer;
- c) Estudar lógica fuzzy e modelagem de sistemas fuzzy;
- d) Aplicar lógica fuzzy ao Pôquer;
- e) Construir um protótipo de ferramenta para auxiliar o jogador nas decisões das jogadas de pôquer;
- f) Realizar uma avaliação no sistema;
- g) Demonstrar resultados obtidos com a Inteligência Artificial usada no Pôquer.

### 3 REGRAS DO POKER TEXAS HOLD'EM

Não se sabe ao certo onde se originou o Pôquer, jogo que combina cartas e estratégias, mas sabe-se que há registro em várias civilizações e países (Pérsia, Índia, Alemanha França) que possivelmente puderam ter contribuído para a formação de como é o pôquer hoje. O jogo poche, palavra de origem alemã, que significa destruir, esmagar, era um significado de um jogo francês que foi trazido pelos franceses no século XIX através do refúgio para terras norte-americanas. Então, o pôquer moderno como se conhece hoje, com cinquenta e duas cartas, tomou forma no fim do século XIX, na Luisiana, terra que fora colonizada por Franceses na época. (FERREIRA; JEFFERSON, 2007).

O Pôquer tem uma regra simples e rápida para se aprender, no que se refere tanto às combinações quanto as suas jogadas. O principal objetivo, é claro, vencer. Um jogo que testa seus talentos e suas capacidades estratégicas de vencer (DICAS DE POKER, 2008). O jogo é formado por 52 cartas de baralho, com no mínimo dois jogadores e de até no máximo, dez pessoas. Os jogadores são distribuídos em círculos com o sentido horário de ação.

#### 3.1 PRIMEIRA RODA (PRÉ-FLOP)

Os jogadores são distribuídos na mesa, um ao lado do outro, formando um círculo e são posicionados em sequência, sendo algumas posições especiais assim denominadas: The Button (ou Dealer), Small Blind (Menor aposta cega), Big Blind (Maior aposta cega). Na Figura 1, encontra-se como é a distribuição dos jogadores na mesa.

Figura 1 - Disposição dos jogadores na mesa com os botões



Fonte: Site do Instructables<sup>1</sup>

<sup>1</sup> <http://www.instructables.com/id/How-To-Play-Texas-Holdem/step2/Blinds/>

Essas posições (botões), são as apostas cegas e são representativas, “Todos os jogos de ‘poker’ começam com alguma aposta obrigatória, pela qual os outros adversários de ‘poker’ competem[...]” (POKERSTARS, 2016). Elas servem para que o jogo sempre tenha apostas e não fique interminável. Mudam a cada ciclo de rodadas, desse modo, o Small Blind passa a ser The Button, o Big Blind passa a ser Small Blind e o próximo jogador que estava ao lado, converte-se no novo Big Blind. O valor das apostas pode ser definido antes do jogo. Os valores das fichas para apostas são os seguintes: 100/200, 200/400 e 400/800, aumentando gradativamente para que o jogo acelere. O maior é do Big Blind.

Após as apostas, duas cartas são então distribuídas para cada jogador que está na mesa e a rodada começará questionando o próximo jogador, depois do Big Blind, se o mesmo deseja participar da rodada, caso ele queira, poderá pagar a aposta que está em jogo (valor do Big Blind), caso não deseje continuar, poderá desistir da jogada. Estes passos se repetem até chegar no Small Blind, mas como ele paga metade da aposta antes das cartas, terá a opção de igualar (para poder continuar a próxima jogada) ou de desistir.

O último a ser questionado será o Big Blind. Ele poderá tanto desistir, quanto aumentar ou pedir check<sup>2</sup>. Se ele decidir aumentar, todos os passos anteriores para igualar a aposta, serão feitos para que iguale o valor daquele jogador. Caso ele peça mesa, então, será iniciada a segunda rodada.

### 3.2 SEGUNDA RODADA (FLOP)

A segunda rodada (denominada de FLOP) começa depois que a primeira for igualada em todas as apostas até chegar no Big Blind.

Na segunda rodada serão abertas três cartas comunitárias, que poderão ser combinadas pelos jogadores com suas cartas recebidas no início do jogo.

A regra das apostas então é retomada, podendo ser aumentadas, haver desistências ou pedidos de mesa (check), conforme descrito na seção sobre PRÉ-FLOP. Sempre será iniciada a aposta com o jogador posterior ao Big Blind.

---

<sup>2</sup> Check é um termo que se refere à ação de prosseguir com o jogo.

### 3.3 TERCEIRA RODADA (TURN)

A terceira rodada agora é iniciada abrindo somente uma carta. As apostas são novamente iniciadas, a partir do jogador que segue o Big Blind. Este começará e terminará até chegar a vez do jogador anterior à ele. As apostas continuam, do mesmo modo, até que sejam igualadas ou aumentadas.

### 3.4 QUARTA RODADA (RIVER)

Finalmente, na quarta e última rodada do jogo é aberta a última carta comunitária da rodada. Esta rodada é decisiva e nela acontecerá novamente mais uma rodada de apostas com a mesma regra do PRÉ-FLOP. A rodada irá terminar somente quando o último jogador iguale a maior aposta do pote.

### 3.5 FIM DE JOGO (SHOWDOWN)

O Showdown refere-se à última rodada cujos participantes são os jogadores que não desistiram nas etapas anteriores. Nesta etapa o jogador mostra a carta para decidir quem levará o pote. O pote é toda a aposta acumulada, fruto das ações dos jogadores.

O Showdown é iniciado pelo jogador depois do The Button, chamado de intermediário. Ele mostrará a sua carta para ver qual jogador fez a melhor combinação daquela rodada, tal procedimento é repetido pelos demais para cômputo do vencedor.

Pelas regras do segundo jogador até o último não existe obrigatoriedade de revelar o jogo (cartas). Caso isso aconteça, o jogador será declarado perdedor automaticamente.

#### 3.5.1 RANKING

A decisão do jogo, na última rodada (Showdown), se dá pela melhor combinação de cinco cartas estabelecidas pelas regras do jogo. Portanto, ganha quem tiver a melhor mão (combinação de cartas).

Há uma ordem que define a maior e menor carta sequencialmente, a saber: A, K, Q, J, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, A. A carta "A" pode ser usada também como o número 1 no ranking de 'sequencia'.

O Ranking a seguir mostra a combinação em ordem crescente:

I. **MAIOR CARTA – High Cards**

Considerada a menor mão do jogo, é composta somente com uma maior carta, sem outras combinações. No caso, a maior carta do jogo é o Ás.

II. **UM PAR – One Pair**

A combinação de duas quartas iguais. Sejam elas de 2 e 2 até A e A, sendo 2 a mais baixa combinação e A a maior.

O critério de desempate é dado pela maior par de carta, por exemplo, K e K é considerado superior à Q e Q, pois o par de reis é maior que par de dama.

III. **DOIS PARES – Two Pair**

Mesma regra de um par. Porém dois pares ganha de um par e mãos mais baixas. O critério de desempate é quem tiver pelo menos um par mais alto.

IV. **TRINCA – Three Of A Kind**

Esta mão se refere à combinação de três cartas iguais.

O desempate é dado pela trinca maior.

V. **SEQUÊNCIA - Straight**

Sequências de naipes diferentes de: A a 5 (sequência mais baixa) até a de 10 a A (sequência mais alta).

O desempate ocorre considerando a carta mais alta terminada na sequência de 5 cartas, por exemplo, quem possuir uma sequência de 8 a Q vence quem tiver uma de 6 a 10.

VI. **NAIPES IGUAIS – Flush**

Corresponde à combinação de cinco cartas de naipes iguais de diferentes números.

O desempate é dado pela maior carta da mão. Entretanto, caso a carta maior esteja na mesa, o pote é dividido.

VII. **TRIO E PAR – Full House**

A “Casa Cheia”, ou Full House como dito no inglês, é uma combinação de cinco cartas, sendo duas formando um par e três formando um trio de cartas iguais.

O critério de desempate considera a combinação do maior trio.

VIII. **QUADRA – Four Of A Kind**

Corresponde à combinação de quatro cartas iguais. O Critério de desempate leva em consideração a maior quadra.

IX. **SEQUÊNCIA COM NAIPES IGUAIS – Straight Flush**

Corresponde a uma sequência de naipes iguais. A segunda melhor combinação do jogo é formada por 6, 7, 8, 9 e K. O desempate é feito pela sequência maior de naipes iguais.

#### X. SEQUÊNCIA REAL COM NAIPES IGUAIS – **Royal Straight Flush**

Corresponde a uma sequência real, sendo a de menor probabilidade e de chance unânime no jogo. Esta combinação irá de 10 a Ás: 10, J, Q, K, A.

## 4 ANÁLISE DO POQUER

Não tem-se uma regra básica ou uma receita para se vencer no pôquer, mas sim a certeza que existem informações suficientes para se trabalhar em uma decisão mais correta, sem considerar ainda a trapaça do jogo. Extrair informações relevantes baseada em cartas, pote, posições no jogo, tempo de cada ação, aumento de cada aposta ou rodada; torna possível a elaboração de uma melhor estratégia. Todos esses fatores podem ser combinados em algoritmos, permitindo o seu tratamento computacional ainda que de forma parcial, já que a emoção do jogador, um item importante no pôquer é perdido nesse processo. Para que não seja considerada mais sorte do que habilidade, deve-se considerar alguns cálculos importantes que fazem parte de decisões. “[...] Por vezes, esses jogadores terão sorte e ganharão o pote, mas na maioria das vezes eles perderão e pagarão por isso. Por outro lado, você pode estar desistindo de draws em situações nas quais as odds são favoráveis. [...]” (INTELIPOKER, 2016), ter o domínio do jogo com uma base de informações mais eficientes, poderá sim ser mais favorável e melhorará suas chances de vitória.

### 4.1 CÁLCULO DE OUTS

Em todas os jogos de pôquer, certamente a matemática está presente nelas, então, se o jogador tem um quesito a mais que seu oponente, certamente levantará vantagem (MORA; HUGO, 2008). O cálculo do Outs resumidamente é a quantidade de cartas que faltam para formar uma mão. Exemplo: se o jogador possui A e J do mesmo naipe de paus e na mesa o Flop já saiu, formado por duas cartas também do mesmo naipe de paus, independentemente do valor, e uma de outro naipe qualquer, então o jogador está esperando um Flush. Para calcular o Outs é bem simples, considera-se para isso a quantidade total de cartas para formar a mão menos o que já está na rodada. Ainda falta sair

para o jogador treze cartas do naipe de paus, mas como já saiu quatro de paus, então ainda restam nove cartas. Dessa foram, ele possuirá nove Outs.

## 4.2 CÁLCULO DE ODDS

De acordo com Mojave (2008): “Basicamente para saber se vale a pena ou não pagar uma aposta, ou mesmo no tamanho de uma aposta que iremos aplicar.”. É um cálculo muito importante numa decisão de cada jogada, basicamente pode resumir sua decisão na jogada. Odds são a razão entre a probabilidade de vencer e perder. Por exemplo, se um jogador está numa mesa que já saiu o Flop, nela ele terá as A e 8 na mão e na mesa tem K, 8, 3 e 2. O jogador terá um par médio então de 8. Deve-se então calcular o número de Outs primeiro e depois realizar o cálculo de Odds em relação à jogada. O número de Outs então é de três ases e dois oitos, somando os dois tem-se cinco Outs.

