

# Avaliação de uma estratégia para vencer o jogo de “pedra, papel e tesoura” usando técnicas adaptativas

F. S. Santana, C. Barberato, A. M. Saraiva

**Resumo** — O jogo "pedra-papel-tesoura", PPT, sempre foi usado para tomar decisões pouco importantes. Recentemente, porém, ele tem sido aplicado para modelar problemas em computação evolucionária, biodiversidade, aprendizado e tomada de decisão em áreas como economia, psicologia e neurociência. Existem, também, competições oficiais de PPT, promovidas por associações profissionais. Resultados matemáticos afirmam que jogar aleatoriamente é a “melhor” estratégia, mas alguns profissionais propõem outras. Este trabalho avalia uma delas, que considera padrões de comportamento e aspectos emocionais nas decisões dos jogadores. A estratégia foi modelada por uma máquina de estados, onde tabelas de decisão adaptativas foram incluídas para tratar o estado emocional dos jogadores. Experimentos sucessivos podem modificar a estratégia original, para fortalecê-la, enquanto desvios probabilísticos nos resultados dos jogos podem indicar sua eficácia. Como resultado adicional, este pode ser considerado um estudo de caso para avaliar uma possibilidade de identificar padrões de comportamento, aplicáveis na definição de métodos confiáveis de modelagem.

**Palavras chaves** — Sistemas adaptativos, técnicas adaptativas, máquinas de estado, jogo “pedra-papel-tesoura”.

## I. NOMENCLATURA

PPT – Refere-se ao jogo “Pedra-Papel-Tesoura”.

## II. INTRODUÇÃO

Pedra, papel e tesoura, PPT, é um jogo bastante comum e usado no cotidiano para resolver conflitos que envolvem a tomada de decisões de pouca importância (McCannon, 2007). Embora seja de origem desconhecida, este jogo é muito popular no Japão desde o século XIX, por isso também é conhecido como “jan-ken-pon” ou “janken-po” (algumas das tentativas de “pronúncia” ou “tradução” pelos ocidentais). No ocidente, o jogo começou a se popularizar a partir do século XX. No uso cotidiano, o PPT equivale aos jogos de “par ou ímpar”, “cara ou coroa” e “dois ou um”, que talvez sejam mais populares no Brasil, no sentido de que todos são usados para

se tomar decisões direcionadas principalmente pelo fator “sorte”, pelo menos na teoria. Desta forma, não existe um responsável direto pela tomada de decisão.

Nos últimos anos, no entanto, com a evolução dos estudos em teoria dos jogos e sua consequente aplicação em diversas outras áreas do conhecimento, o PPT tem sido utilizado como base para a modelagem e o estudo de diversos problemas relevantes (McCannon, 2007). Entre eles, estão resultados em computação evolucionária (Hofbauer; Sigmund, 2003), colaboração e comportamento de agentes em sistemas de aprendizado em inteligência artificial (Namatame), estudos em biodiversidade e reprodução de espécies (Alonzo; Sinervo, 2001) e diversas aplicações que utilizam modelos quantitativos para descrever o processo de tomada de decisão em diversas áreas da ciência, incluindo economia (McCannon, 2007), psicologia e neurociência (Lee; McGreevy; Barraclough; 2005).

Outro fato pouco conhecido é o de que existem competições de caráter local e internacional de PPT, promovidas por sociedades internacionais compostas por jogadores profissionais, como 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/>]). Estas sociedades promovem competições periódicas, com regras oficiais e bem definidas para se jogar PPT, como o “*World Rock Paper Scissors Championship*”, promovido pela Sociedade Internacional de PPT e o “*USARPS chAMPionships*”, promovido pela Liga Oficial Americana de PPT.

Existem resultados matemáticos que afirmam que a “melhor” estratégia para se vencer o jogo de PPT é sempre jogar aleatoriamente (van den Nouweland, 2007). Porém, nas competições oficiais ocorre a distribuição de altos prêmios em dinheiro para os vencedores. É natural, portanto, que os jogadores profissionais busquem constantemente por estratégias eficazes para aumentar as probabilidades de vencer este jogo.

Este trabalho avalia uma das estratégias não aleatórias para se vencer o PPT, proposta por jogadores (Walker, G.; Walker, D, 2004) da Sociedade Internacional de PPT. De acordo com os autores desta estratégia, dificilmente o comportamento humano consegue ser de fato aleatório. Diversos aspectos, principalmente os de natureza emocional, influem nas decisões tomadas pelos jogadores, que acabam obedecendo a padrões pré-determinados de comportamento. Portanto, a identificação e o estudo destes padrões permitem a criação e a utilização de técnicas capazes de aumentar as chances de

The authors are grateful to FINEP/MCT Brazil, for the support to the ProSensap project.

