

Implementação do Jogo Pedra-Papel-Tesoura Aplicando Tecnologia Adaptativa

F. S. Santana and D. C. Passos

Abstract— The paper-scissor-rock, PSR, game has been applied to develop models to analyze evolutionary computing, biodiversity, and decision making in several research areas. PSR mathematical approach establishes the random solution as the best winning strategy to this game. However, recent studies analyzing players and results of PSR championships indicate new possibilities based on human behavior patterns. This paper describes the implementation of a software solution based on one of these strategies, applying adaptive technology and state machines. The results of this work allow the evaluation of the presented solution and other interesting studies in human behavior patterns and adaptive technology application in the development of modeling methods.

Keywords— Game Theory, Adaptive Technology, Paper-scissor-rock.

I. INTRODUÇÃO

O JOGO pedra-papel-tesoura, PPT, também chamado de “jan-ken-pon”, é usualmente considerado uma brincadeira de crianças. Em alguns casos, o PPT também costuma ser aplicado na tomada de decisão em conflitos sem importância, que em teoria são decididos pelo fator “sorte” [5], de forma que o resultado do jogo faz com que não exista um responsável direto pela decisão tomada.

No entanto, com a aplicação de resultados de pesquisa em teoria dos jogos em outras áreas do conhecimento, o PPT vem ganhando importância na medida em que tem sido aplicado na criação de modelos para a abstração de diversos problemas relevantes [5]. Entre eles, destacam-se a computação evolucionária [3], os sistemas de aprendizado [6], as soluções envolvendo a criação de modelos para tratar a biodiversidade [1] e aplicações de modelos quantitativos para a tomada de decisão em economia [5] e neurociência [4].

A Sociedade Internacional de PPT (*World RPS Society* [<http://www.worldrps.com/>]) e a Liga Oficial Americana de PPT (*USARPS League* [<http://www.usarps.com/>]), entre outras, registram jogadores profissionais e promovem competições periódicas deste jogo, com a distribuição de consideráveis prêmios em dinheiro aos vencedores. Nessas competições, embora os resultados matemáticos afirmem que a melhor estratégia para se vencer o jogo de PPT é sempre jogar aleatoriamente [5], é natural que os jogadores profissionais busquem constantemente por estratégias para aumentar as probabilidades de vencer este jogo.

A estratégia não aleatória para se vencer o PPT proposta por

[9,10], da Sociedade Internacional de PPT, baseia-se na hipótese de que o comportamento humano é afetado por aspectos de personalidade e por aspectos emocionais e, portanto, as decisões tomadas não são puramente aleatórias, obedecendo a padrões pré-determinados de comportamento. Segundo [9,10], estes padrões permitem definir técnicas capazes de aumentar as probabilidades de vitória no PPT.

Esta estratégia foi modelada em [7] na forma de uma máquina de estados, à qual foi incorporada uma tabela de decisão adaptativa. A tabela de decisão adaptativa foi utilizada para redefinir o comportamento da máquina de estados a partir do perfil corrente do jogador oponente. Este perfil deve ser reavaliado antes de cada jogada, considerando o contexto do jogo, o potencial estado emocional do jogador oponente e o histórico de jogadas.

Este trabalho apresenta a implementação da solução apresentada em [7], seguido de um pequeno experimento para apresentar a funcionalidade do sistema resultante.

Os resultados aqui obtidos permitem a realização de experimentos sucessivos para avaliar a eficácia da proposta do ponto de vista prático, a partir da análise estatística dos resultados obtidos. Após a realização de uma quantidade significativa de experimentos, a comparação entre os resultados dos jogos com os resultados que seriam obtidos se a estratégia puramente aleatória estivesse sendo aplicada, deve indicar se desvios probabilísticos importantes ocorreram. Estes desvios, por sua vez, poderiam indicar uma potencial eficácia probabilística da estratégia.

Além disso, a análise computacional do histórico de jogadas pode levar à descoberta de outros padrões não aleatórios que não foram previstos originalmente por [9,10]. Estes padrões, se existirem, podem ser incorporados à solução proposta por [7], tornando-as mais eficaz. Desta forma, será possível construir modelos mais confiáveis do que os disponíveis atualmente para a tomada de decisão baseados no jogo de PPT.

É importante notar que, caso se comprove a existência de uma estratégia adaptativa para vencer o jogo de PPT mais eficaz do que a solução aleatória, este resultado representará um estudo de caso onde se mostra que é possível tratar padrões de comportamento humano usando tecnologia adaptativa.