Como foi dito anteriormente, é a razão entre ganhar e perder. Então para que seja descoberta a razão de ganho são utilizadas duas condições:

- I. Para mensurar se há melhoria da mão depois do Flop, ou seja no Turn/River, a probabilidade de ganho é:

$$[PROBABILIDADE DE GANHO] = [NÚMERO DE OUTS] \times 4 \quad (1)$$

- II. Para medir se há melhoria da mão depois do Flop, ou seja no River, a probabilidade de ganho é:

$$[PROBABILIDADE DE GANHO] = [NÚMERO DE OUTS] \times 2 \quad (2)$$

A probabilidade de perda é calculada numa equação simples que é cem por cento menos a probabilidade vista anteriormente:

$$[PROBABILIDADE DE PERDA] = 100\% - [PROBABILIDADE DE GANHO] \quad (3)$$

### 4.3 ODDS DO POT (POT ODDS)

Indispensável para decisões em relação ao pote da mesa, trata-se de uma variável que deve ser calculada para obter mais precisão na decisão a ser tomada. Como diz FELIPE (2016): “Poker envolve uma imensa gama de elementos que devem ser levados em consideração, e os jogadores devem estar aptos a fazerem uso de todos eles para sempre manterem o controle da situação.”. Basicamente ela é a razão entre o tamanho do pote e a Odds da mão do jogador e a decisão está sempre na razão maior do pote. Se o razão entre o pote for maior que a razão da mão, o jogador deve pagar, caso ao contrário, se a razão da mão for maior que do pote, então o jogador não deve pagar. Ressalta-se que a razão do Odds da mão é a probabilidade de perda pela probabilidade de ganho, assim, deve-se ter uma razão bem menor em relação a mão.

Por exemplo, se há então FLUSH DRAW de 9 Outs e o pote é de 10\$ e um oponente aposta \$2, somando-se ao pote, tem-se \$12. A relação então de Odds do pote é de 10:2 e a tem Odds de 4:1. Se a razão do POT ODDS é maior que a razão da mão, então o jogador deve pagar.

Em outra situação hipotética, mas neste caso quando há desistência da mão, supondo que um jogador esteja esperando uma carta para Straight (Sequência de naipes diferentes), e que então há 4 Outs na jogada. Calculando-se o Odds da mão, tem-se 6:1. Se o oponente aposta \$10 em um pote que já contenha 40\$, então a razão é de 40:10 (ou simplesmente 4:1). Como nesse caso, a razão da mão em relação ao pote é maior, então como manda a boa prática, deve-se desistir.

## 5 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A definição de inteligência provém do latim *inter* (entre) e *legere* (escolher). É a habilidade do ser humano que permite escolher entre uma ou outra coisa, o que lhe permite realizar uma tarefa de forma eficiente, sendo esta uma característica importante no ser humano. (ANDRADE, MARCIA SIQUEIRA DE, 2006). A definição de artificial segundo o dicionário Houaiss é: “Produzido pela mão do homem, não pela natureza; posição”. Então pode-se definir a Inteligência Artificial como uma ciência que estuda o comportamento da inteligência humana e aplica-se a sistemas computacionais artificiais inteligentes, capaz de realizar tarefas de forma eficientes e até eficaz por meio de máquinas. (NETTO; ALVIM ANTÔNIO DE OLIVEIRA, 2005)

A Inteligência Artificial segundo Simmons (1988) pode ter duas abordagens: a cognitiva e a conexionista. A abordagem cognitiva ou simbólica, como chamada, refere-se à forma como os seres humanos pensam. O objetivo desta abordagem é simular o comportamento inteligente, sem preocupar-se com suas causas responsáveis. A abordagem conexionista estuda a forma como as conexões neurais do cérebro humano funcionam. Seu princípio baseava-se em modelar a estrutura cerebral do ser humano para, assim, obter-se a inteligência. Considera-se que surgiu em 1943 pela representação e formalização da matemática dos neurônios artificiais por McCulloch, Pitts, Helder, Rosenblatt e Widrow. A IA conexionista sofreu um grande impacto em 1969 devido à publicação dos cientistas Marvin Minsky e Seymour Papert que criticavam que os modelos de redes neurais, argumentando que não possuíam sustentação matemática suficiente para ter alguma confiabilidade. Entretanto entrou em um novo cenário na década de 1980, graças a John Hopfield que, utilizando as redes neurais, conseguiu demonstrar o enorme potencial da área. (FERNANDES; MARIA, 2005).

A seguir são listadas algumas áreas de aplicação da IA:

- a) Processamento da Linguagem Natural – tradução automática de um idioma para outro;
- b) Base de Dados Inteligentes – formas inteligentes de armazenamento e manipulação de dados e informações;
- c) Provas de teoremas – aplicações na área da matemática;
- d) Problemas de tomada de decisão – uso de Sistemas Especialistas;
- e) Diagnósticos médicos – várias aplicações de Sistemas Especialistas;
- f) Reconhecimento de padrões;
- g) Robótica;
- h) Jogos;
- i) Modelagem de imprecisão.

Dentre as aplicações citadas, os jogos complexos e seus cenários com diversos elementos de imprecisão, são um vasto campo para aplicação de técnicas de IA, principalmente de teorias como, a Lógica Fuzzy (descrita na seção seguinte)

## 6 LÓGICA FUZZY

Lógica Fuzzy, denominada também de “lógica difusa” ou “lógica nebulosa” é parte que estuda valores aproximados entre 0 e 1. São valores mais aproximados do que dizer sim ou não, pode-se então dizer que uma coisa está mais para sim do que para não ou visa e versa. Trata-se, portanto, de uma metodologia que serve para representar, manipular e modelar informações incertas.

Fuzzy, em inglês, significa incerto, duvidoso. Expressa justamente os valores com que lida, permitindo representar graus de certeza (ou valores de pertinência), intermediários entre os valores extremos de verdadeiro e falso do cálculo proposicional clássico (bivalente). A lógica fuzzy surge da ideia de se mapear variáveis que não tem equivalência matemática definida. (WEBER; KLEIN, 2012).

Nesta lógica, portanto, uma variável não é tratada como tendo apenas um único estado, mas sim n estados, cada um com um grau de pertinência. Ou seja, isso permite com que sejam definidos conjuntos em que um dado valor pode ser enquadrado e o número de conjuntos diz a precisão com que está se lidando com uma variável. (WEBER e KLEIN, 2012).

Por esta lógica então, podem-se aproximar resultados e considerar verdades parciais. Traduzidos por valores linguísticos, pode-se dizer então que uma coisa está um pouco fria, mas não quer dizer que está totalmente frio.

Seus primeiros passos foram dados por Lofti Zadeh, na Universidade da Califórnia no ano de 1965. Ela preserva o conceito da indefinição para eliminar julgamentos arbitrários na lógica clássica (PÉREZ; BETZABETH LEÓN, 2007). A lógica difusa classifica caracteristicamente como o ser humano, desse modo, as decisões podem ter um grau de verdade aproximado tais como artifícios linguísticos para determinar: “muito quente”; “pouco frio”; “pequeno” e etc.

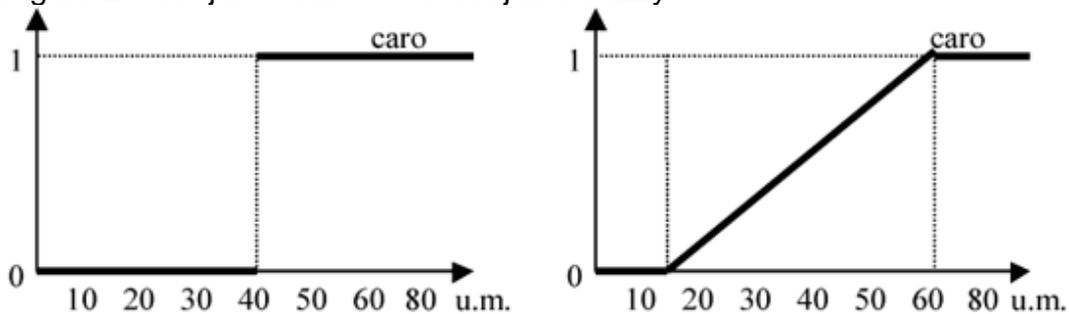
Devido a sua ligação com a teoria das possibilidades, permitindo lidar com imprecisão e certeza, ela gera uma metodologia para expressar leis de um sistema em termos linguísticos em vez de equações matemáticas. (WEBER; KLEIN, 2012).

### 6.1 Conjuntos Fuzzy

A diferença entre a lógica convencional e a lógica fuzzy é que na primeira, definem-se conjuntos aos quais um certo elemento pertence ou não pertence, e se ele pertencer a um

determinado grupo, ele só será daquele grupo e de mais nenhum. Então, para separar um grupo de pessoas altas ou baixas na lógica bivalente, a definição seria dada para sim ou para não como: pessoas maiores de 1,80m são altas e pessoas menores que esta altura são consideradas baixas. Porém uma pessoa de 1,77m seria considerada baixa ou alta? Pela lógica bivalente a pessoa é baixa. Mas sabe-se que estas definições não são feitas pelo ser humano, muito pelo contrário, o ser humano definiria que ela também pertence ao grupo das pessoas altas. Por um lado, isto evita ambiguidade e decisões mais simples e, conseqüentemente, a lógica também é mais simples (RIBEIRO; D.T. DE M., 1983). A Figura 2 representa a diferença entre um conjunto clássico e um conjunto nebuloso (à direita).

Figura 2 - Conjunto Clássico e Conjunto Fuzzy

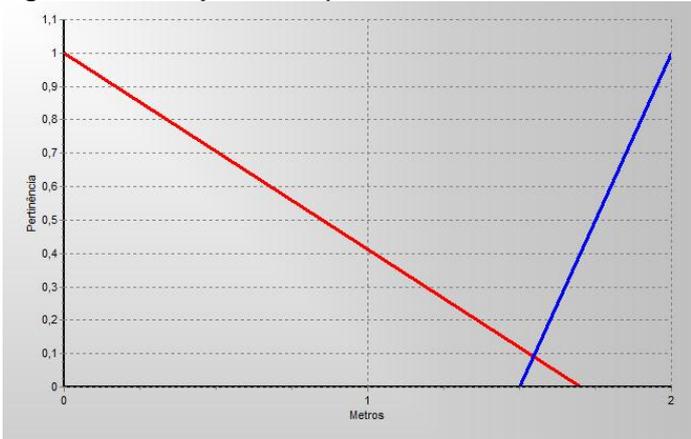


Fonte: Elaborada pelo autor.

A lógica fuzzy, classifica mais de um conjunto para um determinado elemento, atribuindo graus de pertinência. Para o problema anteriormente descrito de classificar a pessoa alta e baixa, ela teria então a definição nos dois conjuntos, com a pertinência variando de 0 a 1 para os dois grupos. Então, revendo o mesmo problema, a pessoa de 1,77m teria maior pertinência no conjunto das pessoas altas, beirando o resultado próximo de 1 (resultado verdadeiro) e, para as pessoas mais baixas, tendendo mais próximo a 0. Isso também vai depender do modo que é feita a inferência e definidos os conjuntos, estanho exemplo uma conclusão, poderia indicar que a pessoa então é “meio alta”.

A Figura 3 apresenta um gráfico com a definição do problema descrito anteriormente com conjuntos alto e baixo da lógica fuzzy. O conjunto de pessoas baixas é representado pela reta declinada e a reta inclinada é o grupo de pessoas altas, em metros.

Figura 3 - Conjunto de pessoas baixas e altas



Fonte: Elaborada pelo autor.

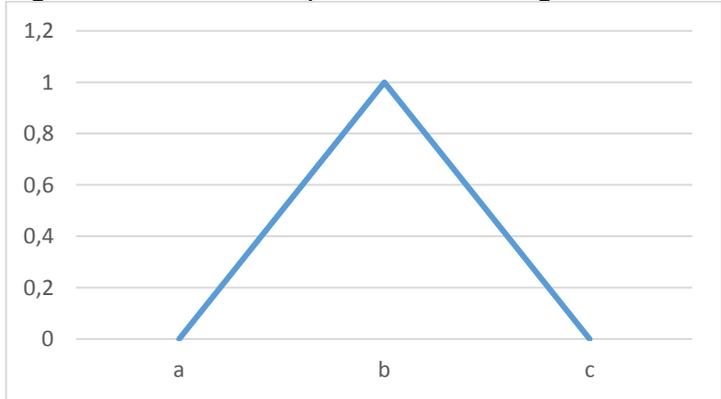
### 6.2 Funções de Pertinência

Para a atribuição dos elementos aos conjuntos, a utilização da pertinência é essencial para a lógica fuzzy. Somente através dela será determinado quais elementos pertencem aos conjuntos e qual o seu correspondente grau de pertinência. (ZIMMERMAN, 1991). Existem várias funções de pertinência fuzzy, as mais usadas são: triangular, trapezoidal, gaussiana, seno e sigmoidal.