F. S. Santana is professor at Universidade Federal do ABC, Center of Research in Mathematics, Computer and Cognition, Rua Santa Adélia, 166, Bloco B, Sala 811. Bairro Bangu. Santo André - SP - CEP: 09210-170 ([fabiana.santana@gmail.com](mailto:fabiana.santana@gmail.com)).

C. Barberato is professor at FEI, Department of Computer Science. Av Humberto de Alencar Castello Branco, 3972, São Bernardo do Campo - SP. CEP: 09850-901 ([claudio.barberato@gmail.com](mailto:claudio.barberato@gmail.com)).

A. M Saraiva is full professor at Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Department of Engineering of Computation and Digital Systems, Av. Prof. Luciano Gualberto, travessa 3, número 158 - Cidade Universitária - São Paulo - SP - CEP: 05508-900 ([saraiva@usp.br](mailto:saraiva@usp.br)).

vitória no PPT.

Para modelar as regras propostas por esta estratégia, foi construída uma máquina de estados onde algumas das decisões precisam ser tomadas usando tabelas de decisões adaptativas. O uso destas tabelas é essencial, pois elas permitem avaliar com mais profundidade o contexto atual do jogo, considerando diversos potenciais estados emocionais dos jogadores oponentes e diversas condições simultâneas. A partir desta avaliação, as ações que devem ser tomadas em algumas situações precisam ser redefinidas, o que não é possível fazer apenas com a construção de uma máquina de estados.

A realização de sucessivos experimentos a partir da implementação da estratégia aqui proposta, é o método proposto para avaliar a sua eficácia do ponto de vista prático. Os resultados de cada jogada serão armazenados em estruturas de dados apropriadas, enquanto se realizarem os experimentos, a fim de construir um histórico de jogadas.

O primeiro objetivo é permitir a realização dos cálculos estatísticos para avaliar esta estratégia, como proposto. Os resultados dos jogos realizados serão comparados com os resultados que seriam obtidos se a estratégia aleatória estivesse sendo utilizada e também com os valores estatisticamente esperados. A ocorrência de desvios probabilísticos no número real de vitórias em relação a estas duas medidas pode indicar se o uso desta estratégia aumenta de fato as probabilidades de vencer o jogo de PPT, desde que o número de experimentos realizados seja significativo.

Porém, deve-se notar que a análise do histórico de jogadas pode resultar também na eventual descoberta de outros padrões de jogo, não previstos originalmente por (Walker, G.; Walker, D, 2004). Desta forma, estes novos padrões, se existirem, podem ser incorporados à estratégia original, de forma a aumentar as probabilidades de vitória no jogo de PPT.

Como resultado adicional desta pesquisa, caso se comprove a existência e a eficácia de uma estratégia adaptativa para vencer o jogo de PPT, este vai se configurar como um estudo de caso para mostrar que é possível identificar e tratar determinados padrões de comportamento usando técnicas adaptativas. A importância deste fato é, talvez, ainda mais relevante do que a própria possibilidade de se criar uma estratégia estatisticamente vencedora de PPT.

Uma vez identificados os padrões de comportamento, estes podem ser aplicados na construção de modelos ainda mais confiáveis do que os disponíveis atualmente para a tomada de decisão baseados no jogo de PPT. Além disso, este raciocínio possivelmente poderá ser estendido para outros estudos em teoria dos jogos, além do próprio PPT, aumentando ainda mais as aplicações potenciais das tecnologias adaptativas.

### III. MATERIAIS E MÉTODOS

#### A. O jogo

PPT é um jogo que se joga com as mãos, fazendo os gestos que representam pedra, papel e tesoura, respectivamente de acordo com as Figuras 1, 2 e 3.

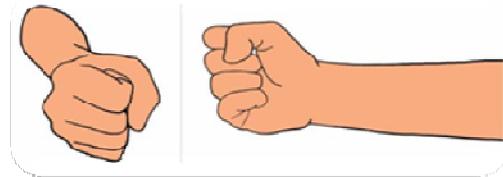


Figura 1 – Representação manual de pedra (extraída de <http://worldrps.com/game-basics>).

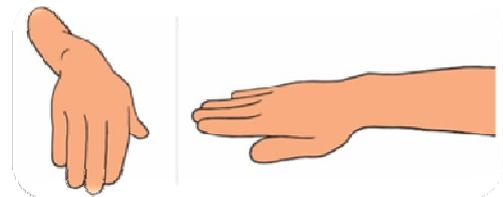


Figura 2 – Representação manual de papel (extraída de <http://worldrps.com/game-basics>).