Finalmente, deve-se notar que este raciocínio potencialmente poderá ser estendido para o estudo de outros problemas em teoria dos jogos.

Fabiana Soares Santana, Universidade Federal do ABC, Santo André, São Paulo, Brasil, fabiana.santana@gmail.com.

Deborah Cristina Passos, Universidade Federal do ABC, Santo André, São Paulo, Brasil, deborah.cristina.passos@gmail.com.

II. MATERIAL E MÉTODOS

O PPT se joga com as mãos. Os gestos descritos nas Figuras 1, 2 e 3 representam, respectivamente, pedra, papel e tesoura.

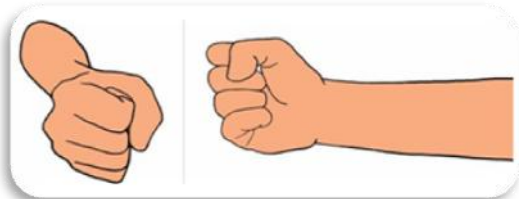


Figura 1 – Representação manual de pedra (extraída de <http://worldrps.com/game-basics>).

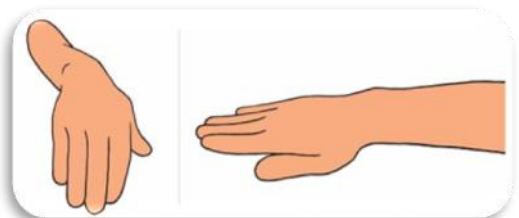


Figura 2 – Representação manual de papel (extraída de <http://worldrps.com/game-basics>).

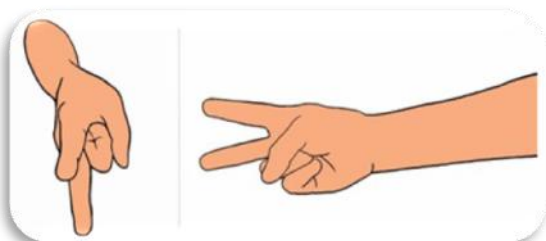


Figura 3 – Representação manual de tesoura (extraída de <http://worldrps.com/game-basics>).

As regras do jogo de PPT adotadas nas competições internacionais são as seguintes [5]:

- Os jogadores devem apresentar os sinais simultaneamente;
- O resultado é determinado pelas seguintes regras, como mostra a Figura 4:
 - Pedra vence tesoura;
 - Tesoura vence papel;
 - Papel vence pedra.



Figura 4 – As regras básicas do jogo: “pedra” vence “tesoura”, “tesoura” vence “papel” e “papel” vence “pedra”.

- Os jogadores devem combinar previamente um

determinado número de rodadas (que também pode ser pré-estabelecido em uma competição). Para este trabalho, este número será definido como n , sendo n um número inteiro, finito e ≥ 1 .

[10] defende que PPT não é baseado no fator sorte, pois o ser humano não é capaz de jogar de maneira puramente aleatória. O seu comportamento torna-se previsível ao longo do tempo e passa a obedecer a padrões pré-determinados. Aspectos de personalidade e de caráter psicológico definem as ações do jogador no PPT, principalmente no caso de jogadores iniciantes ou que estejam em desvantagem. Portanto, o conhecimento destes padrões permitiria alterar a distribuição de probabilidade entre as jogadas possíveis, aumentando consideravelmente as chances de vencer o jogo [9,10]. Naturalmente, este raciocínio só se aplicaria em rodadas sucessivas de PPT, como ocorre nas competições internacionais [<http://worldrps.com/game-basics>], pois uma simples jogada não seria suficiente para se estabelecer um padrão de jogo.

Os aspectos implementáveis da estratégia proposta por [9,10] são os seguintes:

1. Homens, principalmente iniciantes, têm a tendência de escolher “pedra” na jogada inicial. Isto está relacionado com o fato de que a “pedra” é percebida como uma jogada mais “forte” do que as demais. Portanto, se o adversário for um homem e iniciante, a primeira jogada deve ser “papel”. Esta regra não funciona para mulheres e jogadores experientes.
2. Seguindo o raciocínio feito em 1., “tesoura” deve ser a primeira jogada segura escolhida contra um jogador experiente. Como começar com “pedra” é muito óbvio, um jogador experiente iniciará com “papel”, caso em que perde para “tesoura”, ou “tesoura”, caso em que ocorre um empate.
3. Quando o adversário for inexperiente, verifique se ele repete a mesma jogada duas vezes seguidas. Se isto ocorrer, este jogador tem a tendência a não repetir a mesma jogada uma terceira vez. Portanto, é possível eliminar uma opção e garantir no mínimo um empate, uma das duas opções iniciais de evitar a derrota. Isto ocorre justamente porque as pessoas não querem ser previsíveis e é esta a percepção de quem repete a mesma jogada três vezes seguidas.
4. Quando não souber o que fazer para a próxima jogada e tiver acabado de vencer uma jogada, escolha a opção que o teria feito perder esta jogada. Alguns jogadores, especialmente os menos experientes, têm a tendência a escolher a opção que o teria feito vencer a última jogada, de maneira inconsciente. Por exemplo, se na jogada anterior o adversário apresentou “papel” e perdeu, sua tendência é vir da próxima vez com “tesoura”, portanto “pedra” é a melhor opção. Esta opção não é muito boa se o adversário venceu a jogada anterior.
5. Quando não souber o que fazer e não houver nenhuma outra informação disponível, escolha “papel”. Isto

porque foi observado em competições oficiais que a opção menos escolhida é “tesoura”. De acordo com [9,10], a probabilidade de se escolher “tesoura” é 29,6%, contra o valor esperado de 33,3%. A vantagem é de apenas 3,7%, mas é melhor do que não ter nenhuma vantagem.

[9,10] também supõe que o comportamento entre homens e mulheres é diferente. Este raciocínio, na verdade, é suportado por outros pesquisadores em biodiversidade. [8] utilizaram o PPT para analisar o comportamento e as estratégias dos machos na teoria da evolução das espécies, em complemento à anterior concepção de se utilizar apenas o *fitness* de cada espécie.

Os demais aspectos da estratégia proposta por [9,10] consideram a análise histórica do perfil de um jogador.

A solução proposta por [7] foi definida a partir destas hipóteses, sendo que algumas decisões devem ser tomadas de acordo com uma tabela de decisões adaptativa. Esta solução ainda classifica os jogadores em três níveis: iniciante, médio e experiente, que traduzem o comportamento e as possibilidades de vitória de um jogador. Na primeira vez, o jogador será considerado como iniciante. Seu desempenho definirá a possibilidade de ele ser promovido para os níveis superiores, sendo que a reclassificação deve ser feita no início de cada jogada.

III. IMPLEMENTAÇÃO DO PPT

A solução proposta em [7] considera que existem sempre dois jogadores. Um dos jogadores é a própria solução de software, chamada de *Jogador*. O outro jogador deve ser obrigatoriamente um ser humano, chamado de *Oponente*.

A solução sugere a aplicação de uma tabela de decisão simples para definir o vencedor de cada jogada, como mostra a Tabela 1. Na tabela, o número “1” representa a vitória, o número “0” representa o empate e o número “-1” representa a derrota do Jogador 1 em relação ao Jogador 2.

Tabela 1 – Representação do jogo PPT usando tabelas de decisão.

		Jogador 1		
		Pedra	Papel	Tesoura
Jogador 2	Pedra	0	1	-1
	Papel	-1	0	1
	Tesoura	1	-1	0

Da mesma forma que ocorre nas competições oficiais, um jogo deve ser composto por n jogadas. Esta solução prevê o armazenamento das jogadas em uma estrutura de dados adequada, a fim de permitir a análise do histórico de jogadas.

A estrutura de dados utilizada para armazenar as jogadas é apresentada na Figura 5. São registradas as jogadas do Jogador e do Oponente e, ao término de cada jogada, é calculada a porcentagem de vezes em que cada jogador escolheu “pedra”, “papel” ou “tesoura”. Nesta implementação, a mesma estrutura foi definida também para um terceiro jogador, chamado de *Jogador Aleatório*, para o qual os resultados são sorteados a cada instante. Embora o Jogador Aleatório não participe do jogo, seus resultados serão utilizados para fazer a comparação entre a estratégia proposta e a solução aleatória.

Como o sexo do Oponente pode interferir na estratégia, um formulário inicial é apresentado ao usuário antes do início do jogo, onde esta informação é solicitada. A solução implementa o controle de usuários a fim de melhor analisar o seu perfil, mesmo que o jogo seja interrompido e retomado em outra ocasião. Se o jogador preferir não se identificar, será considerado como iniciante.