#### 6.2.1 Função Triangular

A inferência triangular mostrada na Figura 4, depende de três parâmetros escalares num plano cartesiano [a, b, c]. É caracterizada pela equação 4.

Figura 4 - Gráfico de pertinência triangular



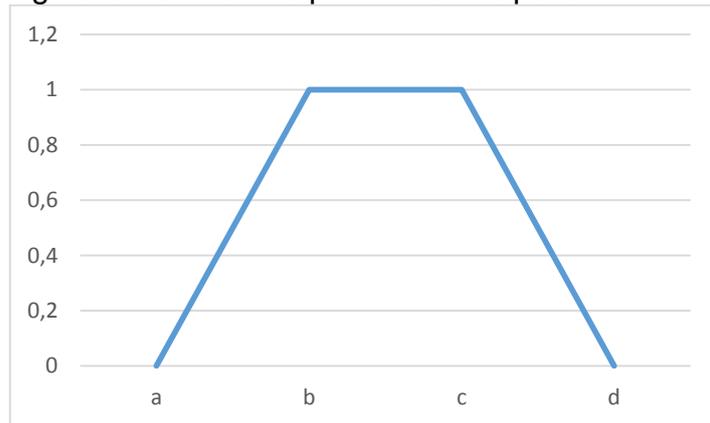
Fonte: Elaborada pelo autor.

$$f(x: a, b, c) = \begin{cases} 0, x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, a < x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, b < x \leq c \\ 0, x > c \end{cases} \quad (4)$$

### 6.2.2 Função trapezoidal

A inferência trapezoidal mostrada na Figura 5, depende de quatro parâmetros escalares num plano cartesiano [a, b, c, d]. É caracterizado pela Figura 5.

Figura 5 - Gráfico de pertinência trapezoidal



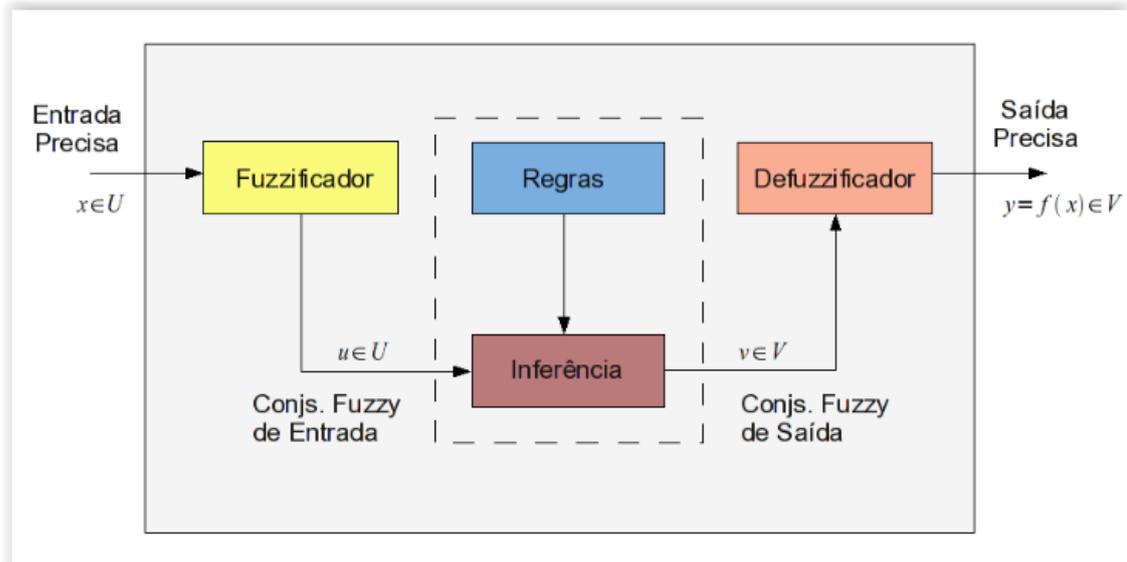
Fonte: Elaborada pelo autor.

$$f(x: a, b, c, d) = \begin{cases} 0, x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, a < x \leq b \\ 1, b < x \leq c \\ 0, x > d \\ \frac{d-x}{d-c}, c < x \leq d \end{cases} \quad (5)$$

### 6.3 Sistema fuzzy

Para que o sistema fuzzy opere e obtenha os dados finais, existem três regras básicas (Figura 6): Fuzzificação, Inferência e Defuzzificação.

Figura 6 - Sistema Fuzzy



Fonte: Retirado do site Condição Inicial<sup>3</sup>

### 6.3.1 Fuzzificação

É a etapa que em as variáveis imprecisas são analisadas e então são transformadas em graus de pertinência para as variáveis linguísticas. Cada valor terá seu grau de pertinência no conjuntos fuzzy, calculado de acordo com as funções de pertinência. (MARRO; ALESSANDRO A., 2010).

### 6.3.2 Regras Fuzzy

Para sistemas fuzzy baseados em regras, é fundamental a existência das regras fuzzy, entende-se que: “Estes termos, traduzidos por conjuntos fuzzy, são utilizados para transcrever a base de conhecimentos através de uma coleção de regras fuzzy, denominada base de regras fuzzy.” (BASSANEZI; RODNEY C; 2010), Portanto, as regras são de fundamental importância para criar uma base de conhecimento e, nisto, seguir para a etapa de defuzzificação. As regras têm como base a forma demonstrada na Figura 7.

<sup>3</sup> Condição Inicial - <http://www.condicaooinicial.com/2010/04/tutorial-de-logica-fuzzy-1.html>

Figura 7 - Modo geral de regras fuzzy

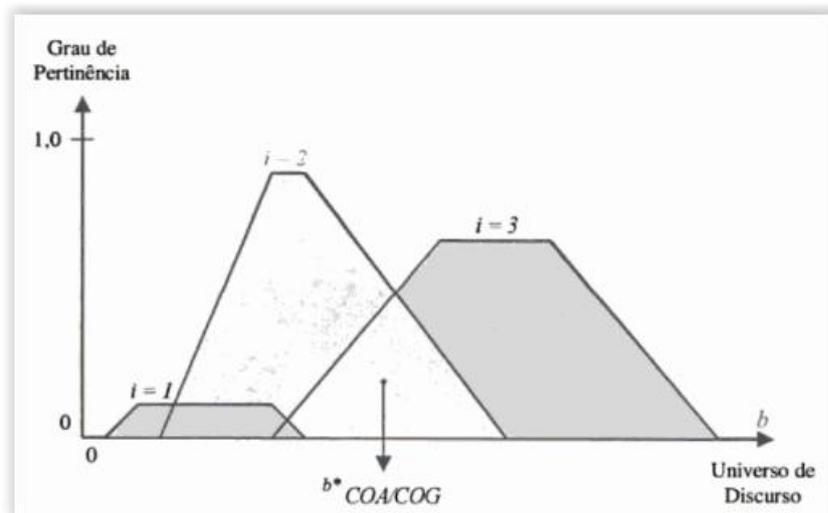
Regra 1: SE “estado” Então “resposta”

Fonte: Elaborada pelo autor.

### 6.3.3 Defuzzificação

É a etapa em que valores fuzzy são convertidos em números reais utilizados no conjunto matematicamente definido. Um dos métodos mais usados é conhecido como Centro de Gravidade (COG) ou Centro de Área (COA), ou popularmente como centroide (Figura 8), que é a somatória das áreas multiplicado pelos graus de pertinência dividido pelos totais de pertinências, como demonstra a equação 6. Outro método também bastante utilizado é o Média dos Máximos (MOM), ilustrado na Figura 9. Este método transforma a saída fuzzy em saída discreta identificando o core do conjunto fuzzy ao qual o elemento pertence com maior grau de pertinência. Se o valor máximo não for único, considera-se o ponto central do intervalo de cores. (WEBER e KLEIN, 2012).

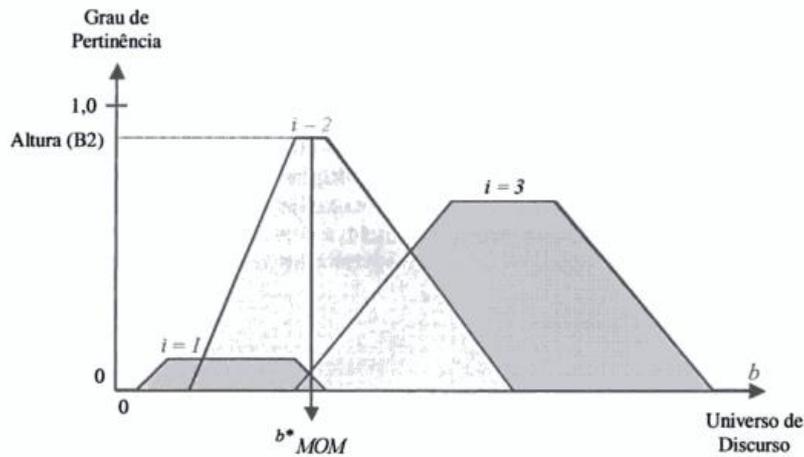
Figura 8 – Defuzzificação COA/COG



Fonte: Livro Aplicação Da Lógica Fuzzy Em Soft. E Hard., pag. 47.

$$g = \frac{\sum_{i=1}^9 xi . u (xi)}{\sum_{i=1}^9 u(xi)} \quad (6)$$

Figura 9 - Defuzzificação MOM.



Fonte: Livro Aplicação Da Lógica Fuzzy Em Soft. E Hard., pag. 48.

## 7 TRABALHOS CORRELATOS

Na pesquisa efetuada, constatou-se que existem vários trabalhos relacionados à Lógica Fuzzy para a determinação de inferências de variáveis imprecisas, a maioria para projetos da computação relacionados a outros segmentos, tais como agropecuária, classificação de características pessoais e, principalmente, indústria, usados no controle de automação para linhas de montagens, estendendo-se até a criação de sensores para detecção de proximidade e de sensores para detecção de humidade em roupas, sendo capazes de dar uma resposta determinada ação com uma programação anteriormente estabelecida.

Com relação ao uso de Inteligência Artificial e pôquer, pode-se citar a metodologia do trabalho de Fazio (2008), que usa algoritmos genéticos para tomada de decisões juntamente com técnicas de aprendizado como Força Bruta e Monte-Carlo". A metodologia envolveu o desenvolvimento de um programa de jogo de poker (na modalidade no-limit) que aceita jogadores genéricos. Um dos jogadores pode ser um humano (que interage via teclado) e outros quatro jogadores seriam estáticos (constante, aleatório, MFS e RH), e um jogador evolutivo – aprendizado por reforço. Todos esses jogadores jogam entre si milhares de vezes e de diversas formas possíveis: mesas entre 2 a 10 jogadores e com jogadores aleatoriamente escolhidos, tanto no treinamento como na verificação de desempenho dos jogadores. Em todos os jogos, o valor de dinheiro inicial foi 1000 e o valor do small blind foi 10.

## 8 METODOLOGIA

O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma ferramenta que ajude um jogador a tomar uma decisão em cada ação do jogo de pôquer, utilizando a modelagem da lógica fuzzy. A decisão é tomada quando o jogador precisa responder se deve correr (desistir do jogo), continuar ou aumentar a aposta.

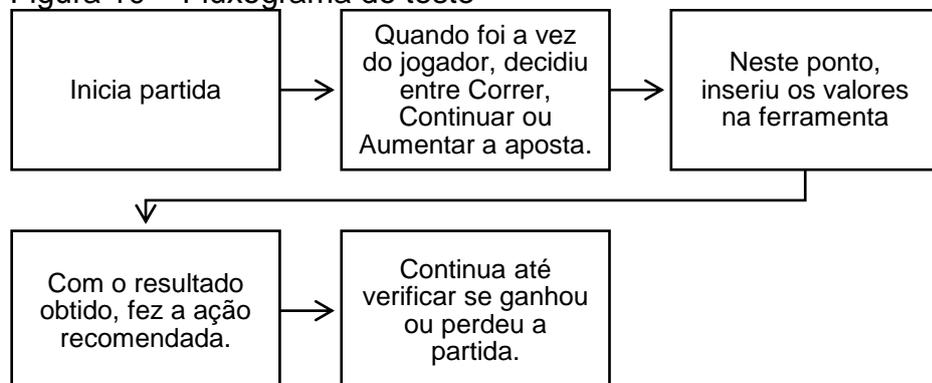
A cada rodada, foram apresentadas as variáveis do jogo, tais como: tamanho do pote, cartas iniciais, quantidades, pessoas, etc. A ferramenta dará ao usuário uma visão da situação a ser tomada em um valor final que será definido entre 0 e 1.