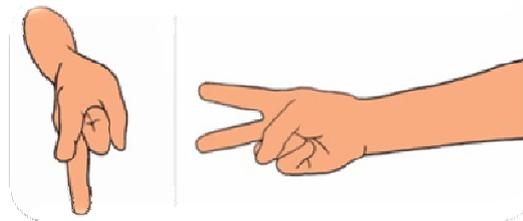


Figura 2 – Representação manual de tesoura (extraída de <http://worldrps.com/game-basics>).

De acordo com Walker (2006), PPT não é um simples jogo de sorte ou azar e requer a adoção de estratégias específicas. O principal motivo é a incapacidade do ser humano de jogar aleatoriamente. Segundo Walker (2006), mesmo ao tentar de fato jogar aleatoriamente, o comportamento do ser humano acaba se tornando previsível ao longo do tempo. Portanto, é fundamental conhecer os fatores, principalmente de caráter psicológico, que motivam as ações do oponente no jogo de PPT. Este conhecimento permite alterar a distribuição de probabilidade, aumentando consideravelmente suas chances de vencer o jogo. Naturalmente, este raciocínio só se aplica quando a decisão do jogo ocorre após rodadas sucessivas, que é o padrão adotado nas competições internacionais [<http://worldrps.com/game-basics>].

As regras do jogo de PPT são simples (McCannon, 2007):

- 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.
- Os jogadores devem combinar um determinado número de rodadas. Para este trabalho, este número será definido como  $n$ , sendo  $n$  um número inteiro, finito e  $\geq 1$ .



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

### B. A estratégia

(Walker, G.; Walker, D, 2004) e Walker (2006) estabelecem que, basicamente, existem duas formas de se vencer no PPT. A primeira é retirar uma das opções do adversário, o que significa que, se o adversário for induzido a não escolher “pedra”, então é possível escolher com segurança “tesoura”, pois nesse caso o pior resultado será um empate. Esta opção parece impossível, a menos que sejam conhecidas formas de se manipular o adversário sem que ele saiba o que está ocorrendo. A segunda maneira é forçar o adversário a fazer um movimento previsível. Novamente, é essencial que o adversário não saiba que está sendo manipulado.

As técnicas propostas por (Walker, G.; Walker, D, 2004) e Walker (2006) a partir destas duas afirmações, e que são computacionalmente implementáveis, são as seguintes:

1. Homens, principalmente os iniciantes, têm a tendência de escolher “pedra” na sua 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, 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, ou “tesoura”, caso em que ocorre um empate.
3. Quando o adversário é 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 Walker (2006), 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.

(Walker, G.; Walker, D, 2004) e Walker (2006) ainda propõem outras técnicas, implementáveis apenas através de tabelas de decisão adaptativas, pois elas requerem a análise histórica do oponente.

A estratégia proposta neste trabalho a partir das observações de (Walker, G.; Walker, D, 2004) e Walker (2006), também classifica os jogadores nos níveis “Iniciante”, “Médio” e “Experiente”. Na primeira vez, o nível deve ser informado. Nas jogadas seguintes, o jogador pode ser reclassificação de acordo com o seu desempenho no jogo. A reclassificação é feita no início de cada jogada.

### IV. MODELAGEM ADAPTATIVA DO PPT

Para implementar esta estratégia, a aplicação consiste de um jogo com dois jogadores, sendo um deles a própria aplicação, a partir deste momento chamada de “Jogador”, enquanto o outro jogador deve ser obrigatoriamente um ser humano, que será chamado de “Oponente”. A estratégia de jogo implementada na aplicação será composta pelas propostas de (Walker, G.; Walker, D, 2004) e Walker (2006), adequada às técnicas adaptativas necessárias.

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.

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

O PPT tradicional pode ser definido utilizando uma tabela de decisão simples, em uma solução não adaptativa. A Tabela 1 apresenta esta modelagem, sendo que 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.

Um jogo é composto por  $n$  jogadas e estas  $n$  jogadas devem ser armazenadas em uma estrutura de dados adequada, a fim de permitir acompanhar e analisar o histórico de jogadas. Esta estrutura está apresentada na Figura 5. Além de registrar as jogadas do “Jogador” e do “Oponente”, esta estrutura armazena, a cada jogada, a tendência do jogador a escolher uma das opções do jogo de PPT. Esta tendência deve ser recalculada após o término da jogada, para não interferir no resultado da máquina de estados. Portanto, é possível saber, a cada instante, qual a porcentagem de vezes em que cada jogador escolheu “Pedra”, “Papel” ou “Tesoura”.