A máquina de estados da solução proposta por [7] está apresentada nas Figuras 6, 7, 8 e 9. A Figura 6 apresenta o início de cada k -ésima jogada, $1 \leq k \leq n$, onde o Oponente pode ser reclassificado de acordo com a sua pontuação. A Figura 7 apresenta o tratamento para Oponente iniciante, a Figura 8 apresenta o tratamento para o Oponente de nível médio e a Figura 9 apresenta o tratamento para o Oponente experiente. A reclassificação é necessária, pois interfere nas chances de vitória.

A cada k -ésima jogada, a máquina de estados determina a próxima jogada do Jogador. A pontuação é utilizada para redefinir o nível do Oponente e, conforme ele obtém resultados positivos, ele é considerado como um jogador de melhor nível, aqui chamado de Experiente. A pontuação é definida de modo simples, onde cada vitória vale um ponto.

A análise histórica do Oponente é realizada através da implementação de uma tabela de decisão adaptativa, que permite alterar o comportamento do Jogador de acordo com o padrão de comportamento do Oponente. A definição do perfil permite que a máquina de estados decida o que fazer, a fim de aumentar as chances de se obter, no mínimo, um empate.

Por exemplo, a *Condição1* pode ser “Oponente perde jogada $k-1$ ”. A perda aumentaria o nível de frustração do Oponente e uma reação comum, especialmente em jogadores iniciantes ou estressados, seria escolher a opção que teria vencido a jogada $k-1$ (Walker, 2006). Portanto, *Ação1* deve ser “jogar perfil que teria perdido a rodada $k-1$ ”. Porém, se a tendência do Oponente de escolher determinada jogada ultrapassar os 50%, deve-se alterar a estratégia e jogar simplesmente de forma a vencer esta tendência. Isto deve ser traduzido por uma função adaptativa F_1 capaz de alterar *Ação1* para uma nova ação, capaz de traduzir a nova estratégia.

Após n jogadas, vencerá o jogador que tiver o maior número de pontos. Em caso de empate, o jogo deve continuar por mais três rodadas. Esta regra será aplicada de forma repetitiva até que seja estabelecido um vencedor ou o Oponente desista.

Tabelas de jogadas						
Jogador	Jogadas	0	...	k	...	n
Registro de jogadas	Preencher as colunas com "Pedra", "Papel" ou "Tesoura", onde k é o número da jogada.					
Tendência	Pedra	Papel		Tesoura		
	%	%		%		
Oponente	Jogadas	0	...	k	...	n
Registro de jogadas	Preencher as colunas com "Pedra", "Papel" ou "Tesoura", onde k é o número da jogada.					
Tendência	Pedra	Papel		Tesoura		
	%	%		%		

Figura 5 – Estrutura de dados para armazenar as jogadas de cada jogador.