Os testes foram feitos com ajuda de um software simulador de pôquer que possibilitou comparar dois tipos de defuzzificação e verificar seus resultados, a fim de indicar qual das técnicas de defuzzificação obteve o melhor desempenho.

### 8.1 Fluxograma

Para obter o resultado da decisão, a cada partida o jogador teve várias situações em que ele precisava decidir a sua ação como: correr (desistir), continuar ou aumentar. Quando essa ação precisava ser tomada, os dados eram fornecidos para a ferramenta e esta, por sua vez, realizava os cálculos. A saída era assim interpretada: para valores próximos de zero ao jogador era recomendada a desistência da rodada e, próximos de um, recomendava-se um aumento da aposta. A Figura 10, demonstra o fluxograma de teste de cada ação.

Figura 10 – Fluxograma do teste

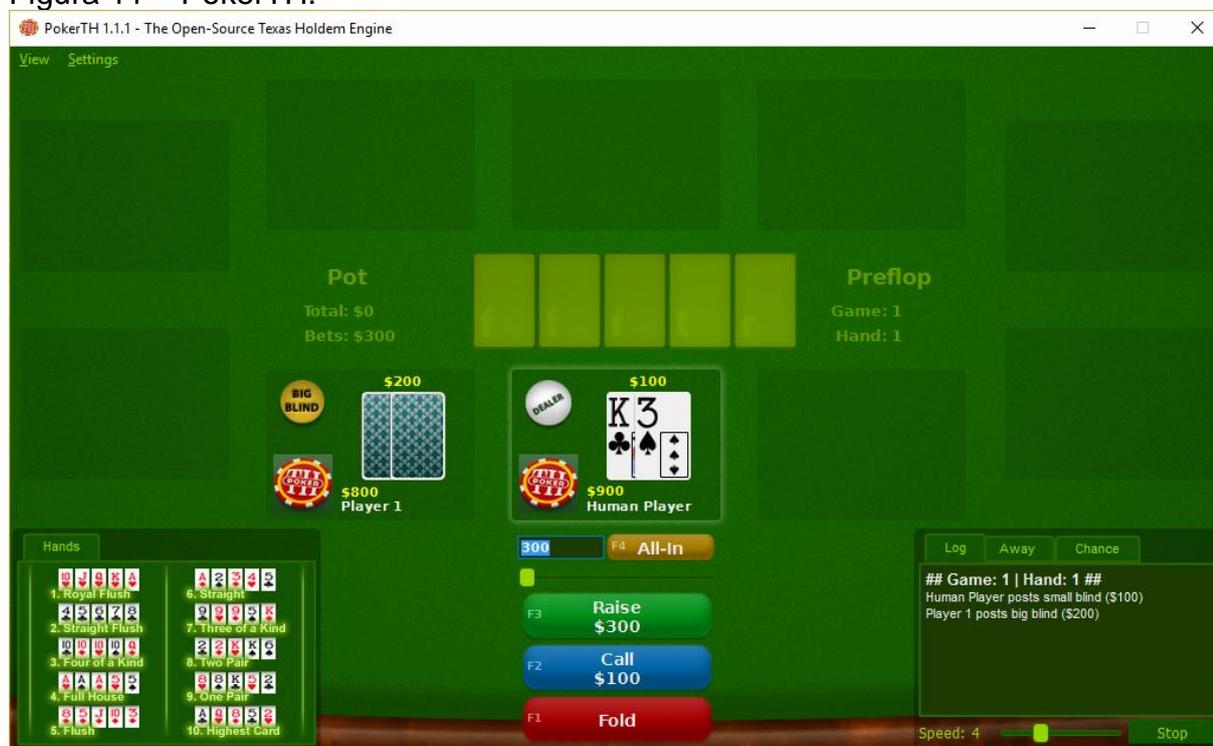


Fonte: Elaborada pelo autor.

## 8.2 Software para os testes

Os resultados da ferramenta desenvolvida nesta pesquisa foram comparados com aqueles produzidos pelo software PokerTH<sup>4</sup>, um simulador gratuito da modalidade Texas Hold'em (Figura 11). Trata-se de um software mundialmente conhecido com versões para Microsoft Windows, Linux e OS X. O software permite que se possa jogar contra oponentes controlados virtualmente ou contra outros usuários online. Os fatores para escolha deste software envolveram seu fácil acesso, o fato de ser mundialmente conhecido e sua boa base de estratégias.

Figura 11 – PokerTH.



Fonte: Captura de tela do PokerTH.

## 8.3 Ferramenta desenvolvida

A ferramenta foi desenvolvida em JAVA com ajuda da classe JFuzzyLogic. JFuzzyLogic é uma classe que implementa um controlador fuzzy sem a necessidade de precisar rescrever todo o algoritmo. Isso possibilitou que fosse desenvolvida uma interface customizada para o problema. Na Figura 12 é mostrada a tela principal da ferramenta implementada, onde os valores de entrada aparecem abaixo e são: aposta, fichas, pote e

<sup>4</sup> PokerTH - <https://www.pokerth.net/> - Software simulador de pôquer Texas Hold'em.

mão. O “VALOR RODADA”, é o valor que foi inicialmente distribuído em fichas, por exemplo, caso fossem distribuídas 1000 fichas, deve-se digitar 1000. Isto faz com que a partir deste valor, sejam definidas a porcentagem para as variáveis valor de aposta, fichas e pote, pois assim, é possível mensurar cada conjunto fuzzy para estas variáveis como: baixo, médio ou alto.

Figura 12 – Ferramenta PokerHelp.

The screenshot shows a software window titled "Menu" with a standard Windows-style title bar. On the left side, there is a section labeled "PokerHelp" which contains four playing card symbols: a black spade, a red heart, a red diamond, and a black club. Below these symbols is the text "Valor...". On the right side of the window, there are several input fields and a dropdown menu. The fields are labeled: "VALOR RODADA", "FICHAS Oponente", "APOSTA Oponente", "FICHAS JOGADOR", and "POTE". At the bottom left, there is a button labeled "Calcular". At the bottom right, there is a label "MAO" above a dropdown menu that currently displays "CARTA".

Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 8.4 Configuração do sistema Fuzzy do PokerTH

Na Tabela 1, são demonstradas as variáveis juntas com os termos linguísticos que foram utilizados no teste. Por exemplo, pela tabela observa-se que a variável de entrada POTE -tem seus valores variando de 0 a 10. Esses valores são classificados nas seguintes faixas: baixo (valores de 0 a 4), médio (valores de 2 a 8) e alto (valores de 6 a 10). Tanto as faixas quanto os valores máximos e mínimos referentes à cada variável foram definidos com base na experiência do autor da pesquisa (que atuou como o especialista no domínio do problema).

Tabela 1 - Conjuntos Fuzzy do PokerHelp

<b>Variáveis linguísticas do sistema fuzzy</b>					
<b>Variável</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Termo Linguístico</b>		
POTE (Figura 13)	Entrada	Pote do Jogo	Baixo	Médio	Alto
			0 a 4	2 a 8	6 a 10
APOSTA (Figura 14)	Entrada	Aposta do oponente	Baixo	Médio	Alto
			0 a 4	2 a 8	6 a 10
FICHAS (Figura 15)	Entrada	Fichas do jogador	Baixo	Médio	Alto
			0 a 4	2 a 8	6 a 10
MAO (Figura 16)	Entrada	Mao do jogador	Baixo	Médio	Alto
			0 a 2	1 a 7	5 a 10
ACAO (Figura 17)	SAIDA	Resultado	Corre	Continue	Aumente
		0 correr, 1 aumentar	0 a 0,3	0,3 a 0,7	0,7 a 1

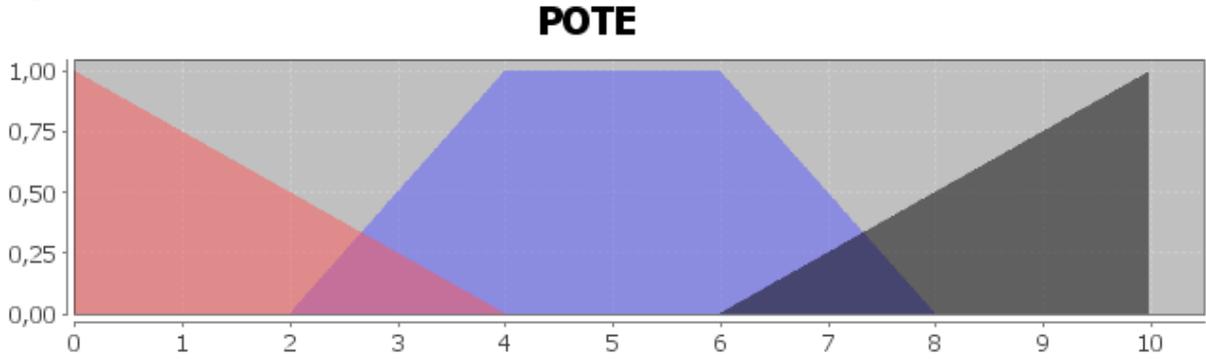
Fonte: Elaborada pelo autor.

Cada conjunto recebeu seu tratamento em seus respectivos conjuntos, para que a ferramenta pudesse trabalhar com qualquer quantia de aposta e interpretasse valores linguísticos de cada conjunto. Para interpretar cada conjunto foi preciso que os valores fossem relacionados e que seus domínios ficassem numa faixa entre 0 a 10, para que fossem processados pela ferramenta.

Para que fosse interpretado o valor do pote, o seu valor foi dividido pelo total da rodada, somado com o total da aposta do oponente e multiplicado por dez. Tal tratamento foi

realizado de modo similar com as demais variáveis de forma a normalizar os valores (para que todos pudessem situar numa faixa entre 0 e 10).

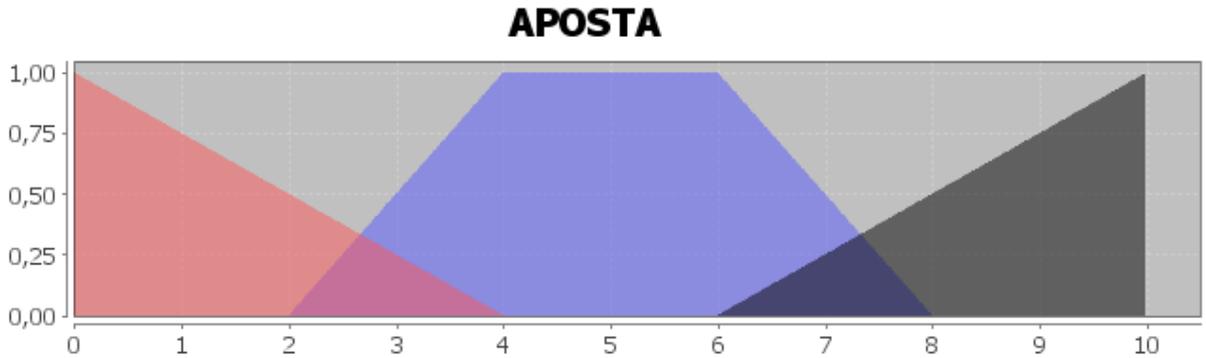
Figura 13 - Conjunto fuzzy do pote



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para que fosse avaliado o valor da aposta foi dividido pelo número de fichas do oponente. Pois essa relação indica qual o nível da agressividade do jogador na aposta.