Para a realização dos experimentos, uma terceira estrutura exatamente igual a esta será criada para simular outro jogador, chamado de “Jogador Aleatório”. Este jogador não participará diretamente do jogo, embora a sua opção de jogada será sorteada e armazenada a cada jogada. O objetivo é a realização das análises estatísticas propostas pelo método de avaliação. Vale lembrar que as análises vão considerar os resultados da estratégia implementada em comparação com os valores estatisticamente esperados e em comparação com os resultados da estratégia aleatória. Desta forma, este terceiro jogador, embora não participe do jogo, é necessário para a avaliação da estratégia.

Um mecanismo para modelar os cinco itens implementáveis da estratégia proposta em Walker (2006)

precisa avaliar, a cada jogada  $k$ ,  $0 \leq k \leq n$ , em qual das situações a aplicação se encontra. Para isto, é necessário conhecer o sexo do jogador oponente, que supostamente é um ser humano. Como as hipóteses propostas consideram o comportamento humano, Walker (2006) supõe que o comportamento entre homens e mulheres é diferente. Este raciocínio, na verdade, é suportado por outros pesquisadores em biodiversidade. Sinervo e Lively (1996), por exemplo, 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.

A partir destas hipóteses, foi construída uma máquina de estados para implementar esta estratégia, onde algumas decisões devem ser tomadas de acordo com uma tabela de decisões adaptativa.

A máquina de estados está apresentada nas figuras a seguir. A Figura 6 apresenta o início de cada  $k$ -ésima jogada, onde o Oponente pode ser reclassificado de acordo com a sua pontuação. De acordo com o nível estabelecido para o oponente, ele será direcionado para a máquina de estados apresentada na Figura 7, que trata do Oponente iniciante, na Figura 8, que trata do Oponente de nível médio, ou Figura 9, que trata do Oponente experiente. Esta reclassificação é necessária, pois o Oponente pode informar o nível errado no início do jogo e, desta forma, aumentar as suas chances de vitória.

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.

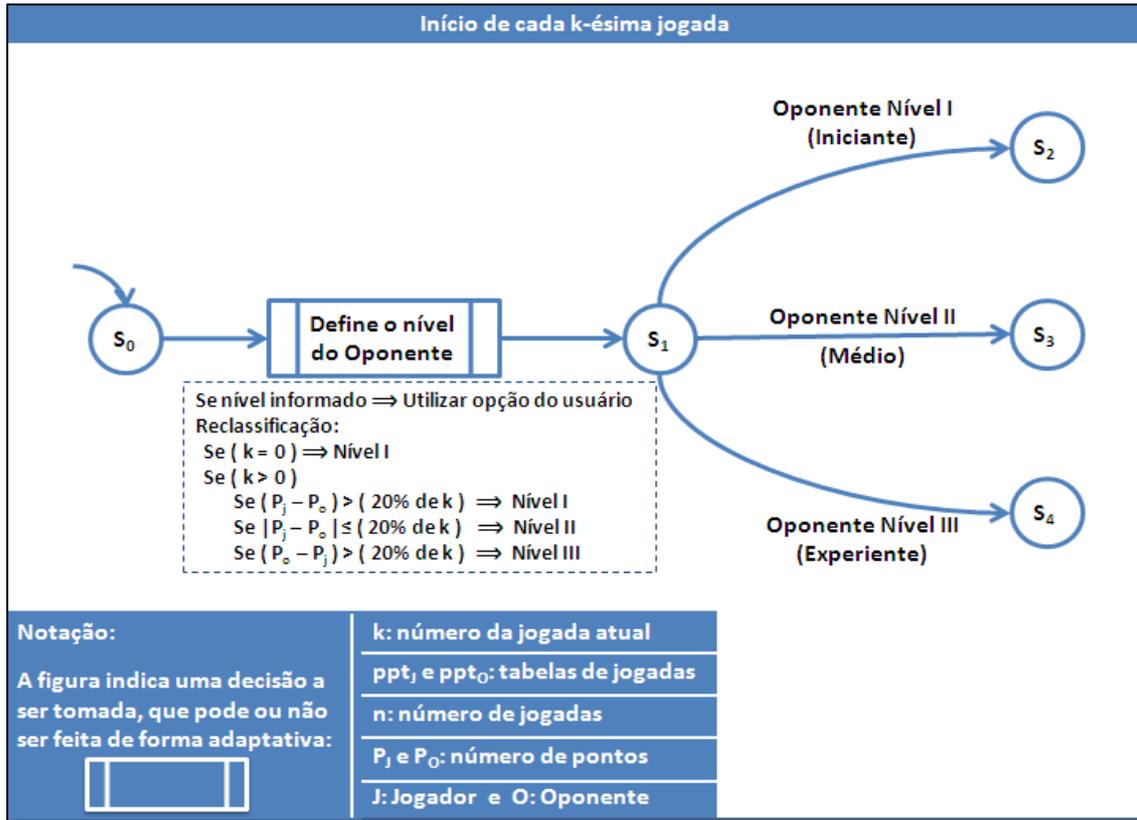


Figura 6 – Máquina de estados: início de cada k-ésima jogada.