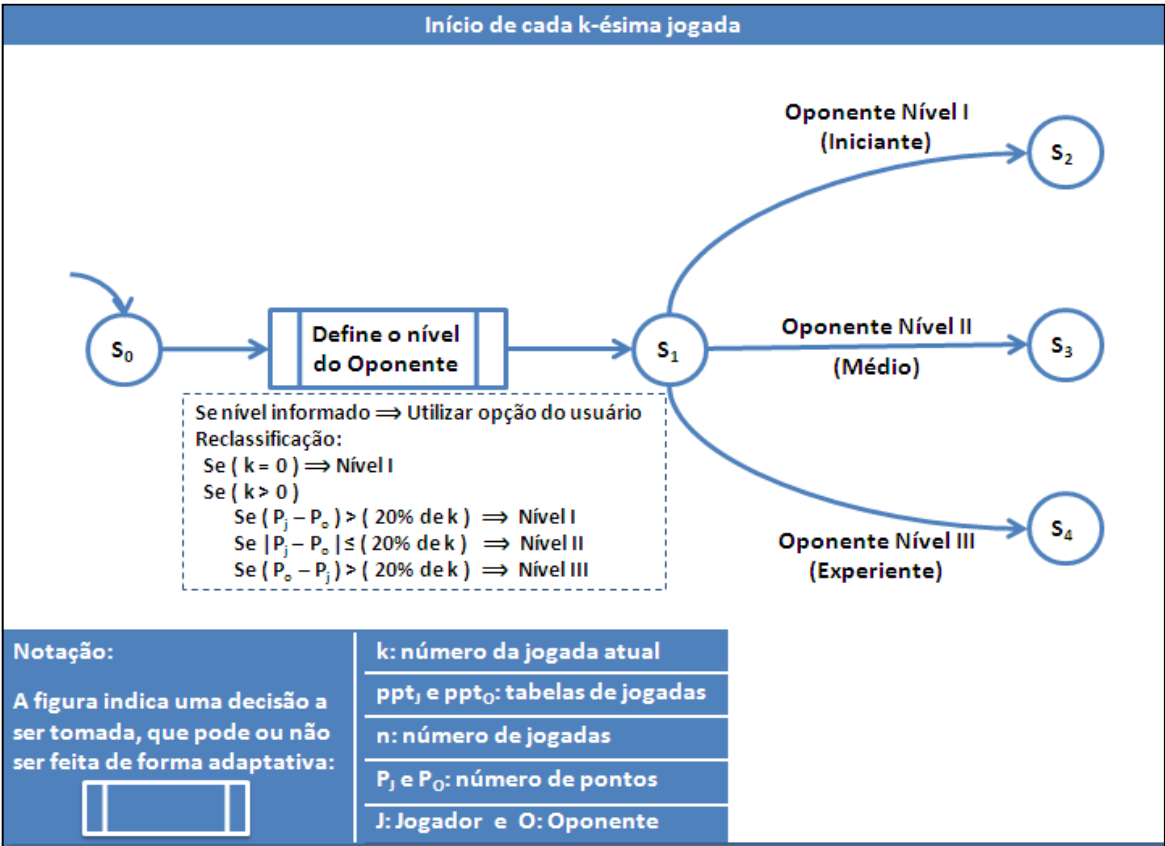


Figura 6 – Máquina de estados: início de cada k-ésima jogada.

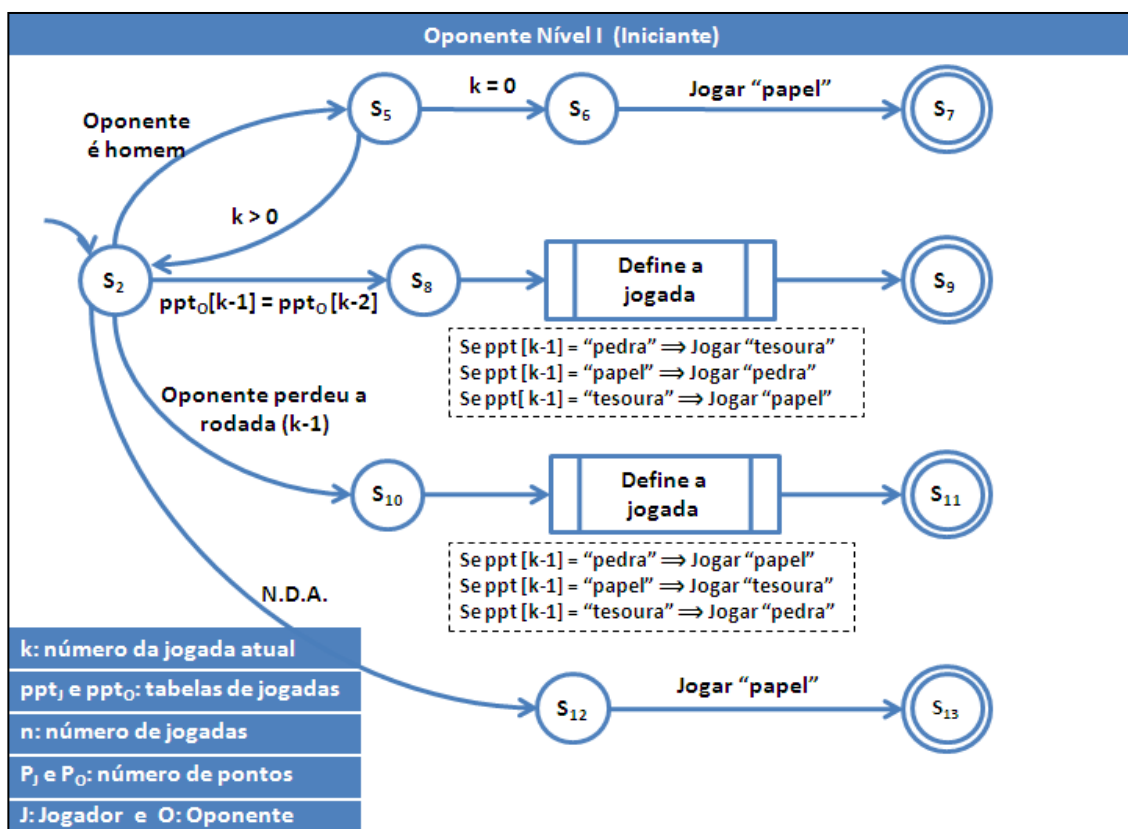


Figura 7 – Máquina de estados: tratamento para o Oponente iniciante.