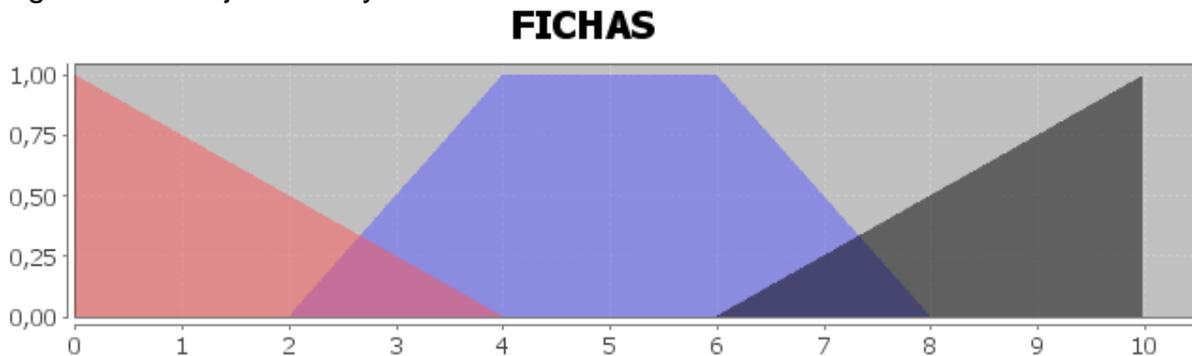
Figura 14 - Conjunto fuzzy da aposta



Fonte: Elaborada pelo autor.

O conjunto Fichas refere-se ao total de fichas do jogador dividido pela somatória da rodada com a aposta do oponente.

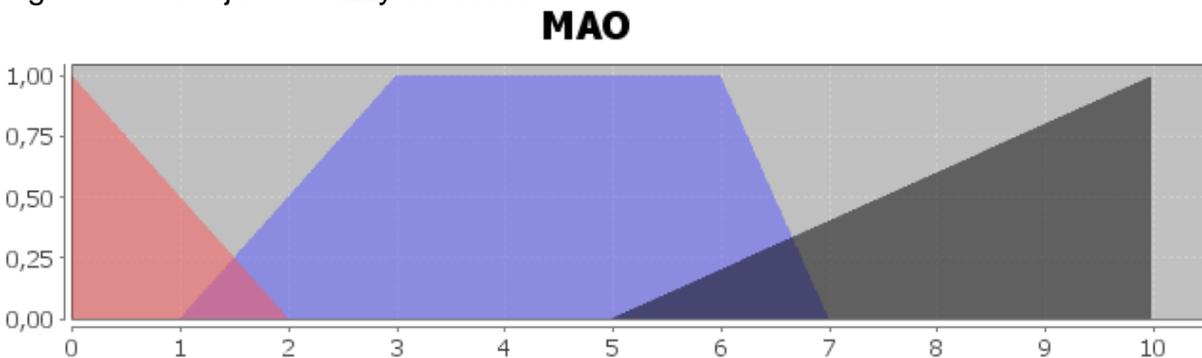
Figura 15 - Conjunto fuzzy das fichas



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para o conjunto “mão”, seus valores de entrada são definidos manualmente, considerando cada combinação de cartas sendo: 1, Carta; 2, Par; 3, Dois Pares; 4, Trinca; 5, Sequencia; 6, Flush; 7, Full House; 8, Quadra; 9 Straight Flush; 10, Royal Straigh Flush;

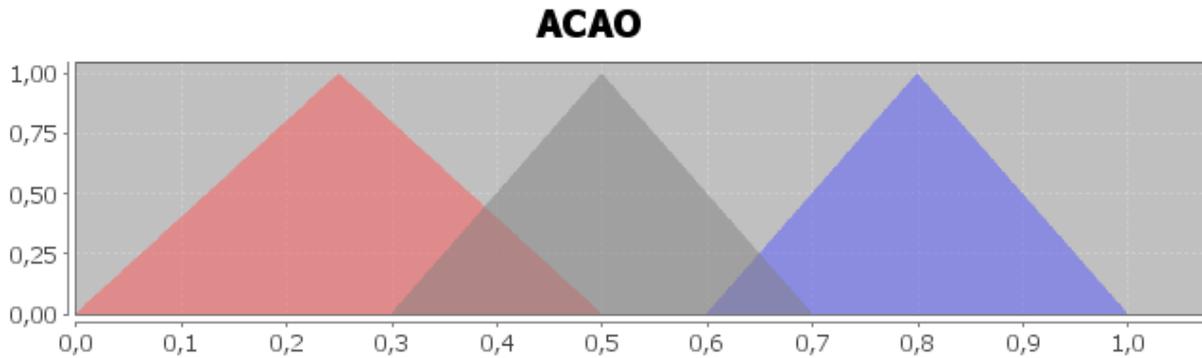
Figura 16 - Conjuntos fuzzy da MAO.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Como dito anteriormente, os valores para o conjunto ação próximos de zero indicam que o jogador deve desistir da aposta, já os valores próximos de um indicam que ele deve aumentar a aposta. Para os demais valores a seguinte interpretação foi considerada: valores entre 0 e 0,4, indicam uma ação de desistência; valores entre 0,4 a 0,7 indicam que jogador pode optar em continuar; valores de 0,7 ou acima, indicam que o jogador pode aumentar sua aposta.

Figura 17 - Conjunto fuzzy da ACAO.



Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 8.4.1 Regras do sistema

A Tabela 2 mostra as 54 regras utilizadas no sistema fuzzy. As regras foram elaboradas pelo autor com base nos conhecimentos estudados anteriormente referentes ao pôquer. Na tabela todas as regras seguem a estrutura SE...ENTÃO. Por exemplo, a regra 1 pode assim ser interpretada: Se MAO=baixo E POTE=baixo E APOSTA=baixo E FICHAS=baixo ENTÃO ACAO=desistir.

Tabela 2 - Regras fuzzy da ferramenta de auxílio do pôquer.

Regras do sistema fuzzy								
	MAO		POTE		APOSTA		FICHAS	ACAO
REGRA 1	baixo	e	baixo	e	baixo	e	baixo	e desiste
REGRA 2	baixo	e	baixo	e	baixo	e	médio	e desiste
REGRA 3	baixo	e	baixo	e	baixo	e	alto	e continuar
REGRA 4	baixo	e	baixo	e	médio	e	baixo	e desiste
REGRA 5	baixo	e	baixo	e	médio	e	médio	e desiste
REGRA 6	baixo	e	baixo	e	médio	e	alto	e continuar
REGRA 7	baixo	e	baixo	e	alto	e	baixo	e desiste
REGRA 8	baixo	e	baixo	e	alto	e	médio	e desiste
REGRA 9	baixo	e	baixo	e	alto	e	alto	e desiste
REGRA 10	baixo	e	médio	e	baixo	e	baixo	e desiste
REGRA 11	baixo	e	médio	e	baixo	e	médio	e desiste
REGRA 12	baixo	e	médio	e	baixo	e	alto	e continuar
REGRA 13	baixo	e	médio	e	médio	e	baixo	e desiste
REGRA 14	baixo	e	médio	e	médio	e	médio	e desiste
REGRA 15	baixo	e	médio	e	médio	e	alto	e continuar
REGRA 16	baixo	e	médio	e	alto	e	baixo	e desiste
REGRA 17	baixo	e	médio	e	alto	e	médio	e desiste
REGRA 18	baixo	e	médio	e	alto	e	alto	e desiste

REGRA 19	médio	e	alto	e	baixo	e	baixo	e	continuar
REGRA 20	médio	e	alto	e	baixo	e	médio	e	continuar
REGRA 21	médio	e	alto	e	baixo	e	alto	e	continuar
REGRA 22	médio	e	alto	e	médio	e	baixo	e	continuar
REGRA 23	médio	e	alto	e	médio	e	médio	e	continuar
REGRA 24	médio	e	alto	e	médio	e	alto	e	continuar
REGRA 25	médio	e	alto	e	alto	e	baixo	e	desiste
REGRA 26	médio	e	alto	e	alto	e	médio	e	continuar
REGRA 27	médio	e	alto	e	alto	e	alto	e	continuar
REGRA 28	médio	e	baixo	e	baixo	e	baixo	e	desiste
REGRA 29	médio	e	baixo	e	baixo	e	médio	e	continuar
REGRA 30	médio	e	baixo	e	baixo	e	alto	e	continuar
REGRA 31	médio	e	baixo	e	médio	e	baixo	e	continuar
REGRA 32	médio	e	baixo	e	médio	e	médio	e	continuar
REGRA 33	médio	e	baixo	e	médio	e	alto	e	continuar
REGRA 34	médio	e	baixo	e	alto	e	baixo	e	desiste
REGRA 35	médio	e	baixo	e	alto	e	médio	e	continuar
REGRA 36	médio	e	baixo	e	alto	e	alto	e	continuar
REGRA 37	alto	e	médio	e	baixo	e	baixo	e	augmente
REGRA 38	alto	e	médio	e	baixo	e	médio	e	augmente
REGRA 39	alto	e	médio	e	baixo	e	alto	e	augmente
REGRA 40	alto	e	médio	e	médio	e	baixo	e	augmente
REGRA 41	alto	e	médio	e	médio	e	médio	e	augmente
REGRA 42	alto	e	médio	e	médio	e	alto	e	augmente
REGRA 43	alto	e	médio	e	alto	e	baixo	e	continuar
REGRA 44	alto	e	médio	e	alto	e	médio	e	continuar
REGRA 45	alto	e	médio	e	alto	e	alto	e	continuar
REGRA 46	alto	e	alto	e	baixo	e	baixo	e	augmente
REGRA 47	alto	e	alto	e	baixo	e	médio	e	augmente
REGRA 48	alto	e	alto	e	baixo	e	alto	e	augmente
REGRA 49	alto	e	alto	e	médio	e	baixo	e	continuar
REGRA 50	alto	e	alto	e	médio	e	médio	e	augmente
REGRA 51	alto	e	alto	e	médio	e	alto	e	augmente
REGRA 52	alto	e	alto	e	alto	e	baixo	e	continuar
REGRA 53	alto	e	alto	e	alto	e	médio	e	augmente
REGRA 54	alto	e	alto	e	alto	e	alto	e	augmente

---

Fonte: Elaborada pelo autor.

## 9 TESTES (descrição e análise)

Para o algoritmo testado foram utilizados somente dois jogadores, sendo vinte partidas para o primeiro teste e vinte partidas para o segundo teste. Nesses dois testes, foram usados dois tipos de defuzzificação (um para cada teste): Centro da área e a Média dos Máximos, para que tenha uma comparação entre o desempenho desses métodos.

As decisões foram pontuadas com valores entre zero e um, sendo que valores próximos a zero indicando uma ação de desistência e próximas a um uma ação de aumento de aposta. Para valores intermediários como 0,4 a 0,6 optou-se pela ação de continuar.

### 9.1 Primeiro teste (defuzzificação utilizando centro de massa)

Para o primeiro teste foram analisadas 20 partidas utilizando a técnica de defuzzificação de centro da área.

Os testes obtidos na Fuzzificação e defuzzificação foram anexados no item 11 ANEXO, deste trabalho, onde é encontrado duas tabelas do primeiro e segundo teste.

Como mostra na Tabela 3, o primeiro teste resultou em 3 vitórias e 16 derrotas.

Tabela 3 - Totais de Vitórias e Derrotas do teste 1

<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>TOTAIS</b>	<b>MÉDIA</b>
VITÓRIAS	3	15%
DERROTAS	17	85%

Fonte: Elaborada pelo autor.

Como mostra na Tabela 4, dessas vitórias e derrotas as sugestões indicadas pelo algoritmo implementado na ferramenta foram assim distribuídas: 79 sugestões para desistir, 198 para continuar e 1 para aumentar.

Tabela 4 - Totais de decisões do primeiro teste

<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>TOTAIS</b>	<b>MÉDIA</b>
CONTINUA	198	71%
AUMENTOU	1	0%
FUGIU	79	28%

Fonte: Elaborada pelo autor.

## 9.2 Segundo teste (defuzzificação utilizando média dos máximos)

No segundo teste foram analisadas 20 partidas que nas quais se utilizou a técnica de defuzzificação média dos máximos

Como é mostrada na Tabela 5, o segundo teste resultou em 9 vitórias e 11 derrotas.