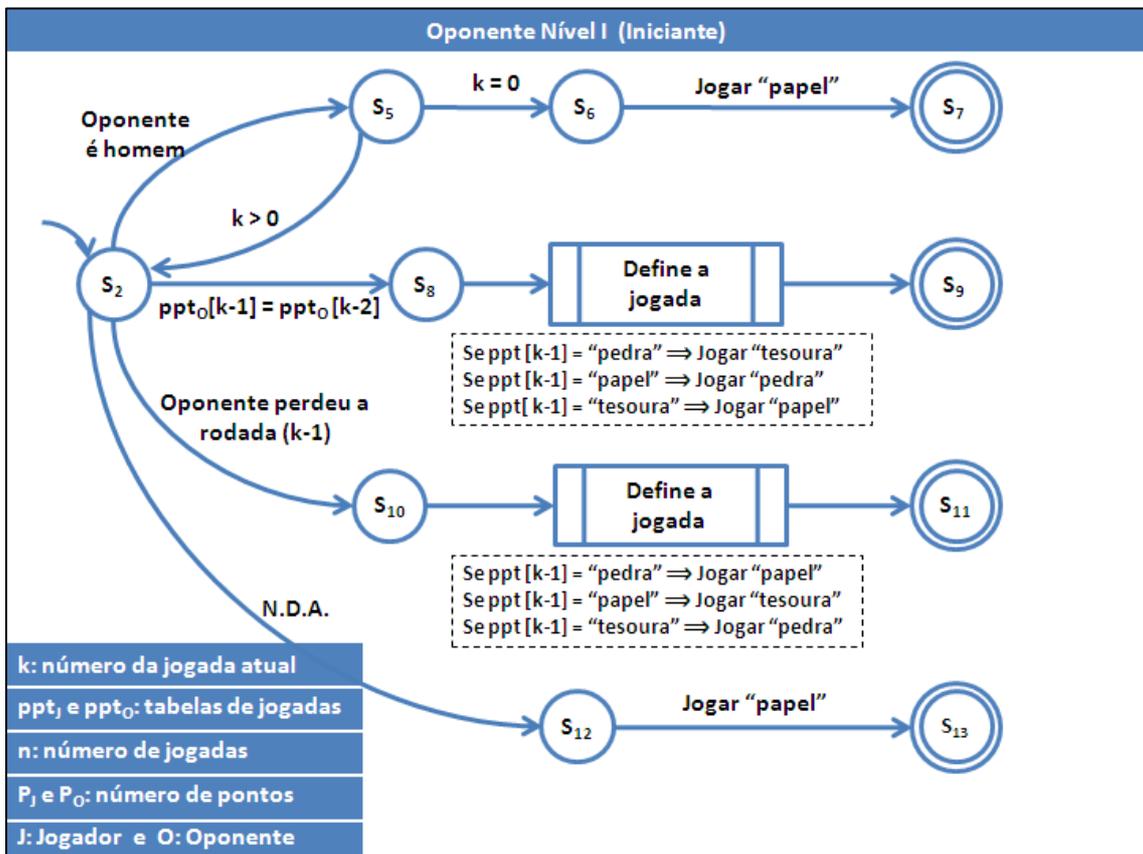


Figura 7 – Máquina de estados: tratamento para o oponente iniciante.