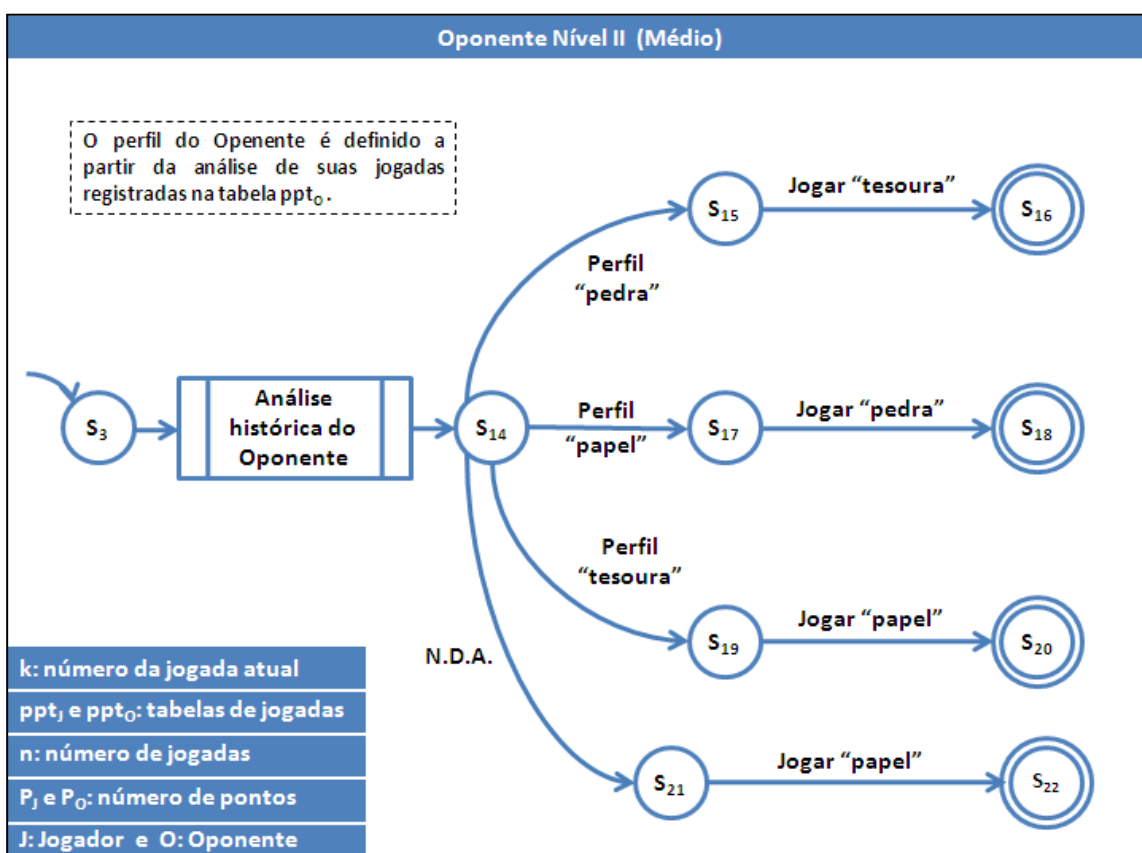


Figura 8 – Máquina de estados: tratamento para o Oponente de nível médio.