Tabela 5 - Totais de Vitórias e Derrotas do Teste 2

<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>TOTAIS</b>	<b>MÉDIA</b>
VITÓRIA	9	45%
DERROTA	11	55%

Fonte: Elaborada pelo autor.

Como mostra a Tabela 6, dessas vitórias e derrotas as sugestões indicadas pelo algoritmo implementado na ferramenta foram assim distribuídas: 5 sugestões para desistir, 18 para continuar e 104 para aumentar a aposta.

Tabela 6 - Totais de decisão do teste 2

<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>TOTAIS</b>	<b>MÉDIA</b>
CONTINUA	113	81%
AUMENTOU	18	13%
FUGIU	9	6%

Fonte: Elaborada pelo autor.

Comparando os resultados dos dois testes, verificou que segundo (que utilizou como técnica de defuzzificação a média dos máximos) foi mais vitorioso do que o primeiro teste. Isso pode indicar a adequação desta técnica de defuzzificação para tomada de decisão no póquer e mostrando também que ela simula, de certa forma, um jogador mais agressivo em suas jogadas. Essa “agressividade” justifica mais ações do tipo continuar e aumentar com relação ao primeiro teste (que usava a técnica de defuzzificação do centro de massa). As ações referentes ao primeiro teste mostraram muito menos agressividade e, com isto, o jogador acabou perdendo mais partidas.

Com o segundo método, a ferramenta mostrou resultados mais próximos do que um jogador poderia tomar do que o primeiro teste. O primeiro teste, na maioria das vezes, quando o jogador já estava com poucas fichas, as decisões da ferramenta sugeria mais para desistir do que continuar as jogadas.

No segundo teste, mostrou mais eficácias em suas decisões, como dito, mais agressividade. Possibilitou continuar em maioria das jogadas e houve mais decisões de aumentar a aposta do que a primeira, possibilitando vencer em algumas jogadas.

## 10 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados, o trabalho pode ser considerado como satisfatório. Esta investigação propôs a utilização da lógica fuzzy para a modelagem de um sistema que auxiliasse a tomada de decisões no jogo de Póquer. As variações das técnicas da etapa de defuzzificação testadas para jogar póquer tiveram desempenhos diferentes, sendo que a melhor foi aquela que utilizou a média dos máximos. Os resultados mostraram que a aplicação dessa técnica levou a um maior número de vitórias, por meio da escolha de jogadas mais agressivas. Entretanto, por se tratar de um jogo com muitas variáveis a serem consideradas, os resultados apresentam margem para grande evolução. Apesar dessas dificuldades, a utilização da lógica fuzzy mostrou alguns resultados promissores, indicando que pode ser possível aplicar a lógica fuzzy para interpretar e tomar decisões mesmo num ambiente tão dinâmica quanto um jogo de cartas. Com isso, a ferramenta pode ser aprimorada para resultar em decisões ainda melhores para o jogo.

Considerando os aspectos que foram analisados na ferramenta e a partir dos testes, pode-se apontar alguns trabalhos futuros:

- a) Como foi abstraída a classificação do conjunto mão, classificando de zero a dez, pode-se, portanto, criar um classificador de mão baseado em análise combinatória para retornar melhor seu peso. Considerando que para formação das mãos do pôquer são necessárias combinações de cartas;
- b) Como o teste foi feito somente para medir as fichas e a mão, somente medindo o tamanho da aposta do oponente, também é possível utilizar outro recurso de Inteligência Artificial, para treinar ações do jogadores para aquela determinada ação. Talvez um algoritmo que possa prever mais as ações do jogador.
- c) Neste trabalho, foram criadas regras do sistema fuzzy para todas as fases do pôquer. Como melhoria, e como forma de tornar o sistema mais detalhado, uma sugestão é dividir as regras para cada estado do jogo: Pré-Flop, Flop, Turn e River. Isso permitirá analisar cada estado e posição do jogo e o oponente, para melhorar decisões evitando aquelas exageradas ou precipitadas.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, MÁRCIA SIQUEIRA DE; FRANGO, LAURA PUGLISI B. FRANCO; Aprendizagem Humana. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2006.
- BASSANEZI; Rodney C. Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia. São Paulo: Contexto, 2002. 389 p.
- CIRIACO, DOUGLAS. Tecmundo - Descubra e aprenda tudo sobre tecnologia. Site de notícias e artigos sobre tecnologia. Disponível em: < <http://www.tecmundo.com.br/intel/1039-o-que-e-inteligencia-artificial-.htm> Acesso em 01 mai. 2016.
- DICAS DE POKER. Estratégias para Texas Hold'em. Disponível em: <<http://www.dicasdepoker.com/regras.html>>. Acesso em 01 mai. 2016.
- FAZIO; VINÍCIUS SOUSA. Algoritmos para um jogador inteligente de Poker. Florianópolis: 2008.
- FERNANDES, Anita Maria da Rocha. Inteligência Artificial: Noções Gerais. Florianópolis: Visual Books, 2005.
- FERREIRA, Jefferson. Poker sem segredo. São Paulo: Digetari Ebooks, 2007. 128p.
- INTELIPOKER. Aprenda Como Jogar Poker Online na InteliPoker.com. Sites referente sobre pôquer como regras e afins. Disponível em: <<https://www.intelipoker.com/articles/>>. Acesso em 01 mai. 2016.
- JOGAPOKER. Aprenda jogar poker online. Disponível em <<http://www.jogapoker.com.br/calculando-odds-e-outs>> Acesso em 30 mai. 2016.
- JOHN RIBEIRO. IDG NOW! - Notícias de tecnologia, internet, segurança, mercado, telecom e carreira. Portal de Tecnologia. Disponível em: <<http://idgnow.com.br/internet/2016/03/15/inteligencia-artificial-do-google-derrota-jogador-profissional-de-go/>>. Acesso em 01 mai. 2016.
- MARRO; ALESSANDRO A., Lógica Fuzzy: Conceitos e aplicações. Rio Grande do Norte. 2010.
- MOJAVE; FELIPE. Você conhece sobre odds? Flop. A revista de Poker do Brasil. Número 24, ano 4.
- MOURA; HUGO. Cálculos de Percentuais Reais e Implied Odds. CardPlay Brasil. Número 16. Ano 2. Nov. 2008
- OLIVEIRA NETTO, ALVIM ANTÔNIO DE. NOVAS TECNOLOGIAS & UNIVERSIDADE: Da didática Tradicionalista à Inteligência Artificial: Desafios e Armadilhas. Campinas: Ed. Vozes, 2005. 248 p.
- PÉREZ, IVÁN. Lógica difusa para principiantes: teoria e prática. Caracas: Universidade Católica Andrés Bello, 2007. 173p.

POKERSTARS. Online Poker – Meet the Heroes: Neymar & Cristiano Ronaldo. Portal de poker, eventos e afins. Disponível em: <<https://www.pokerstars.com/br/poker/games/rules/>>. Acesso em 01 mai. 2016.

RIBEIRO, D.T. de M. Sistemas especialista e lógica fuzzy – análise de risco cardíaco. Mococa, São Paulo: Ed. Do Autor, 2013. 92 p.

RODRIGUES, Max de Castro; GOMES, Diogo da Silva M. G. Devmedia - Portal para analistas, desenvolvedores de sistemas, gerentes e DBAs com milhares de artigos, dicas, cursos e videoaulas. Site de artigos, aula de desenvolvimento de software em geral. Disponível em: <<http://www.devmedia.com.br/introducao-a-logica-fuzzy-com-java/32444>>. Acesso 01 mai. 2016.

SIMMONS; R. “Xavier: An Autonomous Mobile Robot on the Web”. Carnegie Mellon University. USA: 1998.

WEBER, L.; KLEIN, P. A. T. Aplicações de lógica fuzzy em software e hardware Canoas: ULBRA, 2003. 112 p.

ZIMMERMANN, H. J. Fuzzy Sets Theory and its Applicatins. Boston: Kluwer, 1991.

## 11 ANEXO

Resultados do teste 1 do método centroide.

<b>Resultados obtidos para o teste de defuzzificação centróide.</b>								
<b>PARTIDA</b>	<b>RODADA</b>	<b>POTE</b>	<b>APOSTA</b>	<b>FICHAS</b>	<b>MAO</b>	<b>ACAO</b>	<b>REALIZADO</b>	<b>RESULTADO</b>
1	1	2,5	2	8,333	1	0,5	CONTINUA	
1	1	4	0	9	2	0,422	CONTINUA	
1	1	4	0	9	2	0,422	CONTINUA	
1	1	0	10	3,333	1	0,25	FUGIU	
1	2	2,5	1,818	5	1	0,5	CONTINUA	
1	2	0	10	2,174	1	0,25	FUGIU	
1	3	0	2,667	2,143	1	0,272	FUGIU	
1	3	2,143	2,667	2,143	1	0,272	FUGIU	
1	3	2,143	2,667	2,143	1	0,272	FUGIU	
1	4	0	1,333	1,667	1	0,25	FUGIU	DERROTA
2	1	0	2,222	8,333	1	0,5	CONTINUA	
2	1	0	2,222	8,333	1	0,5	CONTINUA	
2	1	0	2,222	8,333	1	0,5	CONTINUA	
2	1	3,333	2,857	7,5	2	0,5	CONTINUA	
2	2	0	10	4,737	1	0,25	FUGIU	
2	2	0	2,222	6,667	1	0,5	CONTINUA	
2	2	0	2,222	6,667	1	0,5	CONTINUA	
2	2	0	2,222	6,667	2	0,5	CONTINUA	
2	2	0	2,222	6,667	2	0,5	CONTINUA	
2	3	0	2,5	9,167	1	0,5	CONTINUA	
2	3	0	2,5	9,167	2	0,5	CONTINUA	
2	3	2,105	10	5,263	2	0,5	CONTINUA	VITÓRIA
3	1	0	2	8,333	1	0,5	CONTINUA	
3	1	2,222	10	4,444	1	0,25	FUGIU	
3	2	0	10	2,727	1	0,25	FUGIU	
3	3	0	1,429	4,167	1	0,5	CONTINUA	
3	3	0	1,429	4,167	1	0,5	CONTINUA	
3	3	0	1,429	4,167	1	0,5	CONTINUA	
3	3	0	1,429	4,167	2	0,5	CONTINUA	
3	4	0	3,125	1,333	1	0,25	FUGIU	
3	5	0	1,25	0,833	2	0,25	FUGIU	
3	6	0	1,25	0,833	1	0,25	FUGIU	
3	1	0	2	8,333	1	0,5	CONTINUA	
3	1	2,222	10	4,444	1	0,25	FUGIU	
3	2	0	10	2,727	1	0,25	FUGIU	
3	3	0	1,429	4,167	1	0,5	CONTINUA	
3	3	0	1,429	4,167	1	0,5	CONTINUA	
3	3	0	1,429	4,167	1	0,5	CONTINUA	
3	3	0	1,429	4,167	2	0,5	CONTINUA	