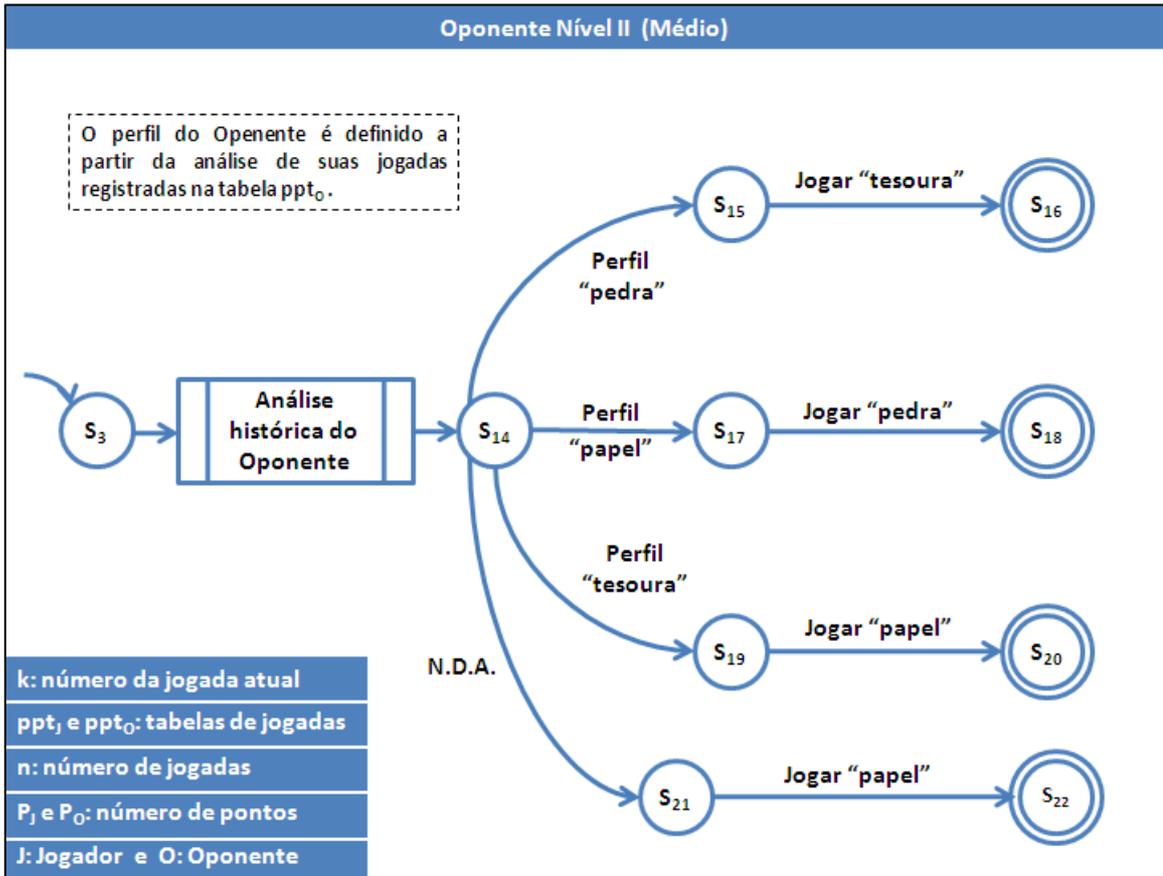


Figura 8 – Máquina de estados: tratamento para o oponente de nível médio.