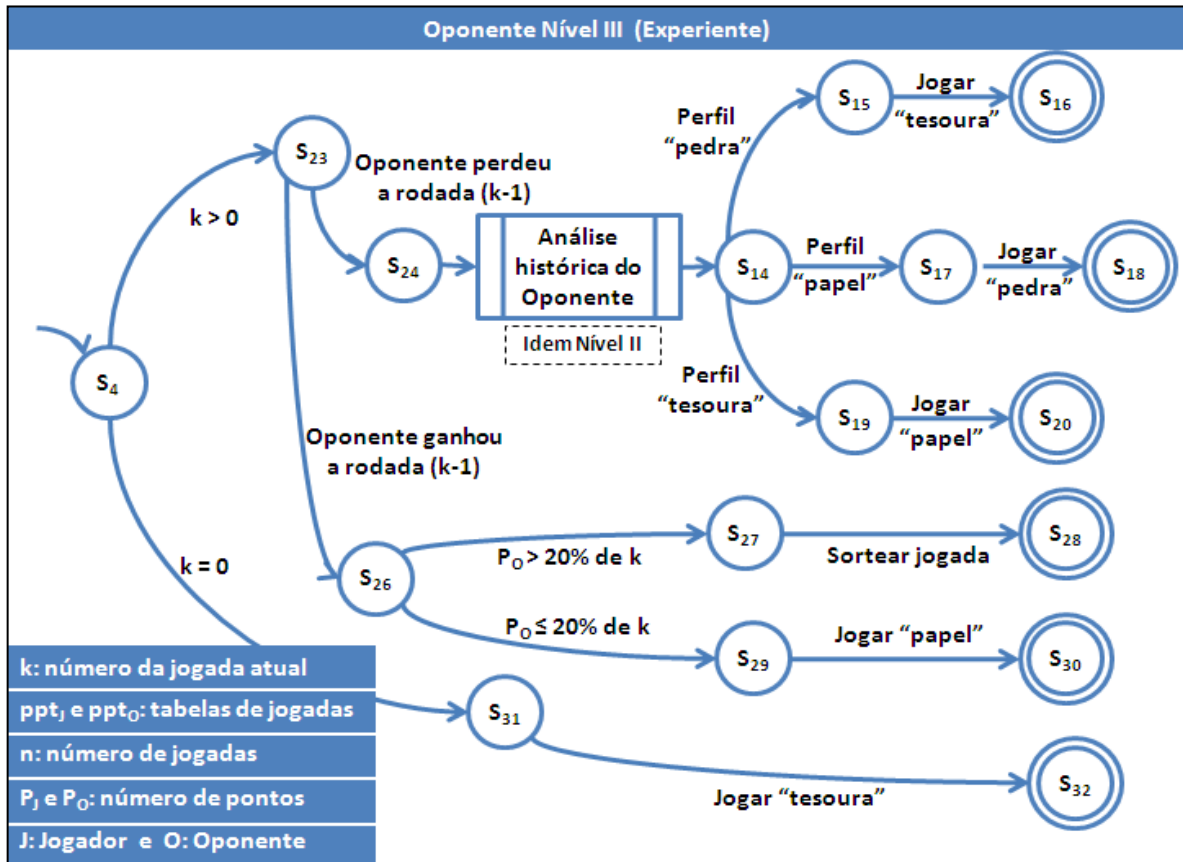


Figura 9 – Máquina de estados: tratamento para o Oponente experiente.

IV. RESULTADOS

As figuras a seguir mostram a implementação da versão preliminar. A Figura 10 apresenta um formulário que solicita o nome, idade, sexo e nível do Oponente.

Figura 10 – Definição dos dados do Oponente.

O Oponente não necessita informar os atributos nome e idade obrigatoriamente. Os dados de idade têm a função de analisar estatisticamente os jogadores por idade, enquanto o nome permite salvar os dados do Oponente, de modo que o mesmo possa retornar a jogar em outra ocasião. Contudo, o sexo e nível do Oponente devem ser informados. Caso a opção de nível escolhida seja "não informado", o Oponente é considerado iniciante, como descrito anteriormente.

A Figura 11 mostra uma jogada e a Figura 12 mostra um possível resultado de uma jogada. Finalmente, a Figura 13 apresenta o histórico de jogadas para uma partida realizada.

V. CONCLUSÃO

Este trabalho apresenta a implementação de uma estratégia para aumentar as probabilidades de vencer o jogo PPT baseado em máquinas de estado e tecnologia adaptativa, a partir de uma solução proposta em [7]. Esta solução está baseada na análise de padrões de comportamento de jogadores apresentada em [9,10].

Os resultados obtidos permitem a realização de experimentos com usuários distintos, a fim de avaliar a eficácia da proposta do ponto de vista prático. Esta solução deve ser disponibilizada na Internet e divulgada entre grupos aleatórios, para que a quantidade e diversidade de

experimentos permitam a análise estatística dos resultados obtidos. Esta implementação prevê ainda a comparação com a estratégia aleatória, para melhor identificar desvios.

É importante notar que, embora experimentos não sejam suficientes para provar a eficácia desta estratégia, desvios probabilísticos significativos podem representar um resultado relevante, desde que o número de experimentos realizados seja suficientemente grande. Estes resultados práticos podem ser importantes, considerando a relevância do estudo e da modelagem do jogo de PPT para diversas áreas da ciência nos dias de hoje.

Caso se comprove a existência de uma estratégia adaptativa para vencer o jogo de PPT mais eficaz do que a solução aleatória, este resultado representará um estudo de caso onde se mostra que é possível tratar padrões de comportamento humano usando tecnologia adaptativa.