3	4	0	3,125	1,333	1	0,25	FUGIU	
3	5	0	1,25	0,833	2	0,25	FUGIU	
3	6	0	1,25	0,833	1	0,25	FUGIU	DERROTA
4	1	0	2	8,333	1	0,5	CONTINUA	
4	1	0	10	4	1	0,25	FUGIU	
4	2	0	1,667	6,667	1	0,5	CONTINUA	
4	2	0	1,667	6,667	1	0,5	CONTINUA	
4	2	0	1,667	6,667	1	0,5	CONTINUA	
4	2	0	8,333	3	1	0,25	FUGIU	
4	3	0	1,429	4,167	1	0,5	CONTINUA	
4	3	0	10	1,25	1	0,25	FUGIU	
4	4	0	1,429	1,667	1	0,25	FUGIU	
4	4	0	1,111	0,833	1	0,25	FUGIU	
4	5	0	1,111	0,833	1	0,25	FUGIU	
4	6	0	1,111	0,833	1	0,25	FUGIU	DERROTA
5	1	0	2	8,333	1	0,5	CONTINUA	
5	1	2,222	2	8,333	1	0,5	CONTINUA	
5	1	2,222	2	8,333	1	0,5	CONTINUA	
5	1	2,222	10	4,444	1	0,25	FUGIU	
5	2	2,222	2	5,833	1	0,5	CONTINUA	
5	2	0	10	3,636	1	0,25	FUGIU	
5	3	0	1,667	3,333	1	0,451	CONTINUA	
5	3	1,818	1,667	3,333	1	0,451	CONTINUA	
5	3	1,818	1,667	3,333	1	0,451	CONTINUA	
5	3	1,818	10	1,818	1	0,25	FUGIU	
5	4	0	1,25	2,5	2	0,319	CONTINUA	
5	4	4	0	2	3	0,422	CONTINUA	
5	4	4	0	2	3	0,422	CONTINUA	
5	4	4	0	2	7	0,8	AUMENTOU	
5	5	0	1,429	3,333	1	0,451	CONTINUA	
5	5	0	1,429	3,333	2	0,451	CONTINUA	
5	5	0	1,429	3,333	2	0,451	CONTINUA	
5	5	4	0	4	2	0,422	CONTINUA	
5	5	4	0	4	2	0,422	CONTINUA	
5	6	0	1,429	4,167	1	0,5	CONTINUA	
5	6	0	1,429	4,167	1	0,5	CONTINUA	
5	6	1,667	10	1,667	1	0,25	FUGIU	
5	6	0	2,5	1,429	1	0,25	FUGIU	
5	7	0	1,25	0,833	1	0,25	FUGIU	
5	8	0	1,25	0,833	1	0,25	FUGIU	DERROTA
6	1	0	3	7,692	1	0,5	CONTINUA	
6	1	2,857	3	7,692	1	0,5	CONTINUA	
6	1	2,857	3	7,692	1	0,5	CONTINUA	
6	1	2,857	4	7,143	1	0,413	CONTINUA	
6	2	0	4	1,875	1	0,25	FUGIU	

6	3	0	1,176	1,667	1	0,25	FUGIU	
6	4	2,308	1,25	2,5	1	0,413	CONTINUA	
6	4	2,308	2,5	1,429	1	0,25	FUGIU	
6	5	2,308	1,765	1,538	1	0,287	FUGIU	
6	6	2,5	1,25	1,667	1	0,319	FUGIU	
6	6	4,286	2,5	1,429	1	0,402	CONTINUA	DERROTA
7	1	2,5	2	7,5	1	0,5	CONTINUA	
7	1	2,5	2	7,5	3	0,5	CONTINUA	
7	1	2,5	2	7,5	3	0,5	CONTINUA	
7	1	4	0	8	3	0,422	CONTINUA	
7	2	5,556	10	5,556	1	0,25	FUGIU	
7	3	2,5	2	7,5	1	0,5	CONTINUA	
7	3	4	0	8	1	0,5	CONTINUA	
7	3	4	0	8	2	0,422	CONTINUA	
7	3	5	2,5	6,667	4	0,422	CONTINUA	
7	4	2,5	1,25	2,5	1	0,269	FUGIU	
7	5	2,5	1,25	2,5	1	0,422	CONTINUA	
7	5	4	0	2	1	0,5	CONTINUA	
7	5	4	0	2	2	0,422	CONTINUA	
7	5	4	0	2	2	0,422	CONTINUA	
7	6	6,667	10	1,667	1	0,25	FUGIU	
7	7	2,5	1,25	2,5	1	0,432	CONTINUA	
7	7	4	0	2	2	0,422	CONTINUA	
7	7	5	1,429	1,667	2	0,422	CONTINUA	DERROTA
8	1	2,5	2	8,333	1	0,5	CONTINUA	
8	1	3,333	2	8,333	1	0,5	CONTINUA	
8	1	6,667	10	4,444	1	0,25	FUGIU	
8	1	3,333	1,667	5	1	0,5	CONTINUA	
8	1	4	0	6	2	0,422	CONTINUA	
8	1	4	0	6	2	0,422	CONTINUA	
8	1	4	0	6	2	0,422	CONTINUA	
8	1	7	10	3	2	0,353	FUGIU	
8	2	2,5	1,667	4,167	1	0,5	CONTINUA	
8	2	4	0	4	1	0,5	CONTINUA	
8	2	4	0	4	2	0,422	CONTINUA	
8	3	4	0	4	2	0,422	CONTINUA	
8	3	3,333	1,25	1,667	1	0,451	CONTINUA	
8	3	4	0	2	1	0,5	CONTINUA	
8	3	4	0	2	4	0,422	CONTINUA	
8	3	6,25	4,286	1,25	4	0,5	CONTINUA	DERROTA
9	1	2,5	2	8,333	1	0,5	CONTINUA	
9	1	5,789	10	4,737	1	0,25	FUGIU	
9	2	3,333	2,222	5,833	1	0,463	CONTINUA	
9	2	4	0	7	1	0,5	CONTINUA	
9	2	6,842	10	3,684	1	0,25	FUGIU	

9	3	2,5	1,818	5	1	0,5	CONTINUA	
9	3	7,143	10	2,381	1	0,25	FUGIU	
9	4	5	4	1,875	1	0,25	FUGIU	
9	5	2,5	1,176	1,667	2	0,25	FUGIU	DERROTA
10	1	3,333	2	6,667	1	0,5	CONTINUA	
10	1	4	0	8	1	0,5	CONTINUA	
10	1	4	0	8	2	0,422	CONTINUA	
10	1	4	0	8	2	0,422	CONTINUA	
10	1	5	2	6,667	2	0,422	CONTINUA	
10	2	2,5	1,429	4,167	1	0,5	CONTINUA	
10	2	3	0	5	1	0,5	CONTINUA	
10	2	3	0	5	2	0,5	CONTINUA	
10	2	3	0	5	3	0,5	CONTINUA	
10	3	6,364	10	2,727	1	0,25	FUGIU	
10	4	2,5	1,429	4,167	1	0,5	CONTINUA	
10	4	3	0	5	1	0,5	CONTINUA	
10	4	3	0	5	1	0,5	CONTINUA	
10	4	3	0	5	1	0,5	CONTINUA	
10	5	3,333	1,429	3,333	1	0,451	CONTINUA	
10	5	4	0	4	1	0,5	CONTINUA	
10	5	4	0	4	2	0,422	CONTINUA	
10	5	4	0	4	2	0,422	CONTINUA	
10	6	2,5	1,429	2,5	1	0,399	CONTINUA	
10	6	4,286	2,5	1,429	1	0,402	CONTINUA	DERROTA
11	1	2,5	2	8,333	1	0,5	CONTINUA	
11	1	4	0	9	2	0,422	CONTINUA	
11	1	4	0	9	2	0,422	CONTINUA	
11	1	0	10	3,333	1	0,25	FUGIU	
11	2	2,5	1,818	5	1	0,5	CONTINUA	
11	2	0	10	2,174	1	0,25	FUGIU	
11	3	0	2,667	2,143	1	0,272	FUGIU	
11	3	2,143	2,667	2,143	1	0,272	FUGIU	
11	3	2,143	2,667	2,143	1	0,272	FUGIU	
11	4	0	1,333	1,667	1	0,25	FUGIU	DERROTA
12	1	2,5	2	7,5	1	0,5	CONTINUA	
12	1	2,5	2	7,5	3	0,5	CONTINUA	
12	1	2,5	2	7,5	3	0,5	CONTINUA	
12	1	4	0	8	3	0,422	CONTINUA	
12	2	5,556	10	5,556	1	0,25	FUGIU	
12	3	2,5	2	7,5	1	0,5	CONTINUA	
12	3	4	0	8	1	0,5	CONTINUA	
12	3	4	0	8	2	0,422	CONTINUA	
12	3	5	2,5	6,667	4	0,422	CONTINUA	
12	4	2,5	1,25	2,5	1	0,269	FUGIU	
12	5	2,5	1,25	2,5	1	0,422	CONTINUA	

12	5	4	0	2	1	0,5	CONTINUA	
12	5	4	0	2	2	0,422	CONTINUA	
12	5	4	0	2	2	0,422	CONTINUA	
12	6	6,667	10	1,667	1	0,25	FUGIU	
12	7	2,5	1,25	2,5	1	0,432	CONTINUA	
12	7	4	0	2	2	0,422	CONTINUA	
12	7	5	1,429	1,667	2	0,422	CONTINUA	DERROTA
13	1	2,5	2	8,333	1	0,5	CONTINUA	
13	1	5,789	10	4,737	1	0,25	FUGIU	
13	2	3,333	2,222	5,833	1	0,463	CONTINUA	
13	2	4	0	7	1	0,5	CONTINUA	
13	2	6,842	10	3,684	1	0,25	FUGIU	
13	3	2,5	1,818	5	1	0,5	CONTINUA	
13	3	7,143	10	2,381	1	0,25	FUGIU	
13	4	5	4	1,875	1	0,25	FUGIU	
13	5	2,5	1,176	1,667	2	0,25	FUGIU	DERROTA
14	1	0	2,222	8,333	1	0,5	CONTINUA	
14	1	0	2,222	8,333	1	0,5	CONTINUA	
14	1	0	2,222	8,333	1	0,5	CONTINUA	
14	1	3,333	2,857	7,5	2	0,5	CONTINUA	
14	2	0	2,222	6,667	1	0,5	CONTINUA	
14	2	0	2,222	6,667	2	0,5	CONTINUA	
14	2	0	2,222	6,667	2	0,5	CONTINUA	
14	3	0	2,5	9,167	1	0,5	CONTINUA	
14	3	0	2,5	9,167	2	0,5	CONTINUA	
14	3	2,105	10	5,263	2	0,5	CONTINUA	VITÓRIA
15	1	0	3	7,692	1	0,5	CONTINUA	
15	1	2,857	3	7,692	1	0,5	CONTINUA	
15	1	2,857	3	7,692	1	0,5	CONTINUA	
15	1	2,857	4	7,143	1	0,413	CONTINUA	
15	2	0	4	1,875	1	0,25	FUGIU	
15	3	0	1,176	1,667	1	0,25	FUGIU	
15	4	2,308	1,25	2,5	1	0,413	CONTINUA	
15	4	2,308	2,5	1,429	1	0,25	FUGIU	
15	5	2,308	1,765	1,538	1	0,287	FUGIU	
15	6	2,5	1,25	1,667	1	0,319	FUGIU	
15	6	4,286	2,5	1,429	1	0,402	CONTINUA	DERROTA
16	1	2,5	2	7,5	1	0,5	CONTINUA	
16	1	3	0	9	1	0,5	CONTINUA	
16	1	6,667	10	4,444	1	0,25	FUGIU	
16	2	2,5	1,818	6,667	1	0,5	CONTINUA	
16	2	6,19	10	3,333	1	0,25	FUGIU	
16	3	7,143	7,333	2,381	1	0,25	FUGIU	
16	4	2,5	1,333	3,333	1	0,434	CONTINUA	
16	4	2,5	1,333	3,333	2	0,434	CONTINUA	