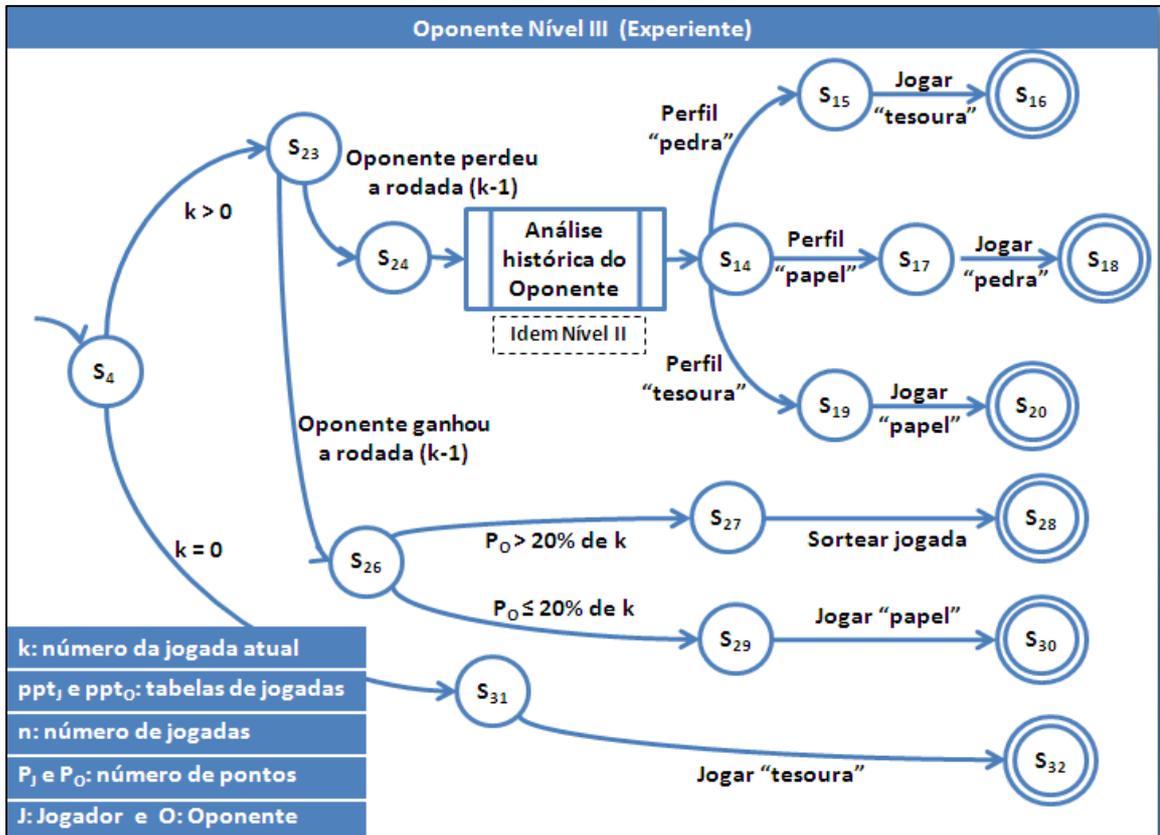


Figura 9 – Máquina de estados: tratamento para o oponente experiente.

Tabela de decisão – Análise Histórica do Oponente para Definição de Perfil						
	Jogadas	0	...	k	...	n
Condições	$C_1$					
	...					
	$C_G$					
Ações	$A_1$					
	...					
	$A_H$					
Funções Adaptativas	$F_1$					
	...					
	$F_I$					

Figura 10 – Tabela de decisão adaptativa para análise histórica do oponente e definição do seu perfil.

Como a reclassificação do jogador se baseia no seu desempenho, o nível de jogo e a estratégia aplicada a ele podem variar, conforme ele vai sendo bem sucedido em suas jogadas.

A partir da definição da máquina de estados, o algoritmo é simples:

- O sexo e o nível do Oponente devem ser fornecidos no início do jogo.
- O número  $n$  de rodadas deve ser estabelecido no início do jogo.
- A cada jogada, digamos  $k$ , o Jogador, que é a aplicação, obedece a máquina de estados, cujo objetivo é definir se a sua opção de jogo deve ser “pedra”, “papel” ou “tesoura” para esta  $k$ -ésima rodada.
- A cada nova jogada, a pontuação é avaliada para verificar a necessidade de se redefinir o nível do jogador, de acordo com a situação do jogo. Conforme melhora o desempenho do Oponente, a avaliação do seu nível de experiência aumenta.
- A pontuação é definida de maneira simples, sendo que uma vitória soma “1” ponto, enquanto o empate contabiliza “0” pontos. O critério punitivo, que equivaleria a atribuir “-1” ponto, não será aplicado nesta primeira abordagem.

A análise histórica do Oponente é um dos pontos principais da estratégia proposta por (Walker, G.; Walker, D, 2004) e Walker (2006). Porém, esta análise é simples de ser realizada quando se está frente a frente com um adversário, mas não quando deve ser feita de forma “calculada”. Para fazê-la, o algoritmo implementa uma tabela de decisão adaptativa, que permite expandir as possibilidades e alterar o comportamento do Jogador de acordo com as alterações e padrões de comportamento do Oponente. Teoricamente, esta tabela deveria prever os potenciais “estados emocionais” do Oponente, conforme a situação do jogo.

Por exemplo, suponha que as seguintes condições e ações

estão implementadas na tabela de decisão adaptativa:

1. Suponha que a *Condição 1* seja que o Oponente perde a jogada ( $k-1$ ). A perda de uma jogada aumenta o nível de frustração do Oponente e uma reação comum, especialmente em jogadores iniciantes ou estressados, é escolher a opção que teria vencido a jogada anterior ( $k-1$ ). Portanto, a *Ação 1* correspondente deve ser justamente escolher o perfil que teria perdido em ( $k-1$ ). A definição do perfil permite que a máquina de estados decida o que fazer e, se o Oponente jogar como previsto, no mínimo será possível obter um empate.
2. Suponha que a *Condição 2* seja que o Oponente vence a jogada ( $k-1$ ). A vitória normalmente aumenta o nível de satisfação do Oponente, deixando-o mais relaxado para escolher livremente qualquer jogada. Neste caso, a *Ação 2* pode ser optar por jogar “Papel” (lembrando que estatisticamente a opção “Tesoura” é a menos escolhida) ou, alternativamente, sortear o perfil. Digamos que a opção escolhida seja a segunda.
3. Suponha que a *Condição 3* seja analisar a tendência do Oponente a escolher com mais frequência uma das opções entre “Pedra”, “Papel” e “Tesoura”. Neste caso, a *Ação 3* correspondente é classificar este jogador pelo perfil mais frequente.

Até aqui, temos a definição de condições e ações que são comuns a uma tabela de decisão simples, não adaptativa.