Espera-se que os resultados desta avaliação, neste momento de caráter puramente exploratório, direcionem novas pesquisas neste sentido, oferecendo uma alternativa para a modelagem matemática e quantitativa de problemas encontrados em diversas áreas do conhecimento.

REFERÊNCIAS

[1] ALONZO, S. H. E SINERVO, B.. Mate choice games, context-dependent good genes, and genetic cycles in the side-blotched lizard, *Uta stansburiana* Behav Ecol Sociobiol (2001) 49:176–186. Springer-Verlag 2001.

[2] CHANG, Y-H e KAEHLBLING, L. P. Playing is believing: the role of beliefs in multi-agent learning. M.I.T. Artificial Intelligence Laboratory.

[3] HOFBAUER, J. e SIGMUND, K.. BULLETIN (New Series) OF THE AMERICAN MATHEMATICAL SOCIETY Volume 40, Number 4, Pages 479-519. S 0273-0979(03)00988-1 Article electronically published on July 10, 2003 EVOLUTIONARY GAME DYNAMICS

[4] LEE, D., MCGREEVY, B. P. e BARRACLOUGH, D. J. Learning and decision making in monkeys during a rock–paper–scissors game Department of Brain and Cognitive Sciences, Center for Visual Science, University of Rochester, Rochester, NY 14627, USA. Cognitive Brain Research 25 (2005) 416 – 430.

[5] MCCANNON, B. C. Rock Paper Scissors. Vol. 92 (2007), No. 1, pp. 67–88. DOI 10.1007/s00712-007-0263-5 Printed in The Netherlands. Journal of Economics.

[6] NAMATAME, A. Emergence of Desired Collectives with Evolving Synchronized Coupling Rules. Dept. of Computer Science, National Defense Academy, Yokosuka, 239-8686, JAPAN.

[7] SANTANA, F. S., BARBERATO, C. e SARAIVA, A.M. Avaliação de uma estratégia para vencer o jogo de “pedra, papel e tesoura” usando técnicas adaptativas. Memórias do WTA 2010.

[8] SINERVO, B. e LIVELY, C. M. The rock-paper-scissors game and the evolution of alternative male strategies. Nature. Vol. 380, March, 1996. Pp. 240-243.

[9] WALKER, G. The Official Rock Paper Scissors Strategy Guide. 2004.

[10] WALKER, G. How to beat anyone at Rock Paper Scissors. 2006. Disponível em [http://www.worldrps.com/rps-news-and-notes/how-to-beat-anyone-at-rock-paper-scissors]

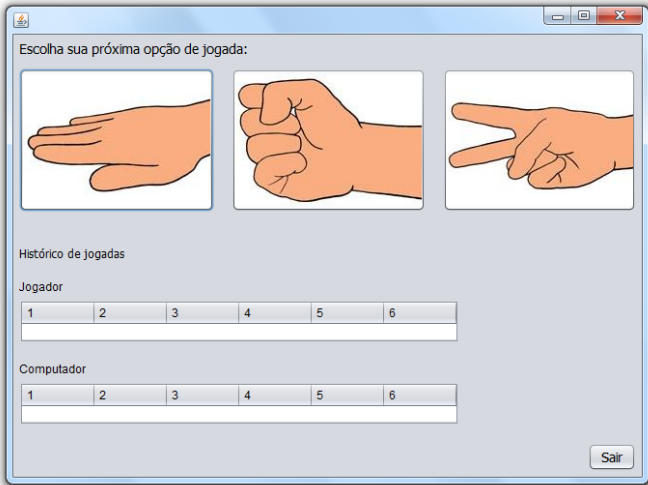


Figura 11 – Tela de jogada.



Figura 12 – Possível resultado de uma jogada.

Jogador	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Registro de jogadas	Papel	Papel	Papel	Pedra	Tesoura	Papel	Pedra	Tesoura	Papel	Pedra	Tesoura	Papel	Pedra	Tesoura	Papel
Tendência	Pedra 26,7%						Papel 46,6%						Tesoura 26,7%		
Oponente	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Registro de jogadas	Pedra	Tesoura	Tesoura	Papel	Pedra	Tesoura	Papel	Tesoura	Pedra	Papel	Tesoura	Pedra	Papel	Tesoura	Papel
Tendência	Pedra 26,7%						Papel 33,3%						Tesoura 40%		

Figura 13 – Histórico de Jogadas.