16	4	4	0	4	2	0,422	CONTINUA	
16	4	4	0	4	4	0,422	CONTINUA	DERROTA
17	1	3,333	1,538	4,167	1	0,5	CONTINUA	
17	1	4	0	5	2	0,422	CONTINUA	
17	1	4	0	5	4	0,422	CONTINUA	
17	1	4	0	5	4	0,422	CONTINUA	
17	2	2,5	1,818	6,667	1	0,5	CONTINUA	
17	2	3	0	8	2	0,5	CONTINUA	
17	2	3	0	8	2	0,5	CONTINUA	
17	2	3	0	8	2	0,5	CONTINUA	
17	3	5,789	10	4,737	1	0,25	CONTINUA	
17	4	2,5	1,818	6,667	1	0,5	CONTINUA	
17	4	3	0	8	1	0,5	CONTINUA	
17	4	3	0	8	1	0,5	CONTINUA	
17	4	3	0	8	1	0,5	CONTINUA	
17	5	6,522	10	2,174	1	0,25	FUGIU	
17	6	2,5	1,538	3,333	1	0,434	CONTINUA	
17	6	7,391	10	1,739	2	0,25	FUGIU	
17	7	3,333	1,176	0,833	1	0,451	CONTINUA	
17	7	4	0	1	1	0,5	CONTINUA	
17	7	5,714	2,667	0,714	1	0,354	FUGIU	DERROTA
18	1	2,5	2	8,333	1	0,5	CONTINUA	
18	1	4	0	9	2	0,422	CONTINUA	
18	1	4	0	9	2	0,422	CONTINUA	
18	1	0	10	3,333	1	0,25	FUGIU	
18	2	2,5	1,818	5	1	0,5	CONTINUA	
18	2	0	10	2,174	1	0,25	FUGIU	
18	3	0	2,5	9,167	1	0,5	CONTINUA	
18	3	0	2,5	9,167	2	0,5	CONTINUA	
18	3	2,105	10	5,263	2	0,5	CONTINUA	VITÓRIA
19	1	0	2	8,333	1	0,5	CONTINUA	
19	1	0	10	4	1	0,25	FUGIU	
19	2	0	1,667	6,667	1	0,5	CONTINUA	
19	2	0	1,667	6,667	1	0,5	CONTINUA	
19	2	0	1,667	6,667	1	0,5	CONTINUA	
19	2	0	8,333	3	1	0,25	FUGIU	
19	3	0	1,429	4,167	1	0,5	CONTINUA	
19	4	5	4	1,875	1	0,25	FUGIU	
19	5	2,5	1,176	1,667	2	0,25	FUGIU	DERROTA
20	1	2,5	2	7,5	1	0,5	CONTINUA	
20	1	2,5	2	7,5	3	0,5	CONTINUA	
20	1	2,5	2	7,5	3	0,5	CONTINUA	
20	1	4	0	8	3	0,422	CONTINUA	
20	2	5,556	10	5,556	1	0,25	FUGIU	
20	3	2,5	2	7,5	1	0,5	CONTINUA	

20	3	4	0	8	1	0,5	CONTINUA	
20	3	4	0	8	2	0,422	CONTINUA	
20	3	5	2,5	6,667	4	0,422	CONTINUA	
20	4	2,5	1,429	4,167	1	0,5	CONTINUA	
20	4	3	0	5	1	0,5	CONTINUA	
20	4	3	0	5	1	0,5	CONTINUA	
20	4	3	0	5	1	0,5	CONTINUA	
20	5	3,333	1,429	3,333	1	0,451	CONTINUA	
20	5	4	0	4	1	0,5	CONTINUA	
20	5	4	0	4	2	0,422	CONTINUA	
20	5	4	0	4	2	0,422	CONTINUA	
20	6	2,5	1,429	2,5	1	0,399	CONTINUA	
20	6	4,286	2,5	1,429	1	0,402	CONTINUA	DERROTA

Fonte: Elaborada pelo autor.

Resultados do teste 1 do método mais significativo a direita.

<b>Resultados obtidos para o teste de defuzzificação mais significativo a dir.</b>								
<b>PARTIDA</b>	<b>RODADA</b>	<b>POTE</b>	<b>APOSTA</b>	<b>FICHAS</b>	<b>MAO</b>	<b>ACAO</b>	<b>REALIZADO</b>	<b>RESULTADO</b>
1	1	3	2,5	10	1	0,624	CONTINUA	
1	1	3	0	10	1	0,589	CONTINUA	
1	1	4	0	10	1	0,624	CONTINUA	
1	2	4	0	10	2	0,422	CONTINUA	
1	2	4	0	8	2	0,663	CONTINUA	
1	2	3	2,5	10	1	0,624	CONTINUA	
1	3	3	0	10	1	0,539	CONTINUA	
1	3	4	0	10	1	0,574	CONTINUA	VITÓRIA
2	1	4	0	10	2	0,422	CONTINUA	
2	1	4	0	8	2	0,422	CONTINUA	
2	1	9	10	8	1	0,663	AUMENTOU	
2	2	3	0	8	2	0,649	CONTINUA	
2	2	3	0	8	2	0,649	CONTINUA	
2	2	3	0	8	2	0,619	CONTINUA	
2	3	3	0	8	4	0,649	CONTINUA	
2	3	3	0	8	4	0,422	AUMENTOU	
2	3	3	0	8	4	0,649	CONTINUA	
2	3	3	0	8	4	0,78	AUMENTOU	DERROTA
3	1	0	2	9	1	0,599	CONTINUA	
3	1	0	10	8	1	0,374	FUGIU	
3	2	0	10	6	1	0,374	FUGIU	
3	3	3	1,667	5	1	0,539	CONTINUA	
3	3	4	10	4	1	0,374	FUGIU	
3	4	0	1,538	4	1	0,547	CONTINUA	
3	4	0	1,538	4	2	0,539	CONTINUA	
3	4	0	1,538	4	2	0,574	CONTINUA	

3	4	0	1,538	4	2	0,556	CONTINUA	
3	5	0	5,455	1	1	0,374	FUGIU	
3	6	0	1,429	3	1	0,599	CONTINUA	
3	6	0	2,857	2	1	0,392	CONTINUA	
3	7	0	2,5	2	1	0,406	CONTINUA	DERROTA
4	1	3	2	10	1	0,547	CONTINUA	
4	1	3	2	10	2	0,649	CONTINUA	
4	1	3	2	10	2	0,649	AUMENTOU	
4	1	3	2	10	2	0,649	CONTINUA	
4	2	4	1,667	8	1	0,599	CONTINUA	
4	2	4	1,667	8	1	0,599	CONTINUA	
4	2	4	1,667	8	1	0,574	CONTINUA	
4	2	6	10	6	1	0,422	CONTINUA	DERROTA
5	1	3	10	0	1	0,374	CONTINUA	
5	1	4	0	8	4	0,422	CONTINUA	
5	1	4	0	8	4	0,422	CONTINUA	
5	1	4	0	8	7	0,919	AUMENTOU	
5	2	10	10	8	1	0,422	CONTINUA	VITÓRIA
6	1	3	0	10	1	0,539	CONTINUA	
6	1	9	10	10	1	0,422	CONTINUA	DERROTA
7	1	8	10	10	1	0,422	CONTINUA	DERROTA
8	1	7	10	10	1	0,422	CONTINUA	
8	1	3	0	8	1	0,547	CONTINUA	
8	1	7	10	8	1	0,422	CONTINUA	DERROTA
9	1	4	2	8	1	0,547	CONTINUA	
9	1	4	2	8	2	0,422	CONTINUA	
9	1	4	2	8	2	0,422	CONTINUA	
9	1	4	2	8	2	0,422	CONTINUA	
9	2	3	2,5	10	1	0,624	CONTINUA	
9	2	3	2,5	10	2	0,649	CONTINUA	
9	2	3	2,5	10	2	0,649	CONTINUA	
9	2	3	2,5	10	3	0,789	AUMENTOU	
9	3	8	10	10	1	0,422	CONTINUA	
9	4	3	2	7	1	0,556	CONTINUA	
9	4	9	10	7	1	0,422	CONTINUA	DERROTA
10	1	1,5	1,111	9,5	1	0,574	CONTINUA	
10	1	1,5	1,111	9,5	1	0,599	CONTINUA	
10	1	2	5,556	9,5	2	0,547	CONTINUA	
10	1	9	10	4	2	0,556	CONTINUA	
10	1	3	2	9	1	0,539	CONTINUA	
10	1	8	10	8	1	0,422	CONTINUA	VITÓRIA
11	1	0	0	10	1	0,599	CONTINUA	
11	1	0	0	10	1	0,547	CONTINUA	
11	1	0	0	10	1	0,547	CONTINUA	
11	1	0	0	10	5	0,5	CONTINUA	
11	2	3	2	9	1	0,574	CONTINUA	
11	2	3	4	9	1	0,539	CONTINUA	

11	2	3	4	9	1	0,574	CONTINUA	
11	2	3	4	9	2	0,649	AUMENTOU	
11	3	7	10	9	1	0,374	FUGIU	
11	4	4	4	8	1	0,599	CONTINUA	
11	4	4	4	8	1	0,556	CONTINUA	
11	4	4	4	8	2	0,422	CONTINUA	
11	5	4	2,857	9	1	0,614	AUMENTOU	
11	5	8	0	7	1	0,422	CONTINUA	
11	5	8	0	7	2	0,539	CONTINUA	
11	5	8	0	7	4	0,539	CONTINUA	
11	6	3	6,667	10	4	0,649	AUMENTOU	
11	6	9	10	10	1	0,422	CONTINUA	VITÓRIA
12	1	3	2	10	1	0,547	CONTINUA	
12	1	3	2	10	2	0,649	AUMENTOU	
12	2	9	10	10	1	0,422	CONTINUA	VITÓRIA
13	1	3	2,222	10	1	0,611	AUMENTOU	
13	1	10	10	9	1	0,422	CONTINUA	VITÓRIA
14	1	0	2	9	1	0,599	CONTINUA	
14	1	0	10	8	1	0,374	FUGIU	
14	2	0	10	6	1	0,374	FUGIU	
14	3	3	1,667	5	1	0,539	CONTINUA	
14	3	4	10	4	1	0,374	FUGIU	
14	4	0	1,538	4	1	0,547	CONTINUA	
14	4	0	1,538	4	2	0,539	CONTINUA	
14	4	0	1,538	4	2	0,574	CONTINUA	
14	4	0	1,538	4	2	0,556	CONTINUA	
14	5	0	5,455	1	1	0,374	FUGIU	
14	6	0	1,429	3	1	0,599	CONTINUA	
14	6	0	2,857	2	1	0,392	CONTINUA	
14	7	0	2,5	2	1	0,406	CONTINUA	DERROTA
15	1	3	1,667	5	1	0,599	CONTINUA	
15	1	9	10	7	1	0,422	CONTINUA	DERROTA
16	1	0	0	10	1	0,547	CONTINUA	
16	1	3	4	9	1	0,574	CONTINUA	
16	1	4	0	8	2	0,663	AUMENTOU	VITÓRIA
17	1	4	0	8	2	0,663	CONTINUA	
17	1	0	0	10	1	0,539	CONTINUA	
17	1	3	2,5	8	3	0,789	AUMENTOU	
17	1	0	0	10	5	0,5	CONTINUA	
17	2	3	2	9	1	0,547	CONTINUA	
17	2	3	4	10	1	0,574	CONTINUA	
17	2	3	4	10	1	0,539	CONTINUA	VITÓRIA
18	1	4	2	8	2	0,422	CONTINUA	
18	1	4	2	8	2	0,422	CONTINUA	
18	1	3	2,5	8	1	0,624	CONTINUA	
18	1	3	2,5	8	2	0,649	AUMENTOU	
18	2	3	2,5	8	2	0,649	AUMENTOU	

18	2	3	2,5	9	3	0,789	AUMENTOU	
18	2	8	10	9	1	0,422	CONTINUA	
18	4	3	2	7	1	0,599	CONTINUA	
18	4	9	10	7	1	0,422	CONTINUA	
18	4	9	10	7	1	0,422	CONTINUA	DERROTA
19	1	4	2	8	2	0,422	CONTINUA	
19	1	4	2	8	2	0,422	CONTINUA	
19	2	3	2,5	10	1	0,624	CONTINUA	
19	2	3	2,5	10	2	0,649	CONTINUA	
19	2	3	2,5	10	2	0,649	AUMENTOU	
19	2	3	2,5	10	3	0,789	AUMENTOU	
19	3	8	10	10	1	0,422	CONTINUA	
19	4	3	2	7	1	0,556	CONTINUA	
19	4	9	10	7	1	0,422	CONTINUA	DERROTA
20	1	1,5	1,111	9,5	1	0,547	CONTINUA	
20	1	1,5	1,111	9,5	1	0,539	CONTINUA	
20	1	2	5,556	9,5	2	0,547	CONTINUA	
20	1	9	10	4	2	0,547	CONTINUA	
20	1	3	2	9	1	0,599	CONTINUA	
20	1	8	10	8	1	0,422	CONTINUA	DERROTA

---

Fonte: Elaborada pelo autor.