A adaptatividade do algoritmo ocorre no momento em que se inserem funções adaptativas nesta tabela, de forma a alterar as ações correspondentes às condições anteriormente discutidas. Ainda no mesmo exemplo, poderíamos incluir as seguintes funções adaptativas:

1. A função adaptativa  $F_1$  deve acompanhar a tendência do Oponente, de forma semelhante ao que ocorre na *Condição 3*. Porém, caso se identifique

uma tendência muito alta, por exemplo ultrapassando os 50%, para a escolha de uma das opções de “Pedra”, “Papel” ou “Tesoura”, então tanto a *Ação 1* quanto a *Ação 2* devem ser substituídos pela *Ação 3*. Pois uma tendência muito alta justifica o abandono da estratégia original.

2. A função adaptativa  $F_2$  deve também acompanhar a tendência do Oponente, de forma semelhante ao que ocorre na *Condição 3*. Porém, o objetivo neste caso é verificar se ocorre uma redução nos valores de tendência anteriormente identificados, tendendo para a equalização das opções. Por exemplo, as novas tendências demonstrem que nenhuma das opções de “Pedra”, “Papel” ou “Tesoura” é escolhida mais do que 40% das vezes. Neste caso, tanto a *Ação 1* quanto a *Ação 2* podem retornar à estratégia pré-definida.

Da mesma forma que neste exemplo, outras tantas condições, ações e funções adaptativas podem ser implementadas, a fim de se modelar o estágio de frustração ou confiança do Oponente. É possível, por exemplo, analisar o placar, o histórico de jogadas, sequências de vitórias ou de derrotas e assim por diante, definindo funções adaptativas para que o comportamento do Jogador se altere tanto quanto necessário, aumentando desta forma as suas probabilidades de vencer.

Após as  $n$  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.

O resultado dos jogos deve ser armazenado em arquivo para a posterior realização de cálculos estatísticos para avaliar os experimentos realizados e verificar os eventuais desvios a fim de validar ou evoluir a estratégia de jogo de PPT, a fim de se concluir ou não sobre a possibilidade de construir uma estratégia que, de fato, aumente as probabilidades de vitória de um jogador.

## V. RESULTADOS ESPERADOS

A implementação desta aplicação e a realização de um número suficientemente grande de experimentos vai permitir uma avaliação estatística e comparativa entre as estratégias de jogo para PPT. É importante, para o sucesso do estudo, que os jogadores não conheçam os detalhes da estratégia proposta neste trabalho, pelo menos na primeira avaliação, para desestimular padrões forçados de jogadas. Posteriormente, experimentos podem ser realizados mesmo com a divulgação destas estratégias.

Caso haja qualquer desvio probabilístico significativo nas avaliações realizadas, de forma a alterar significativamente a esperança de vitória no PPT, este resultado será investigado com maior profundidade, eventualmente envolvendo aplicações em outras áreas do conhecimento.

## VI. CONCLUSÃO

Este trabalho propôs uma solução adaptativa para implementar uma estratégia, supostamente vencedora, para o jogo PPT. Além disso, foi proposta uma estratégia para avaliar a eficácia desta solução em relação à proposta original que matematicamente é a mais aceita, e que consiste em simplesmente jogar de maneira aleatória.

A justificativa para se fazer esta avaliação foi a afirmação de Walker (2006), autor da estratégia original na qual a solução adaptativa foi baseada, de que é possível identificar facilmente padrões no comportamento humano.

A existência e a eficácia de uma estratégia adaptativa para vencer este jogo pode se configurar como um estudo de caso relevante, onde foi possível identificar e tratar diferentes padrões de comportamento, mesmo que pré-estabelecidos, aplicando tecnologia adaptativa. Esta pode ser a maior contribuição deste trabalho, uma vez que, mais importante do que vencer no jogo de PPT, é a possibilidade de tratar padrões de comportamento para definir estratégias eficazes para a tomada de decisão.

Como o uso da tabela de decisão adaptativa em conjunto com máquinas de estado pode, possivelmente, ser estendida para outras aplicações, esta pode ser uma nova e interessante aplicação potencial das tecnologias adaptativas para a solução de problemas computacionais.

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

## REFERÊNCIAS

- 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.
- CHANG, Y-H e KAEHLING, L. P. Playing is believing: the role of beliefs in multi-agent learning. M.I.T. Artificial Intelligence Laboratory.
- 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
- 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.
- 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.
- NAMATAME, A. Emergence of Desired Collectives with Evolving Synchronized Coupling Rules. Dept. of Computer Science, National Defense Academy, Yokosuka, 239-8686, JAPAN.
- 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.
- WALKER, G. The Official Rock Paper Scissors Strategy Guide. 2004.
- 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]